

Heike Wemhoff

**Ökologieorientierte
und marktbezogene
Konzeption einer Reduktionswirtschaft
in einer Kreislaufwirtschaft**

VORWORT

Umweltprobleme, Abfallprobleme, verschmutzte Gewässer, all diese Probleme verfolgen uns im Alltag, ohne daß wir bisher eine greifbare Gesamtlösung hierfür ableiten konnten. Die bunte Mülltonnenpracht vor unseren Haustüren, Hiobsbotschaften über abfallverursachende Unternehmen und entsprechende in der Öffentlichkeit vorgestellte Lösungsansätze sind erste Schritte bzw. Einzellösungen, keineswegs umfassende Lösungspakete. Gesamtlösungen erfordern hingegen eine neue Sicht der Problemstellung sowie auch neue Wege bei deren Lösung. Auf eine andere Sicht der Dinge stieß mich Prof. Dr. D. G. Liesegang, der seine Ausführungen zu diesen Alltagsproblemen auf Kreisläufe, Stoffwechselprozesse, generell auf die Sinnhaftigkeit natürlicher Prozesse konzentrierte. Das Vorbild Natur bzw. ökosystemarer Kreisläufe ermöglicht einen Blickwinkel, der sowohl eine Balance des Ganzen als auch der Einzelheiten ins Kalkül zu ziehen vermag. Mit der Frage, welche Erkenntnisse und damit Lösungskonzepte sich aus einer solchen umfassenden Sichtweise ableiten ließen, setzte ich den ersten Grundstein für meine Arbeit.

Am Alfred Weber-Institut der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg fand ich dann auch in Herrn Prof. Dr. D. G. Liesegang einen Betreuer, der mir die Freiheit einräumte, über dieses für eine Volkswirtschaftlerin weitreichende Thema zu promovieren. Für sein Vertrauen und seinen Sachverstand danke ich ihm. Seine verbalen wie auch bildlichen Anregungen waren mir eine Hilfe. Herrn Privatdozent Dr. F. Jöst danke ich für die Übernahme des Koreferats sowie insgesamt den Herren Prof. Dr. D. G. Liesegang, Dr. F. Jöst, Prof. Dr. O. Gans und Prof. Dr. R. Fahrion für die anregende Disputation.

Von der ursprünglichen Idee bis zur vorliegenden Arbeit vergingen fünf intensive und spannende Jahre, die mich zu so unterschiedlichen Gebieten wie der Biologie, Physik sowie zu den Rechts- und Ingenieurwissenschaften führten. Beim Entschluß zur Promotion konnte ich nicht ahnen, daß die Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen und praktischen Ausläufern der Kreislaufwirtschaft mein Leben über Jahre hinweg beeinflussen wird. Es war eine aufregende und anstrengende Erfahrung zugleich, die mir Realitäten, aber auch meine eigenen Mythen vor Augen hielt. Meine Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre I von Prof. Dr. D. G. Liesegang, meine Redaktionstätigkeit für die Fachzeitschrift *UmweltWirtschaftsForum* sowie meine Tätigkeit beim Entsorgungsunternehmen Trienekens AG haben diese Erfahrungen maßgeblich geprägt.

Ohne die Unterstützung meiner Familie und meiner Freunde hätte ich alle Herausforderungen nicht meistern können. Mein Dank an meine Weggefährten und guten Freunde Andrea Falkner und Andreas Enseling steht hier an erster Stelle. Sie hatten nicht nur immer ein offenes Ohr, sondern waren mit Kritik, Ratschlägen, Ideen und ihren Korrekturfahnen eine verlässliche Unterstützung. Unsere legendären Arbeitsabende bleiben mir in guter Erinnerung. Den wohl schwersten Part schulterte meine „bessere Hälfte“ Ilka Tigges, die während dieser Zeit meine täglichen Launen immer mit einem lachenden Auge ertrug. In der Schlußphase der Arbeit nahm mein Mann, Christian Klemm, ihr diese Bürde ab. Nach anfänglichem Kopfschütteln über meine technische Naivität übernahm er jede Verantwortung über die Sicherung der Arbeit: Ich und meine Arbeit lebten von nun an auf doppeltem Boden. Meinem Vater danke ich dafür, daß er sich mutig durch den Großteil der Arbeit hindurchgerungen hat, um zu dem Ergebnis zu gelangen, daß er keine weiteren Anmerkungen hat.

Die wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Heidelberg hat die vorliegende Arbeit im Sommersemester 2002 als Dissertation angenommen. Im Dezember 2002 folgte die Disputation.

Durch die Initiative der Universität Heidelberg wurde im April 2003 die Arbeit von der IHK Rhein-Neckar mit dem Klaus O. Fleck-Preis 2003 prämiert.

**ÖKOLOGIEORIENTIERTE UND MARKTBEZOGENE
KONZEPTION EINER REDUKTIONSWIRTSCHAFT
IN EINER KREISLAUFWIRTSCHAFT**

Vorwort	I
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	IX
I. Ökologieorientierte und marktbezogene Gestaltungsprozesse im Rahmen einer Kreislaufwirtschaft	1
A. Problemhintergrund und Zielsetzung der Arbeit.....	1
1. Industrielle Kreislaufwirtschaft im Spannungsfeld ökonomischer und ökologischer Gestaltungserfordernisse	1
2. Reduktionswirtschaft in einer Kreislaufwirtschaft	5
B. Anmerkungen zum methodologischen Grundverständnis	7
1. Zum Gegenstand der Arbeit aus betriebswirtschaftlicher Perspektive	10
2. BWL als anwendungsorientierte Wissenschaft	16
3. Interdisziplinäre Arbeitsteilung	19
4. Programmatische Leitidee einer ökologieorientierten BWL	25
C. Gang der Arbeit.....	29
II. Die materielle und immaterielle Dimension einer Reduktionswirtschaft - ein Gestaltungsmodell aus ökologischer Systemsicht	34
A. Systemtheoretischer Bezugsrahmen für den Entwurf eines Gestaltungsmodells	36
B. Ökologische und industrieökonomische Systemarchitekturen im Vergleich.....	47
1. Die Systemarchitektur eines Ökosystems.....	48
a) Grundmodell eines Ökosystems.....	51
b) Prozeß einer natürlichen Kreislaufwirtschaft.....	55
2. Die Systemarchitektur eines industrieökonomischen Systems.....	62
a) Grundmodell eines industrieökonomischen Systems.....	63
b) Prozeß einer künstlichen Durchflußwirtschaft.....	68

3.	Systemverflechtungen: Ökosystemare Funktionsmechanismen als Bedingung industrieökonomischer Funktionsfähigkeit	76
4.	Analogien und Differenzen: Bedeutung ökologischer Erkenntnisse für eine Systemtransformation unter besonderer Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten	82
C.	Alternative Ansätze zur Transformation und Integration der ökologischen Systemlogik.....	94
1.	Die makroskopische Ebene	96
a)	Das Konzept der <i>Circular Economy</i> nach PEARCE/TURNER	98
b)	Das Konzept des <i>Reproduktionsringes</i> nach IMMLER/HOFMEISTER ...	104
c)	Das Konzept des <i>Industrial Metabolism</i> nach AYRES/SIMONIS.....	113
2.	Die mikroskopische Ebene.....	120
a)	Das Konzept der <i>Industriellen Reproduktionswirtschaft</i> nach LIESEGANG.....	121
b)	Die Gütersystematik nach DYCKHOFF.....	126
c)	Interpretation der Konzepte aus dem Blickwinkel der ökologischen Systemlogik	130
D.	Gestaltungsmodell eines kreislaufgerichteten Reduktionssystems durch externe Systemkopplung und interne Systembildung	154
III. Die strukturelle Dimension einer Reduktionswirtschaft		
- Gestaltungsspielräume auf der Basis einer Marktanalyse		165
A.	Strukturierungsschema des Umfeldes eines kreislaufgerichteten und marktbezogenen Reduktionssystems	168
1.	Modellierung allgemeiner Umfeldsegmente unter reduktionswirtschaftlichen Gesichtspunkten	168
2.	Einbindung reduktionswirtschaftlicher Anspruchsgruppen in die identifizierten Umfeldsegmente	172
B.	Kreislaufgerichtete Marktumfeldstrukturen.....	177
1.	Prinzipien staatlichen Interventionismus	178
2.	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG).....	184
a)	Entwicklungslinien der abfallrechtlichen Grundlagen.....	188
b)	Kernelemente des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes	193

c) Untergesetzliches Regelwerk am Beispiel der Altauto-Verordnung	214
d) Ergänzende Verwaltungsvorschriften	222
C. Marktstrukturen - Status quo.....	227
1. Marktdaten.....	229
2. Marktteilnehmerbezogene Funktionsweisen kreislaufgerichteter Märkte - Organisatorische Strukturen der Reduktionswirtschaft.....	253
3. Hypothetische Marktentwicklung.....	270
D. Technologisches Umfeld.....	279
E. Gestaltungsspielräume eines kreislaufstrategischen und markt- bezogenen Reduktionssystems	293
IV. Die strategische Dimension einer Reduktionswirtschaft - Entwicklungsfähigkeit einer ökologieorientierten und marktbezogenen Reduktionswirtschaft	305
A. Gestaltungsherausforderung zwischen Anspruch und Wirklichkeit - Handlungsbedarf auf Produzenten- und Reduzentenseite.....	310
B. Gestaltungsentwurf: das Reduktionssystem als Komplement zum Produktionssystem.....	318
Literaturverzeichnis.....	X
Anhang	LIII
Abkürzungs- und Akronymverzeichnis	LXXVI
Gesetzestextverzeichnis.....	LXXXIX

Abb. I-1: Entwicklung kreislaufwirtschaftlicher Leitorientierungen in der betrieblichen Forschung und Praxis.....	3
Abb. I-2: Überblick über methodologisch relevante Wissenschaftsebenen	9
Abb. I-3: Systematik der Wissenschaften auf der Objektebene	11
Abb. I-4: Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen Wissenschaft/Wissenschaft und Wissenschaft/Praxis.....	22
Abb. I-5: Aufbau der Arbeit	33
Abb. II-1: Systemische Perspektive(n).....	39
Abb. II-2: Der Objektbereich der Ökologie	50
Abb. II-3: Grundmodell eines Ökosystems	52
Abb. II-4a: Modell des Energieflusses in einem Subsystem des Ökosystems.....	56
Abb. II-4b: Modell des Energieflusses im Ökosystem	57
Abb. II-5: Grundmodell eines industrieökonomischen Systems.....	64
Abb. II-6: Systematisierung der Recyclingarten	71
Abb. II-7: Spaceship Earth.....	79
Abb. II-8: Schadschöpfungskette eines industrieökonomischen Systems	81
Abb. II-9: The Circular Economy	100
Abb. II-10: Der Reproduktionsring.....	107
Abb. II-11: Markt und ökologische Umwelt im Konzept des Industrial Metabolism	115
Abb. II-12: In- und Outputkategorien einer industrieökonomischen Reproduktionswirtschaft	133
Abb. II-13: Entwicklung der im Pkw verwendeten (Primär-)Werkstoffe in Deutschland.....	136
Abb. II-14: Gestaltungsmodell einer industrieökonomischen Kreislaufwirtschaft aus ökologischer Systemsicht.....	158
Abb. II-15: Fraktale Strukturen einer Reproduktionswirtschaft	163

Abb. III-1: Allgemeines Strukturierungsschema der Systemumgebung eines fokalen Systems	171
Abb. III-2: Strukturierungsschema traditioneller Anspruchsgruppen in der System- umgebung eines fokalen Systems	175
Abb. III-3: Strukturierungsschema eines industrieökonomischen Reduktionssystems.....	177
Abb. III-4: Ebenen umweltpolitischer und -rechtlicher Prinzipien.....	180
Abb. III-5: Systematik umweltrechtlicher Lenkungsinstrumente	185
Abb. III-6: Informations- und Handlungspflichten nach dem KrW-/AbfG	203
Abb. III-7: Anzahl der zertifizierten reduktionswirtschaftlichen Tätigkeiten nach EfbV der bvse-Entsorgungsgemeinschaft e. V. [Stand: 8.6.2000] und der EdDE [Stand: 9.12.1999].....	211
Abb. III-8: Bestand an Kraftfahrzeugen [in 1.000 Stück].....	216
Abb. III-9: Planungs determinanten eines marktbezogenen Reduktionssystems	230
Abb. III-10: Marktpreisentwicklung für untere Sorten Deutschland 1995 bis 2001	238
Abb. III-11: Reduktionsfluß vom Reduzendum zum Redukt für das Jahr 1990 [in Mio. t]	243
Abb. III-12: Reduktionsfluß vom Reduzendum zum Redukt für das Jahr 1993 [in Mio. t]	244
Abb. III-13: Reduktionsfluß vom Reduzendum zum Redukt für das Jahr 1996 [in Mio. t]	245
Abb. III-14: Geschätzte Umsatzentwicklung der Reduktionsbranche in den Jahren 1991 bis 2000 [in Mrd. EUR].....	273
Abb. III-15: Beispielhafte Preisentwicklung für bessere und untere Altpapier- Sorten in 2000/2001 [in DM/%kg]	277
Abb. III-16: Altpapiereinsatzquote in der Papierindustrie im Vergleich zur Altpapierücklaufquote für die Jahre 1950 bis 2000 [in %]	278
Abb. IV-1: Beziehungstypologien zwischen Ökonomie und Ökologie	306
Abb. IV-2: Strategische Schritte in eine ökologieorientierte und marktbezogene Reduktionswirtschaft.....	320

Anmerkungen zu den Quellenangaben der Abbildungen:

- *Leicht modifiziert nach ...* : Die jeweilige Abbildung ist grds. identisch zu der angegebenen Vorlage. Mögliche Abweichungen ergeben sich nur, wenn eine terminologische Anpassung notwendig sein sollte oder die graphische Übertragung aus ästhetischen Gründen leicht abgewandelt wurde.
- *In Anlehnung an ...* : Die Idee zu dieser Abbildung wurde durch eine vergleichbare Abbildung in der Literatur motiviert, die aber entweder in keinem inhaltlichen Zusammenhang zu dem hier vorliegenden steht oder inhaltlich und graphisch so modifiziert wurde, daß die Identität nicht mehr uneindeutig ist.
- *Eigene Darstellung*: Hier liegen die Urheberrechte unzweifelhaft bei der Verfasserin.

Tab. I-1: Kooperationsformen zwischen Wissenschaft und Praxis.....	17
Tab. II-1: Reduktionswege und -mengen von Altreifen [1993].....	149
Tab. II-2: Zusammensetzung der Shredderleichtfraktion	152
Tab. II-3: Vergleichsdaten zu Inhaltsfaktoren eines Pkws und deren Recyclingquoten.....	153
Tab. III-1: Abfallrechtliche Regelungsmaterie	192
Tab. III-2: Eingesetzte Mengen ausgesuchter Reduzendengruppen in öffentlich-rechtlichen Reduktionsanlagen in Mio. t [1990 bis 1996]	248
Tab. III-3: Quoten für die stoffliche Verwertung [in Gew.-%]	250
Tab. III-4: DSD-Mengenstromnachweis [in Mio. t].....	251
Tab. III-5: Einsatz von Reduzenden in ausgewählten Reduktionsanlagen 1996 [1.000 t]	252
Tab. III-6: Entsorgungsmethoden für Siedlungsabfälle in der BRD für 1984 und 1990 (alte Bundesländer) bis 1999 (gesamt)	282
Tab. III-7: Reduktionskapazitäten im Jahre 2000.....	284
Tab. III-8: Typen industrieökonomischer Reduktionstechnologie	289
Tab. III-9: Bewertungskategorien von Reduktionstechnologien (Ökobilanz).....	298

I. ÖKOLOGIEORIENTIERTE UND MARKTBEZOGENE GESTALTUNGSPROZESSE IM RAHMEN EINER KREISLAUFWIRTSCHAFT

*Immer höhre Wissenstempel,
Immer richt´ger die Exempel,
Wie Natur es draußen treibt,
Immer klüger und gescheiter,
Und wir kommen doch nicht weiter,
Und das Lebensrätsel bleibt.*

THEODOR FONTANE

A. PROBLEMHINTERGRUND UND ZIELSETZUNG DER ARBEIT

1. Industrielle Kreislaufwirtschaft im Spannungsfeld ökonomischer und ökologischer Gestaltungserfordernisse

Ökologiegerichtete Fragestellungen scheinen im gesellschaftlichen Bewußtsein sichtlich durch wirtschaftliche, soziale und arbeitsmarktpolitische Probleme in den Hintergrund gerückt worden zu sein. Entsprechend dominieren auf einzelwirtschaftlicher Ebene die inter- und nationale Wettbewerbsfähigkeit als ökonomischer Erfolgsmaßstab gegenwärtig weit- aus stärker den unternehmerischen Entscheidungs- und Handlungsprozeß als der schonende Umgang mit den von der Natur zur Verfügung gestellten Ressourcen. Eine solche Situations- einschätzung ist weniger auf eine Entschärfung der Umweltproblematik, als vielmehr auf die konjunkturelle Einschätzung der Wirtschaftssituation und die Intensität und die Inhalte gesellschaftlicher Anforderungen zurückzuführen.¹ Ökologiegerichtetes Handeln wird damit als reiner Kostenfaktor und operatives Problem zum ökonomischen Problem. Die sich damit abzeichnende konfliktäre Beziehung zwischen wirtschaftlicher Entwicklung einerseits sowie ökologischer Stabilität andererseits mutet als ein sich zusehends verschärfendes, kompromißloses Dilemma an. Unter diesen Gesichtspunkten gewinnt die schon in vieler Hinsicht diskutierte Frage, ob Ökologie und Ökonomie in Widerspruch oder Einklang zueinander stehen, an Aktualität.² Den Ausgang einer Beantwortung darf aber weder die hiermit zum Ausdruck kommende Polarisierung von Ökologie und Ökonomie noch deren vollständige Aufhebung bilden. Vielmehr „... *schließt die Wechselwirkung zwischen Natur und Gesellschaft [in der Terminologie vorliegender Arbeit zwischen Ökologie und*

¹ Vgl. Steger (1997); S. 4 f.

² Eine Frage, die sowohl in Sammelbänden (vgl. u. a. Daecke (Hrsg., 1995)) als auch Monographien (vgl. u. a. Kießler (1990); S. 133 f. u. Manstetten (1995); S. 40 ff.) auf breiter Plattform erörtert wird. Mögliche Beziehungstypologien zwischen Ökonomie und Ökologie werden von Pfriem (1995); S. 91 ff. u. Freimann (1996); S. 356 ff. erarbeitet. Vgl. auch die Ausführungen bei Kuhn (1993); S. 90 ff.; Schneidewind (1998a); S. 99 ff. sowie die Abb. IV-1.

*Ökonomie; A. d. V.] sowohl Harmonie wie Kollision, Kampf wie Zusammenwirken ein*¹. Eine weiterführende Diskussion über ein Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie sollte nicht im Hinblick auf eine Ausschließbarkeit oder auf eine Versöhnung, sondern nur im Hinblick auf den Umgang mit einem immerwährenden Spannungsverhältnis geführt werden. Es ist eine neue, bewußte Spielart in der Ko-Existenz und Ko-Evolution von Ökonomie und Ökologie und nicht im ökonomischen oder ökologischen Imperativ zu suchen. Im Wortlaut SCHMIDS zeichnet sich eine solche Spielart durch einen Balanceakt ökologischer und ökonomischer Anforderungsprofile aus.² Vor diesem Hintergrund ist nach einer zukunftsfähigen Leitmaxime zu fragen, die das gesamt- und einzelwirtschaftliche Wirken auf eine solche Balance von Ökonomie und Ökologie ausrichtet. Als erfolgversprechender Ansatz kann das Konzept des Sustainable Development³ erachtet werden, das seit Ende der 80er Jahre aus politischer, volks- und betriebswirtschaftlicher Perspektive erörtert wird. Eine tragende Säule zur Implementierung dieses Leitbildes bildet neben Verantwortungs-, Kooperations- und Funktionsprinzip das Kreislaufprinzip.⁴ Dieses Kreislaufprinzip orientiert sich an ökologischen Kreisläufen, die auf ideale Weise Stoff-, Energie- und Informationsflüsse zu einem geschlossenen, sich selbst erhaltenden und entwickelnden System vereinen. Ein Aufbruch zu solchen Idealen auf gesamt- und einzelwirtschaftlicher Ebene wird sich zwar nicht umgehend in einer funktionsfähigen *Kreislaufwirtschaft* niederschlagen, aber langfristig „... die Struktur unserer Ökonomie radikal verändern“⁵. Mangels einer Legaldefinition des Begriffes Kreislaufwirtschaft muß diese dem Gesetzeszusammenhang entnommen werden. Nach der Zweckbestimmung, den Grundsätzen und den Grundpflichten zu urteilen, erstreckt sich die Kreislaufwirtschaft auf die Gesamtheit ökonomischer, ökologischer und technischer Optionen zur Vermeidung und Verwertung von Rückständen.⁶ Mit dem bisher Gesagten drängt sich aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise die Frage auf, welchen An- und Herausforderungen Unternehmen gegenüberstehen und wie sie einen *Kurswechsel* von der Durchfluß- hin zur Kreislaufwirtschaft *aktiv* befördern können, und welchen Beitrag auf diesem Weg die betriebswirtschaftliche Forschung leisten kann. Wie von KIRCHGEORG belegt, zeigt der in Abbildung I-1 dargestellte Blick in die betriebs-

¹ Paucke/Streibel (1990); S. 9.

² Vgl. Schmid (1996a); S. 105 ff. u. (1997a); S. 22 f. Ähnlich Pfriem (1995); S. 83 f.

³ Dem Sprachgebrauch der Forstwirtschaft folgend wird Sustainable Development mit Nachhaltigkeit oder nachhaltiger/dauerhafter Entwicklung gleichgesetzt. Vgl. Vornholz (1993); S. 111 f. Diese Begriffe werden hier synonym verwendet. Siehe auch die Ausführungen in Kap. II.C.1.

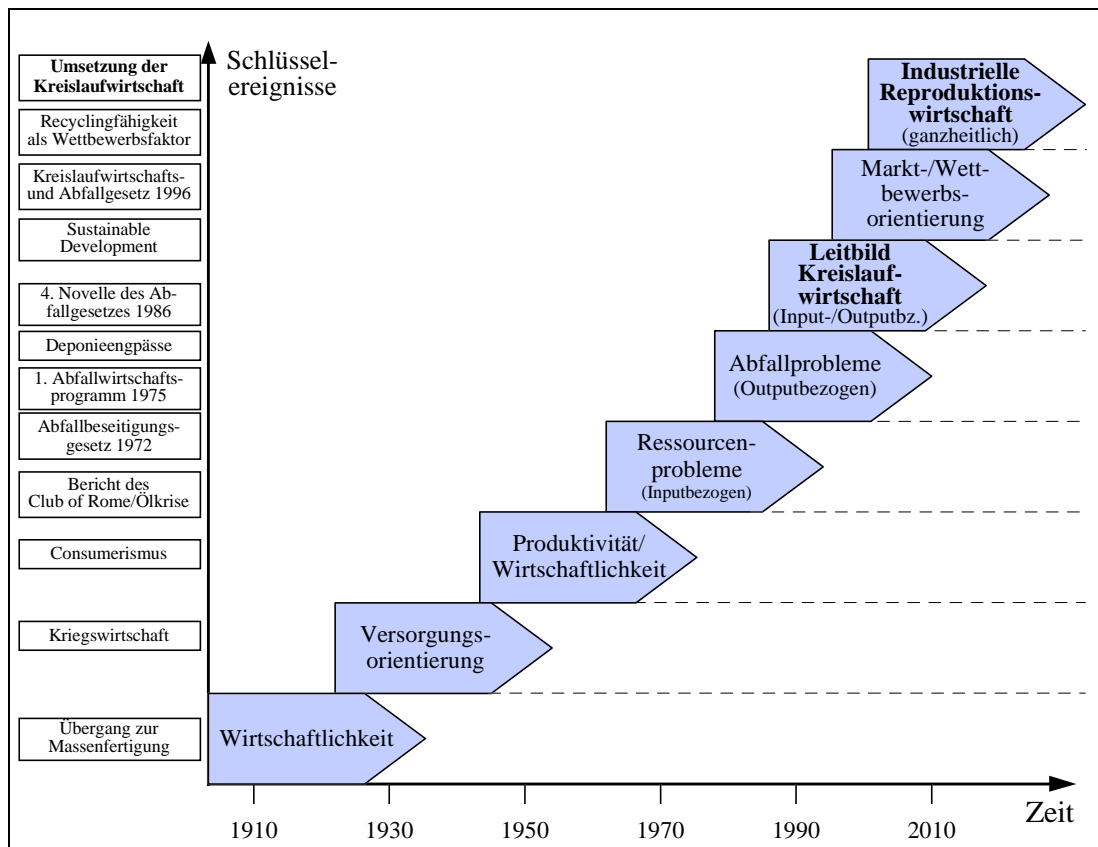
⁴ Vgl. Meffert (1992); S. 24 ff.; Meffert/Kirchgeorg (1993); S. 34 u. die Erweiterung durch Schmid (1996a); S. 134 ff.

⁵ Bonus/Oehl (1993); S. 13.

⁶ Siehe zur bundesdeutschen Abfallgesetzgebung ausführlich Kap. III.B.2.

wirtschaftliche Literatur, daß Fragestellungen hinsichtlich der Kreislaufwirtschaft nicht grundsätzlich neuartige Problembereiche für die betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis aufreißen, sie aber in eine neue Dimension stellen.¹

Abb. I-1: Entwicklung kreislaufwirtschaftlicher Leitorientierungen in der betrieblichen Forschung und Praxis



Quelle: Leicht modifiziert nach Kirchgeorg (1999); S. 21.

Die Anfänge kreislaufspezifischer Leitorientierungen - obwohl nicht als solche benannt - lagen mittelbar in ökonomischen Überlegungen über den sparsamen und effizienten Einsatz von Inputgütern und den Wieder- bzw. Weitereinsatz von Rückständen in die Produktion; insbesondere die kriegsbedingten Versorgungsengpässe forcierten letztgenannten, erneuten Einsatz von Rückständen zur Substitution von Inputgütern. Diese Entwicklung tat allerdings der quantitativen Wachstumseuphorie industrieller Strukturen keinen Abbruch. Vielmehr „... wurde die hinlänglich bekannte »wirtschaftliche Entwicklung« gleich einer Entfesselung des Prometheus in Gang gesetzt, welche in einem zuvor nie gekannten Ausmaß zu materiellem »Wohlstand« für alle führen sollte“². Ökologische Überlegungen rückten erst durch das vom CLUB OF ROME gezeichnete globale Szenario *Limits to Growth*³

¹ Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 21 ff.

² Schmid (1996a); S. 65 (h. i. O.) in Anlehnung an eine Veröffentlichung L. Erhards zur sozialen Marktwirtschaft 1957.

³ Vgl. Meadows et al. (1972) u. in Fortführung Meadows/Meadows/Randers (1992).

Anfang der 70er Jahre in die Öffentlichkeit. Diese Überlegungen wurden wiederum von Versorgungsproblemen, allerdings vor dem Hintergrund prognostizierter Folgen der Industrialisierung, des weltweiten Bevölkerungswachstums und der weltweiten Unterernährung, der Ausbeutung der Rohstoffquellen sowie insgesamt gesehen der Zerstörung des menschlichen Lebensraumes, getragen.¹ Parallel hierzu wurde in Deutschland aufgrund zunehmender Rückstandsmengen und einer dazu gegenläufig verlaufenden Entsorgungsinfrastruktur 1972 das Abfallbeseitigungsgesetz verabschiedet, das stärker die ökologischen Senkenfunktionen fokussierte. Bedingt durch diese betriebswirtschaftlich relevanten Versorgungs- und Entsorgungsprobleme sowie die damit einhergehende Beeinträchtigung des menschlichen Lebensraumes wurden in den Folgejahren zunehmend Recyclingstrategien zur Verknüpfung ökologischer Versorgungs- und Entsorgungsfunktionen in der Fachöffentlichkeit angestrengt.² Aber erst mit dem Bild einer nachhaltigen Entwicklung verfestigte sich auch in betriebswirtschaftlichen Auseinandersetzungen „eine grundlegende Neuorientierung vom Wirtschaftskreislauf zur »Kreislaufwirtschaft«, ... , eine Technik mit Vorbild Natur statt nur der Nutzung von Naturgesetzen: die Umsetzung dieser Ziele bringt die »vierte industrielle Revolution«“³. Dennoch blieben betriebswirtschaftliche Entwürfe konsistente Gestaltungsempfehlungen schuldig, die sowohl den Widrigkeiten einer ökonomischen als auch ökologischen Kreislaufschließung gerecht wurden. Erst seit Anfang der 90er Jahre rückt ein Konzept in den Vordergrund, das das Idealbild einer ökologischen Kreislaufführung real im Wirtschaftssystem zu gestalten versucht. Dieser Ansatz, 1992 von LIESEGANG geprägt und von DYCKHOFF aufgegriffen, führt unter dem Terminus *Industrielle Reproduktionswirtschaft* betriebswirtschaftliche Konzepte zur Kreislaufschließung an.⁴ - Obwohl die Termini Reproduktions- und Kreislaufwirtschaft in der Betriebswirtschaftslehre mittlerweile synonym gehandhabt werden, konzentriert sich diese Arbeit auf den auch in anderen Disziplinen anerkannten Begriff der Kreislaufwirtschaft. - Beide Autoren abstrahieren von ökologischen Grundtatbeständen und werten in einer industriellen Kreislaufwirtschaft neben den ökonomischen Grundfunktionen der Produktion und Konsumtion die ehemaligen Entsorgungs- und Recyclingfunktionen zu Reduktionsfunktionen auf.

¹ Vgl. Meadows et al. (1972); S. 15.

² Eine der ersten Monographien zum Recycling veröffentlichte Schultheiß (1978). Zum Begriff des Recyclings siehe Kap. II.B.2.a).

³ Warnecke (1996); zitiert nach Liesegang (1996); S. 4 (h. v. d. V.).

⁴ Vgl. zunächst Liesegang (1992) u. Dyckhoff (1993); S. 81 ff. Eine Ausführliche Betrachtung dieses Konzeptes wird in Kap. II.C.2 vorgenommen. Sekundär sind die Dissertationen von Souren (1996) u. Halfmann (1996) sowie aktuell von Sterr (2002) zu nennen.

2. Reduktionswirtschaft in einer Kreislaufwirtschaft

Wenngleich DYCKHOFF und LIESEGANG in den beiden industriellen Standbeinen der Kreislaufwirtschaft - Produktion und Reduktion - eine komplementäre Beziehung sehen, ist es insbesondere LIESEGANG zu verdanken, eine systematische Verzahnung zwischen diesen beiden Funktionstypen gedanklich zu vollziehen, indem unter dem Reduktionsbegriff bzw. der Reduktionsphase Funktionen der Beseitigung, Verwertung und Vermeidung, entsprechend der Zielsetzung der Kreislaufwirtschaft, gefaßt werden. Somit gelingt LIESEGANG indirekt eine stringent komplementäre, rückwärtsgerichtete Verknüpfung zwischen Entsorgung und Versorgung.¹ Erst eine solche Verknüpfung schafft das Fundament für eine marktfähige und zugleich ökologieorientierte Konzeption, die es zu operationalisieren gilt. Obschon gemäß Abbildung I-1 Ansätze in Wissenschaft und Praxis existieren, die sich mit der Implementierung einer Kreislaufwirtschaft auseinandersetzen, wird dem Marktakteur *Reduzent* in diesem Zusammenhang keine hinreichende Bedeutung geschenkt. Stattdessen wird die Zielsetzung verfolgt, unter Ausschluß der Reduzenten inner- oder zwischenbetriebliche Kreisläufe zu konstruieren.² In dieser Arbeit wird ausdrücklich die Auffassung vertreten, daß bei der Gestaltung solcher Kreisläufe Reduzenten eine unverzichtbare Rolle einnehmen. Gleichwohl diese Akteure im großen Getriebe Kreislaufwirtschaft nur ein Rädchen unter vielen darstellen, liefern sie dennoch als Teil der Kreislaufwirtschaft innovative und ökologiegerichtete Konzepte. Denn die Aufgabe, einer hochentwickelten, wohlgeordneten *Versorgungsinfrastruktur* eine ebensolche *Entsorgungsinfrastruktur* gegenüberzustellen, kann nicht allein im Bereich der Kernkompetenzen der Abfallverursacher liegen. Vielmehr kann die hier in den Vordergrund gerückte Reduktionswirtschaft Anstoß und Wegweiser in die Richtung einer Kreislaufwirtschaft sein, da eine ökologieorientierte und zugleich marktbezogene Reduktionswirtschaft strategische Weichenstellungen in ökologischer und ökonomischer Hinsicht erwarten läßt.

Die Reduktionswirtschaft gegenwärtiger Prägung agiert in einem Feld sich verändernder Bedingungen, die von unterschiedlichen Triebkräften fortlaufend gespeist werden. Insbesondere die umfassenden Regularien in Form von Gesetzen, Verordnungen und Verwaltungsvorschriften konnten in den letzten Jahren durch Fortschritte bei der Vermeidung, Verwendung und Verwertung das Aufkommen der zu beseitigenden Rückstände erheblich reduzieren. Dieses als grundsätzlich positiv zu wertende Signal hat innerhalb der Redukti-

¹ Vgl. Liesegang (1992); S. 9 ff.

² Eine Übersicht geben u. a. Strebels/Schwarz (Hrsg., 1998).

onswirtschaft einen einschneidenden Strukturwandel bewirkt. Genährt durch noch ausstehende Reglementierungen seitens der EU ist ein Ende dieses Strukturwandels gegenwärtig noch nicht absehbar. Wurde Anfang der 90er Jahre aufgrund eines konstant hohen Niveaus des Abfallaufkommens und fehlender Reduktionskapazitäten der *Müllnotstand* ausgerufen, verbreiten sich mittlerweile Befürchtungen des *Müllmangels*.¹ Zusätzliche rückläufige Umsätze, die mittlerweile auf einem Niveau verharren, führten zu einer Konzentration auf Kerngeschäfte bzw. auf Kernkompetenzen innerhalb der Reduktionswirtschaft. Daß sich die bestehenden Handlungsfelder der traditionellen Entsorgungswirtschaft weiterhin wandeln werden, ist unbestreitbar. HOFMEISTER formuliert sogar für die ferne Zukunft die Utopie: „*Abfälle zu verbrauchen und Ressourcen zu erzeugen*“². Insofern stellt sich in einer Langfristperspektive die Frage, welche Gestaltungsfelder sich in einer Kreislaufwirtschaft für und durch eine Reduktionswirtschaft eröffnen, wenn Vermeidungsstrategien bereits optimal verfolgt werden. Auf diesem Weg haben innerhalb des Kräftefeldes „... *nur erneuerungsfähige Unternehmen, die Wandel annehmen, anstatt sich ihm zu widersetzen, eine längerfristige Überlebenschance* ...“³. Wandel vollzieht sich aber nicht linear, sondern überlinear, so daß ehemals erfolgreiche Reaktionsmuster und Unternehmenskonzepte gegenwärtig und zukünftig unter Umständen nur noch mit Vorbehalt zu verfolgen sind. Um sich dieser Herausforderung annehmen zu können, muß externer Wandel in all seinen Facetten wahrgenommen sowie in seinen möglichen Folgewirkungen abgeschätzt werden - dynamisch und turbulent, mit variierendem sachlichen, zeitlichen und räumlichen Rückkopplungseffekten. Erst hieran schließt sich eine flexible und innovative Neuorientierung mit struktureller und strategischer Innen- und wiederum Außenwirkung an. Unternehmen der Reduktionswirtschaft bewegen sich somit stets in einem internen und externen Kräftefeld, das einer kontinuierlichen Beobachtung und Mitgestaltung bedarf.

Diese Punkte fundierten die Motivation zu dieser Arbeit, die die Betonung auf zukunftsfähige Gestaltungshinweise einer Reduktionswirtschaft in einer Kreislaufwirtschaft legt. Im Vergleich zu den Produzentenstrukturen sind die Reduzentenstrukturen fragmentarisch ausgestattet. Wenn auch in dieser Branche in den letzten Jahren enorme Entwicklungen zu verzeichnen waren, decken sie sich noch nicht mit den Produzentenstrukturen. Zukünftig werden sich deren Aufgabenbereiche zu einem breiten Spektrum von der Koordination der Abfallvermeidung, der stofflichen Abfallsammlung, -sortierung, -behandlung, -aufberei-

¹ Vgl. Petersen/Faber/Herrmann (1999).

² Hofmeister (1999); S. 11.

³ Zahn (1998); S. 385.

tung und -rückführung, der Abfallbeseitigung, der Reduktionslogistik, über die Entwicklung technologisch notwendiger Lösungskonzepte bis hin zur Reduktion zunehmender Gefährdungspotentiale durch Abfälle und insbesondere Sonderabfälle ausbilden. Entsprechend sind die Strukturen der Reduzenten zu erweitern und mit den Produzentenstrukturen so zu koppeln, daß die Ziele einer Kreislaufwirtschaft nicht nur gedacht, sondern auch gelebt werden.¹ Vor diesem Hintergrund verpflichtet sich die Arbeit der Aufgabe, ein Gestaltungsmodell, genauer ein marktbezogenes und ökologieorientiertes Strukturmodell zu konstruieren, das einerseits ökologische bzw. gesellschaftliche Problembereiche thematisiert, andererseits eine ökonomisch verträgliche Lösung sucht. Eine Marktorientierung erfordert die Berücksichtigung aller Akteure, da andernfalls eine effiziente und umfassende Konzeptrealisierung nicht gangbar wäre. Marktorientierung zielt somit auf innovative Lösungen unter einer kunden- und wettbewerbsorientierten Perspektive ab. Zugleich darf der Marktbezug nicht kurz gefaßt auf ökonomische Sachverhalte konzentriert werden. Vielmehr soll eine marktbezogene Reduktionswirtschaft eine doppelte Dividende hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Sachverhalte entfalten. Die ökologische Dividende betrifft die Vermeidung oder Verminderung der Schadschöpfung im Sinne einer *Reduktion* des Ressourceneinsatzes auf der Inputseite und des stofflichen Emissionsaufkommens auf der Outputseite, wohingegen sich die ökonomische Dividende auf die zu erzielende Wertschöpfung bezieht.² Nur dann besteht die Chance, das in einem Modell geformte Leitbild einer Reproduktionswirtschaft auch umzusetzen. Bei der Gestaltung eines solchen Modells kann es sich lediglich um Anregungen handeln, die sich erst im Praxisvollzug bewähren können. Die realen Konsequenzen eines solchen Modells sind in ihrer Gesamtheit nicht abzusehen, so daß neben den avisierten Gestaltungsprozessen kontinuierliche Anpassungsprozesse unabdingbar sind.

B. ANMERKUNGEN ZUM METHODOLOGISCHEN GRUNDVERSTÄNDNIS

Impuls und Intention der Arbeit sind eindeutig pragmatisch orientiert. Auf der einen Seite wird ein reales Problemfeld beschrieben und erklärt, auf der anderen Seite sollen schließlich Gestaltungsempfehlungen an die betroffenen Akteure des realen Problemfeldes adressiert werden. Nun stellt sich die Frage, welcher wissenschaftliche Problembewältigungsprozeß zu wählen ist, um eine Brücke von der praxisorientierten Problemstellung zur

¹ Zum Versorgungs-/Entsorgungsdilemma vgl. Stephan (1995); S. 149 ff.

² Vgl. Wenke (2000); S. 84.

praxisorientierten Zielerreichung schlagen zu können; eine Fragestellung, die zugleich die Denkhaltung im Umgang mit Wissenschaft im allgemeinen sowie unter betriebswirtschaftlichen Problembezügen im besonderen herausfordert. Ein Rückgriff auf Stellungnahmen innerhalb der betriebswirtschaftlichen Literatur eröffnet unter diesen Gesichtspunkten „... *Spannungslinien eines auseinanderdriftenden, ja vielleicht auseinanderreißenden Facies* ...“¹. Es kann weder ein Grundkonsens über die wissenschaftlichen Ziele und Strategien noch über den Radius des zu betrachtenden Gegenstandes und die hieran zu knüpfenden Inhalte konstatiert werden. Vielmehr wird die BWL von einem Ideenpluralismus getragen, der es nicht erlaubt, von DER BWL im singulären Sinne zu sprechen. In ihrer gegenwärtigen Erscheinung ist sie „... *als ein compositum mixtum* ...“² einzelner, von Leitideen und Problemkomplexen getragener Wissenschaftsprogramme zu sehen, die aus dem jeweiligen Verständnis einer wissenschaftlichen Denkschule resultieren.³ Auf der Suche nach Erkenntnisfortschritten äußert sich diese innere Spannweite für BLEICHER auf der einen Seite in einer stärkeren Einengung auf eindimensionale, monodisziplinäre gegenüber einer stärkeren Ausweitung auf mehrdimensionale, interdisziplinäre Problemkomplexe auf der anderen Seite.⁴ In ähnlicher Weise drückt SEIDEL die betriebswirtschaftliche Vielschichtigkeit in einer „... *Geschichte ihrer Öffnungen für neue Aspekte*“⁵ mit jeweiliger Verdichtung auf einen Schwerpunkt aus. Vor diesem Hintergrund ist die Frage nach dem zu wählenden Problembewältigungsprozeß auf das engste an einen vorwissenschaftlichen Programmentscheid gebunden, denn „*jeder Ansatz stellt ja ein Vor-Urteil dar, mit dem der wissenschaftliche Erkenntnisprozess in Angriff genommen wird, und er begrenzt zwangsläufig die möglichen Erkenntnisse, die man durch diesen Prozeß gewinnen wird*“⁶. Unter diesen Gesichtspunkten ist der zu wählende Entscheid, bzw. nach SCHANZ der zu wählende Orientierungsrahmen, inhaltlich und sachlich auf der Basis methodologischer Überlegun-

¹ Bleicher (1994a); S. 92. Ausführliche Stellungnahmen zur Beurteilung der BWL finden sich bereits bei Kortzfleisch (Hrsg., 1971); Schanz (1975); Schweitzer (Hrsg., 1978); Raffée/Abel (Hrsg., 1979); Raffée (1993); S. 1 ff.; Chmielewicz (1994); Fischer-Winkelmann (Hrsg., 1994) u. Wunderer (Hrsg., 1994).

² Hill (1994); S. 123.

³ Zum Lehrsystem BWL siehe auch Abb. 2 im Anhang. Zur Darstellung unterschiedlicher Wissenschaftsprogramme siehe u. a. Raffée (1993); S. 29 ff.; Zahn/Schmid (1996); S. 21 ff.; Schanz (1997a); S. 99 ff.; (1997b). Aufschluß leistet auch die Geschichtsschreibung; vgl. Klein-Blenkers/Reiß (1993); Sp. 1417 ff.; Schneider (1997); S. 490 ff. Nach KUHN werden diese Programme auch als Paradigmen der BWL bezeichnet. Dieser Terminus wird hier bewußt vermieden, da Paradigmen wissenschaftliche Revolutionen, ein Ablösen der Programme, vorausgehen, wohingegen „... *das »Verhältnis von Proliferation u. Bewahrung in einer Wissenschaft« in der Betriebswirtschaftslehre nahezu »optimal« gelöst wurde*“. Bleicher (1985); S. 75; (1994a); S. 104. Vgl. auch Schanz (1997b); S. 554. Zum Begriff des Paradigmas siehe Kuhn (1989); S. 25 ff.

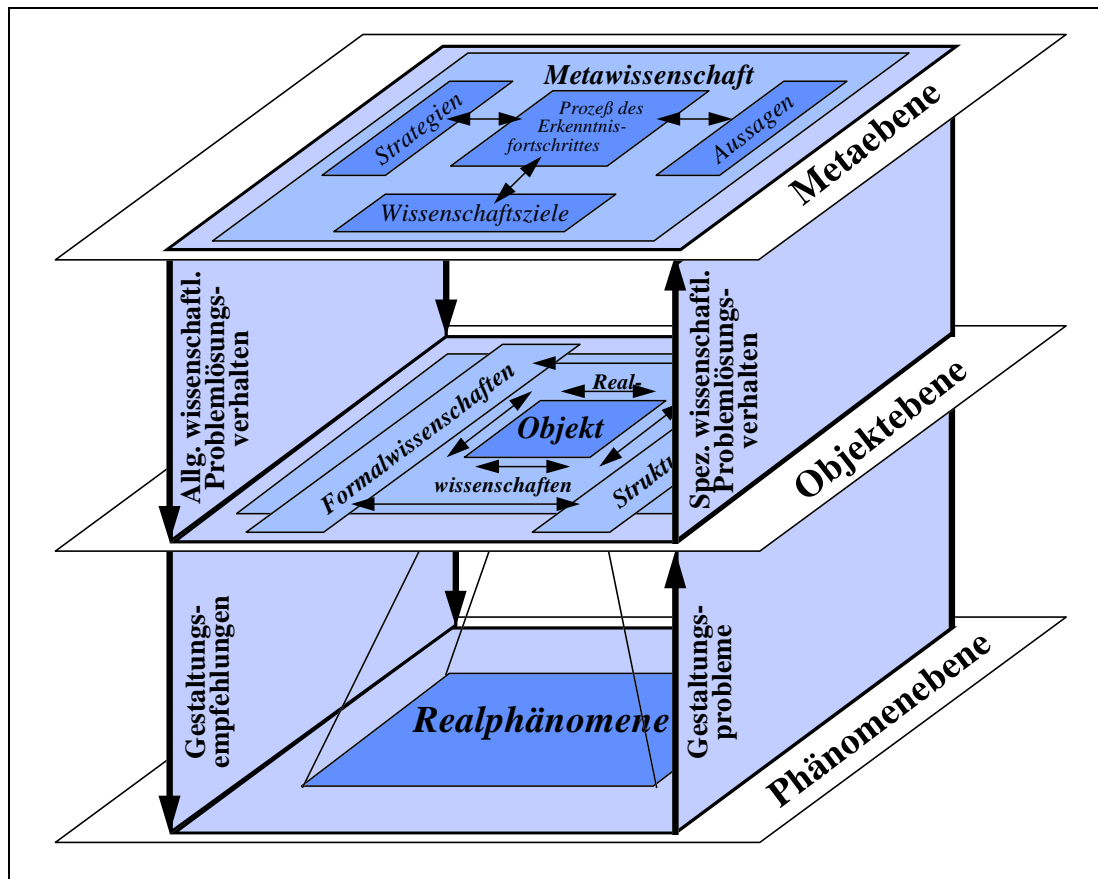
⁴ Vgl. Bleicher (1985); S. 79. u. (1994a); S. 93.

⁵ Seidel (1994); S. 355.

⁶ Ulrich (1984a); S. 31. Ähnlich Hill (1994); S. 123 u. Kirsch (1997); S. 6. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang auch die Ausführungen FREIMANNS zur Beziehung Forscher/Gesellschaft; vgl. Freimann (1994); S. 9 f.

gen herauszuarbeiten.¹ Methodologische Überlegungen reflektieren den *Prozeß der Erlangung von Wissen per se*, der nicht nur durch den Umgang mit dem *Wissen über Wissenschaften*, sondern auch durch den Umgang mit den *Informationen über Realitäten* angeleitet wird.² Das Zusammenspiel so zu verstehender Denk-Kategorisierungen nach Wissenschaft/Wissenschaft einerseits sowie nach Wissenschaft/Praxis andererseits führt zu einem zyklischen Wissenstransfer (Abbildung I-2).³

Abb. I-2: Überblick über methodologisch relevante Wissenschaftsebenen



Quelle: Eigene Darstellung.⁴

Um aus diesem Zusammenspiel forschungspragmatische Konsequenzen für den Problembewältigungsprozeß ableiten zu können, stehen folgende zentrale Fragestellungen im Mittelpunkt: Auf welche zu beobachtenden und zu bewältigenden - bzw. zu gestalten - Phänomene sollte das vordergründige Erkenntnisinteresse gelenkt werden? Und wel-

¹ Vgl. Schanz (1977); S. 4.

² Vgl. Watzlawick/Weakland/Fisch (1974); S. 26 f. Unter Methodik wird hingegen der Verfahrensablauf zur Erreichung bestimmter Ziele gefaßt. In Entsprechung zur Abb. I-2 zählen zur Methodologie die Meta-Disziplinen, die über Ziele, Methoden u. Aussagen einzelner Disziplinen nachsinnen. Diese Funktion wird oftmals der Philosophie (philosophia [griech.]: Liebe zur Weisheit/Kritik der Erkenntnis) zugewiesen. Vgl. Hübenthal (1991); S. 23 ff.

³ SCHANZ spricht in diesem Zusammenhang auch von einer symbiotischen Beziehung zwischen den Wissenschaftsebenen; vgl. Schanz (1975); S. 15 ff.

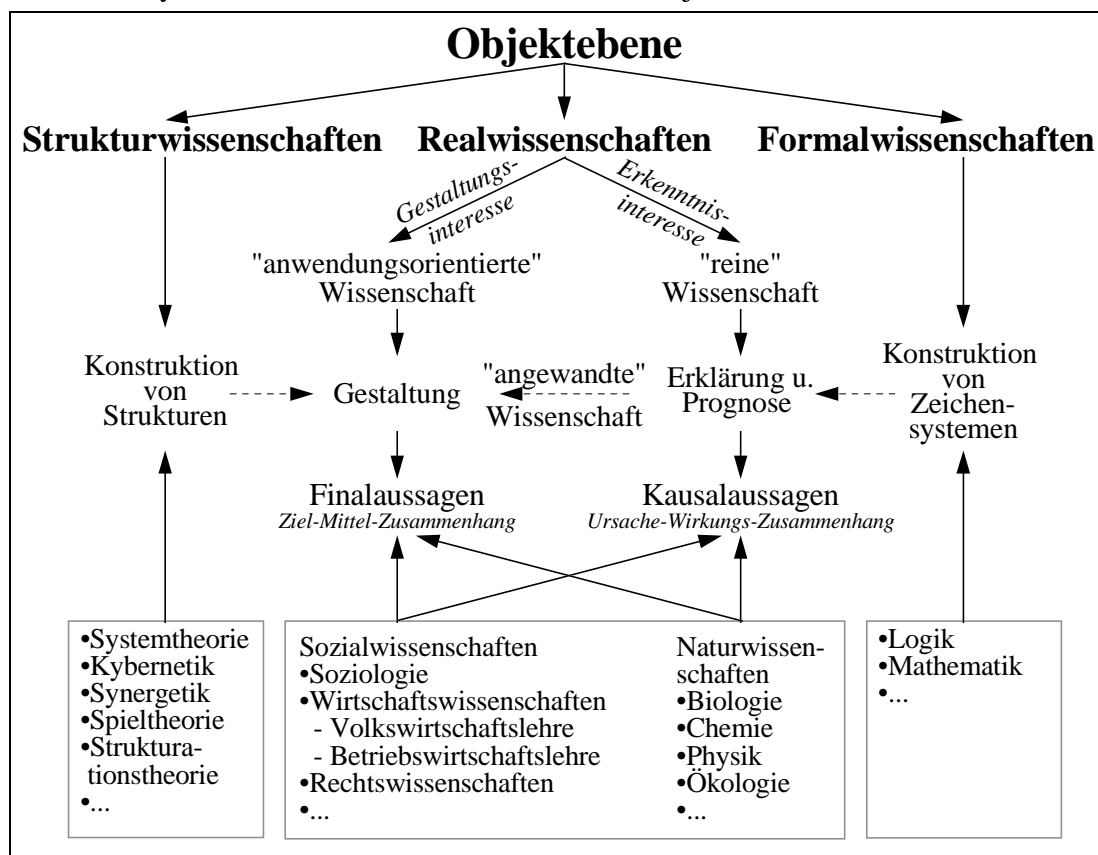
⁴ Dieses Dreieckenmodell geht auf Ausführungen bei Kosiol/Szyperski/Chmielewicz (1965); S. 342 ff. u. Chmielewicz (1994); S. 34 ff. zurück.

che Ziele und Strategien treiben den Erkenntnisprozeß voran? Wenngleich erste Anhaltspunkte zur Beantwortung bereits der Problemhintergrund lieferte, erscheint es zweckmäßig, die Wahl im Rahmen des betriebswirtschaftlichen Diskurses zu begründen. Hinreichenden Klärungsbedarf liefern zwei Grundpfeiler wissenschaftlichen Arbeitens: die inhaltliche Festlegung des Gegenstandsbereichs und die sachliche Bestimmung des anvisierten Wissenschaftszieles. Es wird sich zeigen, daß sich vorliegende Denkhaltung derjenigen der systemorientierten Managementlehre, mit besonderem Bezug zur integrativen Auffassung BLEICHERS und HILLS, annähert, da hierin sowohl ein mehrdimensionales als auch anwendungsorientiertes sowie interdisziplinäres Grundverständnis zum Ausdruck kommt.¹ Dieses Grundverständnis legt das Fundament für eine ökologieorientierte wissenschaftsprogrammmatische Ausrichtung der BWL.

1. Zum Gegenstand der Arbeit aus betriebswirtschaftlicher Perspektive

Einen ersten Blick auf die Besonderheiten des gewählten Gegenstandes vorliegender Arbeit gestattet eine in nachstehender Abbildung I-3 vorgenommene grobe Lagebeurteilung der BWL in einer allgemeinen Systematik der Wissenschaften auf der Objektebene der Abbildung I-2.

¹ Vgl. Bleicher (1994a); S. 91 ff. u. Hill (1994); S. 121 ff.

Abb. I-3: Systematik der Wissenschaften auf der Objektebene

Quelle: In Anlehnung an Ulrich/Hill (1979); S. 163.¹

In Abgrenzung zu den Metawissenschaften ist eine Einteilung der Objektwissenschaften in Real- und Formalwissenschaften gängig; die Strukturwissenschaften finden hingegen erst seit kurzem explizite Berücksichtigung in einer solchen Systematik.² Formal- und Strukturwissenschaften werden allgemein hin außerhalb der Realwissenschaften stehend angesehen, da sie unabhängig von der Spezifität realer Phänomene universal geltende Aussagen formulieren. Dementgegen lenken Realwissenschaften ihr Interesse auf reale Phänomene mit „... vorhandenen, individuellen, raum-zeitlich feststellbaren Tatsachen und Problemen ...“³. Eine solche Charakterisierung trifft sowohl auf Naturwissenschaften, die sich mit natürlichen Phänomenen der belebten und unbelebten Natur auseinandersetzen, als auch auf Sozialwissenschaften, die Aspekte des menschlichen Verhaltens und Handelns sowie deren Konsequenzen für menschlich geschaffene Artefakte zum Gegenstand erhe-

¹ Diese Abb. ist auf die vorliegende Arbeit zugeschnitten. Grds. gilt, daß eine solche Systematik keinen allgemeinverbindlichen Charakter besitzt, sondern nur als heuristisches Hilfsmittel dient. „Nicht die Wissenschaften enthalten ihre Spaltung selbst. Die Spaltung geht durch den Wissenschaftler. Sie ist das Dilemma der menschlichen Vernunft. Das Dilemma des Menschen selbst.“ Riedl (1985); S. 139. Zukünftige Forschungsbemühungen können demnach unter anderen Fragestellungen zu anderen Systematiken gelangen. Vgl. Schanz (1975); S. 26 u. Bleicher (1985); S. 65.

² Vgl. Zelewski (1994a); S. 5 f. Die bisherige Vernachlässigung kann auf die einzelnen Strukturwissenschaften häufig zugesprochene Metafunktion zurückgeführt werden. Im Falle der Systemtheorie wird ein solcher Zusammenhang u. a. durch die philosophischen Traditionslinien des Systembegriffs belegt. Vgl. Müller, K. (1996); S. 18 ff.

³ Schweitzer (1997); S. 27.

ben, zu.¹ Damit umfaßt letztere Gruppe den gesamten in der Realität vorzufindenden *Kultur- oder Lebensbereich des homo sapiens*.² Wird der Versuch unternommen, aus diesem realen *Problemverbund* den Bereich herauszuschälen, dem sich betriebswirtschaftliche Erkenntnisbemühungen widmen, ist weitestgehend Konsens darüber auszumachen, daß sich dieses sogenannte Erfahrungsobjekt bzw. dieser sogenannte Objektbereich in Betrieben, Betriebswirtschaften, Unternehmen oder zweckorientierten sozialen Systemen wiederfindet. Die Frage nach den sich hinter diesen Sozialgebilden verbergenden Inhalten wird demgegenüber nicht einheitlich beantwortet.³ Mit der Schwerpunktsetzung auf eine Reduktionswirtschaft kann zunächst der Objektbereich auf die Institutionen der Wirtschaft eingegrenzt werden, die arbeitsteilig und kooperativ *reduktive* Leistungen für Märkte bzw. Dritte erbringen.⁴ Um einen solchen Bezug zu industriellen Strukturen herauszustellen, wird im Fortgang von *industriökonomischer* Reduktionswirtschaft gesprochen.

Allgemein werden wirtschaftliche Aktivitäten durch den sachzielbezogenen Betriebszweck begründet, der den quantitativen und qualitativen Beitrag zur Fremd- oder Eigenbedarfsdeckung festlegt, so daß in traditioneller Perspektive produktive und konsumtive Aktivitäten differenziert werden.⁵ Dabei liegt der Bezeichnung produktive Aktivitäten eines Unternehmens eine weitgefaßte Begriffsauffassung zugrunde, die jeden wertschaffenden Prozeß zur Deckung fremden Bedarfs von der Beschaffung und der Erzeugung bis zur Lagerung und zum Absatz der Leistungen umfaßt.⁶ Konsumtive Aktivitäten werden demgegenüber i. w. S. als wertvernichtende Prozesse der Beschaffung, Lagerung und des Veroder Gebrauchs zur Eigenbedarfsdeckung begriffen.⁷ Der Vorstellung, wirtschaftliche Aktivitäten sind „... ganz allgemein auf die [Fremd- oder Eigen-; A. d. V.] Versorgung mit Gütern gerichtet, deren Verwendung mit jeder Art von Zweckerfüllung notwendig verknüpft ist“⁸, ist einschränkend hinzuzufügen, daß nicht notwendigerweise wirtschaftliche Aktivitäten in zweckgerichtete Leistungen transferiert werden. Vielmehr gehen aus beiden

¹ Eine Begründung, die BWL als Teil der Sozialwissenschaften zu erachten, geben Busse v. Colbe/Laßmann (1991); S. 2. Entlehnt aus dem anglo-amerikanischen Raum ist auch die Fallunterscheidung in Natur- u. Kulturwissenschaften gängig. Vgl. Schanz (1975); S. 26 ff.; Stein (1993); Sp. 479 u. Zelewski (1994a); S. 5 ff.

² Vgl. Kosiol (1961); S. 130 u. Schweitzer (1997); S. 27 ff.

³ Eine Übersicht der unterschiedlichen Definitionen gibt Grochla (1993); Sp. 375 ff.

⁴ ZAHN/SCHMID präzisieren einen solchen Objektbereich kraft der Merkmale Art der wirtschaftlichen Aktivität, Art der erstellten Leistung, Wertschöpfungsstufe sowie Wirtschaftszweig; vgl. Zahn/Schmid (1996); S. 56 ff. DYCKHOFF ergänzt diese Merkmale um das des Wirtschaftssubjekts; vgl. Dyckhoff (1991); S. 282 ff. Einen Überblick gibt die Abb. 1 im Anhang.

⁵ Vgl. Kosiol (1961); S. 130; Dyckhoff (1991); S. 282 u. Zahn/Schmid (1996); S. 58. Zur Definition des betriebswirtschaftlichen Sachzieles, das auch als Material- oder Realziel bezeichnet wird, vgl. Zahn/Schmid (1996); S. 69.

⁶ Vgl. Schweitzer (1994a); S. 11 u. (1997b); S. 28 ff. sowie Zahn/Schmid (1996); S. 58.

⁷ Vgl. Schweitzer (1997); S. 34.

⁸ Kosiol (1961); S. 130.

Aktivitäten nicht-intendierte Leistungen hervor, deren sich nach § 3.I KrW-/AbfG „... *ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muß*“.¹ Diese gesetzlich als Abfälle, allgemeiner als Rückstände bezeichneten, nicht-intendierten Leistungen entsprechen weder dem originären Sachziel noch werden sie generell einem neuen Verwendungszweck zugeführt. Aus diesem Grunde wurde im Rahmen des KrW-/AbfG als maßgebendes Element das Konzept der Produktverantwortung verankert, das im hier vorliegenden Zusammenhang sowohl produktions- als auch konsumtionsbezogene Vorgaben für den Umgang mit Leistungen determiniert, die „... *möglichst so zu gestalten [sind], daß bei deren Herstellung und Gebrauch das Entstehen von Abfällen vermindert wird und die umweltverträgliche Verwertung und Beseitigung der nach deren Gebrauch entstandenen Abfälle sichergestellt ist*“ (§ 22.I KrW-/AbfG). Demnach fordert der Gesetzgeber, die nicht zu vermeidenden Rückstände einem - zunächst durch Zwang induzierten - erneuten Verwendungszweck zuzuführen, der dem Sachziel folgend weder produktiv noch konsumtiv sein kann, sondern die Rückstände *auf ein richtiges Maß* zurückzuführen. Vor dem Hintergrund natürlicher Stoffkreislaufmechanismen wird mit LIESEGANG eine solche wirtschaftliche Aktivität als *Reduktion* bezeichnet.² Unter Bezugnahme auf die Produktverantwortung intendiert eine reduktive Aktivität im Gegenzug zur Produktion das invers gerichtete Sachziel der Entsorgung Dritter von Rückständen aus gebrauchten und/oder verbrauchten Leistungen.³ Insgesamt gesehen werden reduktive Aktivitäten als werterhaltende Prozesse zur Bedarfsdeckung Dritter mit abweichendem Leistungsbezug zu produktiven Aktivitäten interpretiert. Unter institutionellen Gesichtspunkten sollte konsequenterweise die traditionelle Betriebssystematik um sogenannte Reduktionsunternehmen ergänzt werden.⁴ Während im Zuge der Versorgungsengpässe der 30er und 40er Jahre reduktive Aktivitäten zur Hervorbringung materieller Güter betrieben wurden, werden mit Inkrafttreten des KrW-/AbfG reduktive Dienstleistungen als „... *Leistungen für Dritte in der Vermeidung, Verminderung und Verwertung [und Beseitigung] von Rückständen aus Produktions- und Konsumtions-*

¹ Statt der Bezeichnung nicht-intendiert unterscheidet STREBEL zwischen erwünschtem u. unerwünschtem Output, wohingegen ADAM von gewolltem u. ungewolltem Output spricht. Vgl. Strebel (1980); S. 18 f. u. Adam (1993); S. 6. DYCKHOFF führt in diesem Zusammenhang schon frühzeitig die Kategorien Gut, Übel u. Neutra ein. Vgl. Dyckhoff (1991); S. 288 ff. Eine Beurteilung dieser wertenden Begrifflichkeiten wird in Kap. II.C.2.b) vorgenommen.

² Vgl. zunächst Liesegang (1992); S. 9 ff. sowie Kap. II.C.2.a). DYCKHOFF vertiefte diesen Sachverhalt im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Produktionswirtschaft. Vgl. Dyckhoff (1993); S. 87 ff.; (1994); S. 9 ff.

³ Ent-Sorgung wird hier nicht mit dem rechtlich normierten oder praktisch verwandten Begriff der Entsorgung gleichgesetzt, sondern soll als Pendant zur Versorgung herausgestellt. Zum Entsorgungsbegriff näher Kap. II.B.2.a), sowie zum Verwertungsbegriff Kap. II.B.4.c) u. Kap. III.B.2.b).

⁴ Obwohl DYCKHOFF den unterschiedlichen Sachzielbezug von Produktion u. Reduktion herausstellt, faßt er beide Aktivitäten dennoch in Produktionsunternehmen zusammen. Vgl. Dyckhoff (1998c); S. 20.

prozessen ..¹ erbracht. Auslöser für eine solche Verschiebung werden in zunehmenden Marktvolumina für Reduktionsleistungen aufgrund hoher Anforderungen an die Rückstandsverursacher und aufgrund komplexer Strukturen einer Kreislaufwirtschaft insgesamt gesehen.² In beiden Fällen ist allerdings eine enge Anbindung an die Produktionswirtschaft zu konstatieren.

Eine solche Festlegung eines individuellen Erkenntnisobjektes, eines abstrakten Denkobjektes, das den Objektbereich unter bestimmten Gesichtspunkten beleuchtet, wurde und wird in der BWL umstritten diskutiert.³ Vornehmlich in der traditionellen BWL, die sowohl die inhaltliche als auch sachliche Autonomie einer Disziplin gegenüber anderen Disziplinen unterstrich, wurde hierzu mittels bestimmter Auswahlprinzipien eine Einengung auf näher zu analysierende Teilausschnitte des Objektbereiches bewirkt. Diese, ausschließlich am ökonomischen Kern orientierte Gegenstandsfestlegung heftete oftmals den Blick allein auf unternehmensinterne Tatbestände unter rein ökonomischen Fragestellungen.⁴ Bemäße sich die hier aufgeworfene Problemstellung, ein zukunftsfähiges Konzept einer Reduktionswirtschaft zu entwerfen, allein nach diesen Gesichtspunkten, stünde das Konzept nur aspekthaft zur Disposition und könnte keinen realverbindlichen Lösungsweg aufzeigen. Eine adäquate Auseinandersetzung mit der Konzeption einer Reduktionswirtschaft im Hinblick auf ihren Marktbezug und ihre Ökologieorientierung sollte sich auch auf die Vielschichtigkeit dieser Themenstellung einlassen. Aber ebensowenig, wie das Abschotten der traditionellen ökonomischen Dimension gegen mögliche außerökonomische Einflußfaktoren nicht hinreichend den Erkenntnisfortschritt vorantreibt, darf ein mehrdimensionaler Problembezug nicht als ein Aufweichen ebendieser ökonomischen Dimension mißverstanden werden. Denn *„nicht die ökonomische Orientierung gesellschaftlicher Institutionen vom Typus Unternehmung »verblaßt« heute, sondern nur die historische Erscheinungsform dieser Orientierung ...“*⁵.

Vor diesem Hintergrund wird die Reduktionswirtschaft zum Gegenstand der Betrachtung erhoben und hinsichtlich einer ökologieorientierten und zugleich marktbezogenen Konzeption bzw. Gestaltung unter deskriptiven, theoretischen und pragmatischen Fragestellungen untersucht.

¹ Sonnenschein (1997); S. 45.

² Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 32.

³ Eine knappe Gegenüberstellung unterschiedlicher Vorgehensweisen zur Identifikation des betriebswirtschaftlichen Gegenstandes liefert Behrens (1993); Sp. 4767 f.

⁴ Ähnlich die gegenwärtige Gegenstandsbestimmung nach SCHNEIDER, der den Blickwinkel auf Einkommensaspekte menschlicher Handlungen richtet. Vgl. Schneider (1995); S. 25 ff.

⁵ Ulrich, P. (1994); S. 183.

Dieser Gegenstandsbereich wurde vornehmlich gewählt, da

- die institutionelle Integration einer Reduktionswirtschaft in tradierte industrieökonomische Wirtschaftsstrukturen in der betriebswirtschaftlichen Diskussion noch nicht hinreichend erörtert wurde; obwohl die Erfordernisse des KrW-/AbfG eine zunehmende Bedeutung sogenannter Reduzenten erwarten ließen und auch noch weiterhin erwarten lassen;
- in Orientierung an ökologische Stoffwechselmechanismen erst durch die strategische Nutzung und Erweiterung gegenwärtiger Strukturen der Reduktionswirtschaft hin zu einer Kopplung mit der Produktionswirtschaft die Ziele einer Kreislaufwirtschaft nicht nur gedacht, sondern auch gelebt werden und da
- erst eine marktbezogene Perspektive konsistente Gestaltungsempfehlungen zur Praxisimplementierung leisten kann.

Damit rückt ein Gegenstand in den Brennpunkt, der sich in erster Linie mit Fragestellungen zur Reduktionswirtschaft auseinanderzusetzen, diese aber stets im umfassenderen Kontext einer Kreislaufwirtschaft zu erörtern hat. Ein solches problembezogenes Denken in mehreren Dimensionen gewinnt dann an Bedeutung, wenn Unternehmen die Notwendigkeit erkennen, in einem Feld vielfältiger, wechselseitiger Abhängigkeiten sowie unvorhersehbarer Wandlungsprozesse - Schlagworte wie turbulente Umwelt, Globalisierungs-, Beschleunigungsfälle u. ä. m. zeugen von diesen Kräften - nicht nur von einem Standpunkt aus bzw. in eine Richtung zu reflektieren.¹ Aber dennoch schließt ein solches Denken in mehreren Dimensionen kein Erfassen des Ganzen ein, wie es die in der betriebswirtschaftlichen Literatur verankerte Vokabel *ganzheitliches Denken* suggeriert. Denn „es zeigt sich, daß die Wahrnehmung zwar ganzheitlich ist, wir aber nicht das Ganze sehen; sie ist abhängig von Erfahrungen, Erwartungen, Einstellungen usw.; sie ist selektiv; und sie ist strukturbestimmt. Es ist eine Perspektive, die zur Bescheidenheit, Zurückhaltung und zu einer Besinnung auf die Grenzen des Möglichen mahnt“². Mehrdimensionales Denken ermöglicht ein mehrdimensionales Erfassen im Kontext des Ganzen, wobei sowohl unterschiedliche Di-

¹ Im Sinne ULRICHS sollte die BWL sogar für jeden Problembereich geöffnet werden. Vgl. Ulrich (1971); S. 44. Solche Stimmen ließen bis heute die Mahner einer problemorientierten Gegenstandsbestimmung nicht ganz verstummen. Als bekanntester Vertreter ist m. W. SCHNEIDER zu nennen. Vgl. Schneider (1990); S. 272 u. (1995); S. 25 ff.

² Probst (1985); S. 201. Vgl. ders. (1987); S. 42 ff.; Riedl (1981) u. Malik (1985); S. 205 ff.; Seidel/Menn (1988); S. 112 f.; Pfriem (1994); S. 116 ff.; Ulrich/Probst (1995); S. 34 f. Diese Sichtweise ist Grundlage der Systemtheorie u. wird häufig mit dem Radikalen Konstruktivismus in Verbindung gebracht, der davon ausgeht, daß die Realität nicht objektiv zu erkennen u. abzubilden, sondern nur subjektiv zu konstruieren ist. Ausführlich hierzu Schmidt (Hrsg., 1996) u. Watzlawick (Hrsg., 1999). WILLKE stellt dieser Auffassung einen Reflektierten Rekonstruktivismus gegenüber; vgl. Willke (1993); S. 178 f. Ähnlich MALIK, der verfehlte Interpretationen des Konstruktivismus hervorhebt; vgl. Malik (1996); S. 7 ff.

mensionen als auch unterschiedliche Reichweiten derselben einzublenden, wie auch auszublenden sind. So gesehen wird erst die Möglichkeit des Ergänzens der ökonomischen Sicht um außerökonomische Einflüsse zuweilen dem Erkenntnisanspruch einer Disziplin sowie dem Gestaltungsanspruch vorliegender Arbeit gerecht.¹ Entsprechend ist die Konzeption einer Reduktionswirtschaft weder allein im einzel- oder gesamtwirtschaftlichen noch allein im gesellschaftlichen oder ökologischen, sondern nur in deren gesamtem Konnex zu sehen. Sollen reale Gegebenheiten kritisch hinterfragt werden, können ebendiese realen Gegebenheiten nicht aufgrund einer disziplinären Grenzziehung partiell ausgeschlossen werden. Die Identität einer Disziplin ist dann nicht dadurch, was eine „.. *Disziplin kohäsiv aneinander bindet, als vielmehr nach den gemeinsam akzeptierten Elementen, die einer »Disziplin ihr unverwechselbares Gepräge« verleihen*“², bedingt. Ein solches *unverwechselbares Gepräge* kann in der Anwendungsorientierung einer Disziplin gesehen werden, wie KIRSCH sie in der *Lehre für* statt der *Lehre von* der betriebswirtschaftlichen Praxis akzentuiert.³

2. BWL als anwendungsorientierte Wissenschaft

Neben Objekt- und Problembereich lenken Wissenschaftsziele grundlegend den Forschungsprozeß, da sie einerseits Charakteristikum bestimmter wissenschaftlicher Aussagen, Modelle sowie daraus resultierender Forschungskonzeptionen sind (Tabelle I-1), andererseits aber auch das jeweilige Ausmaß der Verbundenheit zur Wirtschaftspraxis begründen.⁴ Als Realwissenschaft ist insbesondere die Verbundenheit zur Wirtschaftspraxis eine tragende Säule der BWL. CHMIELEWICZ hat ein solches Verhältnis in einem Kooperationsmodell zusammengefaßt, aus dem eindeutig die gestellten Erwartungen an die BWL ableitbar sind.⁵ Demzufolge sollen praxisorientierte Probleme durch *Interpretationsangebote*⁶ so assistiert werden, daß eine oder mehrere Problemlösungsalternativen aufgezeigt werden können. Entsprechend ist nicht auszuschließen, daß eine andere Argumentationslinie ebenso zu einer adäquaten Problemlösung führen kann. Im Hinblick auf die Gestaltung einer Reduktionswirtschaft äußert LIESEGANG, daß es „*in Bezug auf ein solches langfristiges Ziel ... kein Patentrezept für den einzuschlagenden Weg geben*“⁷ kann. Den Bezugs-

¹ Anschaulich geschildert von Pfriem (1995); S. 123 ff. Aus ähnlichen Motiven stellt SCHANZ dem eingangs erwähnten Ideenpluralismus einen Konkurrenzpluralismus bzw. eine Ideenkonkurrenz anbei. Vgl. Schanz (1997a); S. 94 ff.

² Bleicher (1994a); S. 97 (h. i. O.).

³ Vgl. Kirsch (1994); S. 143 ff.; (1997); S. 4 ff. Bildhaft hierzu die von KIRSCH entworfene Scheinwerfer-Metapher verschiedener Forschungsbewegungen.

⁴ Vgl. Schanz (1975); S. 34 ff.; Schweitzer (1978); S. 3 ff.; Chmielewicz (1994); S. 8 ff.

⁵ Vgl. Chmielewicz (1994); S. 9.

⁶ Vgl. Schneidewind (1998a); S. 21.

⁷ Liesegang (1999); S. 181.

rahmen für solche Interpretationsangebote bilden vier, in einer Realwissenschaft grundsätzlich gleichrangige Wissenschaftsziele, die je nach zugrundeliegender Problemstellung unterschiedlicher Betonung bedürfen. Entsprechend der in der Tabelle I-1 abgebildeten Reihenfolge bauen die Wissenschaftsziele aufeinander auf; der Umkehrschluß gilt allerdings nicht.

Tab. I-1: Kooperationsformen zwischen Wissenschaft und Praxis

Kriterien	Motiv	Ziel	Inhalt	Modell	Merkmal	Forschungskonzeption
Formen						
Beschreibung	Erkenntnisinteresse	deskriptiv	Begriff/Definition	Beschreibungsmodell	<i>Beobachten</i>	Begriffslehre
Erklärung/Prognose		theoretisch	Ursache/Wirkung	Erklärungs-/Prognosemodell	<i>Kennen</i>	Wirtschaftstheorie
Gestaltung/Entscheidung	Gestaltungsinteresse	pragmatisch	Ziel/Mittel	Gestaltungs-/Entscheidungsmodell	<i>Können</i>	Wirtschaftsinstrument
Wertsetzung		ethisch-normativ	Werturteil		<i>Sollen/Müssen</i>	Wirtschaftsphilosophie

Quelle: In Anlehnung an Chmielewicz (1994); S. 9; Zahn/Schmid (1996); S. 17.

Die deskriptive Analyse einer Problemstellung bildet die Basis eines zu erklärenden oder zu gestaltenden Problems. In diesem Zusammenhang werden die realen Objekte hinsichtlich der Komponenten, deren Eigenschaften sowie Relationen eingehend beschrieben, ohne betriebswirtschaftliche Prozesse zu erläutern. Da die Reduktionswirtschaft bisher nur ausschnitthaft Verwendung in der BWL findet, in der Wirtschaftspraxis bislang vollends unbekannt ist, ist nicht nur eine eingehende Beschreibung der Reduktionswirtschaft, sondern ebenso die Herleitung eines umfassenden Begriffsapparates vonnöten. Erste Ansätze finden sich in den vorhergehenden Ausführungen, die im Laufe der Arbeit zu erweitern sind. Insoweit wird für die Wirtschaftspraxis ein Rahmen zum *Beobachten* entworfen. Basierend auf einer solchen Begriffslehre können wissenschaftliche Erklärungen oder Prognosen über den Untersuchungsgegenstand formuliert werden. Solche theoretischen Aussagen, die einen Ist- in einen Soll-Zustand überführen, können sich sowohl auf vergangene oder gegenwärtig beobachtete als auch zukünftig mögliche Tatbestände beziehen.¹ Der Wirtschaftspraxis wird damit ein *Kennen* von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen ermöglicht. Da sich die theoretische Fundierung der Reduktionswirtschaft noch in den Kinderschuhen befindet, wird diese Arbeit keine eigenständige, theoretische Reduktionswirtschaftslehre konstituieren, sondern lediglich einen einzelnen Baustein, der einen Beitrag zum Theoriegebäude beibringen möchte. Demzufolge liegt das Erkenntnisinteresse der

¹ Vgl. Deppert/Theobald (1998); S. 85.

Arbeit in der deskriptiven und explikativen Analyse kreislaufspezifischer Strukturen und Strategien einer Reduktionswirtschaft. Pragmatische Wissenschaftsziele bauen auf diesen deskriptiven sowie theoretischen Erkenntnissen auf. Wenn instrumentale Alternativen zur praktischen Ausführung der Erkenntnisse aufgezeigt werden sollen, werden Kenntnisse über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge in Ziel-Mittel-Zusammenhänge transformiert. Zum Zwecke der Entscheidungs- oder Gestaltungsunterstützung wird auf existierendes, theoretisches Wissen zurückgegriffen, so daß auch von einer angewandten Wissenschaft gesprochen werden kann.¹ Mit oben Gesagtem werden unterschiedliche theoretische Perspektiven bemüht, um erste Anhaltspunkte für die Ausgestaltung einer Reduktionswirtschaft in Wissenschaft und Praxis gewinnen zu können. Wird dem Erkenntnisprozeß eine praxisorientierte Zielsetzung zugrunde gelegt, ist angewandte Wissenschaft zugleich *anwendungsorientierte Wissenschaft*.² Anwendungsorientiert charakterisiert eine Vorstufe zum Praxisvollzug und stellt demnach einen Entwurf dar, der sich im praktischen Vollzug noch zu bewähren hat. Neben dem Prozeß der Erkenntnisgewinnung tritt ein Prozeß der Erkenntnisanwendung bzw. der instrumentalen Gestaltung, des *Könnens*.³ Mit dem Gestaltungsziel einer marktbezogenen und zugleich ökologieorientierten Reduktionswirtschaft werden Gestaltungsempfehlungen erarbeitet, um dieses Ziel aus der betriebswirtschaftlichen Perspektive zu befördern. Voraussetzung hierfür ist ein regelmäßiger Blick auf die Praxis der Reduktionswirtschaft. Ein ethisch-normatives Wissenschaftsziel wird kontrovers von Fachvertretern diskutiert. Insbesondere Verfechter einer ökologieorientierten BWL versuchen neue Akzente in die Diskussion einer werturteilenden Wissenschaft zu setzen.⁴ Ablehnend wird argumentiert, daß wissenschaftliche Aussagen nicht zum Imperativ realen Denkens und Handelns avancieren dürfen.⁵ Dem wird entgegengesetzt, daß bereits die Wahl eines Untersuchungsgegenstandes einem Werturteil gleichkommt, denn „*der Akt des Wahrnehmens ist der Akt der Interpretierung*“.⁶ So gesehen sind selbst naturwissenschaftliche Theorien und Postulate von Werten beeinflusste Aussagen.⁷ Ohne das Ausmaß dieser Debatte nachzeichnen zu können, hat m. E. im Rahmen einer anwendungsorientierten Wis-

¹ Von angewandter Wissenschaft ist auch dann zu sprechen, wenn im Rahmen einer theoretischen Zielsetzung auf bestehende Theorien zurückgegriffen wird. Theorieanwendung kann auf Theorien der eigenen Disziplin, anderer Realdisziplinen u. der Struktur- oder Formalwissenschaft beruhen. Vgl. noch einmal Abb. I-3.

² Zur Unterscheidung zwischen angewandter u. anwendungsorientierter Wissenschaft vgl. Schanz (1997a); S. 162.

³ Vgl. Szyperski (1971); S. 267. Namhafter Vertreter einer BWL als Gestaltungslehre ist Ulrich (1984a); S. 34.

⁴ Vgl. Pfriem (1983) u. (Hrsg., 1986); Freimann (1987); Ridder (1990); S. 145 f.

⁵ Die Forderung der Werturteilsfreiheit bezieht sich allein auf den Aussagenbereich. Vgl. Behrens (1993); Sp. 4770 f. Hinsichtlich unterschiedlicher Standpunkte hierzu sei auf Schanz (1975); S. 102 ff.; Steinmann/Braun (1979); S. 191 ff. verwiesen.

⁶ Richards/Glasersfeld (1996); S. 214.

⁷ Vgl. Busch-Lüty/Dürr (1993); S. 23 ff.

senschaft der Ausspruch MAX WEBERS, „eine empirische Wissenschaft vermag niemanden zu lehren, was er soll, sondern nur, was er kann und - unter Umständen - was er will“¹ nach wie vor seine Geltung bewahrt. Der Praxisvollzug bzw. das *Wollen* ist erst dann zu konstatieren, wenn einem Interpretationsangebot eine konkrete Handlung auf praktischer Ebene folgt.² Rückwirkend ist ein solcher Praxisvollzug als faktische Überprüfung der Theorien in der Realität mit Anhaltspunkten für Theoriebildung bzw. -verbesserung zu interpretieren. Eine anwendungsorientierte Wissenschaft ist damit nicht in Abkehr zu theoretischen Grundlagen als ein Erfüllungsgehilfe, sondern als ein *kritisch-konstruktiver Wegbegleiter* der Praxis zu verstehen.³ Die Wissenschaft übernimmt die Funktion, die von der Wirtschaft gestellten Fragen ebenso aufzunehmen, wie eigenständig deren Probleme zu erkennen und zu diskutieren, bestensfalls zu lösen.

Ausgehend von der Gestaltungsnotwendigkeit einer Kreislaufwirtschaft und damit Reduktionswirtschaft unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten werden unter deskriptiven und explikativen Analysen Gestaltungsempfehlungen für eine effiziente und effektive Kreislaufschließung erarbeitet. Ein solches Vorhaben setzt den Bezug zu Erkenntnissen anderer Disziplinen voraus. Da hinsichtlich der Zweckmäßigkeit einer solchen interdisziplinären Arbeitsteilung sowie einer möglichen Übersetzungsleistung zwischen den Disziplinen geteilte Meinungen in der Wissenschaft vorherrschen, ist es notwendig, diese für die Arbeit zu begründen. In dem hier vorliegenden Kontext soll Interdisziplinarität nicht als Kodifikation der Disziplinen zu einer Einheitswissenschaft verstanden werden, sondern als kommunikative Querverbindung zwischen den Disziplinen.

3. Interdisziplinäre Arbeitsteilung

Die einer anwendungsorientierten Wissenschaft zugrundeliegenden Praxisprobleme sind grundsätzlich a-disziplinär und können nicht gemäß der eingangs vorgestellten Wissenschaftssystematik (Abbildung I-3) klassifiziert werden.⁴ Desgleichen richten sich die zu erarbeitenden Gestaltungsempfehlungen an ebendiese, den Problemhintergrund bildende facettenreiche Wirklichkeit. Unter diesen Voraussetzungen erschließt auch in der Denka-

¹ Weber (1988); S. 151.

² Vgl. Seidel (1989); S. 77 f. und ausführlich Schauenberg (1994); S. 132 ff.

³ Vgl. Schanz (1975); S. 19; (1997); S. 137 u. S. 153. Diese Auffassung wird auch von Raffée/Abel (1979); S. 1 f. u. Raffée (1993); S. 4 geteilt.

⁴ Vgl. Ulrich (1984a); S. 35 f. u. S. 203. Darüber hinaus ders. (1971); S. 47 f. u. (1994); S. 165 f. Ähnlich erwägt POPPER für theoretische Problemstellungen: „*And problems may cut right across the borders of any subject matter or discipline.*“ Popper (1965); S. 67. Demnach kann eine Verknüpfung verschiedener Disziplinen auch theoretisch motiviert sein. Vgl. auch Wasser (1986); S. 44 f.

tegorisierung Wissenschaft/Wissenschaft nur eine mehrdimensionale Bearbeitung einen erfolgversprechenden Problemlösungsprozeß, da „... jede disziplin-spezifische Perspektive eben nur eine unter vielen möglichen Beobachterperspektiven ist ...“¹. Wie bereits bei der Gegenstandsfestlegung angeklungen, hat diese Forderung in der Vergangenheit zu beträchtlichen Kontroversen hinsichtlich Spezialisierung oder Standardisierung der Wissenschaftsdisziplinen geführt. Vertreter ersterer Auffassung beharrten auf einer statischen Grenzziehung zwischen den Disziplinen, wohingegen letztere eine Kodifikation aller Wissenschaftsbereiche hin zu einer Einheitswissenschaft anstrebten.² Geführt durch eine anwendungsorientierte Wissenschaft konstatiert RAFFÉE: „Die Vorteile einer disziplinären Arbeitsteilung schlagen dort in ihr Gegenteil um, wo im Zuge von Grenzziehungen das wissenschaftliche Problemlösungspotential vermindert wird und/oder wichtige lösungsbedürftige Probleme überhaupt nicht mehr ins Visier kommen“³. Komplexe Problemstellungen, wie in vorliegender Arbeit, können weder durch eine scharfe analytische Trennung der Disziplinen noch durch eine Einheitswissenschaft bzw. ein Theoriegerüst erfaßt und gelöst werden. Eher sollten neue Lösungswege „... an dessen Peripherie [der jeweiligen Disziplin; A. d. V.] und dies nicht selten im »grenzüberschreitenden Verkehr« zu anderen Disziplinen“⁴ auf der Suche nach fruchtbaren Impulsen für den wissenschaftlichen Problemlösungsprozeß beschritten werden. Vor dem jeweiligen Problemhintergrund drängt sich demnach weniger die Frage nach Entkopplung oder integrativer Verschmelzung, sondern vielmehr nach einer möglichen interdisziplinären Verknüpfung von Wissens-elementen einzelner Disziplinen auf.⁵ Disziplinäres Detailwissen soll genau dann interdisziplinär verknüpft werden, wenn ein Phänomen unter Zugriff disziplinfremder Erkenntnisse problemadäquat und zielbezogen beschrieben, erklärt und gestaltet werden kann. Wenn reale, komplexe Praxisprobleme mittels partiellen Fachwissens zur Lösung anstehen, dürfen sich die Erkenntnisse einzelner Disziplinen nicht gegenseitig ausschließen, sondern sollten sich gegenseitig ergänzen und befruchten, gegebenenfalls sogar gemeinsam weiterentwickeln.⁶

¹ Willke (1993); S. 195. Die Anknüpfung der Interdisziplinarität an eine anwendungsorientierte Wissenschaft wird in der BWL in Anlehnung an MITTELSTRAß auch als Transdisziplinarität bezeichnet; Vgl. Mittelstraß (1992); S. 250 u. Schneidewind (1998b); S. 10. Da dieser Ansatz das hier zugrundeliegende Verständnis einer anwendungsorientierten Wissenschaft nur ausführlicher darstellt, wird nicht weiter darauf eingegangen.

² Unterschiedliche Positionen werden u. a. von SCHANZ zusammengetragen. Vgl. Schanz (1997a); S. 99 ff. Darüber hinaus findet sich eine umfangreiche Bibliographie über das Themenfeld Interdisziplinarität bei Klein (1990).

³ Raffée (1993); S. 5. Vgl. hierzu auch Chmielewicz (1994); S. 21 ff.

⁴ Bleicher (1994a); S. 95.

⁵ Ähnlich Hübenthal (1991); S. 7 ff.

⁶ Dieser Prozeß des Verknüpfens wird in der Literatur auch als (objektorientierte) Integration zusammengefaßt. Vgl. Kosiol/Szyperski/Chmielewicz (1965); S. 353 ff. u. Staehle (1994); S. 18 f.; (1999); S. 138 ff. Da der Begriff Integration stark von der Integrationsthese POPPERS u. deren Fortführung durch SUCHANEK belegt ist, wird hiervon abgesehen u.

Das Attribut interdisziplinär bezieht sich demnach weniger auf eine Wissenschaft als vielmehr auf den Akt des Forschens, der Gewinnung von Erkenntnissen. Insofern setzt Interdisziplinarität Disziplinarität voraus, so daß interdisziplinäre Arbeitsteilung als eine flexible Art der Kooperation zwischen verschiedenen Disziplinen ohne ein Verwischen der Grenzen zu verstehen ist.¹ Obschon diese Diskussion seit geraumer Zeit geführt wird, ist *gelebte* Interdisziplinarität bei weitem noch nicht fester Bestandteil der Forschungspraxis.² Aber insbesondere die BWL kann mit WASSER als „... *Disziplin mit Interdisziplin*“³ charakterisiert werden, die in ihrer autonomen Stellung ein Verknüpfungsspektrum von der einseitigen Internalisierung über den gegenseitigen Dialog fachfremder Erkenntnisse mit möglichen Rückkopplungsschleifen bis zur Fortentwicklung zu neuen Disziplinen anstrengen kann.⁴ HÜBENTHAL illustriert hierdurch ein wachsendes Geflecht von Verknüpfungskanälen in der Metapher eines Netzwerkes „... *mit mehreren Ebenen zwischen verschiedenen Erkenntnisansätzen, das dann sichtbar wird, wenn man ein Phänomen in allen seinen Aspekten zu verstehen versucht*“⁵. Welcher Weg bzw. welche Verknüpfungsmöglichkeiten innerhalb dieses Wissens-Netzwerkes zu aktivieren sind, hängt von der ausgehenden Problemstellung sowie von der damit erwarteten Problemlösungskraft bzw. der gestellten Zielsetzung ab. Mögliche Verknüpfungsalternativen skizziert nachstehende Abbildung I-4.

der von HÜBENTHAL eingeführte Begriff der Verknüpfung, Verbindung oder Kooperation verwandt. Vgl. Hübenthal (1991); S. 13 ff. Zur Integrationsthese s. Popper (1984); S. 268 ff.; (1965); S. 66 ff. u. Suchanek (1994); S. 14 ff.

¹ Vgl. Parthey (1999); S. 243 ff. WEINGART akzentuiert seine pragmatische Vorstellung von Interdisziplinarität durch den Begriff *interdisziplinäres Forschungshandeln*; vgl. Weingart (1995); S. 11 f. Ein Verwischen der Grenzen ist nach RAFFÉE ein *Dilettantismus-Risiko*; vgl. Raffée (1993); S. 5.

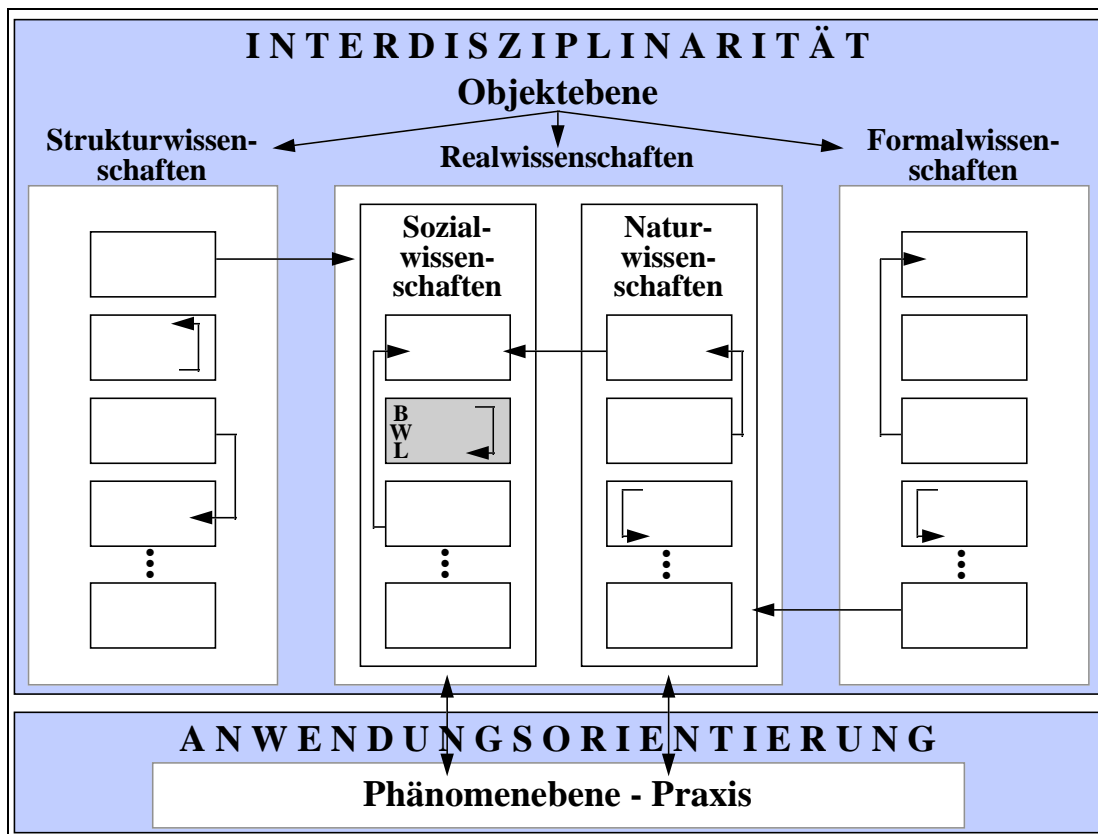
² Vgl. Felt/Nowotny/Taschwer (1995); S. 176 u. die bei BECKER angegebenen Studien; vgl. Becker (1998); S. 31.

³ Wasser (1986); S. 8. DASCHKEIT spricht in diesem Kontext von Komplementarität; vgl. Daschkeit (1998); S. 55 f.

⁴ Ähnlich Walter-Busch (1984); S. 233 ff.

⁵ Hübenthal (1991); S. 13. WILSON kennzeichnet die Vernetzung des Wissens sogar als zukünftige Herausforderung der Wissenschaften. Vgl. Wilson (1998); S. 19. Sind mehrere Disziplinen beteiligt, wird auch von Multidisziplinarität gesprochen; vgl. Kirsch (1997); S. 6; Laudel/Gläser (1999); S. 21.

Abb. I-4: Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen Wissenschaft/Wissenschaft und Wissenschaft/Praxis



Quelle: Eigene Darstellung.

Aus dem bisher Gesagten läßt sich folgendes *ergebnisbezogene* Verständnis einer interdisziplinären Verknüpfung ableiten.¹ Die Vielfalt an disziplin-spezifischen Perspektiven und Erkenntnissen wird gewahrt und vor dem Problemhintergrund so verknüpft, daß weiterhin ein disziplin-spezifischer sowie ein disziplin-übergreifender Problemlösungsprozeß gangbar ist.² Ein solches Wechselspiel aus arbeitsteiligem Spezialwissen und verknüpfender Interdisziplinarität wird aufgrund der Komplexität und Dynamik realer Phänomene als sinnvoll erachtet. Wie bereits als Merkmal einer anwendungsorientierten Wissenschaft bestätigt sich auch hier, daß „... *sich die Wissenschaft [niemals] das Phantom zum Ziel [setzt], endgültige Antworten zu geben ...; sondern ihr Weg bestimmt durch ihre unendliche, aber keineswegs unlösbare Aufgabe, immer wieder neue, vertiefte und verallgemeinerte Fragen aufzufinden und die immer nur vorläufigen Antworten immer von neuem und immer strenger zu prüfen*“¹. Der gewählte Weg innerhalb eines Wissens-Netzwerkes ist folglich nur von temporärer Gültigkeit und erfordert u. U. Modifikationen der ehemals ge-

¹ Zu anderen Auffassungen siehe u. a. Hübenthal (1991); S. 6 ff.

² In dieser Doppelperspektive sieht BLEICHER die Zukunft der betriebswirtschaftlichen Forschung u. Lehre. Vgl. Bleicher (1994a); S. 97.

stellten Problematik und damit ein stetes kritisches Vorwärts- und Rückwärtsschreiten auf den gewählten Problemlösungspfaden. Zusammenfassend beruht das Verständnis der interdisziplinären Arbeitsteilung im hier verwandten Sinne auf folgenden Kernpunkten:

- zweckbestimmte, mehrdimensionale Betrachtungsweise gestellter Kernfragen;
- Erhalt der Perspektiven- und Problemlösungsvielfalt einzelner Disziplinen oder Wissenschaftsbereiche;
- disziplinerhaltende Verknüpfung der als relevant erachteten, disziplinären Erkenntnisse sowie
- Problemadäquanz und Anschlußfähigkeit der gewählten Verknüpfungsalternativen.

Die zuvor erörterte Problemstellung sowie der anwendungs- und ökologieorientierte Anspruch der vorliegenden Arbeit bestärkt einen solchen Grenzgang. Neben politischen, rechtlichen, technologischen Entwicklungen nehmen ökologische Grundtatbestände als relevante Einflußfelder bei der Lösung betriebswirtschaftlicher Problemstellungen breiten Raum ein. Mittlerweile ist eine Vielzahl an Sammelbänden erschienen, die den Gedanken der Ökologieorientierung aus unterschiedlichen disziplinspezifischen Blickrichtungen zu diskutieren und zusammenzuführen versuchen.² Daß sich in diesen Bemühungen ein genereller Zuspruch zu dem hier vorliegenden ergebnisbezogenen Verständnis widerspiegelt, ist aus den Bemühungen per se zu erkennen. Weniger offensichtlich ist aber, unter welchen *prozeßbezogenen* Gesichtspunkten sich eine Erkenntnisverknüpfung zwischen unterschiedlichen Disziplinen begründen läßt. Erkenntnisse sollten weder mechanistisch noch beliebig zwischen den Disziplinen verschoben werden, da deren Gültigkeit in den jeweils anderen Disziplinen a priori nicht gewährleistet werden kann.³ Vielmehr ist eingehend zu prüfen, ob und wie sich die Erkenntnisse verknüpfen lassen und ob die zu erwartende Problemlösungskraft durch eine solche Verknüpfung untermauert oder eventuell geschwächt werden kann.⁴ Erst eine derartige Transparenz kann letztlich den Anschluß an den zu unterstützenden Praxisvollzug leisten. Demzufolge drängt sich die grundlegende Frage auf, *wie* eine interdisziplinäre Arbeitsteilung bzw. eine Verknüpfung unterschiedlicher Wissens Elemente vollzogen werden kann, um einen problemadäquaten Lösungsprozeß nachvollziehbar vor-

¹ Popper (1989); S. 225. Hierhinter verbirgt sich die Metapher des im Baum der Erkenntnis beschriebenen Wachstum des Wissens nach POPPER. Vgl. Popper (1984); S. 270.

² Stellvertretend sei auf Hauff/Schmid (Hrsg., 1992); Junkernheinrich/Klemmer/Wagner (Hrsg., 1995); Weber (Hrsg., 1997) u. Daschkeit/Schröder (Hrsg., 1998) verwiesen.

³ Der Prozeß der Verknüpfung drückt sich in den Termini 'Übertragung' nach Semmel (1984); S. 21; Stünzner (1996); S. 152, 'Transformation' nach Haas (1997); S. 230 u. 'Übernahme' nach Staehle (1999); S. 129 aus.

⁴ Vgl. zu diesen Grenzen Semmel (1984); S. 37 ff.; Dachler (1984); S. 214 ff. u. Hübenthal (1991); S. 145 ff. WASSER verweist auf einen nicht zu vernachlässigenden Kosten-Nutzen-Vergleich. Vgl. Wasser (1986); S. 187 ff.

anzutreiben. Im Rahmen dieser Arbeit kann aber kein umfassender Bezugsrahmen als Überbau allgemeingültiger Anleitungen zur Erkenntnisverknüpfung geschaffen werden.¹ Vor dem Hintergrund eines konkreten Anwendungsbeispiels wird der Anzahl an Verknüpfungsmöglichkeiten Rechnung getragen, die als Impulsgeber und/oder Bausteine zu einem Fundament der Konzeption einer Reduktionswirtschaft dienen können. Welche Verknüpfungskanäle und damit welche spezifischen Inhalte einer Ausgangsdisziplin für eine Zieldisziplin jeweils zu aktivieren sind, können durch Ähnlichkeits- oder Identitätsbeziehungen der unterschiedlichen Disziplinen hinsichtlich der Problem- und Objektbereiche oder hinsichtlich der Methoden/Persepektiven begründet werden.² Liegen Identitätsbeziehungen vor, treten i. d. R. bei der Verknüpfung zu überwindende Sprach- und Denkbarrieren auf. Wird bspw. der Mensch in der Biologie als lebendes organisches System thematisiert, steht in der Soziologie oder Psychologie das Verhalten und Handeln im Vordergrund. Der Mensch als ein bestimmter Objektbereich kann also nach unterschiedlichen Problembereichen beobachtet werden, die nicht überschneidungsfrei nebeneinander existieren. Denn ebenso wie biologische Voraussetzungen Verhaltensschemata beeinflussen, wirken diese wiederum auf biologische Prozesse, wie sie z. B. in der Evolution zu beobachten sind. Vergleichbar haben sich verschiedene Disziplinen mit dem identischen Objektbereich einer industrieökonomischen Kreislaufwirtschaft im allgemeinen sowie mit Aspekten einer industrieökonomischen Reduktionswirtschaft im speziellen auseinandergesetzt. Hierzu zählen vornehmlich die Rechts- und Ingenieurwissenschaften. Verknüpfungen mit den Erkenntnissen dieser Disziplinen erscheinen zweckmäßig, da einerseits die rechtlich normativen Vorgaben kreislaufspezifischen Fragestellungen in der BWL Gewicht verliehen, und da andererseits innovative technische Lösung zur Kreislaufschließung nur im Zusammenhang mit betriebswirtschaftlichen Kenndaten zur praktischen Problemlösung führen.³ Im Falle von Ähnlichkeitsbeziehungen werden die Verknüpfungsmöglichkeiten zusätzlich zu möglichen Sprachbarrieren von vornherein durch partielle Verknüpfungsstellen eingeschränkt. Mit Rückgriff auf die formulierte Problemstellung der Arbeit können die Erkenntnisse der Ökologie als maßgebende Säule des Problemlösungsprozesses identifiziert werden. Eine derartige Verknüpfung ist aufgrund von Übereinstimmungen in der systemischen Perspektive

¹ Entsprechende Bausteine finden sich bei Semmel (1984); S. 18 ff. u. Scheurer (1997); S. 226 ff. u. Haas (1997); S. 230 ff. sowie die Literaturverweise bei Probst (1981); S. 55. Darüber hinaus wird die Bedeutung eines metatheoretischen Bezugsrahmens von HÜBENTHAL herausgestellt. Vgl. Hübenthal (1991); S. 23 ff.

² Vgl. Semmel (1984); S. 23 f. VOBKAMP unterscheidet gegenstandsbezogene (Grenzfeld-, Problem-Interdisziplinarität) und methodische Beziehungsinhalte (Methoden-, Konzept-Interdisziplinarität); vgl. Voßkamp (1984); S. 451 ff.

³ Diese Zusammenhänge werden ausführlich in Kap. III besprochen.

und aufgrund von Ähnlichkeiten in den Objektbereichen motiviert. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den Ähnlichkeitsbeziehungen der Objektbereiche. Die systemische Perspektive dient als Kommunikationsbasis zur Überwindung möglicher Sprachbarrieren.¹ Im Rahmen dieser Arbeit wird also nicht der Frage nachgegangen, welche systemischen Erfahrungen innerhalb der Ökologie das betriebswirtschaftliche Systemdenken ausbauen können. Vielmehr ebnet die Schablone des Systemdenkens den Weg, Vergleiche zwischen ähnlichen, nicht identischen Objektbereichen anstellen zu können. So empfahl BEER schon frühzeitig auf die Lebensfähigkeit von industrieökonomischen und natürlichen Organisationen bezogen: „Wenn wir also das Prinzip der Lebensfähigkeit begreifen wollen, so sollten wir besser das Modell eines Systems verwenden, das uns als lebensfähig bekannt ist.“² Allerdings können aufgrund der partiellen Verknüpfungsalternativen diese Zusammenhänge eine Basis für abzuleitende Gestaltungsprozesse bilden, aber nicht vorgeben. Auf diesen Sachverhalt wird in Kapitel II noch einzugehen sein.

Das Abtasten von Ähnlichkeitsbeziehungen in den Wissenschaften stößt nicht auf Neuland, sondern bereits existierende Ansätze liefern wertvolle Impulse für die vorliegende Arbeit. Im Fortgang der Arbeit wird mittels Ähnlichkeitsbeziehungen ein Bild zu zeichnen versucht, das den Grundvorstellungen über die Funktionsweise, über fundamentale Eigenschaften, prozessuale Zusammenhänge und Vernetzungen von ökologischen Kreislaufsystemen in industrieökonomischen Systemen gerecht werden kann. Bei dieser vorbewußten Feststellung schwingt stets die Frage mit, inwiefern die anzustellenden Ähnlichkeiten ein besonderes Licht auf den fokussierten Objektbereich richten, das von anderen Blickpunkten aus nicht beachtet worden wäre oder nicht hätte beachtet werden können.³ Ein solcher Transfer zwischen den Disziplinen lanciert keine *Ökologisierung* des Untersuchungsgegenstandes; vielmehr wird eine *Ökologieorientierung* an eine betriebswirtschaftliche Fundierung gebunden.

¹ Die systemische Denkweise soll nicht die Spezialisierung der Disziplinen überwinden, wie es der Forderung nach einer Einheitswissenschaft obliegt. Vgl. hierzu Ackoff (1977); S. 284 ff. u. Kosiol/Szyperski/Chmielewicz (1965); S. 353 ff. Vielmehr soll sie als Verknüpfungshilfe von Wissenselementen verstanden werden. Der Beweis, daß die Systemtheorie diese Funktion übernehmen kann, soll an dieser Stelle nicht geführt werden. Hier kann auf die Diskussion bei Willke (1993); S. 3; Scheurer (1997); S. 242 ff. u. Stünzner (1996); S. 149 ff. verwiesen werden.

² Beer (1973); S. 73. Ähnlich Morgan (1997); S. 33 ff.

³ Vgl. Dachler (1984); S. 193 f.

4. Programmatische Leitidee einer ökologieorientierten BWL

Zurecht bezeichnet PFRIEM die Orientierung der BWL an ökologischen oder umweltschützenden Sachverhalten als *umweltpolitische Spätgeburt*.¹ Wurden in der VWL ökologische Sachverhalte - nicht nur von Außenseitern - vergleichsweise frühzeitig diskutiert und theoretisch manifestiert², unternahm die BWL erst Anfang der 70er Jahre erste Gehversuche auf diesem Terrain.³ 1988 setzte eine Publikationsflut ein, die nicht nur über einzelne Themenschwerpunkte, sondern über eine umfassende Integration des Ökologieproblems in den gesamten Themenbereich der betriebswirtschaftlichen Theorie und Praxis reflektiert.⁴ Vor diesem Hintergrund konturiert sich zusehends ein eigenständiges Bild, das das programmatische Spektrum der BWL durch einen weiteren Problemkomplex respektive durch eine neue Öffnung in Breite und Tiefe nährt.⁵

Die Vorsilbe *Öko-* oder das Adjektiv *ökologisch* stehen nicht allein für den Wissenskreis einer Wissenschaft, sondern mit diesen Zusätzen werden zumeist Themen oder Sachverhalte assoziiert, die in engem Zusammenhang zum Natur- oder Umweltschutz stehen.⁶ Einerseits geben um ökologische Wortsilben ergänzte, herkömmliche betriebswirtschaftliche Termini Hinweise auf die Erweiterung der traditionellen BWL um ökologische Aspekte.⁷ Andererseits werden an ethisch-normative Zielsetzungen völlig neue Einsichten über die Wirtschafts- und Lebensweisen, ein vollkommen neues Weltbild geknüpft.⁸ Ohne diese Liste möglicher Assoziationen zu vervollständigen, kann gegenwärtig davon ausgegangen werden, daß *ökologische* Diskussionen gleichermaßen, wenn auch in unterschiedlichen Facetten alle gesellschaftlichen und damit auch wissenschaftlichen Bereiche durchdrungen haben. Insofern erscheint es um so zweckmäßiger, zu erläutern, welches Verständnis fortlaufend unter einer ökologieorientierten BWL gefaßt wird. Dieser Definitionsversuch bildet eine entscheidende Voraussetzung für die Arbeit, ohne aber eine andere Sichtweise zu negieren.

¹ Vgl. Pfriem (1992); S. 148. Eine nähere Bestimmung des Umweltbegriffs erfolgt in Kap. II.A.

² Vgl. u. a. Siebert (1973); Simonis (Hrsg., 1988) sowie weitere Literaturangaben bei Wagner (1990); S. 3 f.

³ Siehe die Literaturangaben bei Strebel (1980); S. 14; Seidel/Menn (1988); S. 30 ff.; Wagner (1990); S. 4.

⁴ STITZEL bezeichnet 1988 als das „... Jahr, in dem die Betriebswirtschaftslehre sich dem Ökologiethema zugewandt hat“. Stitzel (1994); S. 96. Vgl. u. a. Seidel/Menn (1988); Steger (1988); Schreiner (1988). Siehe weitere Literaturangaben bei Dyllick (1992); S. 392 ff.; Dyckhoff (1998b); S. 391 ff.

⁵ Vgl. Zahn/Schmid (1996); S. 38 ff.; Schanz (1997a); S. 181 ff. Erste Konzeptionen eines solchen Wissenschaftsprogrammes finden sich bei DYCKHOFF (1998a); (1998b). Ein historischer Abriß zu dieser Entwicklung findet sich u. a. bei DYLICK (1992); S. 392 ff. MEFFERT/KIRCHGEORG legen eine Systematik nach speziellen Schwerpunktsetzungen vor. Vgl. Meffert/Kirchgeorg (1998); S. 37 ff.

⁶ Diese sprachlichen Unzulänglichkeiten werden eingehend von BAUMANN/SCHIEWEK (1996) erarbeitet.

⁷ Vgl. Zwehl (1973); Picot (1977); Schultheiß (1978); Müller-Wenk (1978); Strebel (1980); Seidel/Menn (1988).

⁸ Siehe die Ausführungen zum ethisch-normativen Wissenschaftsziel.

Ökologieorientierung kann in zweierlei Hinsicht interpretiert werden. In den meisten Fällen wird mit Ökologieorientierung die Orientierung an den Auswirkungen unternehmerischen oder industrieökonomischen Handelns auf die ökologische Umwelt geknüpft;¹ eine industrieökonomische Reduktionswirtschaft wird demnach in Interaktion zu ökologischen Kreislaufmechanismen gesehen. Ein solches Handeln wird dann zur gesellschaftsinduzierten Restriktion, wenn sich Anforderungen von Politik und Öffentlichkeit in Kosten- und/oder Risikofaktoren niederschlagen. Demgegenüber wird es zur marktbezogenen Notwendigkeit oder sogar Herausforderung, wenn Kostensenkungs-, Innovations- oder Markterschließungspotentiale als in Wettbewerbsvorteile zu transformierende Wettbewerbsfaktoren erkannt werden. So wird angenommen, daß die Reduktionswirtschaft eine unverzichtbare Gestaltungsgröße in einer Kreislaufwirtschaft darstellt und insbesondere unter marktlichen Gesichtspunkten Erfolgspotentiale nutzen kann. Der ökologieorientierten BWL wird dann die Aufgabe zuteil, innovative und kreative Interpretationsangebote zur Verfügung zu stellen, die der Unternehmenspraxis ein Reaktionskontinuum von der Restriktion über die Anpassung bis zur Gestaltung bietet. Eine solche Strategie wird hier im *Ökologiebezug* gesehen, der mit Umweltschutz gleichzusetzen ist.² Kennzeichnungen wie *ökologiegerecht* oder *ökologieverträglich* haftet stets die Wunschvorstellung an, wirtschaftliche Handlungen in Form von Produktion, Konsumtion und Reduktion wären ohne Eingriffe in die ökologische Umwelt möglich. Da aber bereits die menschliche Existenz Veränderungen der ökologischen Umwelt - seien sie positiv oder negativ zu werten - präjudiziert, wird von diesen Termini nachfolgend abgesehen.³ Aus diesem Grunde ist die von IMMLER vertretene *ökologische Wirtschaftsweise*, in der die Natur zum Sinn und Zweck der Ökonomie avanciert, ein Leitziel, das lediglich näherungsweise zu erreichen sein wird - die Spannung zwischen Ökologie und Ökonomie verbleibt.⁴ Umweltschutz ist also damit als relative, auf ein tolerierbares Maß beschränkte Umweltnutzung zu interpretieren.⁵ Unter diesen Gesichtspunkten bedeutet Ökologiebezug die Suche nach Erfolgspotentialen unter dem Primat ökologischer Folgen.⁶ *Ökologieorientierung* im hier verstandenen Sinn bezieht sich demgegenüber auf eine Orientierung an den vorbildlichen ökologischen Struktur- und Funktionsmechanismen. Damit wird der Fragenkomplex in den Vordergrund gerückt, welchen

¹ Vgl. Kirchgeorg (1990); S. 17 ff.; Schaltegger/Sturm (1992a); S. 8.

² ZAHN/SCHMID sprechen in diesem Zusammenhang auch von Ökologiebestimmung bzw. -gerichtetheit; vgl. Zahn/Schmid (1992); S. 56 sowie Schmid (1996a); S. 26.

³ Vgl. Kuhn (1993); S. 27. So verweist ZABEL auf die Relativität dieser Termini. Vgl. Zabel (1994); S. 5.

⁴ Vgl. Immler (1989); S. 187 ff.; (1993); S. 37 ff.

⁵ Vgl. Strebel (1994); S. 771.

⁶ Vgl. Zahn/Schmid (1992); S. 49; Schmid (1996a); S. 24 f.

Informationsdienst diese ökologischen Grundtatbestände für den betriebswirtschaftlichen Problemlösungsweg liefern könnten. Nach diesen Überlegungen ist Ökologie als angewandte, nicht als Leitwissenschaft zu verstehen, die Impulse bei der inhaltlichen Gestaltungsaufgabe gibt.

Letztlich bedingt die eine Orientierungsrichtung die andere, so daß auch die Reduktionswirtschaft als zugleich ökologieorientiert und -bezogen eingeordnet werden kann. Wird der Versuch unternommen, dieses relativ junge Gebiet in die - mittlerweile - tradierten Strukturen der ökologieorientierten BWL einzuordnen, können grundsätzlich zwei Stoßrichtungen ausgemacht werden.¹ Zum einen beziehen sich Abhandlungen zur Reduktionswirtschaft in transformationsorientierter Perspektive auf die materiellen Umwandlungsprozesse in Produktions-, Konsumtions- und vornehmlich Reduktionsprozessen. *Transformation* bezeichnet demnach die quantitative, qualitative und raum-zeitliche Veränderung materieller und immaterieller Güter.² Entsprechend können hierzu i. w. S. produktionstheoretische Ansatzpunkte zu erweiterten Gütertypologien, zur Aktivitätsanalyse sowie zur entsorgungsorientierten Produktionsplanung gezählt werden.³ Zum anderen schließen sich in interaktionsorientierter Perspektive die materiellen und immateriellen Beziehungen zwischen Produktions-, Konsumtions- und Reduktionssystemen zu einem Kreislaufsystem. *Interaktion* umfaßt dann in einem weiten Verständnis den wechselseitigen Austausch materieller und immaterieller Güter zwischen zwei voneinander abgrenzbaren Systemen. Der in der Literatur verwandte Begriff der Transaktion wird hier zugunsten des Begriffes der Interaktion ersetzt, um die Wechselseitigkeit einer jeden Beziehung stärker herausstellen zu können.⁴ Demzufolge können hierunter die vielfachen Abhandlungen zur Entsorgungslogistik, zum intra- und intersystemischen Recycling sowie allgemein die branchen- und regionenbezogenen Kreislaufsysteme subsumiert werden.⁵ Die Transformations- und Interaktionsperspektiven der Reduktionswirtschaft sind unweigerlich aneinander gebunden, da sie erst gemeinsam einen Kreislauf beschreiben. Vor diesem Hintergrund bleiben Fragen zum Reduktionsmanagement bisher in der betriebswirtschaftlichen Literatur weitestgehend unberücksichtigt. Mit ULRICH umfaßt Management die Funktionen „*Gestalten, Lenken und*

¹ Einen entsprechenden Integrationsrahmen liefert Dyckhoff (1998a); S. 71 ff.; (1998b); S. 392 ff.; (1999); S. 103 ff.

² In diesem Sinne kann auch von Zustands-, Orts- u. Zeittransformation gesprochen werden. Vgl. Dinkelbach/ Rosenberg (2000); S. 4.

³ Vgl. Dyckhoff (1991); S. 288 ff.; Zelewski (1994b); S. 241 ff.; Kistner/Steven (1991); S. 1307 ff. Zusammenfassend vgl. Wagner (1996); Sp. 1 u. Souren (1996); S. 30 ff.

⁴ Der Begriff Transaktion wird u. a. von KIRCHGEORG eingesetzt; vgl. Kirchgeorg (1999); S. 81.

⁵ Vgl. zur Entsorgungslogistik Pfohl (Hrsg., 1993) sowie zum Recycling Jahnke (1986); Kleinaltenkamp (1985). Branchenbezogene Kreislaufsysteme finden sich bei Püchert (1996), regionenbezogene bei Schwarz (1994).

*Entwickeln gesellschaftlicher Institutionen*¹. Anhaltspunkte finden sich lediglich in Ausführungen zum Rückstandsmanagement, zum Entsorgungs- oder Deponiemanagement.² Diesen Anhaltspunkten ist gemein, daß sie vordergründig die Produktionsprozesse als Verursacher industrieökonomischer Rückstände in den Vordergrund rücken. Die autonome Stellung einer Reduktionswirtschaft als gestaltendes System in einer Kreislaufwirtschaft wird hingegen stiefmütterlich behandelt. Eine solche Stellung der industrieökonomischen Reduktionswirtschaft kann auf unzureichende Analogien zum Vorbild einer ökologischen Reduktionswirtschaft in einem ökologischen Kreislaufsystem zurückgeführt werden. Insofern wird in dieser Arbeit auch eine neue Kopplung von Ökologiebezug und -orientierung gesucht.

Die Erarbeitung von Gestaltungsempfehlungen einer Reduktionswirtschaft, die zugleich ökologieorientiert und marktbezogen sein sollen, kann als Versuch interpretiert werden, wirtschaftenden Unternehmen unter Beibehaltung und Ausbau ihrer Wettbewerbsfähigkeit einen Weg in die Kreislaufwirtschaft aufzuzeigen. Ein solcher Weg ist stets in der bewußten Balance zwischen Ökonomie und Ökologie zu beschreiten. Pointiert spricht LIESEGANG von der *Stimme des Kunden* und der *Stimme der Umwelt*, denen es in dieser Arbeit im Duett Gehör zu verleihen gilt.³

C. GANG DER ARBEIT

Die bisherigen Ausführungen zum gewählten Problemlösungsprozeß stehen Pate für das methodologische Grundverständnis der Arbeit. Diese Arbeitsebene wird durch die Rahmenphasen der Abbildung I-5 abgebildet. Damit kommt wiederholend zum Ausdruck, daß die Arbeit einer anwendungsorientierten Grundrichtung folgt. Das heißt die Wissenschaft schöpft aus der Gesamtheit ihres theoretischen interdisziplinären Potentials, um daraus für die Praxis ein Werk- oder „Denk“zeug ableiten zu können. In diesem Sinne wendet sich der Erkenntnisprozeß einem Gestaltungsinteresse zu, das rückwirkend einen neuen bzw. weiteren Erkenntnisprozeß anstoßen kann. Die Objekt- und Phänomenebene bauen im Rahmen der vorliegenden Problemstellung zum einen auf der These auf, daß zur Etablierung einer industrieökonomischen Kreislaufwirtschaft ökosystemare Zusammenhänge als Richtschnur für die Gestaltung ebendieser Kreislaufwirtschaft dienen können. Daran

¹ Ulrich (1984a); S. 114.

² Beiträge zum Rückstandsmanagement finden sich bei Strebel (1994); S. 762 ff., zum Entsorgungsmanagement bei Horneber (1995), zum Deponiemanagement Strebel/Schwarz/Prattes (1994); S. 163 ff. Erste Hinweise zum Reduktionsmanagement gibt Halfmann (1996).

³ Vgl. Liesegang (1999); S. 182.

schließt sich die zweite These an, daß die Reduktionswirtschaft eine unverzichtbare Stellenschraube bei dieser Gestaltungsaufgabe einnimmt. Insgesamt gesehen tritt damit die Gestaltungsaufgabe in doppeltem Sinne auf: einerseits als methodologische Grundrichtung, andererseits als pragmatische Problemlösungsaufgabe. Wurde die erstgenannte Gestaltungsaufgabe hinreichend in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben, konzentrieren sich die nachfolgenden Ausführungen auf die letztgenannte Gestaltungsaufgabe.

Die Erläuterung der Thesen und ihrer Konsequenzen für die Reduktionswirtschaft wird durch drei sukzessiv aufeinander aufbauende Dimensionstypen verfolgt. Zunächst beschreibt die *materielle und immaterielle Dimension* die Funktions- und Strukturmechanismen des Ökosystems, um ein Referenzmodell für die Modellierung einer industrieökonomischen Kreislauf- und Reduktionswirtschaft ableiten zu können. Basis eines solchen Systems sind die Transformations- und Interaktionsbeziehungen innerhalb und zwischen unterschiedlichen (Sub-)Systemen. Das zu erarbeitende Referenzmodell wird damit als Empfehlung für die benannte Gestaltungsaufgabe, nicht als Blaupause für industrieökonomische Funktions- und Strukturzusammenhänge interpretiert. Entsprechend wird auch die Wissenschaft Ökologie nicht als Leitdisziplin, die monistisch Wege in eine Kreislaufwirtschaft vorgibt, mißverstanden.¹ In der Konsequenz zeichnet sich Gestaltung im konzeptionellen Sinn als Instrument aus, das zum Aufbau und Erhalt einer entwicklungs- und zukunftsfähigen, also zu einer nach marktlichen und ökologiebezogenen Ansprüchen entworfenen Reduktionswirtschaft führt. ULRICH bezeichnet solche Entwürfe als Gestaltungsmodelle, die „eine noch nicht existierende, erst noch zu schaffende Wirklichkeit ..“² abbilden. Der Entwurf eines so zu gestaltenden industrieökonomischen Modells erwartet eine Basis, die in der Skizze industrieökonomischer Strukturen und Funktionen gesehen werden kann. Erst in dem Vergleich ökologischer und industrieökonomischer Strukturen und Funktionen eröffnet sich ein Gestaltungsmodell, das hinsichtlich der aufgeworfenen Problemstellung weiter zu spezifizieren ist. Das industrieökonomisch geprägte Gestaltungsmodell zeigt damit zwar ähnliche Grundpfeiler wie das Referenzmodell auf, doch werden diese ständig unter industrieökonomischen Gesichtspunkten hinterfragt. Vergleichbare theoretische Interpretationsangebote „... einer glaubwürdigen Vision eines zukünftigen Systems ...“³ fin-

¹ Vgl. hierzu die Kommentierung von Trepl (1987); S. 15 ff.; Remmert (1992); S. 1 u. SRU (1994); Tz. 87 ff. Entsprechend wird die Bezeichnung der Ökologie als „... allgemeine Umweltwissenschaft ... , die eine Brücke zwischen den Natur- u. Sozialwissenschaften bildet“ ebenso als überzeichnet wie die Bezeichnung *integrierende Dachwissenschaft* gewertet. Erstere Bezeichnung geht auf ODUM (1999); S. 2 zurück, der dahingehend die Neuauflage eines seiner Werke mit einem neuen Titel versah; vgl. Odum (1997) u. ders. (1991). Letztere vgl. Müller (1984a); S. 16.

² Ulrich (1984a); S. 114.

³ Liesegang (1993b); S. 18.

den sich in makroskopischen und mikroskopischen Konzepten, die hinsichtlich ihrer Eignung für das zu gestaltende Modell hinterfragt werden. Aus makroskopischer Sicht werden die Konzepte der *Circular Economy*, des *Reproduktionsringes* und des *Industrial Metabolism* herangezogen. Diesen Konzepten ist gemein, daß sie sich im weitesten Sinne mit einer industrieökonomischen Kreislaufwirtschaft auseinandersetzen. Welcher Stellenwert dabei einer Reduktionswirtschaft eingeräumt wird, gilt es zu untersuchen. Aus mikroskopischer Sicht werden das Konzept der *Industriellen Reproduktionswirtschaft* und eine unter den Gesichtspunkten einer Reduktionswirtschaft erweiterte Gütersystematik näher betrachtet. Da sich damit erste konkrete Anhaltspunkte einer Reduktionswirtschaft im industrieökonomischen Kontext anbietet, schließt eine Interpretation an. Das aus den insgesamt so gewonnenen Erkenntnissen abzuleitende Gestaltungsmodell stellt den Idealfall einer Reduktionswirtschaft in einer Kreislaufwirtschaft dar.

HANNAN/FREEMAN erkennen für Anpassungsmöglichkeiten von industrieökonomischen Systemen wie Unternehmen, daß ihnen eine Trägheit, ausgelöst durch interne und externe Faktoren, zugrunde liegt, die die Anpassungsfähigkeit von vornherein einschränken kann.¹ Gleiches ist ohne weiteres für Gestaltungsmöglichkeiten zu konstatieren, die oftmals ein höheres Maß an Eingriffen in bestehende Strukturen und ein hohes Maß an Umsetzungskraft voraussetzen. Sind trotz dieser Einschränkungen - die ohne weiteres zu überwinden sind - modellierte Gestaltungspfade auszumachen, ist zu berücksichtigen, daß Unternehmen, trotz gleicher Branchenzugehörigkeit, nicht notwendigerweise auf identischen internen und externen Gegebenheiten beruhen. Gestaltungsmodelle können somit nur ein grobes Raster für ähnliche Unternehmenscluster entwerfen, das unternehmensindividuell zu füllen ist. Das Gestaltungsmodell ist demnach eine Denkfigur, die es, und zwar aus der Sicht der Reduktionswirtschaft, zu operationalisieren gilt. Um unter diesen Gesichtspunkten eine geeignete Transformation der ökologischen Systemlogik auf die industrieökonomische Systemlogik gewährleisten, bzw. deren Möglichkeiten erst überprüfen zu können, ist eine *strukturelle Dimension* anzuschließen, die den Gestaltungsspielraum absteckt. Der Gestaltungsspielraum erscheint letztlich als Ergebnis einer Gap-Analyse, die das Gestaltungsmodell mit den realen Einfluß- und Aktionsfeldern auf und durch eine Reduktionswirtschaft konfrontiert. Der Rahmen wird hierbei durch den Gedanken einer Kreislaufwirtschaft aufgespannt. Unter Bezugnahme auf Strukturierungsschemata in der Betriebswirtschaftslehre werden gesetzliche, marktliche und technologische Prämissen näher betrachtet. Die jewei-

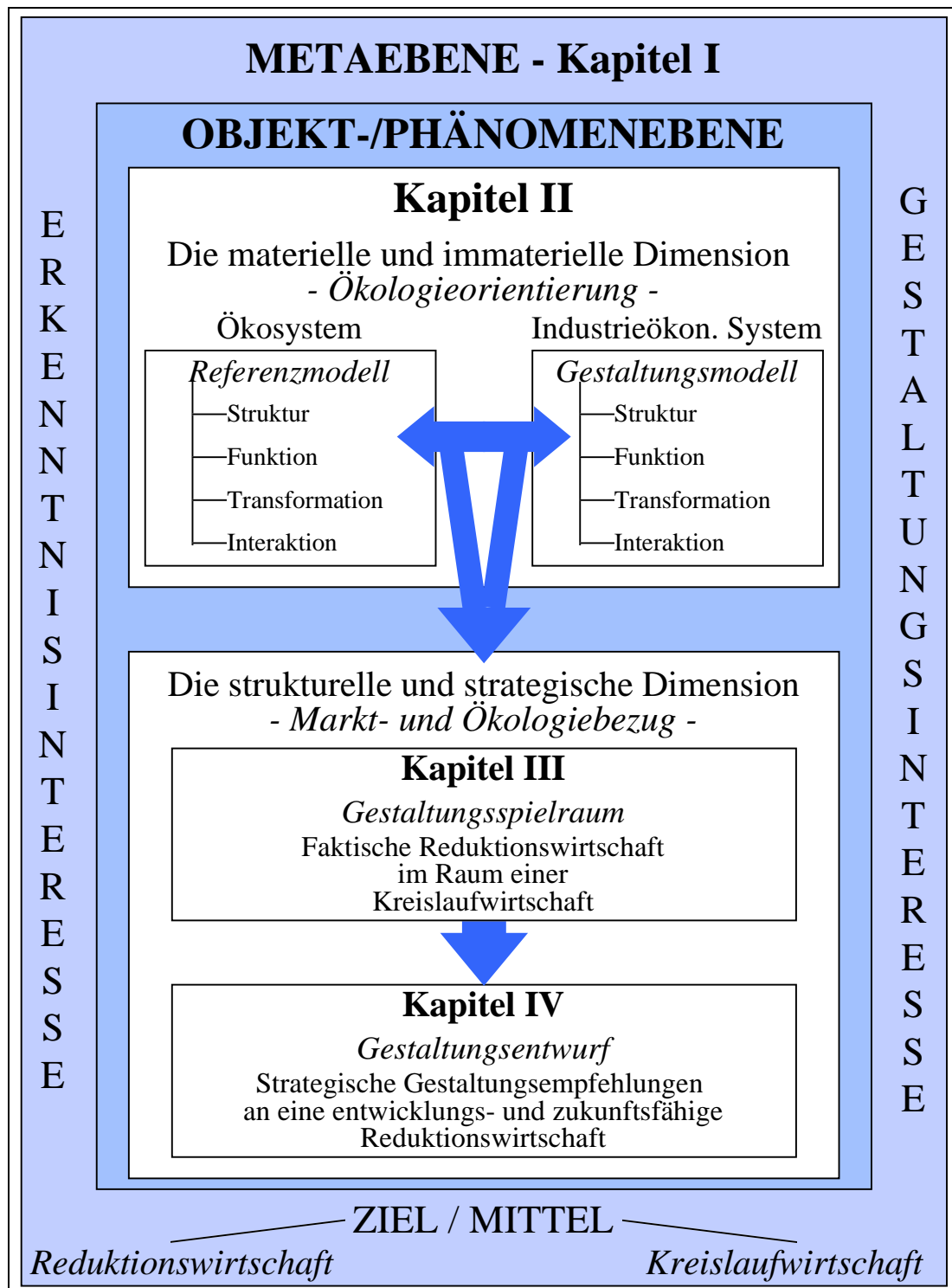
¹ Vgl. Hannan/Freeman (1977); S. 930 ff.

ligen Prämissen werden wiederum von einer Vielzahl an Akteuren und Einflüssen genährt, so daß sich ein strukturelles Netz aufspannt, das die Reduktionswirtschaft bzw. deren Gestaltung sowohl begrenzt als auch Möglichkeiten dazu eröffnet.

Erst unter diesen Voraussetzungen ist eine *strategische Dimension* zu erörtern, die potentielle marktliche und zugleich ökologiebezogene Gestaltungsalternativen durchleuchtet. Demnach steht die Fragestellung im Raum, welche strategische Position die Reduktionswirtschaft zum Zwecke einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft einnehmen kann. Die Beantwortung dieser Frage, geschweige denn die Umsetzung der Beantwortung kann nicht ausschließlich von einem Reduzenten geleistet werden. Vielmehr sind alle am Kreislaufzyklus beteiligten Akteure in die Pflicht zu nehmen. Aus diesem Grunde können in der hier gebotenen Kürze nicht Argumente für und wider unterschiedlicher strategischer Gestaltungsempfehlungen näher gewürdigt werden. Stattdessen konzentrieren sich die Ausführungen auf einen Gestaltungsentwurf, der ausgesuchte, bei weitem aber nicht abschließende Hinweise auf dem Weg in eine zukunftsfähige Reduktionswirtschaft liefert. Der hier noch anstehende wissenschaftliche Forschungsbedarf bildet das Schlußlicht der Arbeit. Vor diesem Hintergrund gleicht der Gang der Arbeit einem kontinuierlichen deduktiven Perspektivenwechsel, der im Schlußakt durch die gewonnenen Ergebnisse einen induktiven Rückschluß auf die zuvor eingenommenen Perspektiven gewährt. Das vordergründige Gestaltungsinteresse motiviert letztlich ein neues Erkenntnisinteresse, das das Theoriegebäude einer Reduktionswirtschaft zu komplettieren hilft.

Die nachstehende Abbildung I-5 gibt noch einmal den Ablauf der Arbeit schematisch wieder.

Abb. I-5: Aufbau der Arbeit



Quelle: Eigene Darstellung.

II. DIE MATERIELLE UND IMMATERIELLE DIMENSION EINER REDUKTIONSWIRTSCHAFT - EIN GESTALTUNGSMODELL AUS ÖKOLOGISCHER SYSTEMSICHT

*Müset im Naturbetrachten
Immer Eins wie Alle achten;
Nichts ist drinnen, Nichts ist draussen:
Denn was innen, das ist aussen.
So ergreift ohne Säumniss
Heilig öffentlich Geheimniss.
JOHANN WOLFGANG VON GOETHE*

Dieses Kapitel greift das sich zwischen Ökonomie und Ökologie spannende Feld wieder auf, indem der in Kapitel I formulierten These, daß zur Etablierung einer industrieökonomischen Kreislaufwirtschaft ökosystemare Zusammenhänge als heuristische Richtschnur für die strategische Gestaltung einer Reduktionswirtschaft dienlich sind, breiter Raum gegeben wird. Intuitiv scheint das damit dem industrieökonomischen System gegenüberstehende Ökosystem einer divergierenden Systemlogik zu folgen, so daß sich vorab die Frage aufdrängt, ob überhaupt Übereinstimmungen zwischen unterschiedlichen Systemen zu erwarten sind. Erste Verbindungen zwischen Ökonomie und Ökologie zeigen sich im gemeinsamen Wortstamm *oikos*, griechisch Haus, Platz zum Leben im Sinne von Haushalt. Mit dem Zusatz *nomos*, Gesetz, Verwaltung, Ordnung, fügt sich der Begriff Ökonomie zu der Aufgabe, das „.. *Haus, das wir bewohnen, zu pflegen, und den Haushalt, den wir führen, zum Nutzen aller Bewohner zu organisieren*“¹. Im Gegenzug gewinnt Ökologie mit dem Wortzusatz *logos*, griechisch Wort, Vernunft, Lehre, den inneren Sinn für das „.. *Haus, wo wir mit anderen Menschen, Tieren und Pflanzen, Bergen und Flüssen leben; ... , an dem alles, was ist, teilhat*“². Wenngleich die Frage nach Übereinstimmungen damit noch nicht beantwortet ist, erscheint die Suche danach fast schon zweckmäßig. Wie bereits angeführt, werden Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen den gewählten Systemen nicht vorausgesetzt, sondern gesucht, um eventuelle Gestaltungshinweise zu generieren. Mit LIESEGANG ist es die *unendliche Sinnhaftigkeit natürlicher Stoffwechselprozesse*, die die ökologische Erkenntnisbasis als Referenz für die Funktionsfähigkeit industrieökonomischer Kreislaufsysteme erhebt.³ Um eine solche Verknüpfung zu verfolgen, wird in zweierlei Hinsicht als Bezugsrahmen die systemische Denkweise gewählt. Mit den Ausführungen

¹ Immler (1993); S. 46.

² Manstetten (1995); S. 49.

³ Vgl. Liesegang (1992); S. 9.

zur interdisziplinären Arbeitsteilung bieten einerseits die der systemischen Denkweise zugrundeliegenden systemtheoretischen Forschungsansätze, unabhängig von der Spezifität der jeweiligen Untersuchungsgegenstände sowie der disziplinären Fortschreibung, den Realwissenschaften einen einheitlichen terminologischen und konzeptionellen Rahmen zur Erfassung und Modellierung realer Phänomene. Ein so verstandenes abstraktes Denkwerkzeug wird u. a. dann gewählt, wenn Ähnlichkeiten zwischen generell unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen, in concreto zwischen den Natur- und Sozialwissenschaften, zu knüpfen sind.¹ Vorausgehend erlauben andererseits ebendiese abstrakten Denkwerkzeuge einen mit dem „... *Filmen mit einem Zoom-Objektiv* ...“² vergleichbaren mehrdimensionalen Problembezug, der sowohl Gesamt- als auch Teilzusammenhänge bestimmter Systeme funktionell und strukturell zu erfassen sowie diese rückkoppelnd wieder zusammenzuführen vermag. Solche Rückbezüge sind dann zwischen Kreislauf- und Reduktionswirtschaft herzustellen. Wenngleich dem Systemansatz ein formales Abstraktum damit nicht abgesprochen werden kann, hat er dennoch seine Anwendungstauglichkeit bewiesen und läuft nicht der anzustrebenden Anwendungsorientierung der Arbeit zuwider.³ Im Anschluß an den abgesteckten, systemischen Bezugsrahmen wird auf einem relativ hohen Abstraktionsniveau die Systemarchitektur eines Ökosystems untersucht und als Referenzmodell mit derjenigen eines industrieökonomischen Systems konfrontiert. Hieraus leiten sich eindeutige (Un-)Ähnlichkeiten ab, die das Gestaltungspotential für eine Übertragung der ökologischen Systemlogik eröffnen. Eine solche Rezeption ökologischer Erkenntnisse in die Ökonomie fällt nicht dadurch leichter, daß zahlreiche Verweise hierauf existieren. Erschwerend kommt hinzu, daß sich die Ökologie selbst der Erkenntnisse anderer Disziplinen bedient, so daß der interessierte Forscher verschlungene Pfade des Wissens-Netzwerkes abschreiten muß, um letztlich seinen Gestaltungsbemühungen nachkommen zu können. Untermauert durch bereits in der Literatur anzutreffende Übertragungsleistungen wird ein Gestaltungsmodell erarbeitet, das sowohl einen neuen Begriffsapparat herleitet als auch einem veränderten, vernetzten Denken in Systemzusammenhängen und in Kreisläufen folgt.⁴

¹ Ausführlich zu dieser Funktion der Strukturwissenschaften noch einmal Scheurer (1997); S. 232 ff.

² Ulrich (1984a); S. 50.

³ Auf die pragmatische Zweckmäßigkeit dieses Ansatzes geht MALIK ein; vgl. Malik (1996); S. 3 ff. Auch das mittlerweile in 5. Aufl. erschienene Werk von SENGE weist auf einen Erfolg in der Praxis hin; vgl. Senge (1998).

⁴ Vgl. Adam (1993); S. 11 ff.; Zahn/Schmid (1992); S. 41 ff.

A. SYSTEMTHEORETISCHER BEZUGSRAHMEN FÜR DEN ENTWURF EINES GESTALTUNGSMODELLS

Der transversale Charakter der Systemtheorie sowie die sich daraus ergebenden Erfahrungen in den einzelnen Disziplinen im Umgang mit dem systemtheoretischen Grundverständnis lassen nicht mehr den Rückschluß auf *eine* Allgemeine Systemtheorie, wie sie von dem Biologen LUDWIG VON BERTALANFFY¹ begründet wurde, sondern auf *mehrere* Systemtheorien zu. Einhergehend mit der Entwicklung der Systemtheorie(n) entfalteten sich auch unterschiedliche Vorstellungen darüber, welche inhaltlichen Feststellungen mit einer solchen Theorie zu verbinden seien. Nicht zuletzt die mit dem einheitlichen Begriffsapparat zu beschreibenden und zu erklärenden, stark divergierenden realen Phänomene haben rückwirkend darauf Einfluß ausgeübt; in diesem Zusammenhang stechen deskriptive und explikative Abgrenzungen zwischen mechanistischen, organismischen und sozialen Systemtypen heraus. Letzterer zeichnet sich gegenüber mechanistischen und organismischen Systemen ungleich stärker durch Sinn auf Basis eines Bewußtseins- und Kommunikationszusammenhangs aus.² Auch für vorliegende Arbeit werden solche Abgrenzungen noch an Bedeutung gewinnen. Im Zuge dieser unterschiedlichen Systemkonzeptionen stellten sich sukzessive die ersten drei Perspektiven in Abbildung II-1 heraus. An dieser Stelle soll kein Versuch unternommen werden, diese einzelnen Systemkonzeptionen in ihrer Vielschichtigkeit nachzuzeichnen oder zu systematisieren.³ Vielmehr werden anhand der abgebildeten Perspektiven Tendenzen in diesen Konzeptionen aufgezeigt, die der Beschreibung von Systemen als Leargerüst dienen und im Fortlauf system- und problemspezifisch gefüllt werden können.⁴ Das Fundament dieses Leargerüsts bilden einerseits konstitutive, ein System konstituierende, und andererseits fakultative, ein System kennzeichnende, Merkmale. Zu den konstitutiven Strukturmerkmalen zählen aufbauende Systeme, Systemelemente sowie die sich darauf beziehende Systemumgebung bzw. Umwelt(en) einerseits und innerhalb sowie zwischen diesen ablaufende Relationen in Form von Transformations- und Interaktionsprozessen andererseits. Aus einer solchen weiten Strukturauffassung geht keine klare Trennung zwischen Struktur und Prozeß hervor, da „*man [...] nie über einen Prozeß spre-*

¹ Vgl. Bertalanffy (1972); S. 31 ff.

² Vergleichbare Systemklassifikationen zeigen u. a. Dyllick (1982); S. 171 ff.; Capra (1983); Boulding (1985); Gharajedghi/Ackoff (1985); Rapoport (1985); Ulrich/Probst (1995) auf. Davon abweichend LUHMANN, der ökologische u. technische Systeme nicht nennt, da sie die Bedingung der Selbstabgrenzung nicht erfüllen; vgl. Luhmann (1985); S. 24 ff. Mit PFRIEM ist auch eine Abgrenzung von außen möglich; vgl. Pfriem (1995); S. 131 f.

³ Vgl. zu den Entwicklungslinien Willke (1993); S. 5 ff.; Göbel (1997); S. 39 ff. u. Schreyögg (1998); S. 91 ff.

⁴ Damit wird unterstellt, daß mittels des Systemdenkens ein formales, aber kein inhaltliches Verständnis der Reduktionswirtschaft erarbeitet werden kann.

*chen [kann], ohne ihn in einer gewissen Struktur zu sehen, in der er abläuft [...]. Umgekehrt kann man sagen, daß man im Rahmen dieser neuen Erkenntnis nie über Strukturen reden kann, ohne zu wissen, daß es einen zugrundeliegenden Prozeß gibt, oder einen Prozeß dahinter, daneben. [...] Es gibt einen Prozeß, und die Struktur ist die Manifestation des Prozesses.*¹ Insofern findet ein prozessuales oder strukturelles Denken zumeist komplexer statt, da bestimmte Prozesse bestimmte Strukturen hervorrufen u. u. Mittels der unterschiedlichen Ausprägungsformen der fakultativen Merkmale spezifizieren sich die konstitutiven Merkmale zu den oben genannten, unterschiedlichen Systemtypen. Maßgebend sind hierbei u. a. Merkmale wie Offenheit, Vernetztheit, Dynamik und Komplexität.² In summa belegen diese Merkmale die Funktionsfähigkeit und damit die Identität eines Systems. Folgerichtig kann ein System sowohl strukturell/prozessual als auch funktionell beschrieben werden. Wird die Identität unter einem funktionellen Aspekt definiert, wird der späteren Analyse die Möglichkeit gereicht, funktionelle Äquivalente und funktionelle Alternativen zwischen den Systemen zu rekonstruieren oder zu entwerfen.³ Der Gestaltung eines Systems unter der Funktionsbedingung der Kreislauffähigkeit geht eine Reflexion darüber voraus, welche Strukturen und Prozesse ein System enthalten und entfalten sollte, um funktionsfähig bzw. kreislauffähig zu sein.⁴ Aus diesem Grunde werden zunächst generelle Struktur- und Prozeßdeterminanten erläutert, die im Hinblick auf die Kreislauffähigkeit an zwei unterschiedlichen Systemtypen zu konkretisieren sind. Triviale Systeme werden von vornherein aus der Betrachtung ausgeschlossen. Unter systemischen Gesichtspunkten werden je nach Problemkontext die folgenden, grundlegenden Perspektiven stärker betont:

- Relationen zwischen Systemen und ihren Subsystemen sowie Systemelementen (vertikale Perspektive);
- Relationen zwischen Systemen und ihrer Systemumgebung (horizontale Perspektive);
- Relationen zwischen Subsystemen oder Systemelementen (laterale Perspektive) und
- Ähnlichkeiten zwischen unterschiedlichen Systemen (analoge Perspektive).

¹ Capra, zitiert nach Weber (1997); S. 282. Diesen Zusammenhang drückt auch der Begriff der *Äquifinalität* nach BERTALANFFY aus; vgl. Bertalanffy (1972); S. 39 ff.

² Vgl. Ulrich/Probst (1995); S. 25 ff.

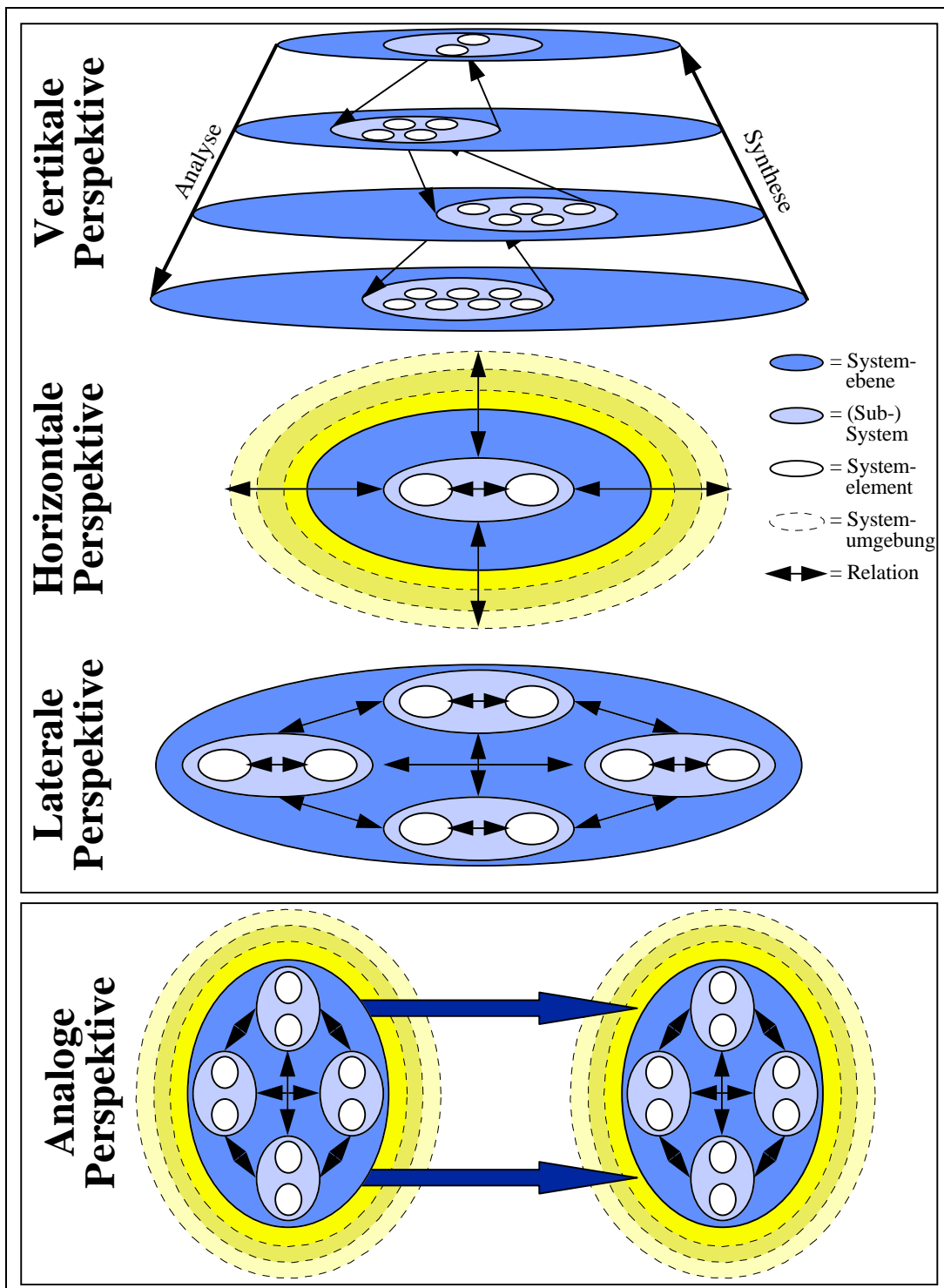
³ Vgl. Willke (1994); S. 77 f. Alternativ können Systeme institutionell abgegrenzt werden.

⁴ Vgl. Malik (1996); S. 80 ff.

Die einzelnen Perspektiven sind nicht trennscharf, sondern auf die eine oder andere Weise in den einzelnen Perspektiven verankert. Dennoch gewährleistet eine solche vereinfachte Darstellung eine umfangreiche Einsicht in die Anwendung systemischen Denkens. Während die ersten drei Perspektiven von unterschiedlich betrachteten Relationsmustern geleitet werden, wird die zuletzt genannte, analoge Perspektive dann von Bedeutung sein, wenn zwischen den sonst in unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen betrachteten Systemen, unter identischen Fragestellungen (Un-)Ähnlichkeiten zu erarbeiten sind. Ein solcher Vergleich ist allerdings nur unter der Bedingung durchführbar, daß vorausgehend die jeweiligen Systeme unter Zugrundelegung der gleichen vertikalen, horizontalen und/oder lateralen Perspektiven im gleichen Umfang beschrieben werden. LUHMANN verweist zurecht auf einen typischen Fehler hin, daß sich Vergleiche verschiedener Systeme häufig nicht auf eine Betrachtungs- bzw. Systemebene konzentrieren.¹ Aus diesem Grunde sind diese einzelnen Perspektiven sowie eine eindeutige Bestimmung der Termini System, Subsystem, Systemelement und Systemumgebung voranzustellen.

¹ Vgl. Luhmann (1985); S. 17. Ähnlich auch Vester (1999); S. 53 ff.

Abb. II-1: Systemische Perspektive(n)



Quelle: Eigene Darstellung.

Systeme, oftmals auch als Ordnungen¹ oder Organisationen² bezeichnet, werden als nach außen abgrenzbare Ganzheiten von in funktioneller Beziehung stehenden (Teil-)Ele-

¹ Vgl. u. a. Malik (1996); S. 210 ff.

² Vgl. u. a. Kieser/Kubicek (1992); S. 44 ff. u. Berger/Bernhard-Mehlich (1995); S. 148 ff. Hier wird von einem strukturellen Organisationsbegriff ausgegangen.

menten mit bestimmten Eigenschaften aufgefaßt.¹ Konstituieren sich die Elemente in *vertikaler Richtung* wiederum aus einem funktionellen Beziehungsgeflecht von Elementen, können sie selbst als übergeordnetes System zu diesen Elementen bzw. als Subsystem zum übergeordneten System beschrieben werden. In diesem Sinne können Elemente als nicht weiter zerlegbare, kleinste noch interessierende Einheiten für die Funktionsfähigkeit eines Systems interpretiert werden. Ein System ist somit in eine vernetzte, hierarchische Struktur aufeinanderfolgender Systemebenen eingebettet, in der es immer zugleich als Teil eines umfassenderen Systems wie auch selbst als umfassenderes System abgebildet werden kann.² Diese Dualität der vertikalen Perspektive deutete sich schon frühzeitig in dem von KOESTLER entworfenen janusköpfigen Gebilde *Holon* an, demnach „*das nach oben, nach höheren Stufen zugewandte Gesicht .. das eines abhängigen Teils; das nach unten, zu seinen eigenen Bestandteilen gewandte Gesicht .. das eines bemerkenswert souveränen Ganzen*“³ ist. Jedes System impliziert demnach zwei gegenläufige Tendenzen, „*die integrative Tendenz, um als Teil des übergeordneten Ganzen zu funktionieren, und die selbstbehauptende Tendenz, um ihre Autonomie zu wahren*“⁴. Während das übergeordnete Ganze gegenüber dem nächst kleineren Teilsystem dessen Zweck und Existenzbedingungen bestimmt, erfüllt das Teilsystem für das übergeordnete Ganze bestimmte Funktionen.⁵ Die Wiederholung der Teil/Ganzheits-Betrachtung ist in die Systemtheorie als *Prinzip der Rekursivität* eingegangen. Bezogen auf kreislauffähige Systeme besagt dieses Prinzip, daß jedes kreislauffähige System sich nur aus kreislauffähigen Subsystemen konstituieren kann.⁶ Ein solches hierarchisches Gebilde zeigt sich bspw. in dem hierarchisch aufgebauten Organisationsmodell der Biosphäre von den Genen über die Zellen, Organe, Organismen, Populationen bis zu den Ökosystemen.⁷ Vergleichsweise integrieren sich mit ULRICH Unternehmensteile in vertikaler Perspektive intern in den Zusammenhang des gesamten Unternehmens sowie extern als soziale Systeme in den Zusammenhang der Gesellschaft.⁸

Diese Teil/Ganzheits-Hierarchie wurde in der neueren Systemtheorie durch die Systemdifferenzierung reformuliert, da insbesondere in den soziologischen Ausläufern der Sy-

¹ Vgl. zum allgemeinen Systembegriff Bertalanffy (1972); S. 32 ff. Das Denken in Ganzheiten, das holistische Denken, läßt sich bis in die Antike zurückverfolgen; vgl. Fuchs (1972); S. 47.

² BEER setzt eine so verstandene Systemarchitektur in seinem *Auflösungskegel*, dem auch die Darstellung der vertikalen Perspektive der Abb. II-1 entspricht, um. Vgl. Beer, entnommen aus Ulrich/Probst (1995); S. 29.

³ Koestler (1978); S. 42. Vgl. darüber hinaus ders. (1978); S. 39 ff.

⁴ Koestler (1978); S. 71. Vgl. darüber hinaus Riedl (1981); S. 99. ff. u. Ulrich (1984a); S. 133 u. S. 234.

⁵ Vgl. Siegwart (1985); S. 97.

⁶ Vgl. Probst (1981); S. 215 ff.; Malik (1996); S. 98 ff.

⁷ Siehe Abb. II-2 sowie O'Neill et al. (1986); S. 55 ff.

⁸ Vgl. Ulrich (1984a); S. 98 f. Weitere Bsp. bei Dyllick (1982); S. 206 f.

stemtheorie davon ausgegangen wird, daß einerseits komplexe Systeme sich nicht grundsätzlich in eine Hierarchie einbringen lassen und daß andererseits jedes Subsystem bzw. Systemelement eine vom Gesamtsystem abweichende Systemumgebung herausbilden kann.¹ Aus diesen Gründen werden System/Umwelt-Differenzen hervorgehoben, so daß sich die obige Teil/Ganzheits-Betrachtung in einer Wiederholung von System/Umwelt-Relationen wiederfindet. Ein System „... besteht vielmehr aus einer mehr oder weniger großen Zahl von operativ verwendbaren System/Umwelt-Differenzen, die jeweils an verschiedenen Schnittlinien das Gesamtsystem als Einheit von Teilsystem und Umwelt rekonstruieren“². Das Hauptkriterium, mit dem generell System/Umwelt-Relationen differenziert werden können, liegt in der Art der Interaktionen eines Systems mit seiner Systemumgebung. Inhaltlich können solche Interaktionen mit unterschiedlichen materiellen und immateriellen Beziehungen systemspezifisch unterfüttert werden, wie es nachstehend durch die Stromgrößen Energie, Materie und Information geschehen wird.³ Bedingt durch den Austauschgrad können demnach drei Systemtypen unterschieden werden:⁴

- *Isolierte (absolut geschlossene) Systeme*: Mit der Umwelt findet kein Austausch statt.
- *(Absolut) offene Systeme*: Mit der Umwelt werden sowohl Energie und Materie als auch Informationen ausgetauscht.
- *(Relativ) geschlossene Systeme*: Mit der Umwelt wird nur Energie ausgetauscht.

Da isolierte Systeme eine Abstraktion zur Vereinfachung physikalischer Analysen darstellen, kann dieser Systemtyp zunächst vernachlässigt werden; erst im Rahmen der thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten wird hierauf zurückzukommen sein. Für die Kennzeichnung der horizontalen und lateralen Perspektiven sind vielmehr offene und geschlossene Systeme von Belang, wobei nach obiger Kennzeichnung geschlossene als Grenzfall offener Systeme interpretiert werden können. Die *horizontale Perspektive* verleiht dem Modell offener Systeme Ausdruck, mit dem die Input-Output-Relationen eines Systems mit seiner Umwelt angesprochen werden. Die Umwelt bezeichnet als Residualgröße die gesamte Systemumgebung, die nicht System ist. Aus dieser Umwelt nimmt das System Inputs von außen auf, transformiert diese in systemeigenen Prozessen und entläßt einen systemspezifi-

¹ Vgl. Luhmann (1985); S. 37 ff. u. S. 242 ff.

² Luhmann (1985); S. 22. Vergleichsweise unterscheidet SAUTER-SACHS zwischen einer Innen- u. Außenwelt eines Systems; vgl. Sauter-Sachs (1992); S. 192.

³ In betriebswirtschaftlicher Sicht wären finanzielle u. personelle Interaktionen hinzuzufügen; vgl. Haas (1997); S. 7.

⁴ Vgl. Bertalanffy (1972); S. 37 ff.; Fuchs (1972), S. 52; Probst (1981); S. 199 ff. u. Baehr (1992); S. 9 f. u. Binswanger, M. (1992); S. 29 f.

schen Output wiederum nach außen.¹ Im Mittelpunkt stehen Anpassungs- und Stabilitätsprozesse des dynamischen Systems an dynamische Umweltveränderungen, die über kybernetische Regelkreise verfeinert werden können.² Ausgehend von Überlegungen zur Selbstregulationsfähigkeit offener Systeme können Systeme über diese Fähigkeit bei Störungen von außen wieder einen stabilen, dynamischen Gleichgewichtszustand erreichen. Kern dieser Leistungen sind zum einen negative, korrigierende, fast spontan ablaufende Rückkopplungs- bzw. Feedback-Effekte, die Abweichungen vom stabilen Gleichgewichtszustand in annehmbaren Grenzen halten - BERTALANFFY spricht von einem *Fließgleichgewicht* des Systems mit seiner Umgebung.³ Zum anderen existieren positive, verstärkende Rückkopplungseffekte, die ein *Explodieren* oder *Einfrieren* des Systems bewirken können, sofern sie nicht im Verbund mit negativen Rückkopplungseffekten auftreten. Dennoch sind vorübergehend positive Rückkopplungen notwendig, um Entwicklungsprozesse in einem System zu entfachen, die das System unter den genannten Bedingung in einen neuen stabilen Gleichgewichtszustand führen.⁴ Diese auf die Angleichung bestehender Strukturen ausgerichtete Selbstregulation wird auch als konservative Selbstorganisation bezeichnet.⁵ Somit stellt Offenheit „... *einerseits eine Gefahr mit den Folgen erhöhter Komplexität, Kompliziertheit, Dynamik und Intransparenz dar. Andererseits bietet sie die Chance, über eine erhöhte Varietät ein größeres und/oder schnelleres Reaktionsrepertoire zu entwickeln*“⁶. Unter diesen Gesichtspunkten kann die Systemumgebung als unbegrenzte, unstrukturierte Residualgröße nicht bestehen bleiben. Werden mit Rückbezug auf die vertikale Perspektive Relationen zwischen System und -umgebung als Wiederholung einer Integration einer offenen Ganzheit in ihre Systemumgebung gedeutet, wird die Systemumgebung als die Menge aller außerhalb des Systems liegenden Systeme verstanden. Eine solche Verknüpfung der vertikalen mit der horizontalen Perspektive ist bei komplexen Systemen nur bei einer Beschränkung auf zwei sich gegenüberliegenden Systemebenen gangbar.⁷ Die für das System relevanten Systeme aus der Systemumgebung werden wiederum als offene Umsysteme

¹ Vgl. Dyllick (1982); S. 169.

² Vgl. zum Regelkreismodell Liesegang/Ullmann (1993).

³ Vgl. Bertalanffy (1972); S. 38; Capra (1983); S. 300 ff.

⁴ Vgl. Vester (1980); S. 60.

⁵ Vgl. Probst (1981); S. 195; Malik (1996); S. 390.

⁶ Bronner (1992); Sp. 1123. Varietät bezeichnet die möglichen Zustände, die ein System einnehmen kann; vgl. Malik (1996); S. 393.

⁷ Ein solcher Bezug zwischen den Perspektiven läßt sich herstellen, da von einer funktionellen Hierarchie ausgegangen wird. Andernfalls kann ein umfassenderes System zwar Teil der Systemumgebung sein, aber die Systemumgebung eines Systems muß nicht zwingend das umfassendere System sein. Vgl. Bülow (1989); S. 61 ff.

me gekennzeichnet, die in wechselseitigem Austausch mit dem fokalen System stehen.¹ Damit können die horizontal verlaufenden Interaktionswege wesentlich differenzierter beschrieben werden. Im Rahmen der biologischen Umweltforschung wurde insbesondere durch den Zoologen VON UEXKÜLL überzeugend dargelegt, daß die Umwelt bzw. die Menge der relevanten Umsysteme als subjektiv selektierter Ausschnitt aus einer subjektiv wahrgenommenen (System-)Umgebung zu interpretieren ist.² In ähnlicher Weise wird in der BWL unter dem Stichwort *Relevanzproblem* diskutiert, unter welchen Gesichtspunkten die Systemumgebung als relevant zu erklären ist.³ Einer solchen Selektionsaufforderung wird vorgeworfen, die ökologische Umwelt aufgrund eines *blinden Gesellschaftsbewußtseins* aus dieser Wahrnehmung von vornherein ausblenden zu können.⁴ Konstituiert sich die Umwelt aber aus objektiven Funktionszusammenhängen und nicht nur aus subjektiven Wahrnehmungszusammenhängen, die ausgehend von einer Referenzebene relational zu bestimmen sind, ist der Zuzug der ökologischen Umwelt nicht unbedingt auszuschließen.⁵ Im Sinne der bisherigen Ausführungen ist die ökologische Umwelt die natürlich wirksame Umwelt, die in Bezug auf den hier zugrundeliegenden Objektbereich bestimmte Funktionen erfüllt. Relevante Umsysteme, mit denen das System ähnliche oder gleiche Relationsmuster unterhält, werden zu bestimmten Umwelten zusammengefaßt.⁶ Da ein so weit gefaßter Umweltbegriff Fragen des Umweltschutzes nicht dienlich ist, wird fortfolgend ein restriktiverer Umweltbegriff angewandt, der Umwelt ausschließlich auf die ökologische bzw. natürliche Umwelt bezieht; andernfalls wird von Umfeld gesprochen. Ähnlich der systemischen Darstellungsweise, aber stärker von Raumbezügen geprägt, wird das Konstrukt von Sphären, wie es häufig in der ökologieorientierten BWL Verwendung findet, mittlerweile in Kombination mit der systemischen Darstellungsweise gewählt. So faßt bspw. LIESEGANG die durch das industrieökonomische System bewegten Stoffströme in der Technosphäre zusammen.⁷ Dieses der Geographie entsprungene Gedankenkonstrukt konzentriert sich nicht nur auf naturwissenschaftlich abgrenzbare Dimensionen, sondern inte-

¹ Das in der Systemumgebung eines fokalen Systems ebenfalls Systeme zu identifizieren sind, begründet sich durch die Annahme, daß Systeme auch von außen abgrenzbar sind; vgl. Pfriem (1995); S. 131 f.

² Vgl. Uexküll (1980); S. 306 ff.

³ Vgl. Kubicek/Thom (1976); Sp. 3983 ff. u. Strebel (1994); S. 752 f. Das Relevanzproblem ist ein theoretisch u. empirisch begründetes Problem, demnach die relevante Systemumgebung letztlich nur situativ zu spezifizieren ist; vgl. Schreyögg (1995); S. 71 f.

⁴ Zur Kritik Immler (1989); S. 194 ff.

⁵ Ein relationaler Umweltbegriff gilt sowohl für die Natur- als auch Sozialwissenschaften, da durch Erweiterung der Systemgrenzen Außenbeziehungen in Innenbeziehungen transformiert werden können. Vgl. Becker (1998); S. 42. Die Bedeutung eines relationalen Umweltbegriffs wird noch in Kap. III hervorgehoben.

⁶ Entgegen der Meinung, die Systemumgebung sei ein nicht weiter zu spezifizierendes Negativkorrelat des Systems; vgl. Luhmann (1985); S. 249.

⁷ Vgl. Liesegang (1992); S. 5; (1993a); S. 386.

griert ebenso durch Menschen geprägte, dimensionslose Sphären. Zumeist werden Sphären wie die Anthro- und Techno- als Teil der Biosphäre abgesteckt, um die Wirkungszusammenhänge systemisch aufzuzeigen.¹ So gesehen kann das Sphärenmodell als eine inhaltliche Einteilung der Systemumgebung verstanden werden. Welche konkreten Formen eine Strukturierung der Systemumgebung annehmen kann, wird in Kapitel III einzelfall-spezifisch erläutert.

In der vorhergehenden Betrachtungsperspektive wurden die Beziehungen im System weitestgehend ausgeblendet. Eine solche intrasystemische Sichtweise fokussiert fortfolgend die *laterale Perspektive*, die sich im Falle einer zusammengesetzten Ganzheit mit den Prozeßbeziehungen der Subsysteme oder Systemelemente auf einer Systemebene auseinandersetzt. Nunmehr steht die Frage im Vordergrund, wie die relational verbundenen (Sub-)Systeme als funktionelle Ganzheit zusammenwirken müssen, um sich gegenüber der Systemumgebung abzugrenzen. Dieser Sachverhalt wird sowohl in der Ökosystemforschung als auch in betriebswirtschaftlichen Ausläufern der Systemtheorie unter dem Stichwort *Emergenz* diskutiert.² Systeme bringen im Laufe ihrer Evolution emergente Systemeigenschaften, „... *das plötzliche Auftreten einer neuen Qualität, die jeweils nicht erklärt werden kann durch die Eigenschaften oder Relationen der beteiligten Elemente, sondern durch eine jeweils besondere »selbstorganisierende Prozeßdynamik«*“³, hervor. So gesprochen erklärt sich ein Kreislaufsystem nicht aus der Betrachtung der einzelnen Subsysteme bzw. Systemelemente, zu denen u. a. das Reduktionssystem zählt, sondern erst aus deren prozessualem Zusammenspiel. Alle Subsysteme oder Systemelemente, die an diesem Prozeß mitwirken, sind dem System zugehörig und bilden durch ihre relationale Verbundenheit die funktionsspezifische Identität des Systems gegenüber der Systemumgebung aus. Angestoßen durch das Konzept der Autopoiese (Selbst-Erzeugung) der Kognitionsbiologen MATURANA/VARELA, rezipiert und modifiziert in der Soziologie durch das Konzept selbstreferentieller Systeme nach LUHMANN, ging diese laterale Perspektive in die neuere Systemtheorie auch unter dem Terminus *operationell geschlossenes System* ein.⁴ Systeme differenzieren sich demzufolge von ihrer Systemumgebung nicht durch Abhängigkeitsrela-

¹ TAUBE identifiziert bspw. Litho-, Hydro-, Atmo-, Bio- u. Technosphäre als die relevanten Sphären der Erde. Vgl. Taube (1988); S. 148 f. u. Eichler (1993); S. 33 ff. BRECKLE faßt hingegen die Biosphäre als Oberbegriff für die Biogeosphäre u. die Biohydrosphäre auf; vgl. Breckle (1993); S. 75. Eine Kombination von Techno- u. Biosphäre geben u. a. Baccini/Brunner (1991); S. 11 ff.; Baccini/Bader (1996); S. 18 ff.

² Vgl. Oberdorfer (1992); S. 315. Näheres bei Krohn/Küppers (Hrsg., 1992).

³ Küppers/Krohn (1992); S. 7 f. (h. i. O.). LORENZ spricht hier von Fulguration; vgl. Lorenz (1974); S. 48.

⁴ Vgl. Maturana/Varela (1980) u. Luhmann (1985); S. 58 ff. In der BWL haben sich u. a. Gomez/Probst (1985); Probst (1987); S. 76 ff. u. Kirsch (1997); S. 271 ff. damit beschäftigt.

tionen zu dieser Umgebung, sondern indem sie *autonom* durch Grenzen “... *definieren was ausgeschlossen wird, zugleich die Bedingungen definieren, unter denen das Eingeschlossene auf sich selbst verwiesen ist*”¹. Die operationelle Geschlossenheit geht davon aus, daß sich die Identität eines System durch ein geschlossenes, funktionelles Netzwerk an Interaktions- und Transformationsprozessen gegenüber der Systemumgebung selbst bedingt bzw. selbst erzeugt. In diesem Sinne gewinnt ein System nicht mehr seine Identität durch reaktive Anpassungsprozesse an bestimmte Umweltveränderungen, sondern aus dem funktionellen Zusammenspiel der Leistungen der einzelnen Systemelemente in einem operationell geschlossenen Prozeßmodus gegenüber der Systemumgebung.² Wird dieser Prozeßmodus durch ein ersatzloses Herausbrechen vernetzter Subsysteme verändert, verändert sich die gesamte Identität des Systems. Vorweggenommen verliert ein Kreislaufsystem seine Identität, wenn ein Reduktionssystem nicht vertreten ist. Demzufolge ist der Rückschluß zulässig, daß sich ein Reduktions- mit einem Produktions(um)system zusammenschließen kann, um die Identität einer Kreislaufwirtschaft zu gewinnen. Die vorhergehende, auf Input-Output-Relationen beruhende intersystemische Umweltdifferenzierung der horizontalen Perspektive wird somit durch eine funktionelle Innendifferenzierung der intrasystemischen Relationsmuster ergänzt. Ergänzt bedeutet in diesem Zusammenhang, daß Autonomie nicht mit Isolation oder Autarkie, die jegliche Bindung von außen unterdrückt, gleichzusetzen ist, sondern daß Autonomie *auch* die Eigenständigkeit eines Systems gegenüber seiner Systemumgebung herausstellt. Zentraler Gedanke des Autopoiese-Konzeptes ist der, daß ein System in materieller und/oder immaterieller Hinsicht zwar offen, bzgl. der system-internen Prozesse oder Operationen aber vollkommen geschlossen gegenüber der Systemumgebung erscheint. So gesehen sind operationell geschlossene Systeme strukturell an die für sie relevante Systemumgebung gekoppelt, erhalten oder entfalten aber ihre Identität von innen heraus.³ Auch hier kann damit abgeschwächt formuliert werden, daß sich eine graduelle Autonomie gegenüber der Systemumgebung an eine graduelle Integration in die Systemumgebung knüpft. Mit LUHMANN kann ein System „... *weder ein ausschließlich selbstreferentiell erzeugtes System noch ein System mit beliebiger Umwelt* ...“⁴ sein, sondern eine Koexistenz und zugleich Koevolution von System und Systemumgebung. Autonomie liegt damit genau dann vor, wenn die Relationen, die das System als Einheit definie-

¹ Willke (1993); S. 63.

² Vgl. Probst (1987); S. 42; Willke (1993); S. 56; Weber (1997); S. 283.

³ Vgl. Maturana (1996); S. 101 f.; Varela (1999); S. 297.

⁴ Luhmann (1985); S. 31.

ren, nur das System involvieren und keine anderen Umsysteme.¹ Insgesamt gesehen zeigt sich die Autonomie in zwei Aspekten. Zum einen reguliert ein System die Aufnahme und Abgabe materieller und immaterieller Größen an die Systemumgebung selbst. Demnach benötigen Systeme zugleich einen direkten, wenn auch selektiven Bezug zur Systemumgebung. Zum anderen erhalten sich autopoietische Systeme selbst, indem sie in zirkulärer Weise an der Erhaltung aller anderen Elemente des Systems mitwirken.² An die strukturbewahrende, konservative Selbstorganisation fügt sich eine evolvierende, dissipative oder innovative Selbstorganisation, die die Notwendigkeit eines Ungleichgewichts zum Systemerhalt in den Vordergrund rückt.³ Dieser Zusammenhang ist allerdings bisher noch nicht in der Ökologie systematisch berücksichtigt worden.⁴ Dennoch zeigt sich mit ROTH eine operationell geschlossene Organisation im ökologischen Metabolismus durch die zirkuläre Reproduktion der Ausgangsbedingungen; die beteiligten Subsysteme verbinden sich über leistungsbezogene Zusammenhänge.⁵ In der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur wird die operationelle Geschlossenheit eines Systems im Rahmen von Netzwerkstrukturen thematisiert.⁶

Eine abwechselnde Kombination dieser Perspektiven kann als Spielart einer intra- und intersystemischen Sichtweise bzw. als eine Kombination der in Kapitel I beschriebenen Transformations- und Interaktionsebenen verstanden werden. Allerdings kann eine solche Kombination nur deskriptiver Natur sein, denn die einzelnen Perspektiven bieten in ihren disziplinären Ausläufern mittlerweile eine unterschiedliche Erklärungskraft. Zusammenfassend müssen bei einer Systemanalyse zwei Fragestellungen verfolgt werden. Zum einen, wie sich ein System selbst (aus-)bildet, und zum anderen, wie sich ein System an seine Systemumgebung koppelt. Damit werden sowohl die materiellen und immateriellen Interaktionen und Transformationen innerhalb und damit zwischen den Subsystemen bzw. Systemelementen eines Systems als auch zwischen einem System und seiner Systemumgebung beschrieben, um ein Verständnis unterschiedlicher Systeme gewinnen zu können. Im Falle der *analogen Perspektive* unter der Funktionsbedingung der Kreislauffähigkeit sind invariante Strukturen bzw. Prozesse *zwischen* den zu vergleichenden Systemen anzuneh-

¹ Vgl. Probst (1987); S. 82.

² Vgl. Roth (1996); S. 263 f.; Kirsch (1997); S. 288.

³ Vgl. Probst (1981); S. 195; (1987); S. 19. STAEHLE führte hierzu den Begriff Kybernetik II ein; vgl. Staehle (1999); S. 41.

⁴ Vgl. Becker (1998); S. 42.

⁵ Vgl. Roth (1996); S. 263 f.

⁶ Vgl. Teubner (1992); S. 189 ff.

men. Hierbei gibt die Beschreibung des Referenzmodells Ökosystem die Reichweite der perspektivischen Darstellung vor.

B. ÖKOLOGISCHE UND INDUSTRIEÖKONOMISCHE SYSTEMARCHITEKTUREN IM VERGLEICH

Aufbauend auf den Grundpfeilern der systemischen Sichtweise werden nachstehend sowohl die Systemarchitektur eines Ökosystems als auch die eines industrieökonomischen Systems modellhaft beschrieben, um sodann einen Vergleich ebendieser Systeme anschließen zu können. Somit tritt gegenüber den vertikalen, lateralen und horizontalen Perspektiven die analoge Perspektive mit Blick auf zwei grundsätzlich unterschiedliche Systeme gemäß der Abbildung II-1 stärker in das Zentrum der Betrachtung. Allerdings ist die isolierte Betrachtung der Systeme künstlich, da das ökologische und industrieökonomische System nicht isoliert nebeneinander existieren, sondern ersteres die Existenzvoraussetzungen für letzteres schafft: *“Actually the systems we isolate mentally are not only included as parts of larger ones, but they also overlap, interlock and interact with one another. The isolation is partly artificial, but is the only possible way in which we can proceed.”*¹ Entsprechend werden die sich auf ein System konzentrierenden Perspektiven nicht detailliert, sondern lediglich aspekthaft abgegriffen. Diese Vorgehensweise ist nicht allein aus operativen Gründen, sondern auch im Hinblick auf den inhaltlichen Fortschritt der Arbeit zweckmäßig. Denn werden Ökosysteme unter ausschließlich ökologischen Fragestellungen betrachtet, eröffnet sich ein Objektbereich, dessen Erkundung bei weitem das hier erforderliche Maß überschreitet. Dennoch bedarf es eines gewissen Erläuterungsumfanges, da mögliche Sprach- und Denkbarrieren bei der interdisziplinären Verknüpfung stets die Gefahr einer irrtümlichen Anwendung eines Begriffsapparates in sich bergen. So werden fortfolgend ökologische Erkenntnisse unter kreislaufspezifischen Gesichtspunkten selektiert. Erst im Anschluß daran werden die Perspektiven in bezug auf das industrieökonomische System konkretisiert, um einen Vergleich anzustreben. Um letztlich die materielle und immaterielle Dimension einer kreislaufgerichteten Reduktionswirtschaft abstecken zu können, sind zunächst folgende Kernfragen zu erörtern:

- Welche Subsysteme konstituieren den natürlichen Kreislauf in einem Ökosystem?
- Welche Funktionen übernehmen die einzelnen Subsysteme?

¹ Tansley (1935); S. 300.

- Welche Relationen im Sinne von Interaktions- und Transformationsprozessen laufen zur Entfaltung und Erhaltung der Kreisläufe ab?

1. Die Systemarchitektur eines Ökosystems

Der Ökosystemansatz bzw. die Etablierung der Systemökologie¹ konnte im Vergleich zum ökologischen Gedankengut im allgemeinen erst relativ spät seine Stellung innerhalb der Naturwissenschaften behaupten. Vorab wurde aber bereits unbewußt mit dessen Inhalten operiert, ohne den Ökosystembegriff und die hieran gebundene Denkschule zu explizieren, so daß von einer komplementären Entwicklung von Ökologie und Systemökologie auszugehen ist.² So deuten sich bereits in den Schriften des Zoologen HAECKELS, der erstmals mit dem Begriff Ökologie 1866 ein abgrenzbares Wissensgebiet prägte, Hinweise hierfür an. HAECKEL definierte Ökologie als *“die gesammte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Aussenwelt, wohin wir im weiteren Sinne alle »Existenz-Bedingungen« rechnen können. Diese sind theils organischer, theils anorganischer Natur”*³. Die als Haushaltslehre bzw. *Oeconomie der Natur* zunächst auf die Beziehungen von Einzelorganismen zu ihrer Umwelt ausgelegte Betrachtungsweise (Autökologie), erfuhr 1877 in den Arbeiten des Zoologen MÖBIUS eine Erweiterung, indem auf einer höheren Betrachtungsebene die Beziehungen von Lebensgemeinschaften bzw. Biozönosen zu ihrer Umwelt bzw. zu ihrem Biotop in den Vordergrund gerückt wurden (Synökologie).⁴ Dieser höheren Betrachtungsebene verlieh erst THIENEMANN Kontur, indem er die funktionellen Wechselbeziehungen der Biozönose zu ihrer Umwelt explizit in eine ökologische Einheit höherer Ordnung integrierte.⁵ Dem britischen Ökologen TANSLEY ist es letztlich zu verdanken, dieses weitreichende Beziehungsgefüge in den Begriff Ökosystem zu fassen: *“These »ecosystems«, as we may call them, are of the most various kinds and sizes. They form one category of the multitudinous physical systems of the universe, which range from the universe as a whole down to the atom.”*⁶ In diesen Ausführungen kam erstmalig nicht

¹ Vgl. u. a. Müller (1984a). Synonym finden auch die Bezeichnungen Ökosystemforschung [Ellenberg (Hrsg., 1973) u. Tobias (1991)] u. Ecosystem Ecology [Pomeroy/Alberts (Ed., 1988) u. Likens (1992)] Verwendung.

² Zur Geschichte der Ökologie vgl. Trepl (1987) u. Bick (1998); S. 1 ff.

³ Haeckel (1866); S. 286 (h. i. O.).

⁴ Vgl. Möbius (1986); zum Begriff der Biozönose insbesondere S. 82 ff. In den 20er Jahren des letzten Jhdts. setzte sich als dritte Säule der Ökologie die Betrachtung der Beziehungszusammenhänge lokaler Populationen zu ihrer Umwelt unter der Bezeichnung Demökologie durch; vgl. Klötzli (1993a); S. 5.; Bick (1998); S. 232 ff.

⁵ Vgl. Thienemann (1925); S. 18 ff. Zum gleichen Zeitpunkt befaßte sich auch der Chemiker Lotka mit einer formalen Zusammenführung ökologischer u. ökonomischer System; vgl. Costanza et al. (1997); S. 38 f.

⁶ Tansley (1935); S. 299 (h. i. O.). In der englischsprachigen Literatur existieren einige Stimmen, die den Begriff der Community dem des Ecosystem vorziehen, da davon ausgegangen wird, daß keine Biozönose ohne ihre Umwelt zu erklären sei; vgl. u. a. Krebs (1994); S. 432 f. u. Begon/Harper/Townsend (1998); S. 471. Siehe auch hierzu die (Ge-

nur die horizontale Systemperspektive explizit zum Tragen, sondern dieser wurde ebenso eine vertikale angegestellt. M. E. kann die Interpretation von Ökosystemen als kognitiv modellierte, ganzheitliche Gebilde neben der Definitionsfixierung als die herausragende Leistung TANSLEY'S für die Systemökologie erachtet werden. Trotz dieser enormen Vorarbeiten und der vorausgehenden Entwicklungsgeschichte diffundierte das Ökosystemkonzept erst in den 50er Jahren in der Ökologie; vornehmlich durch die Arbeiten ODUMS motiviert, der eine intensive Ökosystemforschung bewegte.¹ In der deutschsprachigen Literatur kommt HABER das Verdienst zu, ökologische Fragestellungen über die reine Ökosystemforschung hinaus in andere Disziplinen zu verbreiten.² Im Zuge dieser verstärkten Auseinandersetzung mit ökosystemaren Zusammenhängen entfaltete sich eine aktive Zusammenarbeit naturwissenschaftlicher, aber auch ökologischer Forschungsbereiche untereinander, die bis dahin relativ abgegrenzte Objektbereiche fokussierten. Aber auch das allgemeine Interesse erwachte infolge der ökologischen und zugleich ökonomischen Krisen in den 70er Jahren, die Fragen nach den Wirkungen anthropogener Tätigkeiten auf Ökosysteme sowie nach den zeitverzögerten Rückwirkungen auf die industrieökonomischen Systeme nach sich zogen.³ Hierauf gründeten sich neue Aufgabenbereiche der Ökologie, die insbesondere dem Menschen sowie seiner Einflußnahme auf die Ökosysteme und folglich auf die eigenen Lebensgrundlagen zentrale Bedeutung einräumten.⁴ Entsprechend setzt sich die moderne Systemökologie neben der Analyse von Strukturen, Funktionen und Prozessen der Ökosysteme verstärkt mit globalen Veränderungen sowie nachhaltig nutzbaren Systemen auseinander.⁵ Die Ökologie emanzipierte sich zur eigenständigen Disziplin mit einem breit angelegten Objektbereich, der entsprechend der Abbildung II-2 in einer Anbindung vertikaler und horizontaler Perspektiven alle direkten und indirekten Wechselbeziehungen zwischen Organismen sowie Organismengruppen zu ihrer jeweiligen abiotischen und biotischen Umwelt umreißen.⁶

gen-)Argumente TANSLEY'S. (1935); S. 296 f. Ähnlich stellt auch der in der russischen Literatur bevorzugte Begriff Geobiozönose nach SUKACHEV auf konkrete Ökosysteme statt auf allgemeingültige Ökosystemkonzepte ab, vgl. Sukachev/Dylis (1964); S. V u. S. 13.

¹ Bahnbrechend das 1953 erschienene Werk *Fundamentals of Ecology*, mittlerweile in 2. Aufl. in dt. Übersetzung [Odum (1983)], in dem eine prozessual-funktionelle Sicht propagiert wird. Siehe zu anderen Sichtweisen O'Neill et al. (1986); S. 8 ff.

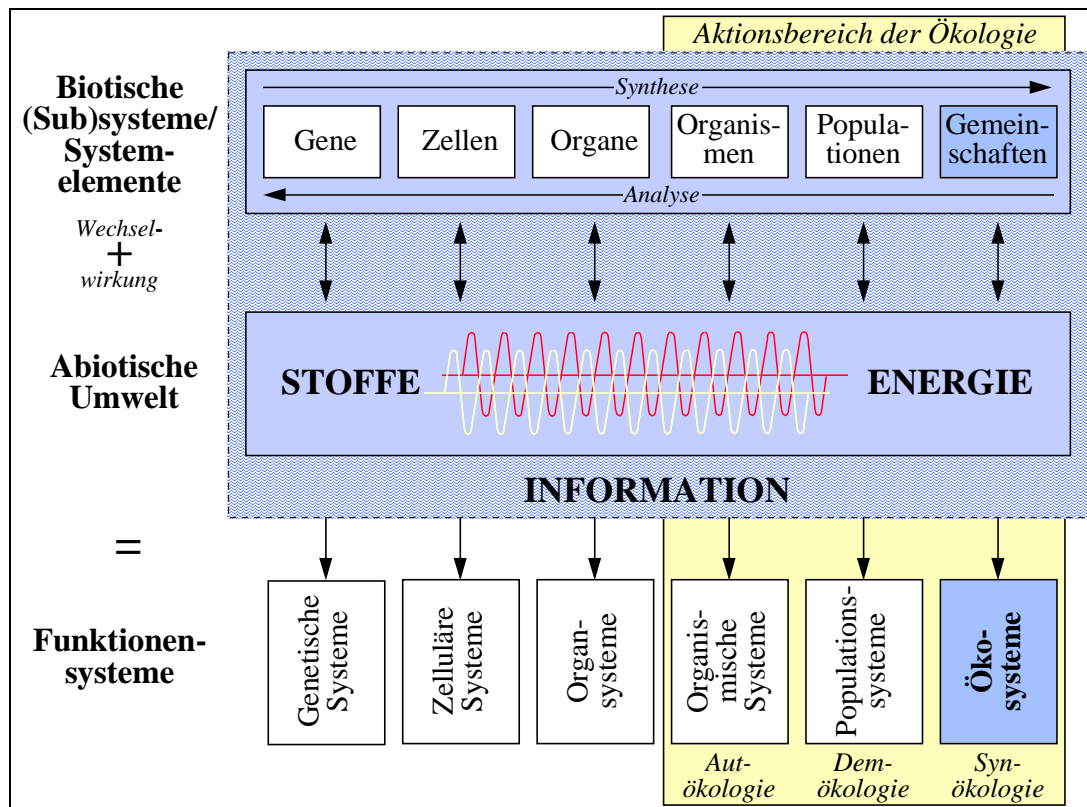
² Vgl. Haber (1980); (1993a).

³ Wegweisend hier das *International Biological Programme* (IBP) von 1964-1974 sowie fortführend das 1971 von der UNESCO gestartete Programm *MAB - Man and the Biosphere*.

⁴ Hieraus entwickelten sich Forschungsbereiche, in denen humanökologische Fragestellungen i. w. S. eine ausschlaggebende Rolle spielen. Vgl. u. a. Odum (1983); S. 673 ff.; Heinrich/Müller (1984); S. 345 ff.; Bick (1998); S. 247 ff.

⁵ Vgl. O'Neill et al. (1986); Haber (1992); S. 13 ff. u. ders. (1995); S. 17 ff.; Klötzli (1993b); S. 289 f.

⁶ Vgl. Müller (1984a); S. 14; Bick (1998); S. 8 ff.

Abb. II-2: Der Objektbereich der Ökologie

Quelle: Leicht modifiziert nach Odum (1983); S. 5 u. (1999); S. 3.

Diese Abbildung zeigt, daß sich die Systemökologie zu einer tragenden Säule der Ökologie ausgebildet hat. Sie liefert das Denkwerkzeug, um die grundlegenden biotischen und abiotischen Strukturen analytisch und synthetisch zu spezifizieren. Die so hierarchisch nach Organisationsstufen geordneten, sich umgebenden biotischen Subsysteme bzw. Systemelemente einer bestimmten Betrachtungsebene entwickeln jeweils in Wechselwirkung mit ihren abiotischen Umwelten ein übergeordnetes, emergentes Ganzes, ein sogenanntes Funktionensystem. Wie bereits bei TANSLEY angeklungen, wird das komplexeste, auf der höchsten Betrachtungsebene liegende Funktionensystem durch die Ökosysteme repräsentiert. Die Biosphäre bildet als Gesamtheit der Erdoberfläche einschließlich aller Organismen das größtmögliche und damit globale Ökosystem ab.¹ Ökosysteme formen demzufolge ihre Identität durch ein funktionell zusammenhängendes Wirkungsgefüge unterschiedlicher Subsysteme bzw. Systemelemente, die untereinander und mit ihrer abiotischen Umwelt in energetischer, stofflicher und informationeller Wechselwirkung stehen.² Sollen fortfolgend

¹ Aus diesem Grunde wird die Biosphäre auch als Ökosphäre bezeichnet; vgl. Breckle (1993); S. 75.

² Vgl. Bick (1998); S. 23; Klötzli (1993a); S. 50 f.; Tischler (1993); S. 144 f. u. Odum (1999); S. 7. Die Unterscheidung, Stoff, Materie, Energie ist in manchen Veröffentlichungen äußerst verschwommen. Das mag daran liegen, daß die begriffliche Trennung aufgrund der Relativitätstheorie naturwissenschaftlich nicht haltbar ist. „Als Materie wird alles bezeichnet, was eine Masse und Raumerfüllung hat. Materie liegt entweder als homogener Stoff oder als Stoffmischung vor.“ SRU (1991); Tz. 16. Werden fortfolgend Stoff u. Materie gegenüber der Energie gleichgesetzt, ist zu beachten,

die Eigenschaften eines solchen Funktionensystems als Ganzes beschrieben werden, ist es unter Rückgriff auf die Emergenzeigenschaften von Systemen zweckmäßig, die relationalen Beziehungen der das übergeordnete Funktionensystem konstituierenden Subsysteme stets mitzudenken.

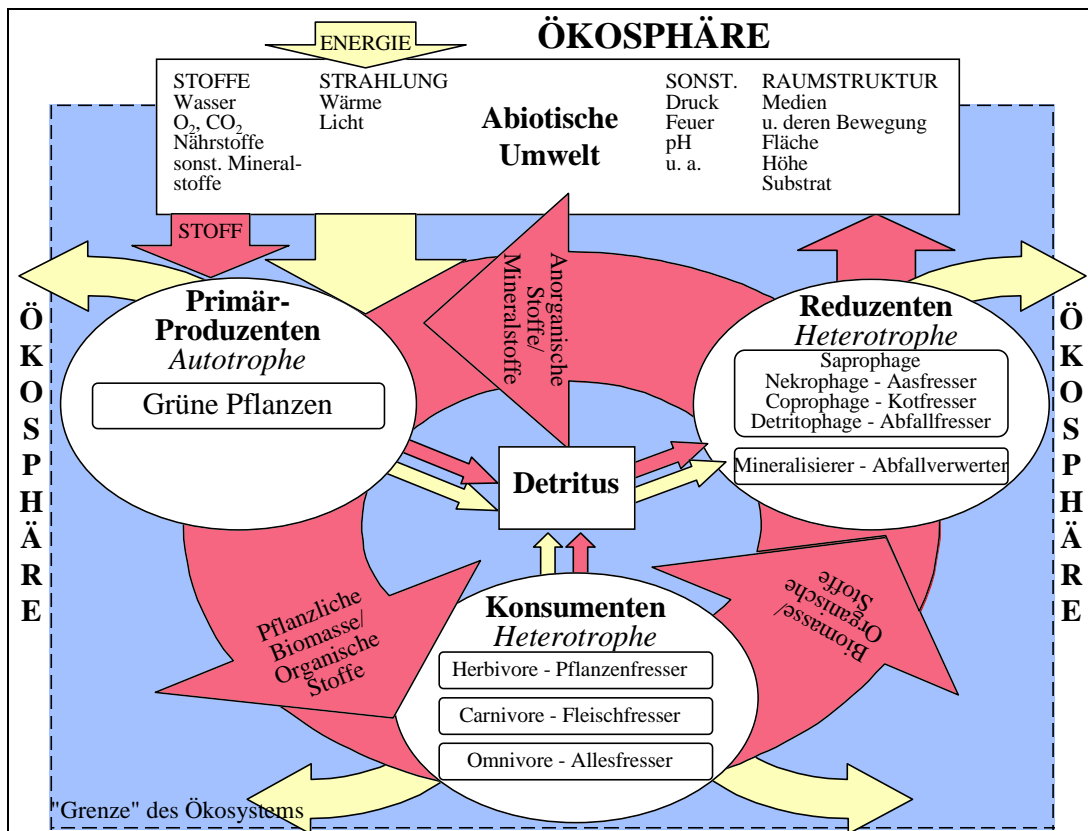
a) Grundmodell eines Ökosystems

Das hier gewählte Grundmodell eines Ökosystems ist auf einem hohen Abstraktionsniveau angesiedelt. Es werden nur die konstitutiven und fakultativen Merkmale ins Kalkül gezogen, die das Ökosystem als funktionelle, abgrenzbare Einheit unter dem Blickwinkel der Kreislaufwirtschaft hinreichend zu beschreiben vermögen. Der Vielfalt, Verschieden- und auch Einzigartigkeit realer Ökosystemtypen kann dabei ebensowenig Rechnung getragen werden wie den zeitlichen, räumlichen Dimensionen und den Eigenschaften der jeweils zugrundeliegenden abiotischen Umweltmedien.¹ Das Modell abstrahiert weitestgehend von diesen realen Bedingungen, so daß auf die das Ökosystem als Einheit formierenden und abgrenzenden funktionellen Gesetzmäßigkeiten abgestellt werden kann. Dennoch kann ein solches, in Abbildung II-3 dargestelltes Modell ein prinzipielles Verständnis für die maßgeblichen Zusammenhänge eines Ökosystems gewähren.

daß aus stofflichen Energieträgern wie Rohöl, Treibstoff, Kohle, Gas, Uran, Wasser, Nahrung usf. Energie gewonnen wird. Vgl. Strebel (1980); S. 27.

¹ Vgl. Heinrich/Marstaller/Bährmann (1984); S. 264 ff. u. Tischler (1993); S. 155 ff. Räumliche Unterschiede zeigen sich insbesondere in den bereits erwähnten Sphärenmodellen, die modellhaft die Raumanalyse betonen. Vgl. zum Geosphärenmodell Taube (1988); S. 148 f.; Eichler (1993); S. 33 ff. Eine Hierarchie unterschiedlicher Ökosystemtypen wurde von ELLENBERG entworfen; vgl. Ellenberg (1973b); S. 235 ff.

Abb. II-3: Grundmodell eines Ökosystems



Quelle: In Anlehnung an Ellenberg (1973a); S. 3; ders. (1996); S. 103 u. Haber (1993a); S. 16.

Grundlegende Bausteine eines Ökosystems zeigen sich in der abiotischen Umwelt, den biotischen Systemelementen bzw. Subsystemen sowie den Relationszusammenhängen zwischen diesen konstituierenden Merkmalen. Bereits die Abbildung II-2 deutete an, daß die Subsysteme wiederum als funktionelle Einheiten gegenüber dem übergeordneten Ganzen und gegenüber den auf gleicher Systemebene liegenden Subsystemen identifiziert werden können.¹ Determinierend ist hierbei die Vernetzung über die verbindenden Relationsmedien Energie, Stoff und Information. Unter Zugrundelegung dieser Kriterien haben sich in stetigen (ko-)evolutiven Prozessen² drei funktionelle Subsysteme herausgebildet: autotrophe Produktions- sowie heterotrophe Konsumtions- und Reduktions(sub)systeme. Die relevante Systemumgebung für das gesamte Ökosystem bezieht sich auf die abiotische Umwelt, auf der Systemebene der Subsysteme zusätzlich auf die jeweilige biotische Umgebung.³

¹ In der Realität ist eine funktionelle Bündelung der Organismen nicht zwingend, da bestimmte Populationen oder Organismenarten in einem Ökosystem unterschiedliche Funktionen erfüllen können. So können bspw. Algen in aquatischen Ökosystemen sowohl produzierend als auch konsumierend vertreten sein; vgl. Bick (1998); S. 12 ff.; Odum (1999); S. 78 f.

² Einen Überblick über Zeitspannen der Evolution des Erdökosystems gibt Klötzli (1993a); S. 12 ff. Der Prozeß der Evolution bzw. Koevolution erfolgt zumeist in sehr langen Zeiträumen, so daß sich jüngere Ökosysteme noch nicht durch eine vollständig zirkulär verlaufende Funktionenverbindung auszeichnen: Vgl. Remmert (1992); S. 213.

³ Zur biotischen Umwelt siehe Schubert (1993); S. 81 ff., zur abiotischen Meyer (1993); S. 15 ff.

In der einschlägigen ökologischen Literatur setzt sich die *abiotische Umwelt* grundsätzlich aus der Gesamtheit der Faktorenkomplexe zusammen, die den Rahmen für die Entfaltung und Erhaltung ökosystemarer Zusammenhänge bilden. Neben den sogenannten sekundären abiotischen (Standort-)Faktoren treten vom funktionellen Standpunkt aus vornehmlich die primären abiotischen Faktoren in den Vordergrund, die für alle Ökosysteme gleichermaßen eine essentielle funktionelle Wirkung über die biotischen Subsysteme erzeugen.¹ Hierzu zählen im wesentlichen alle energetischen Faktoren in Form von Strahlungsenergie sowie alle stofflichen Faktoren in Form von anorganischen Substanzen wie Nähr- und Spurenelemente, die zwischen der abiotischen Umwelt und dem Ökosystem wechselseitige Input-Output-Relationen beschreiben.² Zunächst kommt ausschließlich dem *Produktionssystem* bzw. den Produzenten die Funktion zu, aus den durch die abiotische Umwelt zur Verfügung gestellten anorganischen Bausteinen durch externe (Sonnen-)Energiezufuhr organische, energiebeladene Stoffe zu synthetisieren (Photosynthese). Die somit gewonnene chemische Energie bildet nicht nur das Fundament für den Aufbau sowie für den Erhalt des eigenen Stoffwechsels und der eigenen Substanz der Produzenten, sondern für alle anderen Organismen ebenfalls.³ Allgemein wird somit in der Ökologie mit Produktion der Zugewinn an der in Form organischer Stoffe gespeicherten Energie eines Systems pro Zeiteinheit und pro Fläche ausgedrückt.⁴ Die funktionelle Sonderstellung der Produzenten, aus anorganischen organische Stoffe zu erzeugen, begründet die Kennzeichnung als autotrophe Primärproduzenten. Die vom Produktionssystem produzierten, organischen energiebeladenen Stoffe werden vom *Konsumtionssystem* bzw. von den Konsumenten aufgenommen, um wiederum den eigenen Stoffwechsel und die eigene Substanz aufbauen sowie erhalten zu können.⁵ So gesehen vereinen die Konsumenten einerseits die Funktion der Primärkonsumtion, andererseits die der Sekundärproduktion in sich, da sie die eigenen Lebensvoraussetzungen sowie die der nachfolgenden Organismen schaffen. Die von den Produktions- und Konsumtionssystemen ausgeschiedenen, toten organischen Stoffe gehen

¹ Zu den sekundären abiotischen Faktoren siehe Meyer (1993); S. 15 ff. u. Bick (1998); S. 8 ff.

² Aus der Sichtweise der einzelnen Organismen grenzen BEGON ET AL. die primären gegenüber den sekundären abiotischen Faktoren durch die Bezeichnung Ressource ab, worunter alle lebensnotwendigen Faktoren gefaßt werden, die nicht die Umweltbedingungen beschreiben, sondern von den Organismen verwendet werden; vgl. Begon/Harper/Townsend (1998); S. 57 ff.

³ In der Mikrobiologie wird darüber hinaus die Chemosynthese unterschieden, bei der nicht die Sonnenenergie, sondern die durch Oxidation von Stoffen freiwerdende chemische Bindungsenergie Motor für den Aufbau u. Erhalt eigener Körpersubstanz ist. Diese Energiequelle können allerdings nur Blaualgen u. andere Bakterien nutzen. Vgl. Müller/Schäller/Heinrich (1984); S. 25.

⁴ Vgl. Remmert (1992); S. 247; Haber (1993a); S. 45; Odum (1999); S. 49.

⁵ Damit zählen auch die Menschen unter biologischen Gesichtspunkten zu den Konsumenten. Aufgrund der Quantität u. Qualität des menschlichen Konsumanspruches sprechen STUMM/DAVIS auch von einem *geochemischen Manipulator*; vgl. Stumm/Davis (1972); S. 30.

entweder als energie- und nährstoffreicher Bestandsrückstand in den sogenannten Detritus ein oder werden direkt vom *Reduktionssystem*, auch als Reduzenten, Destruenten, Dekomponenten oder Transformanten bezeichnet, konsumiert. Angetrieben durch die in den organischen Substanzen verbleibende Restenergie werden diese wieder in die anorganischen Grundbausteine CO₂, Wasser und mineralische Nährstoffe zerlegt.¹ Schwer abbaubare Stoffe des Detritus werden hingegen zu (Dauer-)Humus, einer neuen bodeneigenen Stoffgruppe, umgebildet und vorerst dem Kreislauf entzogen.² Die Reduzenten setzen sich arbeitsteilig sowohl aus den aufbereitenden Abfallfressern, die die ausgeschiedenen und toten organischen Stoffe zerkleinern, fressen und als Kot, Exkret oder Sekret ausscheiden, als auch aus Mineralisierern, die diese organischen Reste chemisch abbauen, zusammen.³ In Abgleich zu den Produzenten und Konsumenten können Reduzenten ebenfalls als Sekundärkonsumenten sowie als Tertiärproduzenten interpretiert werden.⁴ Die anorganischen Bausteine können sodann vom Produktionssystem zum erneuten organischen Stoffaufbau verwendet werden - der Kreislauf schließt sich. Jedes System erfüllt demnach aus der Sicht des vorhergehenden Systems konsumtive, aus der Sicht des nachfolgenden Systems produktive Funktionen. Gleichzeitig werden nur Stoffe an die nachfolgenden Systeme weitergegeben, die auch von diesen weiterverwendet werden können. Insofern zeigen sich in jedem System auch reduktive Funktionen. Ausgehend von den Produzenten erfolgt mit jedem Subsystem ein Zurückführen dieser Stoffe in die anorganische Zustandsform, die wiederum von den Produzenten genutzt werden kann.⁵ Erst aus der Gesamtsicht Ökosystem gewinnen dann die Subsysteme ihre jeweilige Hauptfunktion. Diese Mehrfunktionalität der einzelnen Systeme wird noch bei der Darstellung des *Reproduktionsringes* eine große Rolle spielen.

So geformte Kreislaufprozesse können einerseits als *kurzer Kreislauf* mit einer Minimalausstattung aus Produzenten, die organische aus anorganischen Stoffen aufbauen, und Reduzenten, die wiederum organische in anorganische Stoffe abbauen, beschrieben wer-

¹ Die hier vorgenommene Trennung zwischen Reduzenten u. Konsumenten ist nicht einheitlich in der Literatur geklärt, da Reduzenten zunächst tote organische Stoffe konsumieren, bevor sie sie verwerten. Da dieser Prozeß der Konsumtion als Vorstufe zum Verwertungsprozeß zu werten ist, ist die Subsumierung unter das Reduktionssystem verständlich. ODUM unterscheidet aus diesem Grunde zwischen Makro- u. Mikrokonsumenten, BICK zwischen Lebend- u. Totmaterialverzehrern. Vgl. Odum (1999); S. 9 u. Bick (1998); S. 16. Davon abweichend Heinrich/Marstaller/Bährmann (1984); S. 298.

² Da die Bildung von Dauerhumus nicht notwendigerweise in allen Ökosystemen auftreten muß, wurde in der Abb. II-3 auf die Darstellung verzichtet. Vgl. Ziegler (1993); S. 503; Odum (1999); S. 33 ff.

³ Vgl. Ziegler (1993); S. 502 f.; Ellenberg (1996); S. 104. Ausführlich zu den Reduzenten vgl. Begon/Harper/Townsend (1998); S. 271 ff.

⁴ Maximal kann ein Ökosystem aus 5-6 Subsystemen bestehen; vgl. Haber (1993a); S. 48; Tischler (1993); S. 147.

⁵ Vgl. Bick (1998); S. 35 f.

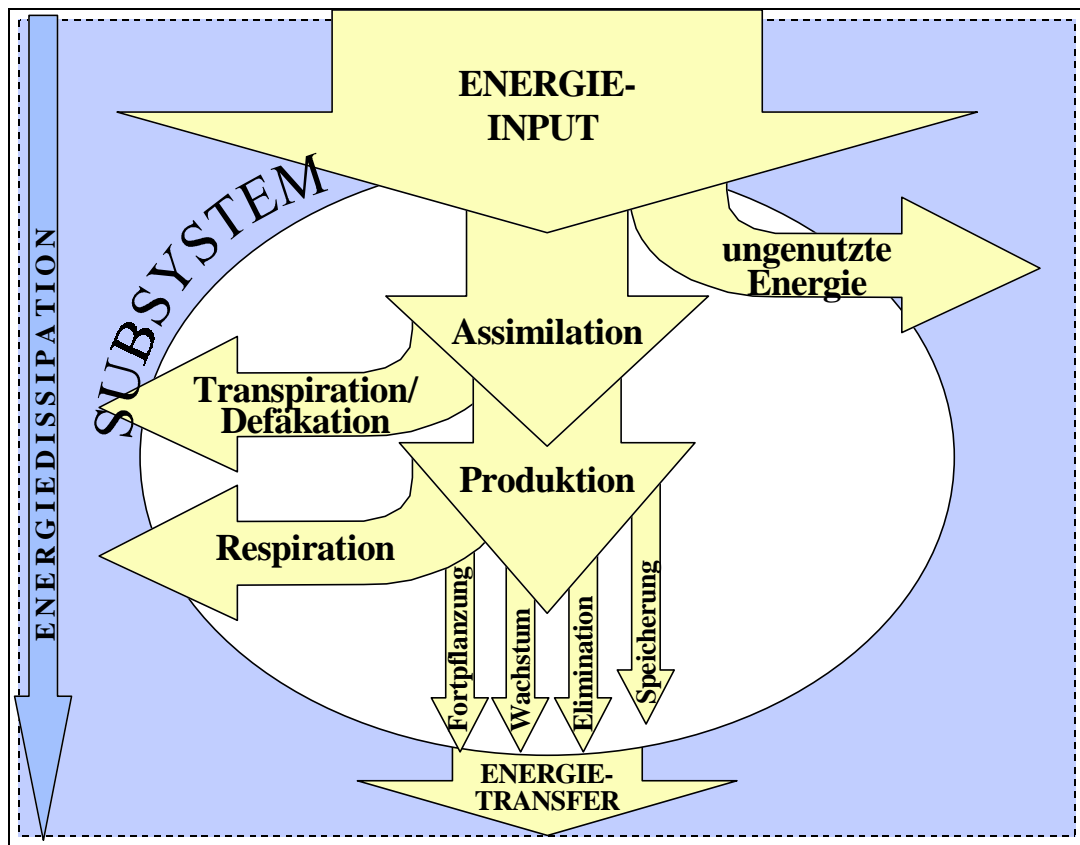
den; andererseits als *langer Kreislauf*, bei dem zusätzlich die stoffumbauenden Konsumenten bei der Stoffweitergabe zwischengeschaltet sind.¹ In diesem Sinne kann ein Ökosystem durch die Kreislaufprozesse als operationell geschlossenes System interpretiert werden, das dezentral verteilte Funktionen herausbildet und prozessual zusammenschließt sowie strukturell an die Umwelt über einen steten Energieaustausch gekoppelt ist. Um ein Verständnis für diese laterale Perspektive zu gewinnen, werden fortfolgend die strukturellen Relationsprozesse des Ökosystems näher durchleuchtet.

b) Prozeß einer natürlichen Kreislaufwirtschaft

Der Prozeß einer natürlichen Kreislaufwirtschaft wird dann ersichtlicher, wenn die Energie-, Stoff- und Informationsflüsse innerhalb und zwischen den grundlegenden Subsystemen betrachtet werden. Auf der Ebene der Subsysteme stehen nicht die ökosystemaren Kreislaufprozesse, sondern der in einem Subsystem ablaufende Stoffwechselprozeß bzw. *Metabolismus* im Vordergrund. In den Naturwissenschaften umreißt der Begriff Metabolismus " ... die Gesamtheit der biochemischen Vorgänge, die in pflanzlichen, tierischen und menschlichen Organismen ablaufen und dem Aufbau, Umbau und der Erhaltung der Körpersubstanz sowie der Aufrechterhaltung der Körperfunktionen dienen"². Die vorhergehenden Ausführungen haben gezeigt, daß die einzelnen Stoffwechselprozesse der Produzenten, Konsumenten und Reduzenten zusammengenommen ein interdependentes Netz bilden, indem jeder Organismus als offenes System Stoffe, Energie und Informationen aufnimmt, transformiert und wieder abgibt. Demzufolge ist die Funktionsfähigkeit von Stoffwechselprozessen in den biotischen Subsystemen bzw. Organismen an den Austausch von Stoffen, Energie und Informationen gebunden. Abbildung II-4 zeigt den schematischen *Energiefluß* innerhalb und zwischen den Subsystemen.

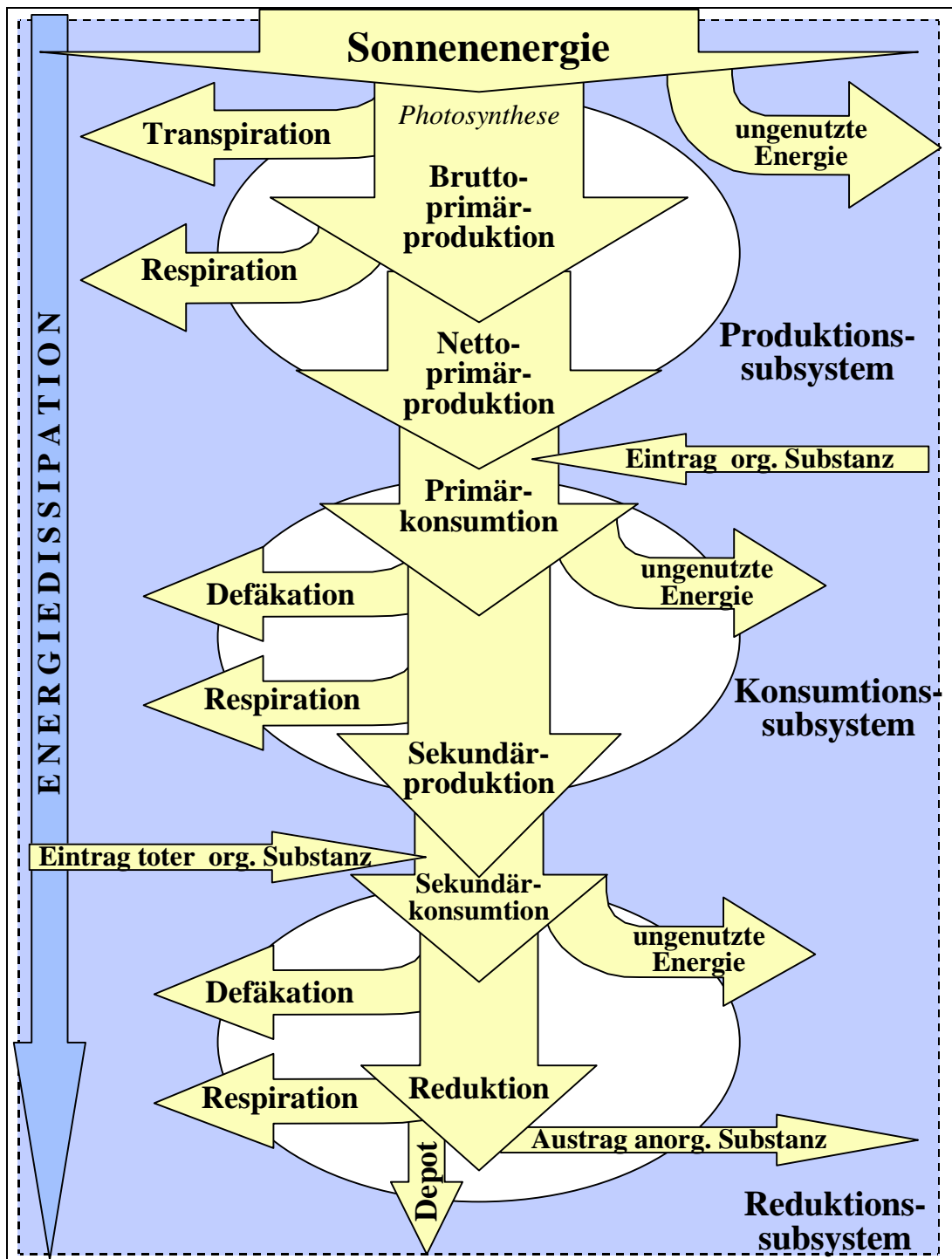
¹ Vgl. Remmert (1992); S. 213; Bick (1998); S. 23 f.

² Ayres/Simonis (1993a); S. 3; (1993b); S. 235 u. (1999); S. 43. Der griechische Stamm *metabol* bedeutet veränderlich, mit ständig wechselnder Körpergestalt. Damit werden die Erkenntnisse der Autökologie stärker herangezogen.

Abb. II-4a: Modell des Energieflusses in einem Subsystem des Ökosystems

Quelle: In Anlehnung an Bick (1998); S. 30; Begon/Harper/Townsend (1998); S. 506;
Odum (1999); S. 70 f. u. 76.

Abb. II-4b: Modell des Energieflusses im Ökosystem



Quelle: In Anlehnung an Bick (1998); S. 30; Begon/Harper/Townsend (1998); S. 506; Odum (1999); S. 70 f. u. 76.

Bei jeder Übertragung energiehaltiger Stoffe entlang des Kreislaufprozesses nimmt die verfügbare Energie aufgrund ungenutzter Energie, Transpiration/Defäkation und Respiration in den einzelnen Subsystemen ab (Abbildung II-4a). Der durch die Produzenten zur Photosynthese absorbierte Anteil der Strahlungsenergie wird in der Brutto-Primärproduktion in chemischer Energie fixiert. Davon verbrauchen die Produzenten selbst für den zu erhaltenden Betriebsstoffwechsel und den körpersubstanzbildenden Baustoffwechsel um

10-50 % durch Respiration. Die dann noch verbleibende, in den Geweben der Produzenten gespeicherte Netto-Primärproduktion steht den folgenden heterotrophen Organismen generell als Energiequelle zur Verfügung.¹ Auch in den nachfolgenden Subsystemen wird nach Abzug ungenutzter sowie ausgeschiedener Energie die assimilierte Energie jeweils zu 90-99 % im Betriebsstoffwechsel verbraucht, wohingegen 1-10 % durch den Baustoffwechsel in Nucleinsäuren, Eiweißen, Fetten usw. gespeichert werden und damit entsprechend der oben benannten Sekundärproduktion für die folgenden Subsysteme zugänglich wären.² Demzufolge verläuft der Energiefluß in Richtung eines Potentialgefälles von einem Energieniveau mit hohem Nutzwert zu einem mit geringerem Nutzwert.³ Der bei weitem größte Anteil der auf ein Ökosystem insgesamt treffenden Strahlungsenergie verläßt im Verlauf des in Abbildung II-4b angedeuteten Energieflusses das Ökosystem in Form von nicht weiter nutzbarer Wärmeenergie. Insofern könnten die Prozesse in einem Ökosystem insgesamt gesehen ohne weiteres als energetisch ineffizient bzw. verschwenderisch, innerhalb der gesetzten Umweltbedingungen wiederum als energetisch effizient bezeichnet werden.⁴ Die Effizienz drückt sich dadurch aus, daß die an die Produzenten gebundene Aufnahmekapazität des Ökosystems maximal genutzt wird (Maximumprinzip).⁵ Mit den Worten TISCHLER'S vereint die Natur in sich das funktionelle, handwerkliche und das künstlerische.⁶

Während Energieflüsse ein Ökosystem auf Einbahnwegen von einem verfügbaren Zustand in einen weniger verfügbaren Zustand durchziehen, zeichnen *Stoffflüsse* Kreisläufe. Da Stoffkreisläufe sowohl anorganische als auch organische Komponenten enthalten, werden sie auch biogeochemische Kreisläufe genannt. Diese Kennzeichnung soll zum Ausdruck bringen, daß neben den kreislaufgerichteten Stromgrößen abiotische und biotische Bestands- bzw. Zustandsgrößen in Form von Reservoirs oder Lagern in Kreisläufen existieren. Die Bildung von Erdöl, Riffen oder Kalkstein ist bspw. auf die langfristige Akkumulation von Stoffen in abiotischen Reservoirs zurückzuführen. Es werden des weiteren globale, gasförmige von lokalen, sedimentären Kreisläufen unterschieden.⁷ In entsprechend un-

¹ Vgl. Tischler (1993); S. 146. Der Ökologische Wirkungsgrad der Strahlungsenergie beläuft sich bei der Nettoprimärproduktion auf ca. 1-2 % der Strahlungsenergie; vgl. Bährmann (1993b); S. 275 ff.; Bick (1998); S. 26; Odum (1999); S. 47.

² Vgl. Krebs (1994); S. 633; Heinrich/Hergt (1998); S. 41 ff.

³ Vgl. Tischler (1993); S. 146; Bick (1998); S. 25.

⁴ Im Gegenzug dazu erhöht sich aber die Effizienz von Subsystem zu Subsystem; vgl. Bährmann (1993a); S. 105.

⁵ Vgl. Binswanger, M. (1992); S. 103.

⁶ Vgl. Tischler (1993); S. 2.

⁷ Vgl. Heinrich/Marstaller/Bährmann (1984); S. 311; Klötzli (1993a); S. 96 ff.; Odum (1999); S. 103. Zu den gasförmigen Kreisläufen zählen Wasser-, Kohlenstoff-, Sauerstoff- u. Stickstoffkreisläufe, zu den Stoffen in sedimentären Kreis-

terschiedlichen zeitlichen und räumlichen Dimensionen spielen sich die Kreisläufe ab.¹ Im Sinne eines Modells sind eng gehaltene Stoffkreisläufe von Relevanz, die den Bahnen des Energieflusses der Abbildung II-4 mit erneutem Anschluß an die Produzenten folgen, wie es für typische Kreisläufe von Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel und Calcium zu beobachten ist. Als Beispiel dient der Kreislauf von *Schwefel*, der in den Hauptzügen einen biogeochemischen Kreislauf vorstellt und in dem die Reduzenten eine dominierende Rolle einnehmen. Schwefel wird als mineralisch vorkommendes Sulfat aus den wichtigsten abiotischen Schwefellagern, der Hydro-, Litho- und Pedosphäre, nur in geringen Mengen aus der Atmosphäre, durch die Produzenten aufgenommen und in Eiweißstoffe eingebaut, in denen Schwefel ein essentieller Bestandteil bestimmter Aminosäuren darstellt. Somit liegt neben den abiotischen Reservoirs ein weiteres Schwefelstoffreservoir in den Organismen selbst. Über die Nahrungskette sowie über den Detritus gelangen schwefelhaltige Verbindungen letztlich zu den Reduzenten, für die ebenfalls die Schwefelzufuhr einen wichtigen Bestandteil des Stoffwechsels einnimmt. In unterschiedlichen, aufeinanderfolgenden Zersetzungsprozessen setzen die Reduzenten entweder direkt Sulfate oder zumeist indirekt über Sulfide bzw. Schwefelwasserstoffe in den genannten Reservoirs für die Produzenten frei.² Eine solche Schlüsselrolle kommt den Reduzenten in nahezu allen Stoffkreisläufen zu, so daß generell die Rate der Abbauprozesse vergleichbar mit der der Aufbauprozesse ist.³ Für die einzelnen Subsysteme gilt, daß sie eine stete Energie- und Stoffzufuhr benötigen, um die Verluste durch Stoffwechsel, Wachstum und Fortpflanzung auszugleichen. Zum Erhalt des eigenen Stoffwechsels und zum Aufbau der körpereigenen Substanz werden ständig hochwertige Stoffe und Energie aus der Umgebung zu- und minderwertigere Stoffe und Energie an die Umgebung abgeführt, die dann wiederum für die nachfolgenden Systeme Zufuhr relativ hochwertiger Stoffe bedeuten. Dieser nicht endende Stoffkreislauf ist gangbar, weil aufgrund eines qualitativ und quantitativ beschränkten Stoffspektrums die Stoffe konvertibel sind und weil die notwendige Energiezufuhr gewährleistet ist.⁴ Die Subsysteme sind im Kontext eines Ökosystems selbst Durchflußsysteme, die in ständigem Stoff- und Energieaustausch mit ihrer Umgebung stehen und sich erst in ihrer relationalen

läufen Phosphor, Schwefel, Kalium, Natrium, Kalzium, Magnesium, Silizium, Eisen u. weitere Spurenelemente. Vgl. Tischler (1993); S. 148.

¹ Vgl. die Darstellung bei SRU (1991); Tz. 26 sowie die Ausführungen bei Taube (1988); S. 145 ff.; Baccini/Brunner (1991); S. 37 ff.

² Vgl. Odum/Reichholf (1980); S. 91 ff.; Odum (1991); S. 130 f.; (1997); S. 131 f. Insgesamt existieren 13 Gattungen an spezifischen Reduzenten, die am Schwefelzyklus beteiligt sein können; vgl. Odum (1999); S. 30.

³ Vgl. Fritsche (1993); S. 199. Neueren Studie zufolge läßt eine hohe Diversität bei den Produzenten u. Reduzenten auf eine hohe Effizienz des Ökosystems schließen; vgl. o. V. (2000h).

⁴ Vgl. SRU (1991); Tz. 30.

Verbundenheit zu einem geschlossenen Kreislaufsystem zusammenschließen. Der geschlossene Stoffkreislauf selbst ist auf die Aufnahme von Strahlungs- und die Abgabe von Wärmeenergie angewiesen.¹ Der negativ besetzte Terminus *Abfall* kann somit nur noch als ein Begriff aus der technisch-industriellen Welt erkannt werden. Andernfalls hätten sich die im Zeitablauf unwiederbringlich aus den Stoffkreisläufen ausgeschiedenen Abfälle „zu gewaltigen »Müllbergen« aufgetürmt und jedes Leben unter sich begraben“².

Eng an die Energieflüsse und Stoffkreisläufe eines Ökosystems ist ein dichtes, rückgekoppeltes und interdependentes *Informationsnetz* geknüpft. Das Ausmaß eines solchen Informationsnetzes wird augenscheinlich, wenn die Systemebenen der Abbildung II-2 zusätzlich vernetzt werden. Zudem kommen nicht alle Informationen einer tieferliegenden Systemebene auf einer höherliegenden Ebene zum Ausdruck.³ Über die Zufuhr können Stoffe und Energie auf ein Subsystem einwirken und damit gewisse Änderungen in ihm hervorrufen, die über deren Abfuhr in umgeformter Gestalt wiederum auf andere Subsysteme einwirken können. Die innerhalb und zwischen den Subsystemen ablaufenden Informationsflüsse bilden zusammen ein selbstregulierendes Ganzes. Solche, bereits im Rahmen der systemischen Denkweise angesprochenen Selbstregulationskräfte eines Systems führen durch Rückkopplungseffekte zwei Arten der *Stabilität* bzw. der Beständigkeit der Systemidentität trotz innerer Dynamik und veränderter Umweltbedingungen herbei: die *Resistenz* oder die *Resilienz*.⁴ Im Fall einer persistenten Stabilität oder Resistenz bleiben Struktur und Funktion eines Ökosystems trotz Störung von außen bzw. Informationszufuhr über die Gegebenheiten der Umwelt erhalten, so wie es u. a. für den tropischen Regenwald und Korallenriffe gilt. Mit einer elastischen Stabilität oder Resilienz wird nach Störungen von außen die Regenerationsgeschwindigkeit der Strukturen und Funktionen zum früheren stabilen Zustand beschrieben.⁵ Ein Ökosystem bzw. die Prozesse innerhalb dessen oszillieren somit um einen stabilen, aber nicht konstanten Zustand, der in diesem Fall das Fließgleichgewicht mit der Umwelt abbildet.⁶ Produzenten, Konsumenten und Reduzenten sind hierbei Informationsträger, die durch kontinuierliche Energie- und Stoffflüsse eine geord-

¹ Vgl. Schurr et al. (1996); S. 52 f.

² Zwilling (1993); S. 20.

³ Vgl. Binswanger, M. (1992); S. 90.

⁴ Vgl. Guderian/Braun (1993); S. 58; Ellenberg (1996); S. 110; Odum (1999); S. 36. KLÖTZLI führt insgesamt sechs Formen der Stabilität an; vgl. Klötzli (1993a); S. 87.

⁵ Vgl. Haber (1993a); S. 53 f.; (1993b); S. 272 f.; Begon/Harper/Townsend (1998); S. 572; Bick (1998); S. 43 ff.

⁶ Vgl. O'Neill et al. (1986); S. 150 ff. Diesen Sachverhalt beschreibt eingehend die Mosaik-Zyklus-Theorie. Vgl. ausführlich Remmert (Ed., 1991).

nete Struktur und eine geordnete Funktionenverteilung im Ökosystem erhalten.¹ Aussagen über die Stabilität besitzen allerdings nur für bestimmte, wenngleich langwährende Zeiträume Geltung, da evolutive Prozesse Veränderungen des gesamten Systems herbeiführen. Denn werden die Stabilitätsschranken überschritten, organisieren sich Ökosysteme in evolutiven oder sukzessiven Prozessen durch den Aufbau ähnlicher Strukturen auf neue stabile Zustände bzw. ein neues Fließgleichgewicht hin. Tropische Regenwälder mit einer hohen persistenten Stabilität besitzen bei schwerwiegenden Eingriffen wie Rodung und Brand kaum eine Regenerationsfähigkeit und bilden dann über diese Prozesse eine neue Identität aus. Damit können diejenigen Strukturen in einem Ökosystem als *dissipativ* bezeichnet werden, die durch die Offenheit die Selbstregulations-, Selbstorganisations- und Erhaltungsfähigkeit gewährleisten.² Mit LORENZ ist jedes ökologische System als *Negativ der Wirklichkeit* geprägt, indem es sich durch einen kontinuierlichen Informationsaustausch durch Anpassungs- und Entwicklungsprozesse in die Umweltbedingungen einfügen kann.³ Mit anderen Worten: Ein Ökosystem führt in kleinen stetigen Schritten seine Innovationen durch.

Die ineinandergreifenden Prozesse des Aufbaus, Umbaus und Abbaus von Stoffen und der damit verknüpfte Energie- und Informationstransfer führen zu einer ständigen Wiederverwertung der dem Ökosystem zur Verfügung stehenden Stoffe. Infolgedessen besitzt ein *perfektes* Ökosystem als einzigen Inputfaktor Sonnenenergie. Alle anderen Stoffe werden in dem Sinne verwertet, daß Rückstände des einen Subsystems in die Nahrungskette eines anderen Subsystems eingehen. Diese Prozesse stehen in einem engen Zusammenhang zu den Hauptsätzen der Thermodynamik, denen im Rahmen der Ähnlichkeitssuche ein hoher Stellenwert beigemessen wird. „*Erst die Lebensgemeinschaft aus Produzenten, Konsumenten und Reduzenten, das Urprinzip der Symbiose, [in Wechselwirkung zu ihrer abiotischen Umwelt; A. d. V.] macht die Ökosysteme als Systeme funktions- und damit lebensfähig.*“⁴ Die Existenzsicherung der Organismen und des Ökosystems hängt somit nicht allein von den einzelnen organismischen Stoffwechselprozessen, sondern ebenso von dem kooperativen Zusammenspiel dieser Prozesse ab. Insofern besetzen die einzelnen Subsysteme entsprechend ihrer Kernkompetenzen ökologische Nischen, die funktionell im

¹ Vgl. Haber (1993a); S. 51 f.; Tischler (1993); S. 46 f. Zur Informationsverteilung in einem Organismus vgl. Taube (1988); S. 280; Zwilling (1993); S. 26. LORENZ bevorzugt aus diesem Grunde auch die Bezeichnung Wissen statt Information; vgl. Lorenz (1974); S. 36 ff.

² Vgl. Haber (1995); S. 20; Ellenberg (1996); S. 102 ff.

³ Vgl. Lorenz (1974); S. 38. LOVELOCK zeigte zugleich mit dem GAIA-Prinzip, daß sich auch die abiotischen Umweltbedingungen an die biotischen Systeme anpassen; vgl. Lovelock (1991); S. 38 ff.

⁴ Odum/Reichholf (1980); S. 93.

Hinblick auf das Ökosystem und leistungsbezogen im Hinblick auf die anderen Systeme zu interpretieren sind.¹

2. Die Systemarchitektur eines industrieökonomischen Systems

Die Bedeutung der Systemtheorie in den programmatischen Ausläufern der BWL klang bereits in den vorhergehenden Kapiteln an. Insbesondere in den Leitideen der systemorientierten Managementlehre der St. Galler Schule um HANS ULRICH kommt zum Ausdruck, daß jegliche Form gesellschaftlicher Institutionen als dynamische, offene Systeme beschrieben werden können, die in lateraler/horizontaler Perspektive nach außen als Einheit abgrenzbar sind, zugleich aber in Beziehung zur Außenwelt auftreten; und die in vertikaler Perspektive im Innern aus erkennbaren Elementen bestehen, welche untereinander durch ein vernetztes Beziehungsgefüge verbunden sind.² Diese vernetzten Strukturen zeigen an, daß sich das Verhalten eines Systems nicht aus den einzelnen Elementen ableitet, sondern daß gerade das Zusammenwirken der verschiedenen Elemente untereinander und mit der jeweiligen Umgebung ein völlig unerwartetes, emergentes Verhalten generieren kann.³ Eine solche Umschreibung gilt für industrieökonomische Systeme wie Unternehmen und Unternehmenseinheiten ebenso wie allgemein für zweckorientierte Netzwerke, die allesamt als Teil gesellschaftlicher Systeme zu beobachten sind.⁴ In letzter Konsequenz können solche Systeme wiederum als Subsysteme des ökologischen Systems abgebildet werden, die über den Austausch von Input- und Outputgrößen miteinander in Beziehung stehen.⁵ Ein markantes Beispiel für die uneingeschränkte Verbindung dieser Systeme ist der Mensch selbst. Der Mensch erscheint nicht nur als biotischer, sondern auch als geistiger, sinngebender Faktor, der über die Fähigkeit verfügt, bewußt sein Verhältnis zu seiner Umgebung gestalten zu können. Die Konzentration auf ausschließlich industrieökonomische Systeme gleicht somit einer verengten bzw. vereinfachenden Sichtweise, die die weitreichenden Folgen der Systemverflechtungen innerhalb gesellschaftlicher und ökologischer Systeme zunächst verdunkelt.⁶ Erst an späterer Stelle wird hierauf einzugehen sein.

¹ Vgl. Müller (1984b); S. 148 ff.; Odum (1999); S. 57.

² Vgl. Ulrich (1984b); S. 2.

³ Vgl. Probst (1985); S. 191.

⁴ BOULDING stellt unterschiedliche systemische Blickrichtungen dar; vgl. Boulding (1985); S. 71 ff.

⁵ Diese Auffassung über die Systembeziehung zwischen ökologischem u. industrieökonomischen System kann als vorherrschend erachtet werden. Vgl. u. a. Kleinaltenkamp (1985); S. 12. Darüber hinausgehende Auffassungen wurden bereits in Kap. I.A.1 angesprochen.

⁶ BINSWANGER vergleicht eine solche isolierte Betrachtung mit der Situation, daß " ... man einen Kuchen nach dem Rezept backen will: man nehme einen Topf und einen Löffel (das Kapital) und rühre so und so lange darin herum (Arbeit). ... Ohne Mehl, Eier, Zucker wird es keinen Kuchen geben." Binswanger, H.-Chr. (1994); S. 59.

In Abgrenzung zum ökologischen System sind industrieökonomische Systeme künstlich von Menschen geschaffene Systeme. Sie entfalten gegenüber ökologischen Systemen eine Gestaltungsfähigkeit, die neben Feedback-Reaktionen auch Feed-forward-Proaktionen zulassen. Diese Fähigkeit zeichnet sich aus durch “ ... *the ability to make a forecast, ... we can entertain possible consequences of the alternative policies which we might adopt. Unfortunately, there is also no doubt that these prognostications are often inaccurate, but the point remains that man has a facility to envisage the future. ... It is necessary to ask not how we »have« this faculty, but how we »use« it.*”¹ Vergleichbar beschreibt SHRIVASTAVA industrieökonomische Systeme durch die von ihm benannten VITO-Elemente: vision (V), inputs (I), throughputs (T) und outputs (O).² Skizzieren die drei letztgenannten Elemente die besagten Input-Output-Relationen zwischen einem industrieökonomischen System und seiner Umgebung, vertritt das Element Vision die strategische Grundausrichtung und Zielsetzung eines solchen Systems. Mit anderen Worten: Die Identität eines industrieökonomischen Systems wird neben einem funktionell zusammenhängenden Wirkungsgefüge unterschiedlicher Subsysteme bzw. Systemelemente durch die Vision bestimmt. Eine solche Vision stünde dann auch Pate für den aktiv zu befördernden Kurswechsel von einer Durchfluß- in eine Kreislaufwirtschaft. Unter diesen Gesichtspunkten sind nunmehr bezogen auf das industrieökonomische System die gleichen Fragen zu erörtern, wie sie dem ökologischen System vorangestellt wurden.

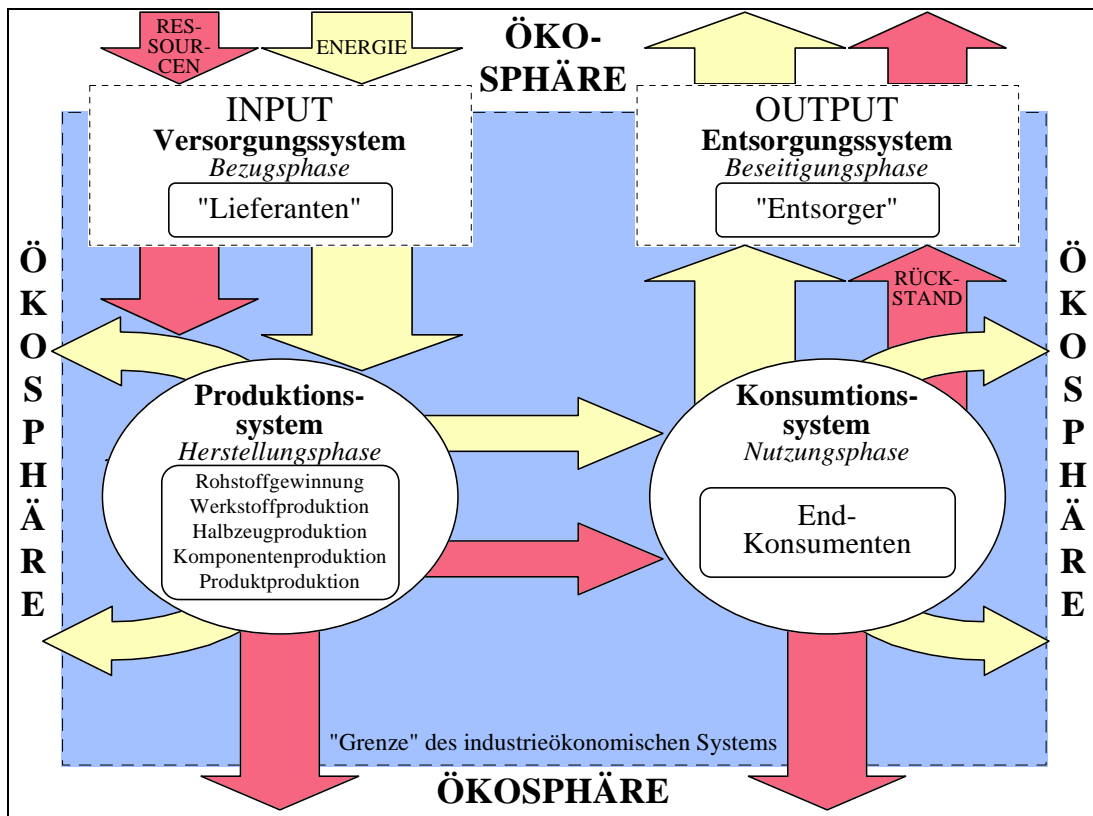
a) **Grundmodell eines industrieökonomischen Systems**

Die Frage, welche konstitutiven und fakultativen Merkmale eines industrieökonomischen Systems hinsichtlich einer funktionsfähigen Kreislaufwirtschaft zu prüfen sind, führt zu einem Grundmodell eines industrieökonomischen Systems gemäß Abbildung II-5. Auch dieses Modell beruht auf einem relativ hohen Abstraktionsniveau, das der zeitlichen und räumlichen Vielschichtigkeit solcher Systeme keineswegs gerecht werden kann.

¹ Beer (1966); S. 100 (h. i. O.). Diese Besonderheit zeigt sich in der Fähigkeit zur Bewußtseinsbildung, Vorstellungskraft u. zur Simulation.

² Vgl. Shrivastava (1995); S. 186.

Abb. II-5: Grundmodell eines industrieökonomischen Systems



Quelle: Eigene Darstellung.

Die im Eingangskapitel umrissenen wirtschaftlichen Aktivitäten konnten einen ersten Eindruck über die ein industrieökonomisches System konstituierenden Subsysteme sowie über die ablaufenden Transformationen und Interaktionen vermitteln. In Analogie zur Ökosystemforschung besetzen die entscheidenden und handelnden Subsysteme im hier zu betrachtenden industrieökonomischen System jeweils funktionelle Einheiten gegenüber dem übergeordneten Ganzen sowie gegenüber den auf gleicher Systemebene liegenden Subsystemen. Die Umwelt schränkt sich auf dieser Systemebene auf die ökologische Umwelt ein. Als relevante Stromgrößen werden ebenfalls Stoff, Energie und Information erkannt, deren dezidierte Differenzierung aus einzelwirtschaftlicher Sicht erst an späterer Stelle erfolgt.¹

Im Vergleich zur ökologischen Produktion ist die industrieökonomische *Produktion* ein durch Menschen zielgerichtet gelenkter und systematisch vollzogener Prozeß. Je nach Abgrenzung des Gegenstandsbereiches haben sich unterschiedliche Begriffsinhalte einer industrieökonomischen Produktion ergeben. ELLINGER/HAUPT definieren in einem weit gefaßten Begriff Produktion als Kombination vorhandener Güter und deren Transformation

¹ Siehe hierzu ausführlich Kap. II.C.2.c) sowie zu den realen Aspekten Kap. III.

in neuartige Güter.¹ Umfassen Güter „... alle Sachgegenstände, Arbeits- und Dienstleistungen oder auch Informationen und andere immaterielle Werte, die im Produktions- und Tauschprozeß verwendet werden“², konzentriert das Attribut industrieökonomisch den Fokus auf produzierende, d. h. Sachgüter und industrielle Dienstleistungen hervorbringende Institutionen.³ Das Produktionssystem setzt sich demnach en détail aus mehrstufigen, vernetzten Kombinations- und Transformationsprozessen zusammen, die wiederum als interdependente Produktionssysteme beschrieben werden können. Ausgehend von der Schnittstelle zum Ökosystem konsumiert das Produktionssystem bzw. der Produzent Ressourcen in Form von Stoffen und Energie(-trägern), kombiniert und transformiert diese zu Produkten, die für weitere Produktions- oder Konsumtionsprozesse zweckbestimmt sind.⁴ Entsprechend bündelt das hier abgebildete Produktionssystem stellvertretend die gesamtwirtschaftlichen, vertikalen und vorwärtsgerichteten Wertschöpfungsphasen von der Rohstoffgewinnung über die Rohstoffverarbeitung bis zur Endmontage eines finalen Produktes.⁵ Unter Verweis der in Kapitel I gemachten Erläuterungen zur Produktion nimmt Produktion als wertschaffender bzw. -schöpfender Faktorkombinations- und -transformationsprozeß die Funktion ein, primär zur Bedarfsdeckung Dritter Faktoren sachlich, räumlich und/oder zeitlich in neue, marktfähige Produkte zu überführen. Real zeigt sich Produktion dann aber als zwei Seiten einer Medaille, „nämlich als werterzeugenden bzw. wertvernichtenden Aspekt ein und derselben Aktivität“⁶. Zum einen werden originär ökonomische Werte geschaffen, zum anderen setzt eine solche produktive Aktivität zunächst wie auch währenddessen einen konsumtiven Werteverzehr voraus, um ebendiese Werte oder Produkte auch hervorbringen zu können.⁷ Alle Inputfaktoren dieses Systems, die nicht Produktbestandteil geworden sind bzw. nicht aktiv an der Produkterstellung partizipieren, die also keinen weiteren Nutzwert für das industrieökonomische System besitzen, werden über einen energetischen und stofflichen Rückstandspfad entweder in ein vorgeschaltetes indu-

¹ Vgl. Ellinger/Haupt (1996); S. 1 f. DINKELBACH/ROSENBERG unterscheiden Zustands-, Orts- u. Zeittransformation; vgl. Dinkelbach/Rosenberg (2000); S. 3 ff. Siehe hierzu auch die Definition bei Kern (1992); S. 10.

² Busse v. Colbe/Laßmann (1991); S. 72.

³ Vgl. Kern (1992); S. 1 ff.; Dyckhoff (1995b); S. 220; Zahn/Schmid (1996); S. 65 f.

⁴ STUMM/DAVIS betiteln den Menschen als den (quantitativen) Hauptkonsumenten des Ökosystems; vgl. Stumm/Davis (1974); S. 30.

⁵ Demnach handelt es sich um eine prozessuale Begriffsauffassung der Wertschöpfung. Nach einer ergebnisorientierten Wertschöpfung wird gefragt, wenn im Rahmen der VGR der in monetären Größen ausgedrückte Mehrwert eines Wirtschaftsbereiches zu diskutieren ist. Vgl. zum ergebnisorientierten Begriff der Wertschöpfung Weber (1993); Sp. 4660 f. Die Bedeutung einzelwirtschaftlicher Wertschöpfungsprozesse wird an anderer Stelle erläutert.

⁶ Dyckhoff (1994); S. 7. Solche werterzeugenden u. -vernichtenden Aspekte zeigen sich auch in der Gewinn- u. Verlustrechnung durch die Gegenüberstellung von Erträgen u. Aufwendungen.

⁷ Der hier benannte Wert bemißt sich nach der hervorgebrachten Nutzungsalternative (Gebrauchswert) u. dem Marktpreis (Tauschwert); vgl. Dyckhoff (1998c); S. 119. Der subjektive Einfluß auf eine solche Bewertung wird noch an anderer Stelle zu diskutieren sein; vgl. Kap. II.C.2.b).

strategieökonomisches Entsorgungssystem oder direkt ins ökologische System verbracht. Damit deckt sich der Begriff Rückstand nicht mit dem des Abfalles, da sich Rückstände auf die Gesamtheit der aus dem Produktions- und Konsumtionssystem ausgebrachten Stoffe und Energie(-träger) bezieht, die für keine weitere industrieökonomische Verwendung vorgesehen ist.¹ Der Bezug zur *Konsumtion* wird unter industrieökonomischen Gesichtspunkten häufig nur mit Rückblick auf die Produktion und den Absatz von Konsumgütern gesucht. Doch alleine die bundesdeutsche Umweltpolitik hat den Konsumenten Kompetenzen zugewiesen, die eine Vernachlässigung konsumtiver Prozesse nicht mehr rechtfertigen.² Im Konsumtionssystem werden die über den Markt bezogenen Ergebnisse produktiver Aktivitäten zur Eigenbedarfsdeckung konsumiert. Neben der konsumtiven Funktion dieses Systems werden aber auch produktive Funktionen erfüllt, da im Zuge des Verzehrs (Eigen-)Werte hervorgebracht werden. Auch hier mündet die Nutzung der Produkte zur Eigenbedarfsdeckung letztlich in einem aus dem System ausgetragenen Rückstandsfluß, der sich auch an ein industrieökonomisches Entsorgungssystem oder an das Ökosystem richtet. Das Verständnis eines solchen *Entsorgungssystems* weicht von dem eines ökologischen Reduktionssystems ab. Aufgrund der vielzähligen Interpretationsinhalte ist eine eindeutige Sprachregelung den weiteren Ausführungen voranzustellen. Gemäß den historischen Wurzeln konnte sich Entsorgung weitestgehend als Synonym für „... *die möglichst umweltverträgliche Beseitigung von Abfällen bzw. Reststoffen, die nicht mehr für den betrieblichen Prozeß genutzt werden* ..“³, durchsetzen. Vorausgesetzt, Rückstände können erfaßt werden, subsumiert bspw. DYCKHOFF unter Entsorgungsaktivitäten die Verbringung von Rückständen in Senken nach einer Konzentrationsstrategie in Form einer geordneten Deponierung von Abfällen in Bodenvertiefungen, Hohlräumen oder Aufschüttungen sowie einer medialen Verdünnungsstrategie in Form einer gezielten Diffusion von Abwässern, Abwärme und Abluft.⁴ Entsorgung ist demnach keineswegs, wie die Wortwahl zu suggerieren scheint, ein Prozeß, der *von Sorgen befreit*, sondern unter physikalischen Gesichtspunkten eine räumliche, womöglich zeitlich befristete *End-Sorgung*. Vor diesem Hintergrund wird Entsorgung fortfolgend mit Beseitigung gleichgesetzt. In weiter gefaßten Interpretationen

¹ Vgl. Strebel (1980); S. 18 u. Kap. II.C.2.c).

² Hier sei auf die Ausführungen zum KrW-/AbfG in Kap. III.B verwiesen.

³ Wenke (2000); S. 82. Vgl. auch Steven (1994); S. 63. Zu den historischen Wurzeln vgl. Horneber (1995); S. 41.

⁴ Vgl. Dyckhoff (1994); S. 10 u. (1996a); Sp. 1459. Bei der Deponierung können nach der Art der zu deponierenden Rückstände Mono- von Mischdeponien sowie nach der Zeitdimension endgültige von zeitlich befristeten Deponien unterschieden werden. Vgl. Brenck (1996); S. 21.

wird die Entsorgung entweder auf die Verwertung, wie im KrW-/AbfG verankert¹, oder auf die Vermeidung und das Recycling² ausgedehnt. Der Entsorgung wird dann nur im Hinblick auf die vorhergehenden, aber nicht auf die nachfolgenden Systeme eine funktionelle Bedeutung zugewiesen. Nach gegenwärtigem Wissensstand können Entsorgungssysteme angesichts der Quantität und Qualität der zu beseitigenden Rückstände generell nicht rückstandsfrei bzw. ohne mediale Auswirkungen betrieben werden.³ Aus diesem Grunde sind begleitend Behandlungsprozesse zu positionieren, die eine Mengen-, Gewichts-, Volumenreduktion und/oder eine Inertisierung der entstandenen Rückstände herbeiführen. Derzeit wird durch die Gesetzgebung bekräftigt, Abfälle quantitativ und qualitativ in Gestalt und Zusammensetzung so zu verändern, daß bei einer abschließenden Endlagerung keine Gefahren von ihnen zu erwarten sind.⁴ Zu solchen Prozessen zählen thermische, chemisch/physikalische und biologische Rückstandsbehandlungsprozesse.⁵ Ob damit die Rückstände im Sinne der Reduktion auf *ein richtiges Maß* zurückgeführt werden können, kann nur eine Langfristbetrachtung belegen. Generell wäre dann aber *ein richtiges Maß* im Sinne anschließender ökologischer Reduktionsprozesse zu interpretieren. Die durch komplexe chemische und metallurgische Verfahren entstandenen Produkte lassen allerdings auf eine andere Sachlage schließen.⁶ Das Entsorgungssystem übernimmt damit keinesfalls zielgerichtet reduktive oder produktive, sondern lediglich konsumtive Funktionen. Insgesamt gesehen übernehmen auch im industrieökonomischen System die einzelnen Subsysteme gegenüber den vorhergehenden Systemen damit konsumtive, aber bei weitem nicht gegenüber den nachfolgenden produktive und reduktive Funktionen. Ihre Hauptfunktion gewinnen die Subsysteme allerdings wiederum aus den Zusammenhängen des gesamten industrieökonomischen Systems.

Die einzelnen Subsysteme des industrieökonomischen Systems sind über materielle und immaterielle Flüsse miteinander verbunden; die materiellen oder immateriellen Outputs eines Subsystems bilden häufig Inputs anderer Subsysteme. Allerdings mit dem gravierenden Unterschied, daß innerhalb industrieökonomischer Systeme die jeweiligen Rückstände

¹ Vgl. § 3.VII KrW-/AbfG. Das KrW-/AbfG bedient sich demnach zweier, in der Verwertung überlappender Begriffe: Kreislaufwirtschaft u. Entsorgung. Vgl. Fluck (1996); S. 8; Köller (1996); S. 82. Da die das KrW-/AbfG begleitenden Verwaltungsvorschriften im Zuge des AbfG von 1986 erlassen wurden, werden dort Entsorgung u. Beseitigung gleichgesetzt. Zu den VwV siehe Kap. III.B.2.c).

² Vgl. Wenke (2000); S. 82. HORNEBER spricht in diesem Zusammenhang von *innovativer Entsorgung*; vgl. Horneber (1995); S. 41 f.

³ Zum Bsp. Deponierung vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 134 f.

⁴ Siehe bereits hier § 10.II KrW-/AbfG sowie die Ausführungen zur TASI in Kap. III.B.2.d).

⁵ Vgl. zu den einzelnen Technologien SRU (1991); Tz. 1096 ff.; Kirchgeorg (1999); S. 234 ff.

⁶ Vgl. Liesegang (1993b); S. 19. HIESSL/MEYER-KRAHMER/SCHÖN nennen insbesondere Oberflächen- u. Faserverbundwerkstoffe; vgl. Hiessl/Meyer-Krahmer/Schön (1995); S. 92.

nicht selbstverständlich den Input eines anderen Systems bilden. D. h. für den Systemerhalt des industrieökonomischen Systems wie auch für jedes Subsystem werden Stoffe und Energien von außen aufgenommen sowie wieder nach außen abgegeben, ohne sie grundsätzlich einem ökologischen oder zuvor einem neuen industrieökonomischen Verwendungszweck planmäßig zuzuführen. Es bilden sich zwar dezentral verteilte Funktionen der einzelnen Subsysteme heraus, die sich aber nicht prozessual zu einem operationell geschlossenen Kreislaufsystem verbünden. Ein industrieökonomisches System ist dann in Gänze ein offenes, metabolisches System, das zum eigenen Erhalt Stoffe und Energie in hochwertiger Form aus der Umwelt aufnimmt und in minderwertiger Form wieder in die Umwelt entläßt. Zurückzuführen ist eine solche Einbahnstraße auf die Vielfalt und den Vermischungsgrad an Bausteinen, aus denen sich die jeweiligen Produkte zusammensetzen, die die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit im Falle des Rückstandsanfalls für eine neue Verwendung erheblich einschränken. Allein ein Pkw besteht aus vielen 100 Komponenten, von denen nur einige wenige unter ökonomischen, technischen und energetischen Gesichtspunkten rezyklierbar sind.

b) Prozeß einer künstlichen Durchflußwirtschaft

Auch hier wird der zuvor beschriebene Prozeß einer künstlichen Durchflußwirtschaft überschaubarer, wenn die Energie-, Stoff- und Informationsflüsse innerhalb und zwischen den grundlegenden Subsystemen eingehender verfolgt werden. Zeichnen auch diese materiellen und immateriellen Verbindungsstücke zwischen den Subsystemen ein interdependentes Muster durch die Aufnahme, den Umbau und die Abgabe von Stoffen, Energie und Informationen jedes Subsystems nach, mündet es nicht in einen vergleichbaren zyklischen Prozeß wie es dem Ökosystem vorbehalten ist. Dennoch hat das industrieökonomische System als Durchflußsystem gegenwärtig nicht mehr in der hier vorgebrachten Art und Weise Bestand, da Bemühungen um die Schließung von Stoffkreisläufen spätestens seit Inkrafttreten des KrW-/AbfG breiten Raum einnehmen. Weshalb dennoch die Kennzeichnung einer Durchfluß- statt einer Kreislaufwirtschaft gewählt wurde, gilt es fortfolgend im Hinblick auf eine Reduktionswirtschaft zu untersuchen.

Jeder industrieökonomische Prozeß beruht - ebenso wie jeder ökologische Prozeß - auf dem Einsatz von *Energie*, und zwar größtenteils in Form von thermischer Energie (z. B. für Brennöfen), mechanischer Energie (z. B. für Walzwerke) oder elektrischer Energie (z. B. für Computer). Zur Bereitstellung dieser Energiequellen wird sowohl auf fossile, nicht-

regenerierbare Primärenergieträger wie Kohle, Gas und Öl als auch auf Sekundärenergieträger wie Elektrizität zurückgegriffen.¹ Bedingt durch die demographische, technologische und wirtschaftliche Entwicklung wird in den kommenden Jahren ein zunehmender globaler Energiebedarf prognostiziert, so daß von einer weiteren Ausbeutung dieser Energieträger auszugehen ist.² Die Erforschung und alternative Nutzung regenerativer Energiequellen in Form von Wind, Wasser, Biomasse und Sonne wird derzeit zwar intensiviert, kann aber bislang den Energiebedarf nicht nennenswert decken.³ Vergleichbar mit dem Energiefluß innerhalb des Ökosystems wird zu industrieökonomischen Zwecken eine hochwertige Energieform aus dem Ökosystem entnommen und mit jedem industrieökonomischen Prozeß in eine minderwertigere Energieform überführt. Wenngleich diese minderwertigere Energieform nicht ausschließt, wieder oder weiter eingesetzt zu werden (z. B. Abwärmenutzung), wird jeder Prozeß von einem hohen Austrag an nicht nutzbarer Wärmeenergie begleitet. Der technische Wirkungsgrad der jeweiligen Energienutzung ist somit stets kleiner als 1 bzw. 100 %.

Der *stoffliche* Pfad von der Versorgung über die Produktion und Konsumtion bis zur Entsorgung folgt diesem Bild eines Energieflusses. Damit können nicht nur die einzelnen Subsysteme, sondern das gesamte industrieökonomische System als offenes, stoffliches und energetisches Durchflußsystem beschrieben werden. Darüber hinausgehende Bemühungen, einerseits aus gesamtwirtschaftlicher Sicht dem ökologischen System nicht uneingeschränkt alle Rückstände zu überantworten sowie den Ressourcenabbau nicht weiterhin zu bestärken und andererseits aus einzelwirtschaftlicher Sicht ein bereits vorhandenes Marktpotential ökonomisch interessanter Rückstände wie Eisen- und Stahlschrotte auszuweiten oder einer Verknappung ökonomisch attraktiver Ressourcenquellen auszuweichen, eröffnen einen erweiterten Weg in Richtung stofflicher Kreislaufführung.⁴ Diese Anstrengungen firmieren weitestgehend unter dem Begriff *Recycling*. Ohne eine einheitliche Begriffsabgrenzung vorweisen zu können - auch im Hinblick auf die Interpretationsalternativen des Entsorgungsbegriffes -, hat sich der Recyclingbegriff in der allgemeinen Umweltdiskussion etablieren können. Entsprechend ist der hier gewählte Bedeutungsumfang des Recyclingbegriffs vorab zu spezifizieren. Bezogen auf ein Produktionssystem definiert SCHULTHEISS in einzelwirtschaftlicher Sicht Recycling als die „*Wiederverwendung aller im*

¹ Vgl. Levi (1995); S. 51 f.

² Vgl. SRU (2000); Tz. 1232 ff. Vgl. auch BUND/Misereor (1996); S. 105 ff.

³ Vgl. SRU (2000); Tz. 1343 ff. Es ist zu erwarten, daß das Erneuerbare-Energien-Gesetz die Nutzung erneuerbarer Energien forcieren wird.

⁴ Siehe hierzu noch einmal Kap. I.A.1.

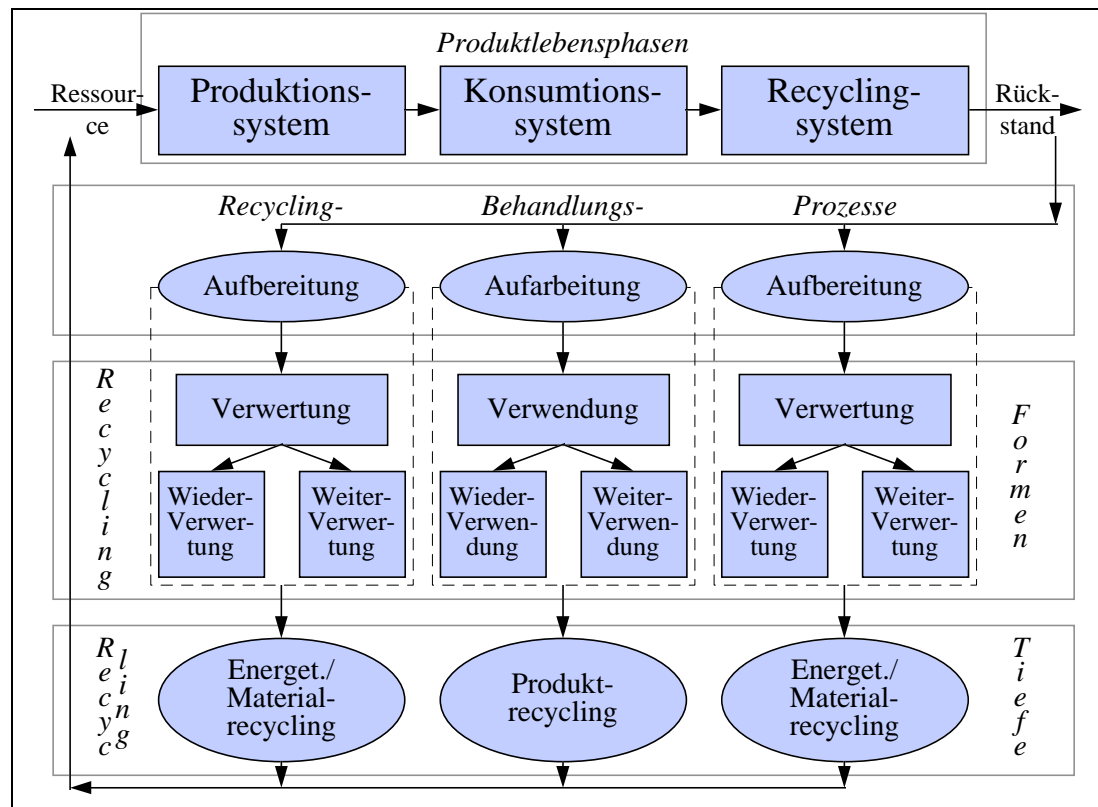
*Gefolge der Leistungserstellung und Leistungsverwendung entstandenen Abfälle als Produktionsfaktoren für die ursprünglichen Zwecke durch dasselbe System*¹. KLEINALTENKAMP erweitert den Definitionsbereich des Recyclings auf das gesamte industrieökonomische System, indem „ ... *all jene Prozesse, durch die ein bislang nicht verwerteter Materie- bzw. Energieoutput des Wirtschaftssystems diesem als Inputfaktor wieder zugeführt wird*“², berücksichtigt werden. Aus diesem inputseitigen Blickwinkel wird ein sogenanntes Preconsumer Recycling oder Mikrorecycling, das direkt am Produktionssystem, von einem Postconsumer Recycling oder Makrorecycling, das direkt am Konsumtionssystem ansetzt, unterschieden.³ Recyclingprozesse können somit an alle Lebensphasen eines Produktes anschließen: Sowohl die während als auch nach einem Produktions- und Konsumtionsprozeß anfallenden festen Rückstandsarten bzw. Abfälle können gegebenenfalls einer Recyclingalternative zugeführt werden. Gemäß nachstehender Abbildung II-6 legen LIESEGANG/PISCHON ihrem Recyclingverständnis eine outputseitige Sicht zugrunde, die einer Fallunterscheidung zufolge die Recyclingformen Wieder- und Weiterverwendung sowie Wieder- und Weiterverwertung gegeneinander abgrenzt.⁴

¹ Schultheiß (1978); S. 66.

² Kleinaltenkamp (1985); S. 21. Ähnlich JAHNKE, der zwischen inner-, intra- u. extrabetrieblichem Recycling unterscheidet; vgl. Jahnke (1986); S. 26 ff.

³ Vgl. Bellmann (1996); Sp. 1318 u. Kleinaltenkamp (1985); S. 49.

⁴ Vgl. Liesegang/Pischon (1996); Sp. 1791. Vgl. auch Strebel (1980); S. 122; Kleinaltenkamp (1985); S. 50 f.; Garbe (1994); S. 29. In § 4.I KrW-/AbfG werden diese Recyclingformen zur Vermeidung gezählt, sofern sie innerhalb eines Produktionssystems vonstatten gehen, in § 4.II KrW-/AbfG finden sich diese Recyclingformen unter dem Terminus Verwertung wieder, sofern sich ein Recycling während oder nach der Konsumtion anschließt.

Abb. II-6: Systematisierung der Recyclingarten

Quelle: In Anlehnung an Liesegang/Pischon (1996); Sp. 1792 f.

Eine Verwendung liegt dann vor, wenn die Gestalt des ehemals produzierten Gutes nur bedingt verändert wird. Im Vergleich dazu ist eine Verwertung stets an eine Auflösung dieser Gestalt, die werk- oder rohstoffähnliche Ergebnisse erzielt, gebunden.¹ Die Verwertung ist demnach bei Produkten mit komplexer Baustruktur wie Automobilen, Haushaltsgeräten oder Maschinen vorrangig anzutreffen. Aus diesem Grunde wird der Terminus Verwendung auch mit Produktrecycling, der der Verwertung mit Material- bzw. Stoffrecycling gleichgesetzt.² Der Berücksichtigung der energetischen Verwertung an dieser Stelle wird in Wissenschaft und Praxis nicht einhellig zugestimmt, da eine klare Trennung von den bereits genannten thermischen Rückstandsbehandlungsprozessen und damit zwischen Beseitigungs- und Verwertungsprozessen nicht generell gezogen werden kann.³ Denn während die thermische Behandlung zuvörderst die Beseitigung des Schadstoff- und Mengenpotentials einer Abfallart intendiert, ist in zweiter Linie die dabei anfallende Energie zu nutzen (§ 10.II KrW-/AbfG). Die energetische Verwertung zielt hingegen auf die Substitution von Primärenergieträgern durch den Einsatz von Abfällen als Ersatzbrennstoff ab (§ 4.IV KrW-/AbfG). Wenngleich damit eine Abgrenzung nicht eindeutig festzulegen ist,

¹ SUTTER spricht in diesem Fall von einer Verwertungskaskade; vgl. Sutter (1993); S. 18.

² Vgl. Wallau (1996); S. 99; Ackermann (1996); S. 48.

³ Kritisch Fülgraff (1993); S. 73. Vgl. auch Corsten/Götzelmann (1992); S. 105.

liefe angesichts des zuvor skizzierten Energieflusses eine alleinige Berücksichtigung des stofflichen Recyclings „... auf die *Institutionalisierung von Energieverschwendung hinaus*“¹. In diesem Sinne kann lediglich eine einzelfallspezifische Betrachtung über den ökologischen und ökonomischen Vorzug der Alternativen befinden. Im Falle des Recyclings werden zusammenfassend unter Nutzung der stofflichen und/oder energetischen Eigenschaften die Abfälle in ursprüngliche oder andere produktive Prozesse geführt (§ 4.III-IV KrW-/AbfG). Demzufolge kann allgemein von *Recyclat* gesprochen werden, wenn ein durch den Prozeß des Recyclings gewonnener Faktor einem erneuten industrieökonomischen Prozeß als Inputfaktor dienen kann.² Die Präfixe Wieder- und Weiter- deuten dann denselben oder einen anderen an den Recyclingprozeß anschließenden Anwendungsbereich für die so gewonnenen Recyclate an. Erfolgt die Verwendung für den gleichen Verwendungszweck, wird z. B. ein Motor nach Instandsetzung wieder in ein Kfz eingebaut, wird von Wiederverwendung gesprochen. Als Weiterverwendung wird hingegen der Einsatz eines Recyclats für einen anderen Verwendungszweck bezeichnet, wie der Einsatz eines Motors als stationäres Notstromaggregat.³ Im Falle der Wiederverwertung werden die ein Abfallprodukt konstituierenden Stoffe in einen gleichrangigen Produktionsprozeß eingesetzt, so wie bspw. der in einem Pkw enthaltene Stahl erneut zur Automobilproduktion eingesetzt werden kann. Wird dagegen der Stahlschrott zu Baustahl verarbeitet, liegt eine Weiterverwertung vor, demnach diese Stoffe in einen anderen, bisher noch nicht durchlaufenen Produktionsprozeß einfließen. Letztlich bilden einzelne Stoffe entlang abnehmender stofflicher und energetischer Wertstufen Kreisläufe, keinesfalls aber dauerhafte oder identische Kreisläufe ab. Ein sogenanntes Downcycling tritt bspw. beim Recycling von Papier auf, das mit jedem Prozeß an Faserlänge verliert, so daß das produzierte Papier nicht mehr die gestellten Anforderungen an Reißfestigkeit erfüllen kann.⁴ Die Papierproduktion wird demnach sowohl durch Recyclate als auch herkömmliche Inputfaktoren gespeist. In den seltensten Fällen wird ein sogenanntes Upcycling realisiert, demzufolge mit geringerem Stoff- und Energieaufwand im Vergleich zu originären Inputfaktoren qualitativ gleich- oder höherwertige Recyclate hervorgebracht werden.⁵ Die Abfälle, die aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht rezykliert werden können, müssen weiterhin entsorgt wer-

¹ Krieger (1995); S. 347.

² ACKERMANN schließt hingegen Stoffe mit einem minderwertigen Eigenschaftsprofil von diesem Terminus aus; vgl. Ackermann (1996); S. 55.

³ Vgl. Wallau (1998); S. 194.

⁴ Vgl. Staudt/Auffermann/Schroll (1999); S. 17.

⁵ Vgl. Steinhilper (1994); S. 36.

den. Nach Angaben für das Jahr 1996 werden 60 % des gesamten Abfallaufkommens recycelt, wohingegen 30 % beseitigt werden.¹ Insofern ist zwischen Rückständen mit etablierter und solchen ohne bzw. mit unzureichend etablierter Recyclingschiene zu differenzieren.²

Werden die beschriebenen Recyclingformen als Recycling i. e. S. aufgefaßt, bezeichnet das Recycling i. w. S. zusätzlich noch vorausgehende Behandlungsprozesse. Es werden hierbei Aufbereitungs- von Aufarbeitungsprozessen unterschieden.³ Letztere sind direkt dem Produktrecycling vorgeschaltet und beziehen sich auf Reinigungs-, Kontroll- oder fertigungstechnische Instandsetzungsprozesse der Produktgestalt und -eigenschaften. In den meisten Fällen sind verfahrenstechnische Aufbereitungsprozesse vonnöten, die dem anschließenden metallurgischen oder sonstigen Recycling durch Werk- und Rohstoffrückgewinnung dienen. Hierzu zählen mechanische und thermische Verfahren, die durch Separation und Sortierung eine weitere Verwertung vorbereiten.⁴

Am Beispiel Alt-Kunststoff werden die Recyclingarten näher erläutert.⁵ Kunststoff ist ein Syntheseprodukt, das *künstlich*, mit hohem Einsatz des Energieträgers Erdöl hergestellt wird. Dieser Energiegehalt bleibt zumeist auch nach der Ge- und Verbrauchsphase erhalten. Der Einsatz von Kunststoffen in kunststoffverarbeitenden wie auch anderen Industriezweigen (Textil, Chemie etc.) wird seit den 60er Jahren mit steigendem Trend verfolgt.⁶ Die daraus hervorgegangene Sortenvielfalt kann gemäß dem strukturellen Aufbau und dem Wärmeverhalten von Kunststoffen in drei Hauptgruppen untergliedert werden: Thermoplaste, Duroplaste bzw. Duromere und Elastomere. Die sortenreine Verfügbarkeit, die zumeist einen hohen Aufbereitungsprozeß erfordert, sowie die Qualität der Alt-Kunststoffe befindet über die ökonomische und technische Zweckmäßigkeit möglicher Recyclingalternativen. Duroplaste und Elastomere werden dann am Ende ihres Lebenszyklus durch chemische Verfahren der Pyrolyse, Hydrierung sowie Solvolyse in niedermolekulare Rohstoffe bzw. in den petrochemischen Ausgangsstoff Rohöl aufgespalten, der in chemischen Prozessen zur Kunststoffproduktion eingesetzt werden kann. Nachteilig an diesen Recycling-

¹ Vgl. SRU (2000); Tz. 825 f. Daß diese Angaben nicht für alle Abfallfraktionen zutreffen, wird in Kap. III.C.1 näher erläutert.

² Vgl. Schwarz (1998); S. 14.

³ Vgl. Steinhilper (1994); S. 32; Liesegang/Pischon (1996); Sp. 1791 nach VDI-Richtlinie 2243. LANGE unterscheidet stattdessen zwischen direktem Recycling, wenn keine, u. indirektem Recycling, wenn Aufbereitungsprozesse dem eigentlichen Recyclingprozeß vorgeschaltet sind; vgl. Lange (1978); S. 191 f. u. Corsten/Götzelmann (1992); S. 114.

⁴ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 355 f. Hierzu zählen u. a. Sortieranlagen, wie sie in Abb. 3 im Anhang dargestellt werden, u. Demontageprozesse, die Baugruppen, -teile u. Stoffe aus dem ehemaligen Produktverbund separieren. Vgl. Wallau (1998); S. 195.

⁵ Vgl. Thomé-Kozmiensky (1997); S. 15.

⁶ Vgl. Förstner (1995); S. 430 ff.

prozessen ist der hohe technische und energetische Aufwand. Die dritte Kunststoffgruppe, die Thermoplaste wie Polyolefine (PE, PP, PET, PBT) und PVC bieten durch ihre mehrfach thermische Verformbarkeit die umfassendsten Recyclingalternativen an. Entsprechend wirtschaftlich attraktiv ist die Rezyklierung dieser Kunststoffe.¹ Insofern können sie einem werkstofflichen Recycling unterzogen werden, das physikalische Veränderungen ohne Zerstörung der Makromolekularstruktur der Thermoplaste vornimmt.² Auch hier ist ein hoher Energieaufwand vonnöten.³ Für verschmutzte Mischkunststoffe, wie sie sich in den DSD-Fractionen befinden, hat das Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe GmbH eine großtechnische Anlage zur rohstofflichen Verwertung von zuvor gepreßten, pelletierten und vergasten Alt-Kunststoffen entwickelt. Im Ergebnis werden Gase zur Strom- und Wärmeerzeugung oder Methanol hervorgebracht, welches dann wiederum in der Chemieindustrie eingesetzt werden kann.⁴ Im Falle des energetischen Recyclings können qualitätsgesicherte Alt-Kunststoffe nach Homogenisierung als Substitut von Schweröl direkt einem Hochofen zur Stahlproduktion zugeführt werden. Obschon sich damit der energetische und technische Aufwand reduziert, treten im Vergleich zu chemischen Verfahren Chlorid-Emissionen im Abwasser auf.⁵ Recycling umreißt demnach einen rückführenden Prozeß innerhalb des industrieökonomischen Systems, der Bedingungen schafft, Rückstände aus Produktion und Konsumtion wieder einem neuen industrieökonomischen Prozeß zuführen zu können. So gesehen scheinen Reduktion und Recycling den gleichen Sachverhalt abzudecken. Erst eine nähere Analyse trägt zutage, daß die Funktionserfüllung nicht identisch verläuft. Die Beispiele konnten zeigen, daß der Stoff- und Energiedurchsatz eines industrieökonomischen Systems keineswegs durch Recyclingstrategien alleine minimiert werden kann. Sofern für einzelne, verfügbare Stoffe technische und ökonomisch vertretbare Recyclinglösungen gefunden wurden, benötigen diese Lösungen zusätzliche stoffliche und energetische Einsatzfaktoren und verursachen wiederum unterschiedliche Rückstände. Des weiteren treten die Recyclate in Substitutionskonkurrenz zu primären Inputfaktoren des Produktionssystems, so daß nur im Falle eines Wieder- oder Weitereinsatzes von einem Kreislaufsystem gesprochen werden kann. Die alleinige Hervorbringung von Recyclaten entspricht noch nicht den Grundsätzen eines Kreislaufsystems nach ökologischem

¹ Zu den Kosten des Recyclings von Thermoplasten vgl. Ackermann (1996); S. 177 ff.

² Sehr ausführlich zu den Eigenschaften der einzelnen Kunststoffgruppen Ackermann (1996); S. 38 f.

³ Vgl. Seidel (1994); S. 148 ff.

⁴ Vgl. Obermeier (2000); S. 422.

⁵ In einem Vergleich des Ökoinstitut Darmstadt zwischen Einsatz im Hochofen u. Aufbereitung von Kunststoffrückständen durch Hydrierung schneidet die erste Alternative besser ab. Vgl. Rentz et al. (1996); S. 152 ff.

Vorbild. Zusätzlich fällt die Entsorgung in das Aufgabengebiet eines Reduzenten. Erst wenn diese Prozesse eine gleichgewichtige Stellung gegenüber dem Produktionssystem vertreten, können Entsorgung und Recycling als reduktive Aktivität mit werterhaltender bzw. -erneuernder Funktion zur Fremdbedarfsdeckung Dritter interpretiert werden.¹ Insofern bleibt auch der sich mittlerweile in der Fachwelt etablierte Begriff des Recycling bestehen und muß nicht zugunsten der Reduktion weichen.

Ein möglichst hochwertiges Recycling und damit Kreislaufprozesse allgemein setzen voraus, daß *Informationen* über das Verhalten der Stoff- und Energieströme zwischen industrieökonomischen Produktions-, Konsumtions-, Entsorgungs- und Recyclingprozessen sowie über die relevanten Partner ausgetauscht werden. Ein solcher Informationsaustausch gestaltet sich insbesondere dann als komplex, wenn sich die Prozesse aus verästelten Teilschritten zusammensetzen.² Die notwendigen Rückkopplungsschleifen zwischen den Informationsträgern sind gegenwärtig nicht in eine adäquate Informationsinfrastruktur eingebettet, die zu einem Zeitpunkt ein Fließgleichgewicht zwischen dem industrieökonomischen System und seiner Umgebung erwarten läßt. Durch die Fähigkeit, Informationen zu übertragen, zu speichern und zu verarbeiten, können die Entwicklungsprozesse innerhalb des Systems zielgerichtet, aus eigener Kraft beschleunigt und gestaltet werden.³ Wie noch im Rahmen des *Industrial Metabolism* zu erläutern sein wird, vereinen dann auch die Marktmechanismen das industrieökonomische System zu einem selbstregulierenden und -organisierenden Ganzen.⁴ Die Märkte stoßen dann selbst über Marktakteure wie Produzenten, Konsumenten, Arbeitnehmer, Kapitalgeber etc. Gestaltungsimpulse hinsichtlich einer geordneten Struktur und einer geordneten Funktionenverteilung an.⁵ Angesichts der global weitverzweigten Wirtschaftsbeziehungen nimmt für KIRCHGEORG das informationsbezogene Problem bei der stofflichen Kreislaufschließung einen maßgebenden Stellenwert ein.⁶ Erst unter Zugrundelegung statischer und dynamischer Informationen in Form kreislaufgerichteter Strom- und Bestandsgrößen können zumeist Kenntnisse über eine kontinuierliche Fortentwicklung technologischer und logistischer Lösungsalternativen zur Gestaltung von Stoffkreisläufen wirtschaftlich attraktiv werden.⁷

¹ Siehe hierzu auch nco einmal Kap. I.B.1.

² Im Falle des Recyclings wird z. B. zwischen internem u. externem [Lange (1978); S. 191 f.] oder differenzierter zwischen unternehmensinternem, Non-Abfall- u. interindustriellem Recycling [Schultheiß (1978); S. 76 ff., ähnlich Jahnke (1986); S. 26 ff.] unterschieden.

³ Ein Vergleich der biologischen zur industrieökonomischen Evolution findet sich bei Immler (1989); S. 52 ff.

⁴ Siehe Kap. II.C.1.c).

⁵ Vgl. Liesegang (1993c); S. 248 ff. Siehe hierzu auch Kap. III.

⁶ Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 75.

⁷ Vgl. Böhm/Hiessl (1997); S. 132 f.

Das durch das ökologische Vorbild vorgegebene Ideal einer Kreislaufwirtschaft wird im industrieökonomischen System nicht nachgezeichnet. Das offene industrieökonomische System beschränkt seine Inputfaktoren nicht auf energetische, sondern weitet sie auf stoffliche Faktoren aus. Ein Kurswechsel im Sinne einer Kreislaufwirtschaft ist gegenwärtig vornehmlich kognitiv geprägt, verfügt aber über ein hohes Gestaltungspotential. Ein solches Gestaltungspotential kann genutzt werden, wenn sich die einzelnen Akteure auf eine gemeinsame Vision bzw. Zielsetzung einigen. Erst eine ganzheitliche Betrachtung kreislauffähiger Strukturen und Funktionen wird sich dem Bild einer ökologischen Kreislaufwirtschaft annähern können. Die hierzu erforderlichen Prozesse werden sich nur im ausgewogenen Zusammenspiel produktiver, konsumtiver und auch reduktiver Akteure zu einem Kreislauf fügen. Reduktive Prozesse werden sich dann in institutioneller Betrachtung in aufeinanderfolgenden, aber rückwärtsgerichteten Wertschöpfungsphasen organisieren, wie es das Produktionssystem in vorwärtsgerichteter Richtung bereits vorgibt. Die Vorleistungen des Produktions- und Konsumtionssystems werden eine Reduktion im Sinne der ökologischen Reduktion herbeiführen können. Damit müssen auch die vorwärtsgerichteten Wertschöpfungsphasen gestaltet werden, um eine vergleichbare rückwärtsgerichtete Wertschöpfungskette zu ermöglichen. Solche interdependenten Netzwerkstrukturen können als effektive Nutzung des jeweiligen Know-hows interpretiert werden.

In Anlehnung an die Bezeichnung Reduzent für die Gesamtheit der Organismen im Ökosystem, die die funktionelle Verknüpfung zur Kreislaufschließung schaffen, werden fortfolgend die Gruppe der Entsorger, Recycler, Verwerter etc., die zumeist in der BWL getrennt genannt werden, ebenfalls unter dem Hyponym Reduzent gefaßt. Dringliches Ziel sollte es demnach sein, Reduktionssysteme industriell ähnlich zu organisieren und zu verankern, wie es für Produktionssysteme gilt. Erste Ansätze bieten die unterschiedlichen Recyclingtechnologien, die aber stark durch End-of-Pipe-Technologien geprägt sind. Erst wenn hier eine Informationsrückkopplung zur Produkt- und Produktionsgestaltung vonstatten geht, kann von einer Reduktionswirtschaft in einer Kreislaufwirtschaft gesprochen werden.

3. Systemverflechtungen: Ökosystemare Funktionsmechanismen als Bedingung industrieökonomischer Funktionsfähigkeit

Die Ansprache der Systemverflechtungen stellt unweigerlich auf die Ursachen und Wirkungen einer *ökologischen Krise* ab. Obschon diese vielseitig erläuterte Krise den Impetus jeder Arbeit bedeutet, die sich mehr oder weniger mit Themen des Umwelt- oder Natur-

schutzes auseinandersetzt, sollen und können im Rahmen dieser Arbeit Erläuterungen hierzu nicht in dem erforderlichen Ausmaße wiedergegeben werden. Zumal sich daran die bislang ungelöste Aufgabe anfügte, ein Maß für den Umweltschutz bzw. für einen tolerablen Umweltschaden zu erarbeiten.¹ Dennoch erscheint es zweckmäßig, einen kurzweiligen Perspektivenwechsel einzulegen, da die bisherigen analogen Betrachtungen die Schnittstellen zwischen den Systemen nur unzureichend widerspiegeln konnten. In einer einfachen, an die bisherigen Modelle anknüpfenden Betrachtungsweise bestehen zwischen dem ökologischen und industrieökonomischen System zwei direkte Systemverflechtungen: der Zufluß stofflicher und energetischer Ströme vom ökologischen in das industrieökonomische sowie der Abfluß ebensolcher Ströme vom industrieökonomischen ins ökologische System. Informationelle bzw. immaterielle Ströme existieren gemäß den Ausführungen zum Ökosystem, werden aber als solche vom industrieökonomischen System in den wenigsten Fällen wahrgenommen. Vor diesem Hintergrund können in Abgleich mit der Abbildung II-5 folgende Ökosystemleistungen für das industrieökonomische System komprimiert unterschieden werden:²

- Inputbezogene Versorgungsleistungen:
 - materiell: Versorgungsfunktion durch Abgabe regenerierbarer und nicht-regenerierbarer Ressourcen;
 - immateriell: Feedback-Informationen über die Wirkungen industrieökonomischen Handelns auf die ökologischen Funktionen;
- Throughputbezogene Transformationsleistungen:
 - materiell: Bereitstellung von Ressourcen sowie katalytischer Basisleistungen in Form von Luftdruck, Temperatur, Raum, Zeit, Licht;
 - immateriell: Steuerung von Zustandsentwicklungen und Wachstumsprozessen;
- Outputbezogene Entsorgungsleistungen:
 - materiell: Ent-Sorgungsfunktion durch Aufnahme von Rückständen in unterschiedlichen Aggregatzuständen;
 - immateriell: Regelungs- und Steuerungsinformationen zur Selbstreinigungskraft der Medien.

¹ Solche Beurteilungsmethoden finden sich bspw. in Ansätzen zur Ökobilanzierung wieder. Vgl. Schaltegger/Sturm (1992a); S. 68 ff. Ebenso sind Bemühungen um die Formulierung von Umweltqualitätszielen zu werten. Vgl. BMU (1986); S. 14 f. sowie ausführlich SRU (1994); Tz. 137 ff.; (1996); Tz. 710 ff.; (1998); Tz. 59 ff.; (2000); Tz. 68 f.

² Vgl. Zabel (1994); S. 10.

Diese Leistungen sind und dürfen nicht als dichotome, sondern als in enger Wechselbeziehung zueinander stehende Leistungen angesehen werden. Insbesondere die verbindenden Prozesse innerhalb des Ökosystems nähren letztlich die für das industrieökonomische System nutzenbringenden Leistungen.¹ Im Zusammenschluß ist die Basis jeder industrieökonomischen Aktivität und jedes industrieökonomischen Ergebnisses im ökologischen System zu suchen und zu finden.²

Wird das Ökosystem als materielle und als immaterielle Lebensgrundlage menschlicher Existenz durch eine intensive Nutzung außerhalb ökologischer Belastbarkeitsgrenzen beansprucht, entstehen i. d. R. Funktionsstörungen der Produktivität³ und Stabilität des Ökosystems, die sich rückwirkend in einer Einschränkung oder sogar Bedrohung der Lebensgrundlagen äußern. Diese Zusammenhänge wurden anschaulich von DALY in dem in der Abbildung II-7 wiedergegebenen Bild der *Spaceship Earth* niedergelegt.⁴ Dieses Bild sieht in vertikaler Sicht das industrieökonomische System als Subsystem eines umfassenderen, aber begrenzten Ökosystems an, das den Spielraum für industrieökonomische Aktivitäten vorgibt. Ist in einer *Empty World Economy*, gleichzusetzen mit den ersten Phasen der industriellen Revolution, die unbewußte Nutzung der Ökosystemleistungen durch das industrieökonomische System für die ökologische Funktionsfähigkeit noch ohne Belang, wirkt sie sich in einer *Full World Economy*, die an die Grenzen der Leistungsfähigkeit ökologischer Systeme stößt, nachhaltig darauf aus.⁵

¹ Auf das umfassende Leistungsbündel wird noch im Rahmen des Reproduktionsringes einzugehen sein.

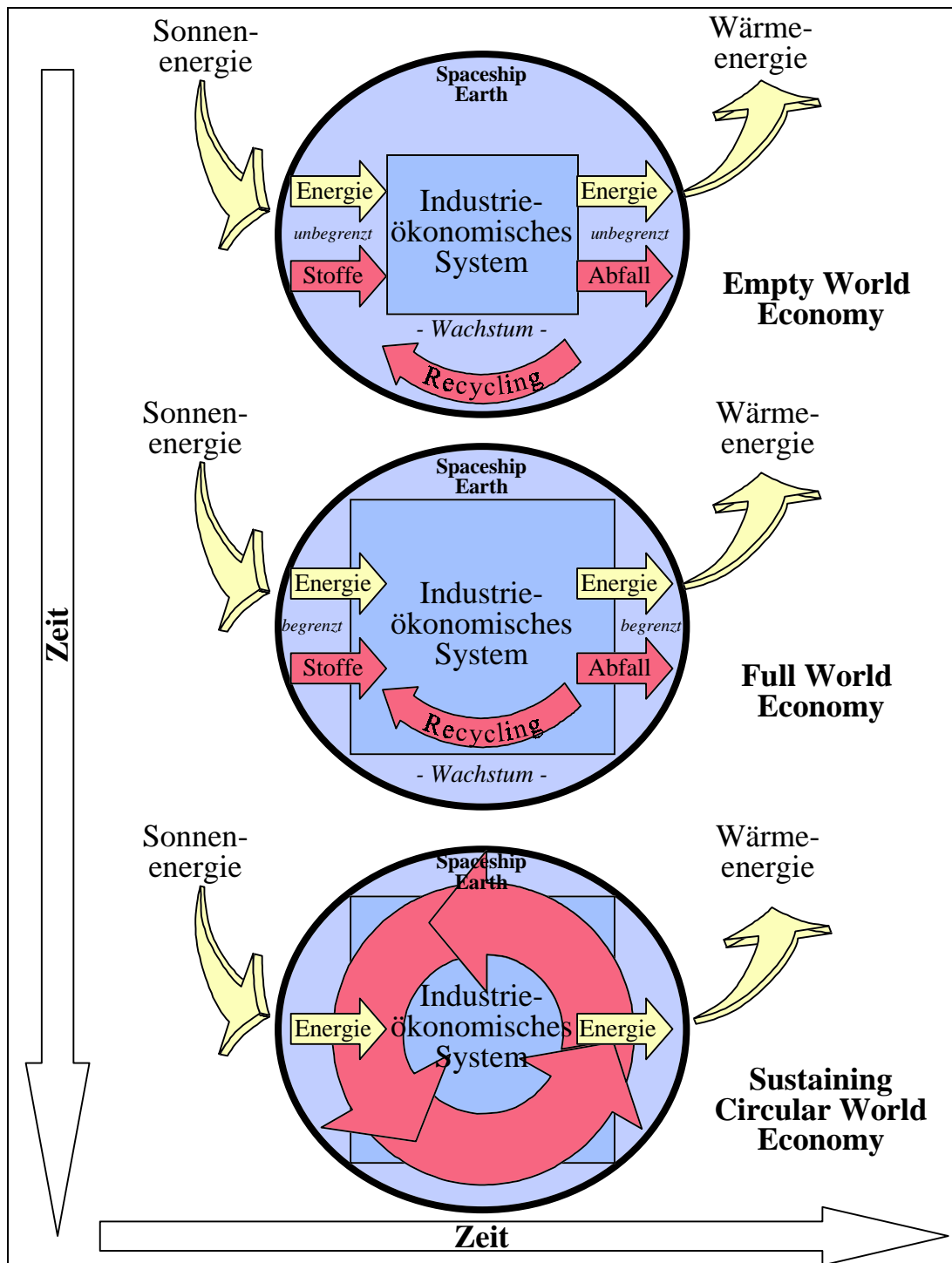
² Vgl. hierzu Zabel (1994); S. 2 sowie Kap. II.C.1.b).

³ Daß sich die ökologische Produktivität sowohl auf die Produktion als auch auf die Reduktion bezieht, wird eingehend durch den Reproduktionsring widerspiegelt. Vgl. Kap. II.C.1.b).

⁴ Vgl. Daly (1994); S. 148 ff. Siehe vorausgehend die Ausführungen zur *Spaceship Economy* nach Boulding (1971); S. 3 ff.

⁵ Diese Entwicklung korrespondiert mit den von HABER generierten Ökosystemtypen nach dem Grad menschlicher Einflußnahme. Die Full World Economy entspräche dann einem Technoökosystem; vgl. Haber (1980); S. 143 ff.; (1998); S. 136.

Abb. II-7: Spaceship Earth



Quelle: In Anlehnung an Daly (1994); S. 14; Graedel (1994); S. 25.

Wo eine solche Grenze zu ziehen ist, ist allerdings in den meisten Fällen weder gewiß noch kalkulierbar. Sowohl unterschiedliche Durchsatzgeschwindigkeiten und -bandbreiten von Stoffen und Energie innerhalb des industrieökonomischen Systems als auch deren häufig nicht wahrnehmbares zeitlich-räumliches Dissipationsverhalten lassen keine klaren Be-

lastungsmuster erkennen.¹ Bspw. können Rückstände zufällig auftreten, sie können in ihrer Größenordnung je nach dem vorliegenden Ereignis variieren und sie sind von meteorologischen Variablen abhängig.² Ebenso erschweren die vielschichtigen, vernetzten Wechselbeziehungen innerhalb des Ökosystems Kausalitätsaussagen über qualitative Folgen für ökosystemare Strukturen und Funktionen.³ Lediglich in einer Ex-post-Betrachtung sind das Waldsterben, die Eutrophierung sowie die Versauerung von Böden und Gewässern augenscheinliche Beispiele für die Grenzen der ökosystemaren Funktionsfähigkeit.⁴ Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden mögliche Ursachen entlang der vorwärtsgerichteten, ansatzweise der rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette in in Abbildung II-8 dargestellten Konzept der Schadschöpfungskette von SCHALTEGGER/STURM ausgemacht. Als Schadschöpfung wird die Gesamtheit der direkt und indirekt durch die industrieökonomische Wertschöpfung verursachten und nach ihrer relativen ökologischen Schädlichkeit gewichteten Stoff- und Energieflüsse in das Ökosystem definiert.⁵ Entlang der einzelnen Produktlebensphasen birgt jede Aktivität Schadschöpfungspotentiale in sich, die sich insgesamt zu kumulierten Umweltbelastungen addieren.

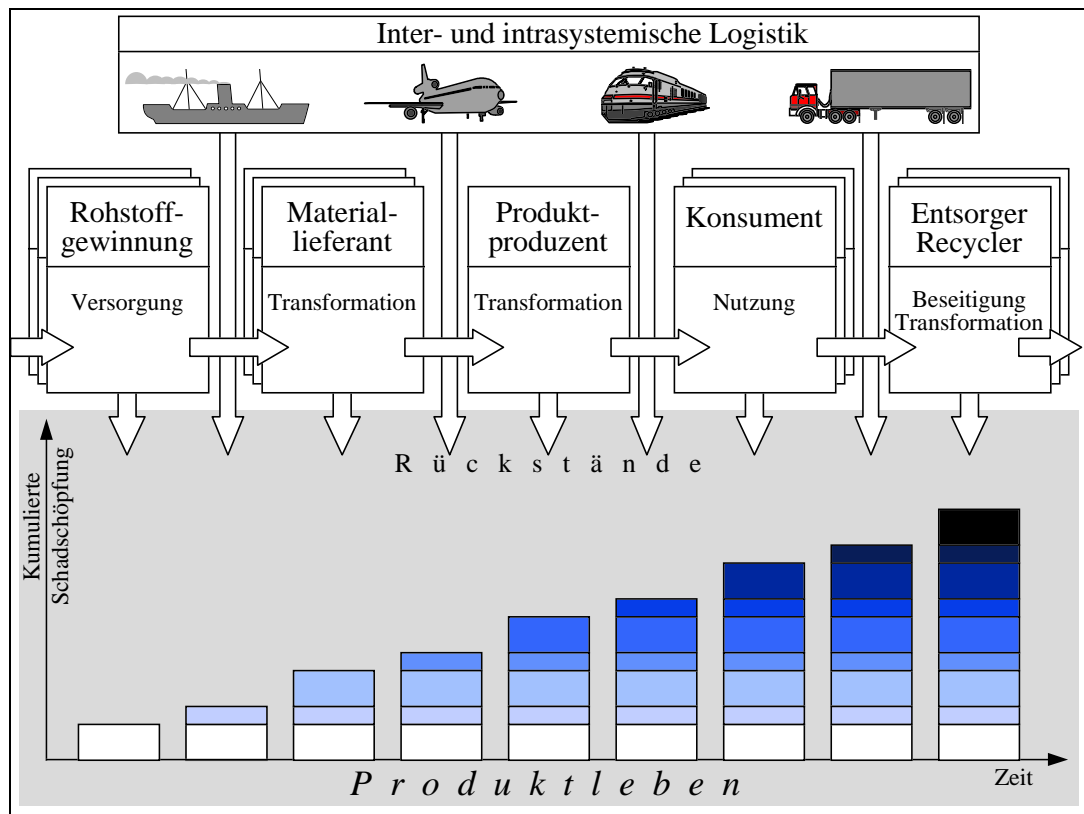
¹ Vgl. Ayres (1989); S. 8.

² Vgl. Stigliani/Anderberg (1992); S. 28.

³ Vgl. Stigliani/Jaffe (1993); S. 7 ff.

⁴ Vgl. Haber (1993a); S. 44; SRU (1994); Tz. 9 ff.

⁵ Vgl. Schaltegger/Sturm (1992a); S. 31 f.

Abb. II-8: Schadschöpfungskette eines industrieökonomischen Systems

Quelle: Leicht modifiziert nach Schaltegger/Sturm (1992a); S. 32 u. (1992b); S. 207.

Erforderliche Gegenmaßnahmen können sowohl auf gesamt- als auch auf einzelwirtschaftlicher Ebene ergriffen werden. Dennoch verhaften konkrete Maßnahmen und Handlungsweisen zumeist in der Vorstellung einer Empty World Economy. Selbst Bilder einer Kreislaufwirtschaft werden oftmals als “... unendlich wiederholbarer Vorgang..”¹ der Gütertransformation bzw. “als letztendlich richtungslose Abläufe ohne Anfang und Ende”² verkannt. Doch die vorhergehenden Ausführungen konnten belegen, daß das offene industrieökonomische System keinesfalls isoliert von der Zufuhr hochwertiger Inputfaktoren und der Abfuhr minderwertiger Outputfaktoren funktionsfähig ist. Das Sinnbild einer *Sustaining Circular World Economy* darf demnach nur als idealisierend interpretiert werden, das nur dann Aussagekraft erhält, wenn ökologische und ökonomische Sachverhalte zugleich berücksichtigt werden.³ KELLY spricht in diesem Zusammenhang von einer durch die Grenzen des Raumschiffs Erde erzwungenen *Vernunfttehe*.⁴ Das Gelingen dieser Vernunfttehe setzt eine möglichst umfassende Wahrnehmung der Zusammenhänge und der

¹ Weimann (1995); S. 4.

² Weimann (1995); S. 3.

³ Siehe die einleitenden Worte des Kap. II.C.1. GRAEDEL betont auf dem Weg zu einer nachhaltigen Circular Economy eine Quasi-Circular Economy, die schon heute auf die begrenzten Quellen u. Senken reagiert. Diese Phase entspricht der gegenwärtigen realen Situation. Vgl. Graedel (1994); S. 25 ff.

⁴ Vgl. Kelly (1997a); S. 8.

Folgewirkungen voraus.¹ Mit MEYER-ABICH sind die ökologischen, zu bewältigenden Mißstände nicht grundsätzlich Ursache falschen Handelns, sondern ursprünglich falschen Denkens. Einer Vision folgend ist „*anders zu denken aber [...] im wesentlichen eine Frage der wirtschaftlichen Phantasie, welche die Unternehmen ... auf neue Wege bringen könnte*“². Eine andere Denkweise soll die nachstehende Suche nach Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen den beschriebenen Systemarchitekturen hervorbringen.

4. Analogien und Differenzen: Bedeutung ökologischer Erkenntnisse für eine Systemtransformation unter besonderer Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten

Ökosysteme sind originär ein Produkt der natürlichen Evolution, wohingegen industrieökonomische Systeme ein Konstrukt der Menschen sind, die durch deren Strukturen und Strategien geprägt werden. Vor diesem Hintergrund drängt die Sinnhaftigkeit ökologischer Funktionenzusammenhänge die Frage auf, „*wie weit die hervorstechende Eigenschaft natürlicher Ökosysteme, nämlich ihr dauerhaftes, relativ sicheres, anpassungs- und entwicklungsfähiges Funktionieren auch auf die vom Menschen abhängigen oder geschaffenen Nutz- oder Techno-Ökosysteme übertragen oder dafür nutzbar gemacht werden kann*“³. Eine solche Systemtransformation ähnlicher, aber nicht identischer Systemarchitekturen greift neben den Ausführungen zur prozeßbezogenen Erkenntnisverknüpfung unterschiedlicher Disziplinen die in Kapitel I dargestellten Wissenschaftsziele auf. Mit BEER lassen sich allgemein drei Ähnlichkeitsgrade zu einer Klassifikation der Verknüpfungsformen zusammentragen:⁴

- *Metaphern:*

Metaphern ermöglichen aufgrund oberflächlicher Ähnlichkeiten zwischen den Objektbereichen der Ausgangs- und Zieldisziplinen ebensolche Verknüpfungsformen auf einer deskriptiven Basis. Zumeist dienen unmittelbare deskriptive Verknüpfungen bzw. neuartige Beschreibungsoptionen zur Sensibilisierung für den fokussierten Objektbereich.

¹ Ähnlich stellt KUHN der Wirkung u. Bewertung ökologischer Gefahren die Wahrnehmung voran. Vgl. Kuhn, Th. (1993); S 6.

² Meyer-Abich (1997); S. 14.

³ Haber (1980); S. 55.

⁴ Vgl. Beer (1966); S. 105 ff. Trotz des Alters dieser Klassifikation wird sie m. W. auch heute noch in der Literatur favorisiert. Auf alternative Ansätze wird bei SCHEURER verwiesen; vgl. Scheurer (1997); S. 245. SEMMEL fügt als weitere Verknüpfungsform das Axiom an; vgl. Semmel (1984); S. 31.

Somit wird ihnen allein eine heuristische, verständniserweiternde Funktion zuteil, die in ihrer Problemlösungskraft nicht überbewertet werden darf.¹

- *Analogien:*

Analogien konstruieren abstrahierte Ähnlichkeiten zwischen ausgewählten Teilaspekten der Objektbereiche, die sowohl eine deskriptive, theoretische als auch pragmatische Verknüpfung der Erkenntnisse ermöglichen. Entsprechend können über die deskriptiven Fähigkeiten von Metaphern hinaus ebenso Sachverhalte erklärt wie Gestaltungsempfehlungen abgeleitet werden. Voraussetzung für eine solche Analogiebildung ist ein Abstraktionsvorgang, der erst einen Vergleich der ausgewählten Teilaspekte und damit einen Analogieschluß von der Ausgangs- in die Zieldisziplin ermöglicht. Das in solchen Fällen die systemische Denkweise als adäquates Medium zum Vergleich der Modelle eingesetzt werden kann, wurde bereits erläutert.² Ein Vergleich kann neben Übereinstimmungen in den Merkmalen der Objektbereiche ebenfalls Differenzen ermitteln.³ Um letztlich aus diesen Analogieschlüssen bzw. Abweichungen Konsequenzen für die Zieldisziplin und die gestellte Problematik ableiten zu können, ist sowohl eine Konfrontation mit den Bedingungen der Zieldisziplin als auch mit den realen Anwendungsbedingungen unabdingbar. Aus der Analogie selbst ist demnach deren empirische Gültigkeit nicht zu belegen, da „*no such thing as a false analogy exists: an analogy can be more or less detailed and hence more or less informative*“⁴. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen, können Analogien nur zu Entdeckungen mit heuristischem Gehalt, nicht zu Erklärungen führen.⁵

- *Isomorphien:*

Isomorphien gehen auf einem sehr hohen Abstraktionsniveau von ein-eindeutigen Ähnlichkeiten zwischen den zu den jeweiligen Objektbereichen der Ausgangs- und Zieldisziplinen gebildeten Modellen aus. Das hohe Abstraktionsniveau gewährt zwar statt einer Verknüpfung mit Übersetzungsleistung eine direkte Anwendung deskriptiver, theoretischer und pragmatischer Erkenntnisse einer Ausgangs- auf identisch formulierte Model-

¹ MORGAN erklärt hierzu: „*The use of metaphor implies »a way of thinking« and »a way of seeing« that pervade how we understand our world generally.*“ Morgan (1997); S. 4 (h. i. O.).

² Die dadurch gewährleistete identische Sprachbasis sieht PROBST als den Erfolgsfaktor einer Analogiebildung an; vgl. Probst (1981); S. 56.

³ Mancherseits werden positive, negative u. neutrale Analogien unterschieden; vgl. Semmel (1984); S. 26 sowie die dort angegebene Literatur.

⁴ Lorenz (1974); S. 186. Ähnlich Riedl (1981); S. 132.

⁵ Vgl. Scheurer (1997); S. 248. Folglich werden Analogien ebenso wie Metaphern dem Entdeckungszusammenhang einer Wissenschaft zugeordnet. Für den Begründungszusammenhang einer Theorie können Analogien nicht verwendet werden. Vgl. Chmielewicz (1994); S. 87 ff. u. Strebel (1996); Sp. 1305.

le einer Zieldisziplin, allerdings u. U. zu Lasten der Aussagekraft für reale Problemstellungen.¹

Sollen ökosystemare Zusammenhänge Aufschluß über die hier zu gestaltende Reduktionswirtschaft liefern, erscheint die Analogiebildung hinreichend geeignet, um eine Verknüpfung zwischen den Erkenntnissen der naturwissenschaftlichen Ökologie und der sozialwissenschaftlichen BWL herstellen zu können. Mit den vorgestellten Systemarchitekturen läßt sich bereits an dieser Stelle konstatieren: *“The analogy with ecosystems is obvious and appealing”*². Weder metaphorische noch isomorphe Verknüpfungsformen können die verfolgten Ergebnisse liefern. Metaphorische Verknüpfungen ergäben keinen Erkenntnisfortschritt für die Formulierung von Gestaltungsempfehlungen, wohingegen isomorphe Verknüpfungen aufgrund des hohen Abstraktionsniveaus die Gefahr in sich bergen, den schließlich zu ziehenden Praxisbezug zu verzerren.³ Obwohl dieser Arbeit keine isomorphe Verknüpfung zugrunde liegt, setzt sie sich dennoch dieser Gefahr aus, da die als Kommunikationswerkzeug eingesetzten systemischen Aussagen auf Isomorphien zwischen Systemen aufbauen. Vorbeugend wurden aus diesem Grunde die vorausgehenden Systembeschreibungen sehr genau aufeinander abgestimmt.

Die Erarbeitung von Analogien ist in den Wissenschaften keine Unbekannte. Als besonders dienlich haben sich Analogien zu den Systemen der Natur erwiesen, wie bspw. die in dem Kunstwort Bionik gefaßte Übertragung biologischer Lösungen auf technische Systeme in den Ingenieurwissenschaften belegt. Die Erfordernis, daß entgegen mechanistischer Konstruktionsvorstellungen Unternehmen wie ein biologischer Organismus bzw. Unternehmensnetzwerke wie ein Ökosystem beschaffen sein sollten, finden zusehends in der wirtschaftswissenschaftlichen Forschungslandschaft Gehör.⁴ LIESEGANG veranlaßte diese Entwicklung zu der Wortschöpfung *Bionomik*.⁵ So gesehen können Analogien zwischen Systemen ohne weiteres richtungsweisende Impulse für die Problemanalyse oder die Problemlösung liefern. Keineswegs lassen sich aber daraus Erklärungen ableiten, welche Gestaltungspotentiale innerhalb des industrieökonomischen Systems letztlich zu nutzen sind.

¹ Nach BEER ist stets eine isomorphe Verknüpfung anzustreben, um eine hohe Übertragungsgenauigkeit sicherzustellen; vgl. Beer (1966); S. 108. Der daran gekoppelte hohe Abstraktionsgrad wird Eigenschaften realer Phänomene zunehmend aus der Betrachtung ausklammern. Vgl. Hübenthal (1991); S. 33.

² Ayres/Ayres (1996); S. 278.

³ Vgl. Scheurer (1997); S. 251 f.

⁴ Vgl. Stumm/Davis (1974); S. 29 ff. Darüber hinaus vgl. u. a. SRU (1991); Tz. 50 ff.; Gibson (1997); S. 29; Morgan (1997). Davon abzugrenzen ist der metaphorische Einsatz des Begriffes Organismus nach NICKLISCH u. MELLEROWICZ. Vgl. zur Auffassung Nicklisch die Ausführungen bei Schanz (1997a); S. 108 ff. u. Mellerowicz (1952); S. 141 ff.

⁵ Vgl. Liesegang (1993b); S. 21.

Das Ökosystem dient lediglich als Referenzmodell, das unter Berücksichtigung industrieökonomischer Bedingungen und Anforderungen in ein Gestaltungsmodell zu überführen ist, und nicht als Leitsystem¹. Aufgrund dieser komplexen Aufgabenstellung können bei weitem nicht alle Analogien/Differenzen aufgezählt werden. Die folgenden Ausführungen lenken den Blick auf die physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Thermodynamik, denen nicht nur ökologische, sondern auch industrieökonomische Prozesse unterliegen. Weitere Anknüpfungspunkte durch die Produktionsökologie und die Selbstregulationsfähigkeit werden erst im Verlauf der Arbeit vertieft.

Die Bedeutung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten für die Gestaltung von industrieökonomischen Kreislaufsystemen wurde stark von den Vertretern der sogenannten Bioeconomics um NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN² und seinem Schüler HERMAN DALY³ in die Diskussion gebracht. Basis dieser Erkenntnisse war, daß industrieökonomische Prozesse neben den Gesetzen des Marktes auch naturgesetzlichen Regulativen wie denen der Thermodynamik folgen. Entsprechend inflationär gestaltet sich bis zum heutigen Tag die Verwendung des thermodynamischen Begriffsapparates und der Implikationen thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten in Veröffentlichungen zur Kreislaufwirtschaft.⁴ Einige Fachvertreter sehen das Feld der Thermodynamik als eine physikalische Disziplin an, die sich mit dem Verhalten von Systemen mit einer großen Anzahl von Teilchen auseinandersetzt;⁵ BAEHR hingegen bestimmt eine allgemeine Energielehre als den thermodynamischen Objektbereich.⁶ Allgemeiner befaßt sich die Thermodynamik „... mit Vorgängen, in denen sich irgendetwas in der Welt ändert, d. h. mit Prozessen und deren Beschreibung“⁷. In diesem Sinne können alle Prozesse bzw. Umwandlungen, Transformationen oder Veränderungen, seien sie ökologischer oder industrieökonomischer Herkunft, thermodynamisch beschrieben werden. Damit erscheint ein hoher theoretischer Erkenntniswert der Thermodynamik augenscheinlich, um Analogien zwischen den hier vorgestellten Systemen abschätzen zu können. Vor diesem Hintergrund werden zunächst die Sätze der Thermodynamik durchleuchtet, um ein Verständnis für diese Gesetzmäßigkeiten wecken zu können. Eine Darstellung der Fülle an thermodynamischen Entwicklungslinien wird allerdings un-

¹ Darauf hat schon frühzeitig Trepl (1987); S. 224 ff. hingewiesen. Ähnlich auch die Kritik PFRIEMS an den Arbeiten VESTERS; vgl. Pfriem (1995); S. 146. So gesehen dienen Analogien dem Entdeckungs-, nicht dem Begründungszusammenhang der BWL.

² Siehe Georgescu-Roegen (1971).

³ Siehe Daly (1977).

⁴ Vgl. Schmid (1996a); S. 143.

⁵ Vgl. Stephan (1992); S. 280; Faber/Niemes/Stephan (1995); S. 77; Langbein (1997); S. 9.

⁶ Vgl. Baehr (1992); S. 7.

⁷ Frondel (1997); S. 1.

terdrückt, da nur punktueller Erklärungsbedarf zu decken ist. Abschließend werden daraus Analogien aus dem angesprochenen Charakter einer Durchfluß- gegenüber einer Kreislaufwirtschaft abgeleitet.

Nach dem *1. Hauptsatz der Thermodynamik* kann innerhalb eines isolierten Systems Energie weder quantitativ geschaffen noch vernichtet, sondern im thermodynamischen Sinne qualitativ von einer Energieform in eine andere überführt werden (Satz der Energieerhaltung). In der Quintessenz ist die Gesamtenergie eines isolierten thermodynamischen Systems über die Zeit stets konstant.¹ Stehen isolierte Systeme definitionsgemäß in keinem Interaktionsverhältnis zur Systemumgebung, strebt ein solches System damit einem thermodynamischen Gleichgewichtszustand entgegen.² Eine nähere naturwissenschaftliche Begründung dieser Zusammenhänge liefert der *2. Hauptsatz der Thermodynamik*. Demzufolge verlaufen für ein isoliertes System die Prozesse der Energieumwandlung stets von Energieformen hoher Verfügbarkeit in Richtung solcher geringer Verfügbarkeit.³ Diese systeminterne Werthaftigkeit einer Energieform kommt im 2. Hauptsatz durch das qualitative Maß der Entropie zum Ausdruck. Infolgedessen nimmt mit Abnahme der verfügbaren Energie in einem System der Grad der Entropie zu, wobei die Entropie eines Systems um so höher ausfällt, desto höher der Anteil nicht verfügbarer Energie im System ist. Analog kann Entropie nicht vernichtet, aber erzeugt werden, so daß der prozessuale (End-)Zustand eines thermodynamischen Gleichgewichts dem Zustand des Entropiemaximums entspricht. Im Umkehrschluß geht der Anfangszustand fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht stets von einer Entropieproduktion des betrachteten Systems aus. Um nach dem bisher Gesagten Fehlinterpretationen vorzugreifen, sei angemerkt, daß Entropie nicht analytisch genau gefaßt werden kann, sondern mittels dieses Maßes nur ausgesuchte Aspekte qualitativ oder ordinal dargestellt werden können.⁴ Während also nach dem 1. Hauptsatz die Menge an Energie in einem isolierten System konstant bleibt, verändert sich gemäß dem 2. Hauptsatz die Umwandlungsfähigkeit einer Energieform stets von unbeschränkt umwandelbarer Energie (Exergie) hin zu nicht weiter umwandelbarer Energie (Anergie).⁵ Die

¹ Vgl. Binswanger, M. (1992); S. 30. Aus diesem Grunde zählt der 1. Hauptsatz der Thermodynamik auch zu den Bilanzgleichungen. Vgl. Müller (1999); S. 5.

² Vgl. Baehr (1992); S. 44 u. S. 58 ff.; Binswanger, M. (1994); S. 159. Dieser Zustand wird als Wärme- bzw. Kältetod bezeichnet. Vgl. Tobias (1991); S. 55. Der Weg zu einem solchen (End-)Zustand wird pointiert als „... *monotone Tendenz zum konturlosen homogenen Gleichgewicht* ...“ beschrieben. Müller (1999); S. 146.

³ Dieser Sachverhalt drückt sich auch durch die Energiepyramide in einem Ökosystem aus. Vgl. Bick (1993); S. 27.

⁴ Vgl. Strebel (1980); S. 141; Binswanger, M. (1994); S. 186.

⁵ Exergie stellt eine freie Energieform dar, die sich in andere Energieformen (z. B. mechanische, elektrische Energie) umwandeln läßt, wohingegen Anergie im System gebunden u. nicht umwandelbar ist. Vgl. Baehr (1992); S. 133 ff. Ein System, in dem nur noch Anergie existiert, befindet sich im thermodynamischen Gleichgewicht. Vgl. Georgescu-Roegen (1974); S. 20.

Prozesse in einem isolierten System bewegen sich demnach gerichtet bzw. irreversibel von einem Anfangszustand niedriger Energieentropie hin zu einem Endzustand hoher Entropie. Reversibilität tritt nur als idealisierter Grenzfall irreversibler Prozesse auf, wenn ein Anfangszustand nach Prozeßablauf selbsttätig, ohne Änderungen in der Systemumgebung bzw. in den Umsystemen wiederhergestellt werden könnte.¹ Mittlerweile besteht Einigkeit darüber, daß auch „*alle uns bekannten ökologischen und ökonomischen Prozesse ... irreversibel [sind]. Eine zeitliche Umkehrung dieser Prozesse vermag sich die kühnste Phantasie nicht vorzustellen*“². In Einklang mit den Grundmodellen gilt damit die irreversible Prozeßfolge nicht ausschließlich für isolierte, sondern ebenso für geschlossene bzw. offene Systeme und leistet im Falle industrieökonomischer Systeme die Begründung für eine bewußte Prozeßgestaltung. Im Vergleich zu isolierten Systemen erhalten offene Systeme aber einen Zustand fern vom thermodynamischen Gleichgewicht dauerhaft, indem sie durch Interaktionen mit der Systemumgebung ihren Entropiehaushalt verwalten: Ein System versorgt sich inputseitig aus der Umgebung mit Exergie bzw. sogenannter Neg- oder Antientropie³ und gibt wiederum auf der Outputseite Anergie an diese ab, so daß einem thermodynamisch begründeten Entropiemaximum entgegengewirkt werden kann. Insofern unterscheidet sich der Energiefluß innerhalb eines industrieökonomischen Systems keineswegs von dem eines Ökosystems. In energetischer Hinsicht sind sowohl das gesamte industrieökonomische System als auch jedes Subsystem als offene, nicht im Gleichgewicht befindliche thermodynamische Systeme zu charakterisieren. Dennoch kann der industrieökonomische Energiefluß als ineffizient charakterisiert werden, da die Basis durch erschöpfbare, technologisch zugängliche Quellen getragen wird.

In Ergänzung dient Entropie auch als Maß zur Beschreibung der Ordnung bzw. Unordnung in einem System. Im Kontext des 2. Hauptsatzes setzt verfügbare Energie eine gewisse geordnete Struktur voraus, wohingegen nicht verfügbare Energie chaotisch zerstreut auftritt.⁴ Übertragen auf den 3. *Hauptsatz der Thermodynamik* ist eine Entropiezunahme gleichbedeutend mit einer Ordnungsabnahme und v. v. Auch hier gilt für offene Systeme, daß ein niedriger Entropiewert bzw. ein hohes Maß innerer Ordnung dauerhaft nur möglich

¹ Vgl. Baehr (1992); S. 18 ff.

² Ebeling (1994); S. 31. Damit gewinnt der Faktor Zeit eine hohe Bedeutung für eine Annäherung an das thermodynamische Gleichgewicht. Vgl. Binswanger, M. (1992); S. 20 f.; Weimann (1995); S. 4 f. Neben einem solchen langfristigen Zeitmaß in einer Größenordnung von Jahrmillionen, das einen ultimativen Gleichgewichtszustand mit endgültigem Hitzetod oder Chaos fokussiert, interessieren zunächst kurzfristige Zeitmaße bzgl. des Verlaufs gerichteter Prozesse sowie mittelfristige Zeitmaße in der Sicht einer Generation. Vgl. Daly (1987); S. 325.

³ Ein System gleicht durch Zufuhr sog. Negentropie die Entropiezunahme aus.

⁴ Vgl. Georgescu-Roegen (1974); S. 19; Müller (1999); S. 155.

ist, wenn ein steter Energiezufluß hoher Ordnung von außen gewährleistet ist. In diesem Sinne ist auch Entropie unter informationstheoretischen Gesichtspunkten zu interpretieren. Entropie ist dann ein Maß für die Unstrukturiertheit von Systemen, so daß isolierte Systeme zu unstrukturierten Systemen mit geringem Informationswert tendieren. Im Ökosystem wirken hingegen die Organismen untereinander in ihrer funktionell abgestimmten Struktur als dessen Ordnungs- und Informationsträger.¹

GEORGESCU-ROEGEN übertrug den Aussagegehalt dieser Hauptsätze auf das thermodynamische Verhalten von Materie bzw. Stoffen in Systemen. Im Rahmen eines *4. Hauptsatzes der Thermodynamik* wird festgehalten, daß in einem isolierten System die Verfügbarkeit der Materie abnimmt.² Ähnlich dem Energieerhaltungssatz beruht hierauf der Massenerhaltungssatz, demzufolge Stoffe qualitativ ihre physikalische und chemische Beschaffenheit zwar verändern können, die Masse aber stets erhalten bleibt. Die in Kapitel I gewählte Definition für Entsorgung findet damit ihre wissenschaftliche Begründung. Ähnlich zur oben beschriebenen (Energie-)Entropie bewegt sich damit die Stoffentropie in einem isolierten System irreversibel von einem Zustand niedriger zu einem Zustand hoher Entropie.³ In Entsprechung zum 3. Hauptsatz bietet der stoffliche Ordnungszustand ein leicht verständliches Bild dieser Zusammenhänge. Hohe Ordnung bzw. ein hoher stofflicher Konzentrationsgrad in einem System gleicht einem Zustand niedriger Stoffentropie, der sich in einem gerichteten Prozeßverlauf in einen Zustand hoher Entropie, gleichzusetzen mit niedriger Ordnung bzw. einem hohen stofflichen Mischungsgrad, verwandelt.⁴ Der jeweilige stoffliche Entropiegrad zeigt demnach den Verlust an Werthaftigkeit bzw. Verfügbarkeit einer Stoffform an, so daß isolierte Systeme zu einem maximalen stofflichen Mischungsgrad tendieren. Übertragen auf das geschlossene Ökosystem, das in idealer Weise den stofflichen Kreislaufzyklus nachzeichnet, stellt sich dann die Frage, inwieweit Reduktions- oder Recyclingprozesse im Zuge des Kreislaufgedankens ihre thermodynamische Berechtigung finden.⁵ Denn vordergründig widersprechen Prozesse, die zwecks Schaffung von Ordnung den Ausgangspunkt stofflicher Prozesse herbeiführen möchten, der Aussage des 2. Hauptsatzes sowie der oben festgestellten Irreversibilität der Prozesse. Die Beschreibung ökologischer und industrieökonomischer Prozesse hat gezeigt, daß grundsätzlich eine stoff-

¹ Vgl. Haber (1993a); S. 51 f.; Binswanger, M. (1994); S. 175 ff.

² Vgl. Georgescu-Roegen (1974); S. 18.

³ Die Äquivalenz zwischen Energie u. Materie ist in der Relativitätstheorie begründet. Vgl. Strebel (1980); S. 27.

⁴ Vgl. Stephan (1992); S. 283.

⁵ SCHMID verweist auf die Vernachlässigung des 4. Hauptsatzes in Lehrbüchern zur Thermodynamik; vgl. Schmid (1996a); S. 150.

liche Umkehrung eines Prozesses mit dem erforderlichen Aufwand an Energie zu realisieren ist. Wird die durch die Hauptsätze bedingte Fallunterscheidung zwischen Energie- und Stoffentropie fortgesetzt, bedeutet dies nichts anderes, als daß in einem System Stoffentropie generell unter der Bedingung einer vergleichsweise größeren Zunahme an Energieentropie vernichtet werden kann. Zusammen gesehen wird dann die Gesamtentropie des Systems gemäß dem 2. Hauptsatz absolut weiterhin zunehmen.¹ KIRCHGEORG kommt aus diesem Grunde zu dem Schluß, daß aus thermodynamischer Sicht das Ausmaß einer Entropiezunahme innerhalb des Systems als Bewertungsmaßstab für die Vorteilhaftigkeit einer Kreislauf- gegenüber einer Durchflußwirtschaft dient.² CORSTEN/RIEGER veranschaulichen diesen Zusammenhang am industrieökonomischen Lebenszykluskonzept.³ Den Lebenszyklusphasen folgend werden im Zuge der Rohstoffgewinnung zunächst Stoffe konzentriert, die im Verlauf aufeinanderfolgender Produktions- und anschließender Konsumtionsprozesse mit steigendem Niveau dissipieren. Sofern Stoffe bzw. Rückstände dann nicht in einem molekular dissipierten Zustand vorliegen, kann mit Hilfe von Recyclingprozessen wiederum eine Abnahme der Stoffentropie herbeigeführt werden. In welchem Umfang die bereits durch die Produktions- und Konsumtionsprozesse erzeugte Energieentropie durch einen Reduktionsprozeß zusätzlich ansteigt, hängt vom ausgehenden Stoffentropiegrad des Rückstandes ab. In Erinnerung des Beispiels Altkunststoff erfordern Rückstände mit einem relativ hohen Mischungsgrad energieintensive Verwertungsprozesse, um sie in nutzbare Ausgangsfraktionen aufzuschlüsseln zu können. Rückstände, bei denen die Produktgestalt im Zuge von Wieder- oder Weiterverwendungsprozessen weitestgehend erhalten bleibt, werden hingegen relativ wenig zusätzliche Energieentropie erzeugen. Selbst Prozesse zur energetischen Verwertung, die Energie zur weiteren Nutzung freisetzen, benötigen zur Prozeßdurchführung zugleich Energie. In all diesen Fällen wird eine Abnahme der Stoffentropie durch eine zunehmende Energieentropie erkaufte, so daß Recycling oftmals einer Entscheidung zwischen abnehmenden Nutzwerten des Energie- oder Stoffflusses entspricht.⁴ Präzisierend stellt HORNEBER fest, daß nach dem bisher Gesagten ein solcher Bewertungsmaßstab alle an die Durchfluß- oder Kreislaufwirtschaft gebundenen Energie- und Stoffentropieveränderungen zu beachten hat. Oftmals resultieren oder zeigen sich die entropischen Folgen in den vor- oder nachgelagerten Prozessen, so daß ein Recyclingprozeß per se noch

¹ Vgl. Corsten/Rieger (1994); S. 219; Schmid (1996a); S. 152.

² Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 159.

³ Vgl. Corsten/Rieger (1994); S. 223 ff. Siehe ebenso Schmid (1996a); S. 174 ff.

⁴ Vgl. Strebel (1980); S. 27 ff.

keine thermodynamisch wünschenswerte Handlungsalternative darstellt. Neben den eigentlichen Rückgewinnungsprozessen sind dann auch Sammel-, Transport- und Sortiervorgänge sowie schlußendlich sämtliche Prozesse entlang des Produktlebenszyklusses einzubeziehen.¹ Mit SCHMID stellt ein dem Kreislaufgedanken „... *verpflichtetes Management eine Conditio sine qua non dar, zumal hiermit wettbewerbsstrategische Chancen und Risiken aufs engste verknüpft sind*“.² Stoff-, Energie- und Informationsströme sind dann nicht nur in ihrer Gesamtheit, sondern in ihren gesamten Wirkungszusammenhängen zu begreifen. In letzter Konsequenz ist dann auch der Entropieaustausch mit der Systemumgebung ebenso ins Kalkül zu ziehen, wenn Entropie als Maßgröße für eine Prozeßführung auch unter ökologiebezogenen Gesichtspunkten brauchbare Aussagen liefern soll. Denn der oben beschriebene insgesamt gleichbleibende Stoffbestand in einem geschlossenen Ökosystem resultiert aus der erforderlichen Menge an energetischer Negentropie aus der Systemumgebung. Soll demnach in einem System das Niveau der Entropieerzeugung konstant gehalten oder verringert werden, ist mindestens eine energetische Entropiezunahme in der Systemumgebung in Kauf zu nehmen.³ Ähnlich werden die Stoffwechselprozesse der Organismen nicht nur durch eine Zunahme der Energie-, sondern auch der Stoffentropie in der Systemumgebung gespeist. Allerdings werden im ökosystemaren Wirkungsgefüge hierdurch keine negativen Folgen verursacht, da der einem bestimmten Subsystem nicht mehr zur Verfügung stehende Anteil an stoffgebundener Energie maßgebender Motor eines anderen Systems sein wird.⁴ Ein Verweis auf die Vorleistungen der Produzenten durch den Prozeß der Photosynthese für die Konsumenten und Reduzenten soll hier genügen. Vergleichbare Aussagen über die Anbindung an die externe Stoff- und Energieentropie können sowohl auf gesamt- als auch einzelwirtschaftlicher Ebene auch für industrieökonomische Systeme getroffen werden. Eine Entropieabnahme tritt damit nur „... *locally on those »islands« as a by-product of metabolic reactions at the expense of »seas« of disorders in space by radiating waste heat into that distant sink while recycling the flow of waste matter in closed cycles*“⁵ auf. Wird die gesamte Entropieveränderung solcher Systeme in eine interne Entropieveränderung durch gerichtete Prozesse und eine externe Entropieveränderung infolge von Austauschbeziehungen mit der Systemumgebung aufgespalten, zeigt sich aber mit den Ausführungen zur industrieökonomischen Systemarchitektur, daß industrieökonomische

¹ Vgl. Horneber (1995); S. 186.

² Schmid (1996a); S. 169.

³ Vgl. Georgescu-Roegen (1974); S. 20 f.

⁴ Vgl. Georgescu-Roegen (1971); S. 11; Odum (1999); S. 59 f.

⁵ Fritsch/Schmidheiny/Seifritz (1994); S. 38.

Prozesse weitaus intensiver in den Entropiehaushalt der Systemumgebung eingreifen, so daß sie einen kontinuierlichen Strom an Entropie schaffen.¹ Dieser Sachverhalt tritt insbesondere dann auf, wenn die industrieökonomisch angetriebenen Negentropieprozesse ihre Endlichkeit erreichen, weil der Grad der Stoffentropie keine weitere Nutzung für das System selbst oder die Umsysteme zuläßt. Ein offenes System wird dann mit abnehmenden Rückgewinnungsmöglichkeiten auf das vorhandene Depot niedriger externer Energie- und/oder Stoffentropie zurückgreifen sowie entsorgend hohe interne Energie- und /oder Stoffentropie an die Umwelt abführen.² Erst mit Übernutzung dieses Depots wird sich die hinter der Entropieproduktion verbergende ökologische und industrieökonomische Problematik offenlegen. Unter der Annahme, daß die offenen Fragen der Energieerzeugung und -nutzung geklärt sind, stellt sich die dissipative Stoffentwertung dann als das schwerwiegendere Problem dar.³

Die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen System und Systemumgebung erklärt sich zusammenfassend in der *Theorie dissipativer Strukturen* nach PRIGOGINE.⁴ Aus systeminterner Entropie und Entropieaustausch mit der Systemumgebung werden drei mögliche Entropiezustände offener Systeme fern vom thermodynamischen Gleichgewicht abgeleitet:⁵

1. Die Entropie eines Systems nimmt zu, da die Negentropie durch die systeminterne Entropieproduktion überkompensiert wird.
2. Die Entropie eines Systems ist ausgeglichen, da die Negentropie die systeminterne Entropieproduktion gerade einlöst, so daß fern vom thermodynamischen Gleichgewicht ein Fließgleichgewicht, d. h. ein Systemerhalt auf einem bestimmten, über die Zeit unveränderten Entropieniveau vorliegt.
3. Die Entropie eines Systems nimmt trotz der systeminternen Entropieproduktion auf Kosten einer Entropiezunahme in der Systemumgebung ab. Dissipative Strukturen werden demzufolge fern vom thermodynamischen Gleichgewicht erhalten und weiterentwickelt, indem offene Systeme Negentropie beanspruchen und dissipieren.

¹ Vgl. Stephan (1992); S. 285.

² DALY bezeichnet diesen Ordnungsverlust als Kosten des Wachstums u. als thermodynamisch gesetzte Grenze des Wachstums. Vgl. Daly (1987); S. 324 ff.

³ Vgl. Fritsch/Schmidheiny/Seifritz (1994); S. 34. Die Fragen der Energieerzeugung und -nutzung sind selbstredend vor Erschöpfung der Quellen fossiler Energieträger zu beantworten.

⁴ Vgl. Prigogine (1985).

⁵ Vgl. Binswanger, M. (1992); S. 60 ff. u. ders. (1994); S. 162 f. Die Alternative einer Zuführung hoher Entropie aus der Systemumgebung wird vernachlässigt.

Erscheinen isolierte Systeme, die in Richtung eines thermodynamischen Gleichgewichts konvergieren, „... *starr, unbelebt, willenlos, sklavisch*“¹, zeigen sich offene, konkret ökologische und industrieökonomische Systeme fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht im Wechselspiel der Kräfte und Gegenkräfte dynamisch, flexibel und anpassungsfähig, aber auch unvorhersehbar. Selbst der bereits beschriebene Zustand eines Fließgleichgewichtes weicht über die innovativen, selbstorganisierenden Neg- oder Antientropieprozesse langfristig einer evolutiven Höherentwicklung, um wiederum zu einem neuen, weiter vom thermodynamischen Gleichgewicht entfernten stationären Zustand zu führen. Der Gültigkeit des 2. Hauptsatzes wird mit der Theorie dissipativer Strukturen keine Absage erklärt, da offene Systeme fern vom thermodynamischen Gleichgewicht ihre Strukturen und Funktionen aufbauen und erhalten, indem sie gerichtet niedrige Energie- und/oder Stoffentropie aus der Umgebung aufnehmen und wieder hohe Entropie an die Umgebung abgeben. Die Entropieerhöhung in der Systemumgebung fällt allerdings um so höher aus, desto größer die Entfernung des Systems vom thermodynamischen Gleichgewicht ist.² Für Ökosysteme lag ein solcher Zustand insbesondere in den frühen Entwicklungsphasen vor und wurde in der evolutiven Entwicklung durch besser organisierte dissipative Aktivitäten bzw. durch eine Minimierung der spezifischen Entropieproduktion (z. B. pro Einheit Biomasse) ersetzt.³ In lateraler Sicht koppelt sich die Evolution von Systemen bedeutsam an die Koevolution mit den umgebenden Systemen. Die wechselseitige Abhängigkeit zeigt sich darin, daß sich ökologische Systeme einerseits in ihrer Entwicklung an die vorhandene Negentropie anpassen, andererseits ein Umsystem dennoch von der abgegebenen relativ hohen Entropie profitieren kann. Das effiziente ökologische Kreislaufsystem hat sich demnach als interdependentes Geflecht aufgebaut, das letztlich durch die Dissipation der Sonnenenergie angetrieben stets eine Stoffrückgewinnung gewährleistet. Ähnlich können auch industrieökonomische Systeme als offene, gleichgewichtsferne Systeme interpretiert werden, die ihre Strukturen und Funktionen aufbauen und erhalten, indem sie sich niederentropischer Quellen bedienen und hochentropische Rückstände an die Umgebung abführen. Solange industrieökonomische Aktivitäten die ökologische Funktionsfähigkeit im Sinne einer Empty World Economy nicht überstrapazieren, reihen sie sich in den koevolutiven, nachhaltigen Prozeß aller Systeme ein. Das industrieökonomische System hat hingegen ein

¹ Busch-Lüty/Dürr (1993); S. 18.

² Vgl. Binswanger, M. (1994); S. 168.

³ Vgl. Binswanger, M. (1992); S. 105 f.

solches Stadium effizienter Kreislaufstrukturen noch nicht erreicht, sondern Strukturen und Funktionen aufgebaut, die sich unabhängig, in Koexistenz der ökosystemaren Bedingungen durch niederentropische Ressourcenquellen und hochentropische Rückstandssenken aus dem Ökosystem erhalten. Demnach ist die gegenwärtige Situation des industrieökonomischen Systems vergleichbar mit dem instabilen Zustand des Ökosystems Erde vor einigen Milliarden Jahren, in dem durch ineffiziente Fermentationsprozesse Rückstände wie Ethanol und Kohlendioxid freigesetzt wurden. Aufgründessen lehnen IMMLER/HOFMEISTER die Termini *Kreislauf* und *Kreislaufwirtschaft* ab. Ihres Erachtens suggerieren sie, daß innerhalb eines Systems stets die Wiederholung des Gleichen hervorgebracht wird. Doch im Verlauf eines industrieökonomischen Kreislaufes werden Papierfasern kürzer, chemische Bindungen in Kunststoffen brüchiger oder Metalle von größeren Mengen an Legierungsbestandteilen getragen. Zurecht ist damit ein Kreislauf als offener Prozeß bzw. Entropiespirale, differenziert nach Stoff- und Energieentropie zu beschreiben.¹ Die eine solche Spirale nachzeichnenden Schleifen bewegen sich im Idealfall von der Verwendung über die Wiederverwertung bis zur Weiterverwertung und letztlich Beseitigung. „Das bedeutet, daß Verwertung zwar eine mittelfristige Entspannung der Abfallproblematik bewirkt, jedoch keine langfristige Lösungsstrategie sein kann.“² Selbst wenn sich das industrieökonomische System einem idealtypischen Kreislauf annäherte, wird es sich stets um einen Quasi-Kreislauf handeln, so daß Recyclingmaßnahmen unter ökologischen Gesichtspunkten nicht Vermeidungsstrategien ersetzen können. Eine spiegelbildliche Umkehr des Reduktionsprozesses zum industrieökonomischen Produktionsprozeß ist demnach aus ökonomischen, technologischen oder auch ökologischen Gründen nicht grundsätzlich durchführbar. Demgegenüber belegt KIRCHGEORG, daß sich trotz dieser angemessenen Einwände der Begriff der Kreislaufwirtschaft in der wissenschaftlichen Diskussion und Literatur insgesamt durchgesetzt hat. Vor diesem Hintergrund erscheinen neue Begrifflichkeiten nicht zweckmäßig.³

Die Hauptsätze der Thermodynamik gewinnen nicht nur im Hinblick auf die Analogiesuche, sondern auch im Hinblick auf die Systemverflechtungen erklärende Bedeutung. Aus beiden Blickpunkten sind konsistente Konzepte gefordert, die nicht den Fortgang einer Durchflußwirtschaft zementieren, sondern industrieökonomische Kreisläufe systematisch in ökologische Kreisläufe integrieren. Bislang sind die Werke *ökologischer Evolution* de-

¹ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 53 ff.; Hofmeister (1998); S. 281 f.

² Faber/Stephan/Michaelis (1989); S. 64.

³ Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 72 f.; Fn. 37.

nen *industriökonomischer Konstruktion* weitaus überlegen.¹ Im Sinne KIRCHGEORGS können dann kreislaufgerichtete Maßnahmen als entropisch vorteilhaft bewertet werden, wenn die Entropieproduktion für das System und seine Umsysteme auf ein verträgliches Maß reduziert wird. In Analogie zu den Ökosystemen sollten im industriökonomischen System Prozesse geschaffen werden, die ebenfalls einen stabilen Zustand für das System selbst sowie seine Umsysteme herbeiführen.² Wenngleich damit einer Entropieproduktion in Gänze nicht entgegengewirkt werden kann, kann deren Beschleunigung erheblich eingedämmt werden. Für Unternehmen stellt sich damit die Aufgabe, nicht nur technologische und logistische Prozesse zu optimieren, sondern kreislaufspezifische Funktionen zu übernehmen.

C. ALTERNATIVE ANSÄTZE ZUR TRANSFORMATION UND INTEGRATION DER ÖKOLOGISCHEN SYSTEMLOGIK

Dem bisher Gesagten zufolge haben ökologische Systeme ihre Leistungsfähigkeit hinsichtlich einer ausgewogenen Kreislaufführung hinreichend unter Beweis gestellt. Im Zuge der Jahrtausende währenden Evolutionsgeschichte bildeten die Systembausteine der Produktion, Konsumtion und Reduktion mit ihren ineinandergreifenden, vernetzten Stoffwechselprozessen zirkuläre Wirkungsabläufe ab, die sich zu einem nachhaltigen Ganzen vereinten und durchweg vereinen.³ Ein solches Kreativitätspotential ökologischer Phänomene vor Augen " .. *lead to the recognition that the traditional model of industrial activity - in which individual manufacturing processes take raw materials and generate products to be sold plus waste to be disposed of - should be transformed into a more »integrated« model: an industrial ecosystem. ... The industrial ecosystem would function as an analogue of biological ecosystems*"⁴. Eingedenk der Analogien und Differenzen zwischen den betrachteten Systemarchitekturen beantwortet sich die Frage, welche konkreten Ausgestaltungsmuster an eine Transformation ökologischer System-Erkenntnisse in eine kreislaufgerichtete Reduktionswirtschaft zu knüpfen sind, demnach durch die Art der Systemintegration. Allerdings ist Systemintegration differenzierter zu betrachten, als es das obige Zitat vermuten läßt. Beruht die Systemtransformation als heuristisches Instrument auf der analogen Systemperspektive, wirft die Systemintegration einen vertikalen, horizontalen

¹ Vgl. Seidel (1994); S. 138.

² Vgl. Ayres (1989); S. 1 f.

³ Zur Nachhaltigkeit ökologischer Systeme vgl. Haber (1992); S. 15 ff.; Husar (1994); S. 21; Costanza et al. (1997); S. 99 ff.

⁴ Frosch/Gallopoloulos (1989); S. 94 (h. v. d. V.).

und/oder lateralen Blick auf das industrieökonomische System. Die zirkulären Funktionszusammenhänge des Produzenten-Konsumenten-Reduzenten-Netzwerkes rufen noch einmal in Erinnerung, daß sich ein schlüssiges Gesamtkonzept einer Kreislaufwirtschaft nicht punktuell an einzelnen Systembausteinen entfaltet bzw. entfalten kann, sondern daß vielmehr das gemeinsame Wirken der Systembausteine erst eine geschlossene Kreislaufführung gewährleistet. Übertragen auf die Belange des industrieökonomischen Systems kristallisieren sich zwei, sich wechselseitig bedingende Spielarten einer Systemintegration heraus, die auf mikroskopischer und makroskopischer Ebene systemübergreifend zu interpretieren sind.¹

Auf mikroskopischer Ebene richtet sich die Integrationsaufforderung an einzelwirtschaftliche Bemühungen, eine bestmögliche Kreislaufführung funktionell und/oder institutionell zu etablieren. Unter funktionellen Gesichtspunkten gelte es dann bspw. die traditionellen (Teil-)Funktionen einer Produktionsphase eines produzierenden Unternehmens um Funktionen der Reduktionsphase zu ergänzen.² Da letztlich ein produzierendes Unternehmen diese Funktionen aus räumlichen und zeitlichen Gründen nicht in der notwendigen Bandbreite auszufüllen vermag - so wie auch in einem Ökosystem die Funktionsfähigkeit mit der Minimalausstattung *eines* autotrophen Produzenten und *eines* heterotrophen Reduzenten aufrechterhalten werden kann -, wird unter institutionellen Gesichtspunkten eine Funktionenverteilung vonnöten sein. So gesehen wirken die spezifischen Aktivitäten der Produzenten und Reduzenten (sub-)systemübergreifend auf kooperative Weise auf eine bestmögliche Kreislaufführung hin. Realiter wird entlang vertikaler und horizontaler Austauschbeziehungen ein komplexes Netz heranwachsen, das die Identität eines *Industrial Ecosystem* gewinnen wird.³ Gleichwohl ein solches Industrial Ecosystem theoretisch das industrieökonomische Gegenstück zum geschlossenen Ökosystem nachzeichnet, haben die Ausführungen zu den physikalischen Gesetzmäßigkeiten gezeigt, daß sich damit die Systeme nicht isoliert gegenüberstehen. Die Energie-, Stoff- und Informationsverluste industrieökonomischer Aktivitäten sind mit einer anzustrebenden Kreislaufwirtschaft zwar zu minimieren, aber nicht vollständig zu eliminieren. Um entsprechend der Systemverflech-

¹ Mit der Unterscheidung einer makro- von einer mikroskopischen Betrachtungsweise intendierte KOSIOL die Differenzierung zwischen volkswirtschaftlichen u. betriebswirtschaftlichen Ansatzpunkten; vgl. Kosiol (1961); S. 134. Im Rahmen dieser Arbeit bedeutet eine makroskopische u. mikroskopische Unterteilung, daß Mikroeinheiten (z. B. Unternehmen) miteinander sowie als Teil einer größeren Makroeinheit (z. B. Wirtschaft, Gesellschaft) agieren.

² Die unter der Reduktionsphase subsumierten Teilfunktionen werden erst an späterer Stelle spezifiziert.

³ Genauer werden sich, zumeist regional determiniert, mehrere Industrial Ecosystems etablieren, die in Beziehung zueinander stehen. Vgl. Ayres/Ayres (1996); S. 275 ff. Das bekannteste Industrial Ecosystem ist unter diesen Gesichtspunkten das industrielle Verwertungsnetzwerk in Kalundborg (DK). Vgl. Schwarz (1994); S. 98 ff.; Shrivastava (1995); S. 188; Kelly (1997b); S. 375 f.; Christensen (1998); S. 99 ff.

tungen dem ökologischen System funktionelle Gestalt im gesellschaftlichen bzw. industrieökonomischen System zu geben, stellt sich auf makroskopischer Ebene die systemübergreifende Integrationsaufforderung, „*natürliche und zivilisatorische Kreisläufe .. zu einem Ganzen*“¹ zusammenzuführen. Eine solche systemübergreifende Integration bietet dann wiederum eine Richtschnur für kreislaufgerichtete Strategien und Prozesse auf mikroskopischer Ebene.² SCHMID schlägt in diesem Zusammenhang vor, zunächst eine bestmögliche Kreislaufführung innerhalb des industrieökonomischen Systems zu etablieren, um anschließend eine (Re-)Integration in die natürlichen Kreisläufe zu bewerkstelligen.³ LIESEGANG spricht in diesem Zusammenhang von einer Zerlegung des strategischen Ziels der Nachhaltigkeit in Etappenziele, die durch eine Kette an Verbesserungen und Innovationen schrittweise erreicht werden.⁴ Diese langfristigen Etappenschritte entsprechen dem eingangs skizzierten bewußten Umgang mit dem Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie.

Der Erfolg der Systemtransformation am Vorbild der ökologischen Systemlogik ist somit an eine Systemintegration gebunden, die zu einer funktions- und existenzfähigen Identität hinsichtlich einer Kreislaufwirtschaft führt. Konzepte, die sich in dieser Hinsicht schon in der Literatur etablieren konnten, werden fortfolgend auf ihre Gestaltungshinweise an eine kreislaufgerichtete Reduktionswirtschaft durchleuchtet. Damit kann nicht die Zielsetzung verfolgt werden, die jeweiligen Konzepte auf ihre Kompatibilität hin zu testen, sondern es sollen Anhaltspunkte für ein adäquates Gestaltungsmodell der Reduktionswirtschaft abgeleitet werden.

1. Die makroskopische Ebene

Die hier gewählten und vorzustellenden Ansätze heben sich insbesondere dadurch hervor, daß sie sowohl Fragen der Systemtransformation als auch -integration verbinden. Gleichwohl auf unterschiedliche Art und Weise, werden zum einen ökologische und industrieökonomische Systeme sowie die darin ablaufenden Funktionsmechanismen, zum anderen gravierende Schnittstellen, an denen die beiden Systeme in Interaktion zueinander treten, erörtert. Damit wird das Ziel verfolgt, die Existenzfähigkeit beider Systeme im Mit-

¹ Fritsche (1993); S. 209.

² Vgl. Kaluza/Paskert (1997); S. 110.

³ Vgl. Schmid (1996a); S. 22. Ähnlich spricht GRAEDEL auf dem Weg zu einer nachhaltigen Circular Economy von einer Quasi-Circular Economy, die schon heute auf die begrenzten Quellen und Senken reagiert. Diese Phase entspricht der gegenwärtigen realen Situation. Vgl. Graedel (1994); S. 25 ff.

⁴ Vgl. Liesegang (1992); S. 12 u. (1993b); S. 21.

einander zu gewährleisten. Die Konzepte unterlegen ihren Ausführungen eine ökologische Sicht, indem ausgesuchte naturwissenschaftliche Erkenntnisse einfließen. Jedes Konzept stellt weitestgehend ein Instrument zur Prozeßbeschreibung dar, das auf der Basis von Stoff- und Energieflüssen den Weg der Industriegesellschaften in einen nachhaltigen Zustand zu unterstützen versucht; Informationsflüsse spielen dabei nur eine untergeordnete Rolle. Das Fundament hierzu bildet in allen Fällen die als nachhaltig anerkannten ökologischen Systeme. Entsprechend konstatiert der SRU als wegweisende Bedeutung des Nachhaltigkeitsgedankens *„daß es die ökologische Frage aus ihrer Isolierung herausholt und als unabdingbarer Bestandteil der gesellschaftlichen Gesamtentwicklung erkennen läßt“*¹. Da diesem Gedanken ein breiter Interpretationsspielraum zugrunde liegt, der sich bisweilen noch nicht auf eine Definition zuspitzen läßt, können fortfolgend nur Kernelemente genannt werden, die vornehmlich den nachfolgend noch zu skizzierenden Konzepten entspringen sind. Diese Kernelemente bieten allerdings eine erste Begründung für die Definitionsvielfalt der Nachhaltigkeit.² Wesentliche Elemente der Nachhaltigkeitsdebatte sind die bereits in Kapitel I erwähnten Prinzipien:³

- *Kreislaufprinzip*: Aus den komplexen Beziehungen zwischen ökologischem und industrieökonomischem System können im Modell einer Kreislaufwirtschaft Bedingungen für eine nachhaltige Entwicklung abgeleitet werden. In der Konsequenz sollen sich die durch industrieökonomische und ökologische Prozesse induzierten Flüsse gegenseitig nicht beeinträchtigen, bestenfalls sogar synergetisch komplettieren.⁴
- *Kooperationsprinzip*: Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung ist ein abgestimmtes Verhalten aller Beteiligten. Entsprechend sind ökologische, ökonomische, soziale und internationale Sachverhalte sowie deren Verflechtungen - MAJER spricht in diesem Zusammenhang vom *neuen magischen Viereck*⁵ - gleichzeitig zu berücksichtigen.

¹ SRU (1996); Tz. 4.

² Eine Gegenüberstellung unterschiedlicher Definitionen von Nachhaltigkeit geben Nutzinger/Radke (1995a); S. 14 ff.; Majer (1995); S. 222. Aufgrund der Definitionsvielfalt dürfen Einschätzungen wie „in Mode gekommene Mogelpackung“, „höchst unbestimmte Leerformel“ oder „Weltformel des Wirtschaftens“ nicht verwundern. Zu den kritischen Stimmen siehe Vornholz (1993); S. 125; Klemmer (1994); S. 22 ff.

³ Vgl. Meffert (1992); S. 24 f.; Meffert/Kirchgeorg (1993); S. 34 f.; dies. (1998); S. 448 f.; Schmid (1996a); S. 134 f.

⁴ HUBER bezeichnet eine solche Strategie als *Konsistenz*-Strategie; vgl. Huber (1995); S. 41 f.

⁵ Vgl. Majer (1995); S. 221 u. vorausgehend Barbier (1987); S. 104; Vornholz (1993); S. 115 ff. Der SRU ersetzt die internationale Säule des magischen Vierecks durch eine politisch-institutionelle, zu der sowohl Institutionen der Wissenschaft u. Forschung als auch Institutionen auf internationaler Ebene zählen. Vgl. SRU (1998); Tz. 147 u. Tz. 171.

- *Prinzip der Funktions-/Nutzenorientierung*: Das Verhalten jedes Einzelnen ist stärker auf das Angebot und die Nachfrage nach Funktionen oder Nutzen statt nach Gütern zu konzentrieren.
- *Verantwortungsprinzip*: Eng an die zuvor genannten Prinzipien ist die Verantwortung für den Erhalt der menschlichen Lebensgrundlagen geknüpft, die sowohl auf einer räumlichen als auch auf einer zeitlichen Ebene ansetzen. In räumlicher Hinsicht sind Fragen einer nachhaltigen Entwicklung nicht nur auf lokaler, sondern ebenso auf Branchen- oder Unternehmensebene als auch auf globaler Ebene zu stellen. Die globale Ausrichtung ist mit dem von ERNST ULRICH VON WEIZSÄCKER geprägten Terminus Erdpolitik gleichzusetzen, der die internationalen und erdumspannenden Aufgaben der Gegenwart und Zukunft umschließt.¹ Somit sind in zeitlicher Hinsicht neben den Bedürfnissen gegenwärtiger auch die Bedürfnisse zukünftiger Generationen zu beachten.² Damit ist Nachhaltigkeit ein Langfristziel, dessen Anpassungs- und Gestaltungszeiträume auf zwei Generationen geschätzt werden.³

Obwohl der Ausgangspunkt der nachfolgend zu skizzierenden Konzepte identisch zu sein scheint, zeigen die einzelnen Ausgestaltungselemente, daß sich die dahinter verbergenden Denkhaltungen ohne weiteres unterscheiden. Eine Einteilung, die in dieser Arbeit nicht weiter zu spezifizieren ist, ordnet das Konzept der Circular Economy der Denkrichtung der Ecological Economics⁴, das des Reproduktionsringes der Naturwerttheorie IMMLERS⁵ sowie das des Industrial Metabolism der der Industrial Ecology⁶ zu. Diese Konzepte vermitteln jeweils plastische Vorstellungen darüber, welche Gestaltungselemente einen Weg in die Kreislaufwirtschaft ebnen könnten.

a) **Das Konzept der *Circular Economy* nach PEARCE/TURNER**

Das Konzept der Circular Economy von PEARCE/TURNER⁷ genießt mittlerweile vielfältige Erwähnung und Anwendung in der betriebswirtschaftlichen Literatur, sofern Fragen

¹ Vgl. Weizsäcker (1990); S. 10.

² Zum Konfliktpotential zw. inter- u. intragenerationaler Gerechtigkeit siehe Nutzinger/Radke (1995a); S. 36 ff.

³ Vgl. Majer (1998); S. 54. Aus thermodynamischer Sicht läge natürlich eine Mittelfrist vor.

⁴ Ein umfassendes Bild der Ecological Economics bietet der Sammelband von Costanza (Ed., 1991). Siehe darüber hinaus Costanza et al. (1997); Daly (1994) u. (1999).

⁵ Siehe Immler (1989) u. (1993). Eine Gegenüberstellung von Naturwerttheorie u. Ecological Economics liefert Hofmeister (1998); S. 209 ff.

⁶ Siehe den Sammelband von Socolow (Ed., 1994) sowie Ayres/Ayres (1996).

⁷ Vgl. Pearce/Turner (1990); S. 35 ff.

nach der Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung zur Disposition stehen.¹ Insbesondere die diesem Konzept zugrundeliegende theoretische Fundierung der Nachhaltigkeit mittels eines Kreislaufmodells konnte maßgeblich die Stellung des Kreislaufprinzips in der betriebswirtschaftlichen Nachhaltigkeitsdiskussion beflügeln. Vor diesem Hintergrund läßt ein Blick auf die Kernelemente der Circular Economy erste Gestaltungshinweise für eine kreislaufgerichtete Reduktionswirtschaft vermuten.

Aufbauend auf einem relativ verständlichen Systemmodell werden unter Zugrundelegung thermodynamischer Erkenntnisse die *ökonomischen* Grundfunktionen, die das ökologische System zur Existenzsicherung des industrieökonomischen Systems wahrnimmt, identifiziert und so geordnet, daß ein geschlossenes, zirkuläres Systemmodell nach der Abbildung II-9 entsteht.² Unter Beachtung der bereits skizzierten Systemverflechtungen zählen PEARCE/TURNER zu den wesentlichen Funktionen des Ökosystems:³

- die *Versorgungsfunktion* mit regenerierbaren [RR] und nicht-regenerierbaren [ER] Ressourcen [R] als Inputfaktoren der Produktion [P], bzw. als Auftakt des Konsums [C] zur Steigerung der gesellschaftlichen Wohlfahrt [U];
- die *Entsorgungsfunktion* durch Aufnahme und Assimilation [A] der bei Extraktion [R → P], Produktion [P] und Konsumtion [C] entstandenen Rückstände [W], sofern diese nicht einem künstlichen Recyclingprozeß [r] zugeführt werden können und
- die ästhetische *Erholungsfunktion* [C → U] hinsichtlich menschlicher Lebensqualität und menschlichem Wohlbefindens.

Zusammengenommen erfüllen diese Funktionen die Aufgabe des sogenannten *Life Support*.⁴

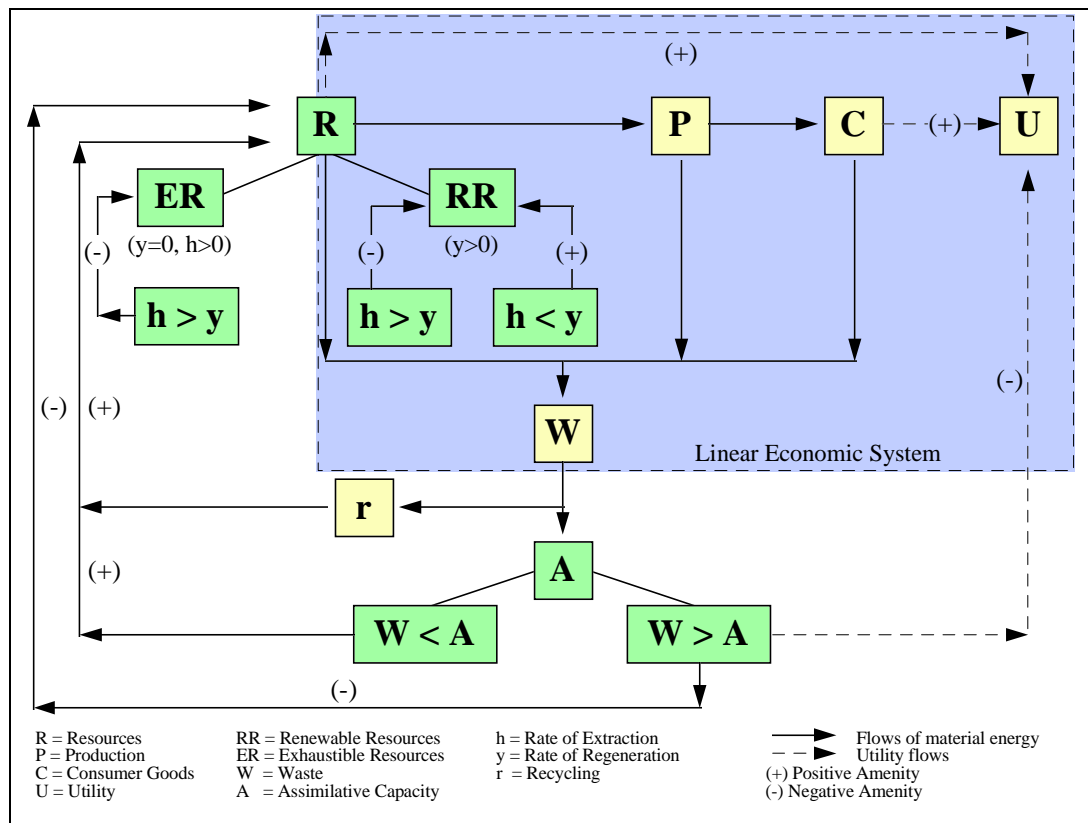
¹ Vgl. u. a. Kaluza/Paskert (1997); S. 110 ff.; Wagner (1997); S. 37 f.; Matten (1998); S. 74 ff.; Meffert/Kirchgeorg (1998); S. 61 f. u. Kirchgeorg (1999); S. 165 ff.

² Wenngleich die Notwendigkeit eines solchen Konzeptes aus der vertikalen Systemvorstellung der Ökologischen Ökonomie erwuchs, liegt der systemischen Modellierung der Circular Economy dennoch eine horizontale Systemperspektive zugrunde, die betont die Interaktionen zwischen den Systemen herausstellt. Vgl. Brenck (1992); S. 383.

³ Vgl. Pearce/Turner (1990); S. 36 ff.

⁴ Vgl. Pearce/Turner (1990); S. 41. ODUM faßt in einem Life Support System " ... die Umwelt, die Organismen, die Prozesse u. die Stoffe zusammen, deren Wechselwirkungen diese natürlichen Lebensgrundlagen bilden". Odum (1991); S. 25 f.

Abb. II-9: The Circular Economy



Quelle: Leicht modifiziert nach Pearce/Turner (1990); S. 40.¹

Das geschlossene, zirkuläre Systemmodell der Circular Economy fügt sich demnach in eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft, wenn die Funktionen des ökologischen Systems langfristig aufrechterhalten werden. In ökonomischer Terminologie formalisieren PEARCE/TURNER diese Zielsetzung in der notwendigen Bedingung eines konstanten natürlichen Kapitalstocks.² Da gleichzeitig mittels thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten dargelegt wird, daß jede Art der industrieökonomischen Funktionsbeanspruchung eine Belastung, gegebenenfalls eine Vernichtung, der Funktionsfähigkeit des ökologischen Systems und damit des natürlichen Kapitalstocks erwarten läßt, stellt sich für PEARCE/TURNER die zentrale Frage: "How should we treat natural environments in order that they can play their part in sustaining the economy as a source of improved standard of living?"³ Entsprechende Nutzungsregeln werden in Form operationalisierbarer Managementregeln bzw. ökolo-

¹ Ein ähnliches, wenn auch bei weitem komplexeres Systemmodell wurde bereits 1981 von NIEMES entwickelt u. von FABER/NIEMES/STEPHAN aufgegriffen. Siehe Faber/Niemes/Stephan (1995); S. 12 ff.

² Demnach entsprechen die *Function of Life Support* dem natürlichen Kapitalstock. Zum Begriff des Natürlichen Kapitalstocks, synonym auch als Naturvermögen oder Öko-Realkapital bezeichnet, sowie zu den Schwierigkeiten einer eindeutigen Bewertung siehe Pearce/Turner (1990); S. 52 ff.; Costanza/Daly/Bartholomew (1991); S. 8 u. S. 16; Brenck (1992); S. 388 ff.; Vornholz (1993); S. 126 ff. u. ders. (1995); S. 98 ff.

³ Pearce/Turner (1990); S. 43.

giebezogener Restriktionen¹ aus den Systembeziehungen sowie den thermodynamischen Gesetzen hergeleitet. Demzufolge erfordert eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft, daß:²

- die jeweiligen Nutzungs- bzw. Abbauraten $[h_{RR}]$ regenerierbarer Ressourcen $[RR]$ nicht deren ökologische Regenerationsraten $[y]$ überschreiten (*Abbauregel*: $h_{RR} \leq y_{RR}$);
- die quantitativen und qualitativen Einträge des industrieökonomischen Systems an Rückständen $[W]$ die ökologischen Assimilationskapazitäten $[A]$ nicht beeinträchtigen (*Assimilationsregel*: $W \leq A$) und
- nicht-regenerierbare Ressourcen $[ER]$ nur in dem Umfang genutzt werden, in dem eine Substitution durch regenerierbare Ressourcen oder eine Verbesserung der Ressourcenproduktivität regenerierbarer und nicht-regenerierbarer Ressourcen durch technischen Fortschritt sichergestellt ist (*Substitutionsregel*: $h_{ER} \leq \text{Substitutionsrate}$).

Insbesondere im Hinblick auf die Praktikabilität und Umsetzbarkeit dieser Nutzungsregeln wurden dem Konzept kritische Anmerkungen entgegengebracht.³ Im Kern sind diese Einwände darauf zurückzuführen, daß das grundsätzlich unzureichende und unsichere Wissen über die ökosystemaren Zusammenhänge auch unzureichend eingesetzt wird. Um vor diesem Hintergrund die Fruchtbarkeit des Konzeptes der Circular Economy für das zu erarbeitende Gestaltungsmodell abwägen zu können, erweist sich ein Blick auf die Kritikpunkte als zweckmäßig.

Die Einhaltung der Abbau- und Assimilationsregeln erfordert ein detailliertes Wissen über das Regenerations- und Assimilationsverhalten des Ökosystems. Können Angaben zum Ressourcenverbrauch und zu Art und Umfang der Rückstandseinträge noch gemacht werden, gestaltet die Komplexität und Dynamik ökosystemarer Zusammenhänge Angaben zur Reaktionsgeschwindigkeit und zum Reaktionsverlauf des ökologischen Systems ungleich schwieriger.⁴ Einen ersten Ansatz in diese Richtung zeigt die sogenannte Zeitmaßregel der ENQUÊTE-KOMMISSION auf, demnach sowohl die Reaktionsgeschwindigkeit als auch der Reaktionsverlauf ökologischer Systeme zu berücksichtigen sind.¹ Ähnliche Schwierigkeiten können für die (bedingte) Nutzungsregel nicht-regenerierbarer Ressourcen aufge-

¹ Die ambivalente Interpretation der Nutzungsregeln hinsichtlich eines ökologieinduzierten, ökonomischen Risikomanagements sowie ökologischer Schutzziele geht auf SCHMID zurück; vgl. Schmid (1996a); S. 124 u. (1997b); S. 33.

² Vgl. Pearce/Turner (1990); S. 44 ff.; Daly (1990); S. 2 ff.; Vornholz (1993); S. 135 ff.; ders. (1995); S. 103 ff.; Majer (1995); S. 224 ff. u. Nutzinger/Radke (1995b); S. 251 ff.

³ Vgl. Schmid (1996a); S. 125 ff.; Wagner (1997); S. 38.

⁴ Vgl. Kap. II.B sowie Vornholz (1993); S. 136. Entsprechend fordert der SRU eine an Ökosystemen orientierte Umweltbeobachtung; vgl. SRU (1996); Tz. 180 ff.; (1998); Tz. 216 ff.

deckt werden. Da die Nutzung nicht-regenerierbarer Ressourcen grundsätzlich zu einem absoluten Verlust des Ressourcenbestandes und damit des Kapitalstockes führt, ist vor dem Hintergrund der intergenerativen Verantwortung ein Abbau nur dann zu rechtfertigen, wenn den Lebensansprüchen heutiger und zukünftiger Generationen zugleich Rechnung getragen wird.² In Anlehnung an die Substitutionsregel ist demnach die Nutzung erschöpfbarer Ressourcen nur vertretbar, wenn heute absehbar wäre, daß die jeweiligen Ressourcen zukünftig keine Verwendung fänden, durch andere Ressourcen substituiert werden könnten oder wenn eingetretene Nutzungsschäden reversibel wären.³ Begrenzt könnten Recyclingmaßnahmen Abhilfe leisten.⁴ Auch in diesem Falle wird ein vollständiges Wissen über das Regenerationsverhalten vorausgesetzt. Aufgrund dieser Bedingungen wurde mittlerweile eine sogenannte Finanzierungsregel formuliert, derzufolge die Renten aus dem Einsatz nicht-regenerierbarer Ressourcen für technologische Innovationen so einzusetzen sind, daß eine langfristige Substitution zwischen den Ressourcenarten erzielt werden kann.⁵ Wenngleich diese Regel eine intensive, womöglich erfolgreiche Technologieforschung anzustossen vermag, bleibt dennoch ungeklärt, welche Folgewirkungen für die Ausgestaltung der Abbau- und der Assimilationsregel hieraus abzuleiten sind.⁶

Die Notwendigkeit einer intensiven Ökosystemforschung sowie eines intensiven interdisziplinären Erkenntnisaustausches ist nicht nur angesichts der dargelegten Wissensdefizite unverkennbar, sondern ebenso angesichts der bei PEARCE/TURNER nur unvollständig im Systemmodell der Circular Economy berücksichtigten Interdependenzen innerhalb des Ökosystems.⁷ So verweisen PEARCE/TURNER zwar auf die Bedeutung langfristiger Schadstoffakkumulationen, irreversibler Prozesse sowie der Resilienz des Ökosystems bei der Erhaltung eines konstanten natürlichen Kapitalstockes, doch welche Folgewirkungen für das Ökosystem und die Nutzungsregeln diese Vorgänge nach sich ziehen, bleibt außer

¹ Vgl. Enquête-Kommission (Hrsg., 1994); S. 32 u. 53. Als weitere Nutzungsregeln werden der vorsorgende Schutz der Gesundheit u. des menschlichen Lebens [SRU (1994); Tz. 11 ff.], die Minimierung ökologischer Risiken [Binswanger, H.-Chr. (1994); S. 67] u. der Erhalt der Artenvielfalt [Majer (1995); S. 225] angeführt.

² Vgl. Pearce/Turner (1990); S. 45. Besonderen Diskussionsbedarf hat in diesem Kontext die Frage nach dem Spielraum für Substitutionsmöglichkeiten zwischen natürlichem einerseits sowie Sach- u. Humankapital andererseits aufgeworfen. Im Ergebnis haben sich drei Lager gebildet: Strong Sustainability der Fundamentalökologen (Substitutionsrate = 0), neoklassische Weak Sustainability (beliebige Substitutionsrate) sowie der von Vertretern der Ökologischen Ökonomie favorisierte Mittelweg einer sog. Quasi-Nachhaltigkeit, wonach partielle Substitutionsmöglichkeiten existieren. Vgl. u. a. Daly (1990); S. 4.; Nutzinger/Radke (1995a); S. 28 ff. u. dies. (1995b); S. 248 ff.; Lenk/Bessau (1997); S. 1171.

³ Vgl. Brenck (1992); S. 390 u. Enquête-Kommission (Hrsg., 1994); S. 47.

⁴ Vgl. Binswanger, H.-Chr. (1994); S. 67 f.

⁵ Vgl. Vornholz (1995); S. 109; Nutzinger/Radke (1995b); S. 252.

⁶ Vgl. Brenck (1992); S. 392 f.; Nutzinger/Radke (1995b); S. 252.

⁷ Vgl. Brenck (1992); S. 387.

Acht.¹ Bestehendes Wissen, wie es in den vorhergehenden Kapiteln dargestellt wurde, wird in ihre Überlegungen nicht miteinbezogen; die bildlich wiedergegebenen zyklischen Zusammenhänge innerhalb des ökologischen Systems [W/A → R] werden gedanklich nicht nachvollzogen. Aber „... im Kreislauf sind Abfälle und Rohstoffe ein und dasselbe; natürliche Ökosysteme versorgen sich aus ihren eigenen Reststoffen“². Damit stellt die Assimilation erst den ersten Schritt einer Folge ineinandergreifender Prozesse in Richtung Regeneration des *gesamten* Systems und damit in Richtung des quantitativen und qualitativen Ressourcenbestandes dar.³

Das Konzept der Circular Economy mit seinen abstrakten Nutzungsregeln beruft sich ausschließlich auf einen gesamtwirtschaftlichen und ökologischen Zusammenhang. Folglich ergeben sich für reduktionswirtschaftliche Implikationen lediglich näherungsweise Anhaltspunkte. Erste Anregungen für einen substantiellen, einzelwirtschaftlichen Beitrag zur Umsetzung dieser Nutzungsregeln legt SCHMID vor, wenn er unter kreislaufwirtschaftlichen Gesichtspunkten den strategischen Konzepten der Langlebigkeit sowie des ökologiebezogenen Wertschöpfungsringes zukunftsweisenden Charakter zuspricht.⁴ Mit Bezug zu den erläuterten Nutzungsregeln der Regeneration und der Assimilation zeigt sich, daß ein kreislaufwirtschaftliches Gestaltungsmodell nicht ausschließlich outputbezogen, sondern darüber hinaus inputbezogen zu modellieren ist.⁵ Übertragen auf die Funktion des Reduzenten gebietet sowohl ein minimaler Ressourcenabbau als auch ein minimaler Schadstoffeintrag eine Verbindung zwischen gesamtwirtschaftlicher Rückstands*quelle* und gesamtwirtschaftlicher Ressourcens*enke*. In dem Sinne wird der ökologischen eine künstlich-unterstützende Regeneration hinzugefügt. Die Positionierung des Recyclingbereichs [r] deutet diese Doppelfunktion an, baut sie aber nicht in ausreichendem Maße aus.⁶ Erst in späteren Ausführungen der Vertreter der Ökologischen Ökonomik wird die Aufforderung formuliert: *“The economic system should reinvent the decomposer function of ecological systems”*⁷.

¹ Vgl. Pearce/Turner (1990); S. 50 f.

² Bonus/Oehl (1993); S. 13.

³ Diese Lücke wird u. a. von Kirchgeorg geschlossen. Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 67 f.

⁴ Vgl. Schmid (1997b); S. 33 ff.

⁵ Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 173.

⁶ Aus Gründen der Vollständigkeit müßte die Abb. II-9 um negativ zu bewertende, stofflich-energetische Verbindungen zwischen R u. r sowie zwischen r u. W ergänzt werden.

⁷ Costanza et al. (1997); S. 99.

b) Das Konzept des *Reproduktionsringes* nach IMMLER/HOFMEISTER

Daß das punktuelle Wissen über die Regenerations- und Assimilationsfähigkeiten des ökologischen Systems nicht ausreichend ist, um die Folgen industrieökonomischer Aktivitäten auf das ökologische und rückwirkend auf das industrieökonomische System nachzeichnen zu können, wurde eingehend erläutert. Eine Bestätigung hierfür findet sich auch in den Arbeiten von IMMLER und HOFMEISTER, die ihrem bisher relativ unbeachteten Konzept des Reproduktionsringes umfassende produktionsökologische Erkenntnisse zugrunde legen.¹ Ergo ist zu erwarten, daß neben den ökologischen Funktionensystemen Produktion, Konsumtion auch die Reduktion eine zentrale Stellung im Konzept des Reproduktionsringes einnimmt.

Ausgehend von dem Standpunkt, „*man muß zuerst von Natur etwas wissen, wenn man von Wirtschaft etwas verstehen will*“², wird die Frage nach dem Wesen und der sich hieraus eröffnenden ökonomischen Bedeutung des *Naturganzen* gestellt.³ Diese Frage beantwortet sich mit einem um physisch-ökologische Gesichtspunkte erweiterten Rückblick auf die vom Konzept der Circular Economy explizierten Funktionsschnittstellen zwischen dem industrieökonomischen und dem ökologischen System. Die an der *Versorgungsschnittstelle* [R → P] in das industrieökonomische System *eutretenden* Ressourcen sind Ergebnisse komplexer ökologischer Produktions- sowie Reduktionsprozesse. So gesehen sind die (roh-)stofflichen und energetischen Produktionsfaktoren eines industrieökonomischen Systems nichts anderes als ökologische (Natur-)Produkte, die die (Natur-)Produktivität der vorausgehenden ökologischen Prozesse wie einen genetischen Code in sich tragen.⁴ Mit anderen Worten: „*.. dem unendlichen Prozeß des »Werdens« [steht] in jedem Moment etwas »Gewordenes« gegenüber*“⁵. Wie bereits die Ausführungen zu den thermodynamischen Gesetzen sowie den produktionsökologischen Funktionszusammenhängen gezeigt haben, können diese Naturprodukte in den industrieökonomischen Produktions- und Konsumtionsprozessen weder substantiell verändert noch neu erzeugt, sondern lediglich qualitativ umgeformt oder umgewandelt, zusammengesetzt oder getrennt, verbunden oder zer-

¹ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 29 ff.; Hofmeister (1998); S. 280 ff. Vorausgehend siehe auch die Arbeiten IMMLERS zur Naturwerttheorie als seine Interpretation der Ökologischen Ökonomik (1989) u. (1993).

² Immler/Hofmeister (1998); S. 7.

³ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 12 ff. IMMLER/HOFMEISTER bevorzugen die Bezeichnung Natur statt der modelltheoretisch geprägten des Ökosystem. Zum Begriff der Natur siehe Immler (1989); S. 28 f.

⁴ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 12 ff. u. S. 90 ff.; Hofmeister (1998); S. 231 f. Die prozentuale Aneignung der Nettoprimärproduktion des gesamten Erdökosystems durch den Menschen liegt bei ca. 25 %, allein für terrestrische Ökosysteme bei ungefähr 40 %. Vgl. Simonis (1999); S. 4.

⁵ Immler (1989); S. 213.

legt werden.¹ Damit sind die an der *Entsorgungsschnittstelle* [P → W] aus dem industrieökonomischen System *austretenden* Rückstände nichts anderes als industrieökonomisch umgeformte Naturprodukte, die wiederum in den ökologischen Prozessen der Reduktion und Produktion die zukünftig verfügbaren Naturproduktivitäten und Naturprodukte entfalten werden.² Im Umkehrschluß obigen Zitats mündet etwas »Gewordenes« in jedem Moment in den unendlichen Prozeß des »Werdens«. Der Kreis beginnt sich *physisch* zu schließen: Die physischen Qualitäten und Quantitäten der als umgeformte Naturprodukte identifizierten Rückstände gestalten von Anbeginn ihres Entstehens - bewußt oder unbewußt - die physischen Qualitäten und Quantitäten der zukünftigen, ebenfalls als Naturprodukte identifizierten Ressourcen mit. In der Konsequenz verlieren damit die aus dem Konzept der Circular Economy imitierten Schnittstellen ihre Bedeutung. Die industrieökonomischen und ökologischen Prozesse greifen physisch so eng ineinander, daß weder Ressourcen eintreten noch Rückstände austreten können, da sie bereits industrieökonomisch gestaltete Naturprodukte und Naturproduktivitäten verkörpern. Versorgung und Entsorgung bilden dann nicht zwei Seiten industrieökonomischer Prozesse, sondern sind unmittelbar miteinander verbunden.³

Mit diesem dialektischen Wechselspiel von Werden und Geworden bzw. von Naturproduktivität und Naturprodukt gelingt es IMMLER/HOFMEISTER, die physische Verschmelzung ökologischer und industrieökonomischer Prozesse zu einer untrennbaren Einheit des Naturganzen zu akzentuieren.⁴ Die Einheit zeigt sich darin, daß die qualitative und quantitative Physis von Naturproduktivität und Naturprodukt nicht nur die produktive Grundlage jedes industrieökonomischen Prozesses formt, sondern daß diese Grundlage auch durch jeden industrieökonomischen Prozeß produktiv, in zunehmenden Maße aber kontraproduktiv reproduziert wird.⁵ Wird die physische Bedeutung der Reproduktion als "*Wiederherstellung eines qualitativen Zustands, der dem Ausgangszustand insoweit entspricht, als er die Bedingungen für den Neubeginn des Wirtschaftsprozesses in sich trägt*"⁶ auch ökonomisch

¹ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 16 f.

² Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 13 ff. u. S. 101 ff.; Hofmeister (1998); S. 70 ff.

³ Vgl. Hofmeister (1998); S. 214 f. Der gravierende Unterschied zwischen den beiden Konzepten liegt in dem nachhaltigen Kernpostulat eines konstanten natürlichen Kapitalstocks der Vertreter der Ökologischen Ökonomik gegenüber der Naturproduktivität gemäß der Naturwerttheorie IMMLERS.

⁴ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 25 ff. Die Wurzel dieses dialektischen Naturverhältnisses liegt in der Schellingschen Naturphilosophie. Vgl. Immler (1989); S. 202 ff.

⁵ Als kontraproduktiv sind bspw. die in wenigen Jahrzehnten ca. 3 bis 4 Mio. synthetisierten Stoffe u. Verbindungen zu interpretieren, die ökologisch schwer abbaubar sind oder teilweise toxisch auf das ökologische System einwirken. Vgl. Stephan (1992); S. 279 u. Zwilling (1993); S. 29.

⁶ Hofmeister (1998); S. 192 f. Strenggenommen umreißt diese Definition die Evolutive Reproduktion als offenen, spiralförmigen Prozeß aus Wiederholung u. Innovation. Vgl. Immler (1989); S. 203; Immler/Hofmeister (1998); S. 25 f.

geschärft, hebt sich für IMMLER/HOFMEISTER die bislang im ökonomischen Denken verhaftete Trennung der industrieökonomischen Produktion und Konsumtion gegenüber der ökologischen Reproduktion letztlich ganz auf.¹ Ebenso wie ein Ökosystem entlang produktiver und reduktiver oder ein Organismus entlang aufbauender und abbauender Prozesse die eigene produktive Basis selbst zu konstituieren und selbst zu erhalten vermag, ist auch die produktive industrieökonomische Basis nur entlang produktiver und reproduktiver Prozesse des Naturganzen zu konstituieren und zu erhalten.² Doch diese Systemtransformation bei gleichzeitiger Systemintegration setzt voraus, daß neben den industrieökonomischen Produktions- und Konsumtionsprozessen auch den ökologischen Produktions- und Reduktionsprozessen ein ökonomischer Stellenwert eingeräumt wird. Erst dann entfaltet das Naturganze seine physische und damit ökonomische Produktivität.³ Der Kreis beginnt sich auch *ökonomisch* zu schließen: Mit dem Wissen über das Naturganze ist Wirtschaften dann nichts anderes als “... *der bewußte und zielgerichtete Umgang mit der Natur als Produktivität und als Produkt*”⁴. Vor diesem Hintergrund wird die bewußte Gestaltung reproduktiver Qualitäten der aus den industrieökonomischen Prozessen hervorgehenden Güter zum ökologischen und industrieökonomischen Prinzip einer nachhaltigen Entwicklung.⁵ Die Einheit des Naturganzen überführen IMMLER/HOFMEISTER in ein kooperatives Verhältnis zwischen dem industrieökonomischen und dem ökologischen System: Liegt das Vermögen des ökologischen Systems darin, physisch “*durch Reduktionsprozesse hindurch zu produzieren und durch Produktionsprozesse hindurch zu reduzieren - Produkt und Produktivität zugleich zu sein und beides zu erzeugen*”⁶, liegt es in der Veranlagung aller industrieökonomischen Entscheidungsträger diese ökologischen Prozesse als produktive Basis zukünftiger Aktivitäten *bewußt* zu verstehen und *bewußt* zu gestalten. Hierin erschließen sich die Grundzüge der erforderlichen Neuorientierung der Wirtschafts- und Konsumgewohnheiten in Richtung einer *Ökonomie dauerhafter Reproduktion*, wie sie Gestalt im nachstehend abgebildeten Reproduktionsring der Abbildung II-10 annimmt.⁷

¹ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 25 ff.

² Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 30 ff.; Hofmeister (1998); S. 235. Vgl. auch Kap. II.B.1.

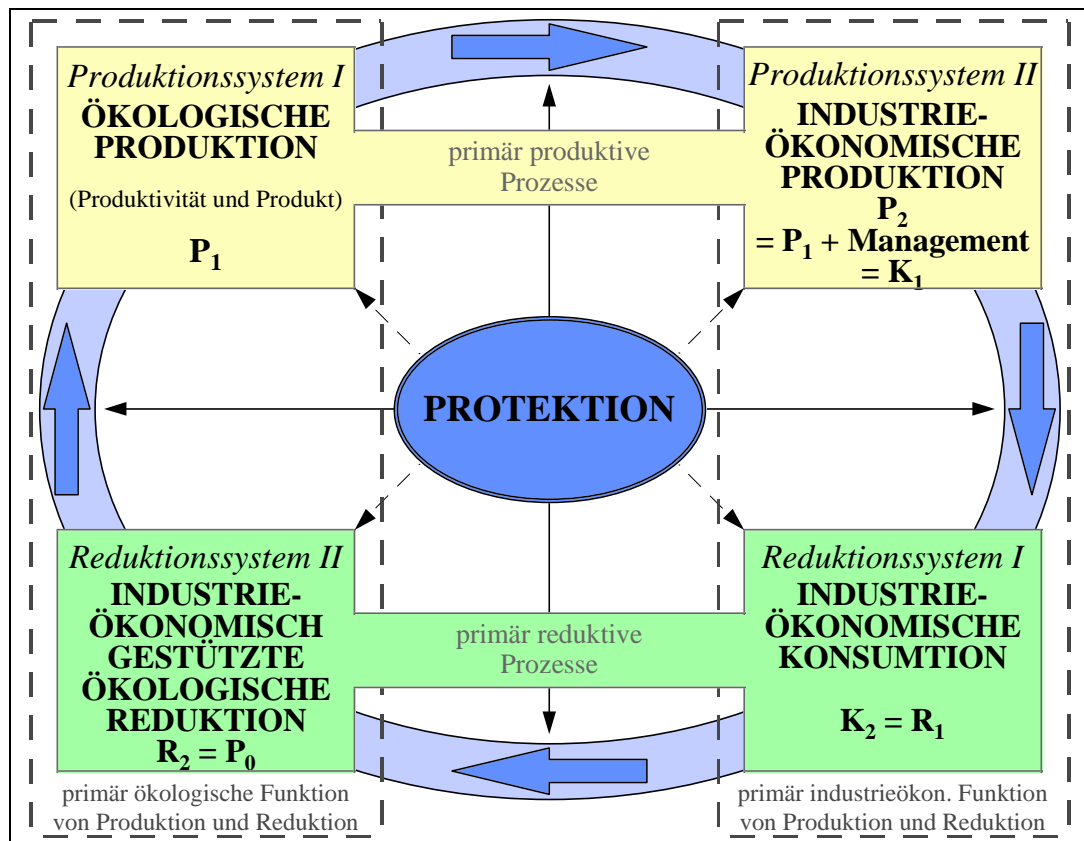
³ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 18 ff.; Hofmeister (1998); S. 252 ff.

⁴ Immler/Hofmeister (1998); S. 7.

⁵ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 113 ff.

⁶ Immler/Hofmeister (1998); S. 14. Vgl. auch Hofmeister (1998); S. 231 ff.

⁷ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 24 ff.

Abb. II-10: Der Reproduktionsring

Quelle: Leicht modifiziert nach Immler/Hofmeister (1998); S. 38 u. Hofmeister (1998); S. 281.

Der Reproduktionsring konstruiert sich als ein System mit geschlossener, zyklischer Ringstruktur, bestehend aus den vier zentralen Funktionensystemen der primär ökologischen sowie primär industrieökonomischen Produktion und Reduktion:¹

- *Produktionssystem I:* Sowohl aus ökologischer als auch aus industrieökonomischer Sicht bildet die ökologische Produktion [P_1] als Ausgangs- und Endpunkt des Ringes die Gesamtheit der physisch produktiven Prozesse ab. Eigenschaften wie Selbstregulation, Variabilität und Biodiversität gewähren einen ersten, aber dennoch nur einen verkürzten Eindruck von der produktiven Wirksamkeit des ökologischen Systems.²
- *Produktionssystem II:* Die industrieökonomische Produktion baut auf der vorausgehenden ökologischen Produktion auf und wird aus dieser Blickrichtung als konsumtiver

¹ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 36 ff.; Hofmeister (1998); S. 272 ff. Erste Anhaltspunkte hierzu finden sich schon bei Immler (1989); S. 262 ff. u. (1993); S. 59 ff. Daß darüber hinaus weitere Funktionensysteme sowie Querverbindungen zwischen den Systemen denkbar wären, wird aus Gründen der Anschaulichkeit vernachlässigt; vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 39.

² Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 39 ff.; Hofmeister (1998); S. 234 ff. IMMLER/HOFMEISTER beklagen, daß weder die Wissenschaft der Ökonomie noch der Ökologie die ökonomische Bedeutung dieser Naturproduktivität zu reflektieren vermögen. Vgl. ebd.

Prozeß erkannt.¹ Gleichzeitig ist aus industrieökonomischer Sicht die industrieökonomische Produktion produktiv, da sie der Bedürfnisbefriedigung der Konsumenten dient [$P_2 = K_1$]. Dennoch erscheint die produktive Funktion im Kontext des gesamten Ringes in einem anderen Licht. Denn sowohl die konsumtiven als auch die aus industrieökonomischer Sicht produktiven Vorgänge sind bewußt und zielgerichtet im Hinblick auf eine produktive Basis industrieökonomisch und ökologisch nachfolgender Prozesse zu steuern. Damit gewinnt die industrieökonomische Produktion ihre produktive Funktion nicht dadurch, Produkte neu zu erzeugen - diese Fähigkeit ist alleine der ökologischen Produktion überlassen -, sondern Produkte mit gleichwertigen oder verbesserten reproduktiven Qualitäten hervorzubringen. Als ein Glied des Reproduktionsringes weisen IMMLER/HOFMEISTER der industrieökonomischen Produktion in erster Linie eine Managementfunktion zu [$P_2 = P_1 + \text{Management}$].

- *Reduktionssystem I:* Dem industrieökonomischen Konsumenten wird als biologisches Wesen aufgrund seiner Fähigkeiten zum Aufbau und Erhalt der menschlichen Lebenskraft eine produktive Funktion zugesprochen [$K_2 = P_3$]. Gleichzeitig erkennen IMMLER/HOFMEISTER neben der produktiven auch eine reduktive Funktion der Konsumtion. Denn jeder konsumtive Vorgang des Ver- und Gebrauchens ist an Prozesse der Umwandlung, Umformung oder Zerlegung von Naturprodukten gebunden. Insofern wird die Konsumtion als erster, unmittelbarer Schritt zur ökologischen Reduktion aufgefaßt [$K_2 = R_1$]. Konsumtion ist somit produktiv und reduktiv zugleich [$K_2 = R_1 = P_3$].
- *Reduktionssystem II:* Die ökologische Reduktion befaßt sich mit den schlußendlich umbauenden und abbauenden Prozessen industrieökonomischer Produkte zur produktiven Rückführung in das Ökosystem. Im Ergebnis wird die Basis für die ökologische Produktion gelegt. Die ökologische Reduktion ist damit reduktiv und produktiv zugleich [$R_2 = P_0$].

Mit Rückblick auf die Bindung zwischen Produktion und Reproduktion erscheinen an dieser Stelle - mit verschärftem Blick auf die Reduktion - einige Anmerkungen zu diesen Systemen zweckmäßig. Ähnlich dem Grundmodell eines Ökosystems leiten IMMLER/HOFMEISTER die primäre Funktionenzuweisung aus dem nachfolgenden, die sekundäre aus dem vorhergehenden System ab. Zugleich ist die inhaltliche Ausgestaltung aber an der Einheit des Naturganzen ausgerichtet, so daß ähnlich der ökosystemaren Zusammenhänge

¹ Die alleinige Einordnung des Menschen in das Modell eines Ökosystems belegt, daß der Mensch unter physisch-ökologischen Gesichtspunkten nicht Produzent, sondern Konsument ist; die Primärproduktion bleibt alleine den au-

ein doppelseitiger Funktionsbezug der industrieökonomischen Systeme nicht ausreichend erscheint, um die Neuorientierung adäquat vorantreiben zu können. Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen und dem bisher Gesagten ist es offensichtlich, daß die industrieökonomische Produktion, ohne notwendigerweise der ökologischen Reduktion unmittelbar voranzugehen, eindeutig reduktive Funktionen zeigt. Denn bereits die Wahl über Art und Umfang von Produktionsfaktoren, Produktionsmethoden und Produkten determinieren die Grenzen und Möglichkeiten der reduktiven Funktion der Konsumtion und damit der ökologischen Reduktion.¹ Insofern vollzieht sich der *erste* Schritt zur ökologischen Reduktion keineswegs in der industrieökonomischen Konsumtion, sondern bereits in der Produktion: Die Produzenten befinden sowohl über die reproduktiven Qualitäten der Produkte als auch über die Informationen, die den Konsumenten hierüber zuteil werden.² Unter diesen Gesichtspunkten sind den industrieökonomischen Produktionsprozessen ebenso reduktive Funktionen zuzuweisen, wie es bereits den industrieökonomischen Konsumtionsprozessen zuzugehen ist [$P_2 = P_1 + \text{Management} = K_1 = R_3$]. Die Konsumenten werden damit keinesfalls aus ihrer reduktiven Funktion entbunden. Vielmehr messen Debatten über die praktischen Umsetzungsalternativen der kreislaufwirtschaftlichen Produktverantwortung, wie sie unter anderem im Rahmen der Ausgestaltung des Altfahrzeug-Gesetzes geführt wurden, den Konsumenten zunehmend eine aktive Rolle in einer Kreislaufwirtschaft bei.³ Entsprechend kann den Konsumenten als weitere Funktion eine Managementfunktion attestiert werden, da auch hier die Produkte und Prozesse bewußt und gezielt auf eine reproduktive Qualität hin zu steuern sind [$K_2 = P_2 + \text{Management} = R_1$].⁴ Integriert der ökologische Reduktionsprozeß ausschließlich die physische Substanz in die ökosystemaren Zusammenhänge, kommt den industrieökonomischen Produktions- und Konsumtionsprozessen die Gestaltungsaufgabe zu, die ökologische Reduktion durch die Qualität und Quantität der Produkte und Prozesse bewußt und zielgerichtet vorzubereiten bzw. zu unterstützen. Ähnlich deutete sich bereits bei der Gegenstandsbeschreibung vorliegender Arbeit, die nicht dem in der Produktionstheorie verankerten Verständnis von Produktion als reine Werteezeugung so-

totrophen Organismen überlassen. Vgl. Kap. II.B.1.

¹ Die reduktiven Eigenschaften sollen sich nicht auf eine direkte Verbindung zwischen industrieökonomischer Produktion u. ökologischer Reduktion beziehen, da diese Querverbindungen aus Gründen der Anschaulichkeit von IMMLER/HOFMEISTER bereits ausgeschlossen wurden. Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 39; Fn. 7.

² Strenggenommen setzt der erste Schritt in der ökologischen Produktion an, die grds. Produkte erzeugt, die schlußendlich wieder reduzierbar sind. Welche Ergänzungen sich der ökologischen Produktion u. Reduktion entsprechend anfügen ließen, ist m. E. aus den Ausführungen des Kap. II.B. ersichtlich.

³ Siehe hierzu ausführlich Kap. II.C.2.c) u. Kap. III.B.2.c).

⁴ Siehe auch die Ausführungen von IMMLER/HOFMEISTER, die aber nicht explizit im Reproduktionsring verankert sind; vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 52 f.

wie von Konsumtion als reine Wertevernichtung folgte, an, daß jedes Funktionensystem von reduktiven wie auch von produktiven und konsumtiven Aktivitäten betroffen ist.

In der Gegenüberstellung von Produktion, Konsumtion und Reduktion offenbart sich m. E. das herausragende Moment des Konzeptes des Reproduktionsringes: Die Triade der sich wechselseitig bedingenden Prozesse der Produktion, Konsumtion und Reduktion spiegeln sich sowohl im gesamten Ring als auch in den industrieökonomischen und ökologischen Prozessen sowie in jedem Funktionensystem durch die Gleichzeitigkeit von Produktion, Konsumtion und Reduktion wider.¹ Eingedenk der bereits beschriebenen Mehrfunktionalität ökologischer Systeme wird mit einer solchen Triade der Grundstein dafür gelegt, daß kein Prozeß nachsorgend an den nachfolgenden Prozeß anknüpft, sondern daß jeder Prozeß entlang des gesamten Stromes des Ringes *bewußt und zielgerichtet* hinsichtlich der Wiederherstellung der Naturproduktivität und damit der industrieökonomischen Ausgangsbedingungen vorsorgend mitzudenken ist.² Im Hinblick auf die Reduktion erfordert die industrieökonomische Reduktion als physische Vorleistung zur ökologischen Reduktion unter der Zwecksetzung der Wiederherstellung dessen Antizipation in jeder vorausgehenden Entscheidung.³ Mit dem Wissen über die Art und Weise gegenwärtiger Produktions- und Konsumtionsgewohnheiten wird m. E. diese komplexe Aufgabe nicht in der alleinigen Verantwortung von Produzenten und Konsumenten liegen können. Wenngleich von IMMLER/HOFMEISTER nicht unmittelbar erläutert, verweisen sie dennoch an einer Stelle neben Produzenten und Konsumenten auf die *Organisatoren* der ökologischen Reduktion.⁴ Vergleichbar mit einem industrieökonomischen Reduzenten sollte sich im Konzept des Reproduktionsringes damit ein zusätzliches, selbständiges industrieökonomisches Funktionensystem institutionalisieren, das in Abkehr von einer entsorgenden die vor- und versorgende Funktion im Hinblick auf eine produktive Rückführung zum Zweck setzt. Damit wird auch diesem industrieökonomischen Reduktionssystem eine Mehrfunktionalität produktiver, konsumtiver und reduktiver Funktion immanent sein. In einer Zusammenschau kämen dann sowohl Produktions- und Konsumtionssystemen als auch Reduktionssystemen produktive, konsumtive und reduktive Funktionen zu. Ein Gestaltungsmodell formt sich dann in gewisser Weise als fraktale bzw. rekursive Figur.

¹ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 66 ff.

² Vgl. Hofmeister (1998); S. 184 ff.

³ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 24 f. u. S. 53 ff.

⁴ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 53.

Dreh- und Angelpunkt des Ringes ist das Instrument der *Protektion*, die die zentrale Aufgabe wahrnimmt, irreversible Verluste an reproduktiver Qualität bzw. Naturproduktivität weitestgehend dadurch zu vermeiden, daß bereits jedem industrieökonomischen Entscheidung über Produktion und Konsumtion die Frage nach den reproduktiven Folgen vorausgeht.¹ Je nach Wissensstand und Interessenlage kann die Protektion zum einen als Schutzziel, das die industrieökonomische Nutzung bestimmter ökologischer Quellen der Naturproduktivität untersagt, zum anderen als Gestaltungsregel ausgelegt werden. Im Vergleich zu den Nutzungsregeln der Circular Economy zeichnen sich die Gestaltungsregeln dadurch aus, daß:²

- die Abbauregel regenerierbarer Ressourcen zeitlich und quantitativ bemessen wird;
- die Substitutionsregel nicht-regenerierbarer Ressourcen durch die Verfügbarkeit regenerierbarer Substitute und deren Abbauregeln determiniert wird;
- die Assimilationsregel durch eine Regel der produktiven Wiedereinbindung industrieökonomisch umgeformter Produkte in Zeit, Qualität und Quantität ersetzt wird und
- darüber hinaus eine Reproduktionsregel erklärt wird, die die Reproduktionszeit und die Reproduktionsqualität des Ökosystems für einen gleichwertigen, bestenfalls verbesserten Ausgangszustand berücksichtigt und stützt.

Das Instrument der Protektion ist ebenso wie der gesamte Ring prozeßorientiert am Naturganzen ausgerichtet. Insofern wird die im Konzept der Circular Economy konstatierte Lücke geschlossen. Da die Grundlage durch die (gesellschaftliche) Erkenntnis- und Interessenlage geformt wird, sind zudem die inhaltlichen Ausgestaltungen dieses Instrumentes flexibel und kontinuierlich an aktuelle Lageveränderungen anzupassen.³ Dies entspricht auch der hier vertretenen Auffassung, daß ökologiebezogene Instrumente grundsätzlich heuristischen, keinesfalls optimalen Charakter haben. Trotz des ebenfalls hohen Abstraktionsniveaus dieses Konzeptes, zeichnen sich m. E. aus dem gesamten Reproduktionsring, nicht aus den Zielen und Regeln per se, wesentlich deutlicher Empfehlungen an konkrete praktische Umsetzungsalternativen ab. Auf einen Nenner gebracht, kann das Denken entlang der *Naturproduktlinie* und der *Naturproduktionslinie* als Anhaltspunkt dienen.⁴ So gesehen, propagieren IMMLER/HOFMEISTER ein Denken in Kreisläufen, das sich von der in der Lite-

¹ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 58 ff. Zum Verhältnis von Produktion, Reproduktion u. Protektion siehe auch Immler (1989); S. 155 f.

² Vgl. Hofmeister (1998); S. 295 f.

³ Zu entsprechenden Normbildungsprozessen vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 40 ff.

⁴ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 50.

ratur vertretenen Haltung abgrenzt.¹ Zurecht konstatieren IMMLER/HOFMEISTER: *“Die ökologische Reduktion und ihre »kluge« Vorbereitung und Stützung durch die menschliche Ökonomie mag daher die vielleicht »wichtigste« und »schwierigste« Funktion im Modell des Reproduktionsringes darstellen.”*² Diese Herausforderung ist nach IMMLER/HOFMEISTER nicht mit den gegenwärtigen Bemühungen um eine Kreislaufwirtschaft zu bewältigen. Ihres Erachtens geht die Kreislaufwirtschaft gegenwärtiger Prägung von der Vorstellung aus, daß sich industrieökonomisch geführte Kreisläufe durch Etablierung von Recyclingprozessen im Sinne eines eigenständigen industrieökonomischen Reduktionssystems von ökologisch geführten Kreisläufen zu isolieren suchen.³ Ungeachtet der später noch zu erläuternden kritischen Stellungnahmen zum KrW-/AbfG sei dieser Auffassung entgegengestellt, daß dieses Gesetz bereits in seiner Zwecksetzung den Bezug zum ökologischen System zieht. Ebenso zeigen die wissenschaftlichen und praktischen Bemühungen hinsichtlich eines produktbezogenen, produktionsintegrierten Umweltschutzes, hinsichtlich eines Stoffstrommanagements sowie umfassender Ökobilanzen keine Tendenzen einer vollständigen Isolation an. Wenngleich die Integration der Kreisläufe zu einem Ganzen auch im Rahmen dieser Arbeit als wünschenswert erachtet wird, wird dennoch die Auffassung vertreten, daß intrasystemische Kreisläufe nicht zwingend diesem Vorhaben zuwiderlaufen müssen.⁴ In Abstimmung mit den ökologischen Prinzipien der Evolution, Produktion und Reduktion sind ohne weiteres intrasystemische Kreisläufe denkbar, die zwar Eingriffe in die ökosystemaren Funktionenzusammenhänge erfordern, diese aber nicht nachhaltig beeinträchtigen. So gesehen folgt dem gängigen Verständnis von Kreislaufwirtschaft nicht notwendigerweise die gedachte und gehandelte Abspaltung von den ökosystemaren Funktions- und Struktureigenschaften. Aber dennoch ist IMMLER/HOFMEISTER beizupflichten, daß die Diskussion um Grenzen und Möglichkeiten einer intrasystemischen Kreislaufführung Gefahr laufen könnte, intra- und intersystemische Kreisläufe zu entkoppeln.⁵ Mit Rückgriff auf SCHMID sei noch einmal darauf verwiesen, daß der langwierige Weg in eine intersystemische Kreislaufführung durch eine intrasystemische Kreislaufführung gebnet werden kann.⁶

¹ Diese These liegt im Grunde der gesamten Arbeit HOFMEISTERS zugrunde; vgl. Hofmeister (1998).

² Immler/Hofmeister (1998); S. 53 f. (h. v. d. V.).

³ Vgl. Immler/Hofmeister (1998); S. 54 ff.

⁴ Siehe noch einmal das Zitat von Fritsche (1993); S. 209.

⁵ Bspw. grenzt KIRCHGEORG industrieökonomisch intendierte Stoffkreisläufe von evolutarisch gewachsenen Kreisläufen ab; vgl. Kirchgeorg (1999); S. 76.

⁶ Vgl. Schmid (1996a); S. 22 sowie Kap. II.C.

Trotz der aufgeführten Einwände haben IMMLER/HOFMEISTER mit dem Konzept des Reproduktionsringes eine *Denkfigur* geschaffen, die sich der bewußten Gestaltung des komplexen Verhältnisses zwischen industrieökonomischem und ökologischem System stellt. Die produktionsökologischen Sachverhalte in Gegenüberstellung zu den produktionsökonomischen bilden hierbei nicht nur das Motiv für einen Gestaltungsrahmen, sondern auch die Grundlage für konkrete Gestaltungsinhalte. Mithin beschreiten IMMLER/HOFMEISTER die konzeptionelle Gratwanderung zwischen Systemtransformation und Systemintegration auf makroskopischer Ebene. Diese zweifelsfrei notwendigen Überlegungen zu Reorganisations- und Restrukturierungsmaßnahmen werden erhebliche Akzeptanz- und Umsetzungsschwierigkeiten hervorrufen, da sie die “... »Umwälzung« unserer industriellen Lebensweise”¹ im Hinblick auf die physische Erhaltung der Reproduktionsfähigkeit des ökologischen Systems nach sich ziehen werden. Nicht nur eine Neuorientierung der gesamten globalen Wirtschafts- und Konsumgewohnheiten sowie ein umfassendes Wissen über die Konsequenzen heutigen und zukünftigen Wirtschaftens für die Gesamtheit ökosystemarer Zusammenhänge sind voranzusetzen, sondern der Einbezug aller beteiligten Wirtschaftssubjekte von den Unternehmen, über Konsumenten bis hin zum Staat in einem stimmigen Ordnungs- und Entscheidungsrahmen.² Gesetzt den Fall, daß diese Unwägbarkeiten zu überwinden wären, sind die daran zu knüpfenden Implementationszeitspannen und -erfolge bei weitem ungewiß. Entsprechend bekräftigen IMMLER/HOFMEISTER, daß Neuorientierungen zwar unabwendbar, aber keinesfalls optimal vorauszudenken sind.

c) Das Konzept des *Industrial Metabolism* nach AYRES/SIMONIS

In der übrigen BWL weitestgehend unbeachtet schenkt ausschließlich SCHMID dem Konzept des *Industrial Metabolism* nach AYRES/SIMONIS³ besondere Aufmerksamkeit.⁴ Die Fruchtbarkeit dieses Konzeptes wird darin erkannt, daß es einen konzeptionellen Brückenschlag zwischen der makroskopischen und mikroskopischen Ebene zu schlagen vermag.

¹ Immler (1993); S. 36 (h. v. d. V.).

² Vgl. Immler (1993); S. 94 f. u. S. 142 ff. Genau genommen bezieht sich der Reproduktionsring auf das gesamte Erd-ökosystem.

³ Das Konzept des *Industrial Metabolism* wurde erstmalig 1988 in Tokio auf der International Geosphere-Biosphere Programme Conference vorgestellt. Im deutschsprachigen Raum wurde dieses Konzept unter der Federführung von AYRES/SIMONIS bekannt, wohingegen im angloamerikanischen Raum STIGLIANI neben Ayres als Pate dieses Konzeptes steht. Zum Konzept des *Industrial Metabolism* siehe u. a. Ayres et al. (1989); Ayres (1992); Stigliani/Anderberg (1992); Stigliani/Jaffe (1993); Ayres/Simonis (1993a), (1993b), (Ed., 1994) u. (1999). Eine umfassende Bibliographie findet sich bei Ayres/Simonis (1993a); S. 17 ff.; Olbrich/Simonis (1994); S. 361 ff. u. Durney (1997); S. 10 f.

⁴ Vgl. Schmid (1996a); S. 131 ff.

Angesichts der Ausführungen zu den generellen Vorgängen im Grundmodell eines Ökosystems deutet die Bezeichnung *Metabolismus* bereits einen Bezug zur ökologischen Systemlogik an. Mit Rückblick auf ebendiese Ausführungen wurde der Metabolismus als die Gesamtheit all derjenigen Stoffwechselprozesse beschrieben, die dem dauerhaften Erhalt der Körpersubstanz und -funktionen eines Organismus dienen.¹ Zum besseren Verständnis sei noch einmal in Erinnerung gerufen, daß die zyklische Gestalt der in einem Organismus ablaufenden auf- und abbauenden Stoffwechselprozesse ausschließlich in Wechselwirkung mit der biotischen und abiotischen Umwelt des jeweiligen Organismus aufrechtzuerhalten ist. Nur wenn einerseits aus den Kreislaufprozessen der Umwelt niederentropische Stoffe und Energien aufgenommen, umgebaut sowie letztlich wieder hochentropische Stoffe und Energien an die Kreislaufprozesse der Umwelt abgegeben werden und wenn andererseits die Interkonvertibilität der Stoffe gewährleistet ist, besteht der Organismus als offenes, selbstorganisierendes und selbstregulierendes System.² So gesehen sind die operational geschlossenen auf- und abbauenden Stoffwechselzyklen der Organismen aus dem horizontalen Blickwinkel der Umwelt offene Durchflußprozesse. Wird der Strom eines ausgewählten Stoffes entlang einer Vielzahl solcher Prozesse verfolgt, verbinden sich diese Prozesse kooperativ zu einem geschlossenen Kreislauf. Indirekt machen sich AYRES/SIMONIS zur Systemtransformation dieselben Eigenschaften ökologischer Systeme zunutze wie IMMLER/HOFMEISTER. Die zyklischen Prozesse auf den einzelnen Systemebenen weisen zum einen in der Dopplung der Funktionen die gleiche Gestalt auf und sind zum anderen eng miteinander verzahnt. In Analogie zu dem Stoffwechselprozeß eines Organismus wird entsprechend der Abbildung II-11 der Industrial Metabolism als “... *the whole integrated collection of physical processes that convert raw materials and energy, plus labor, into finished products and wastes in a (more or less) steady-state condition*”³ definiert. Da solchen *künstlichen* Systemen die Fähigkeit zur Selbstregulation fehlt, ist erst das gesamte industrieökonomische System über den Markt mit seinen Instrumentarien Preis und Nachfrage ein metabolisch funktionierender Regulationsmechanismus.⁴ Ähnlich veranlaßte HABER das Kriterium der Selbstregulationsfähigkeit zur Unterscheidung von naturnahen Ökosystemen und Technoökosystemen. Erstere sind durch homöostatische Stoffkreisläufe und Energieflüsse selbstregulationsfähig, wohingegen letztere sich nicht von innen heraus,

¹ Siehe Kap. II.A.1 u. Ayres (1992); S. 3; Ayres/Simonis (1993a); S. 3; (1993b); S. 235 u. (1999); S. 43.

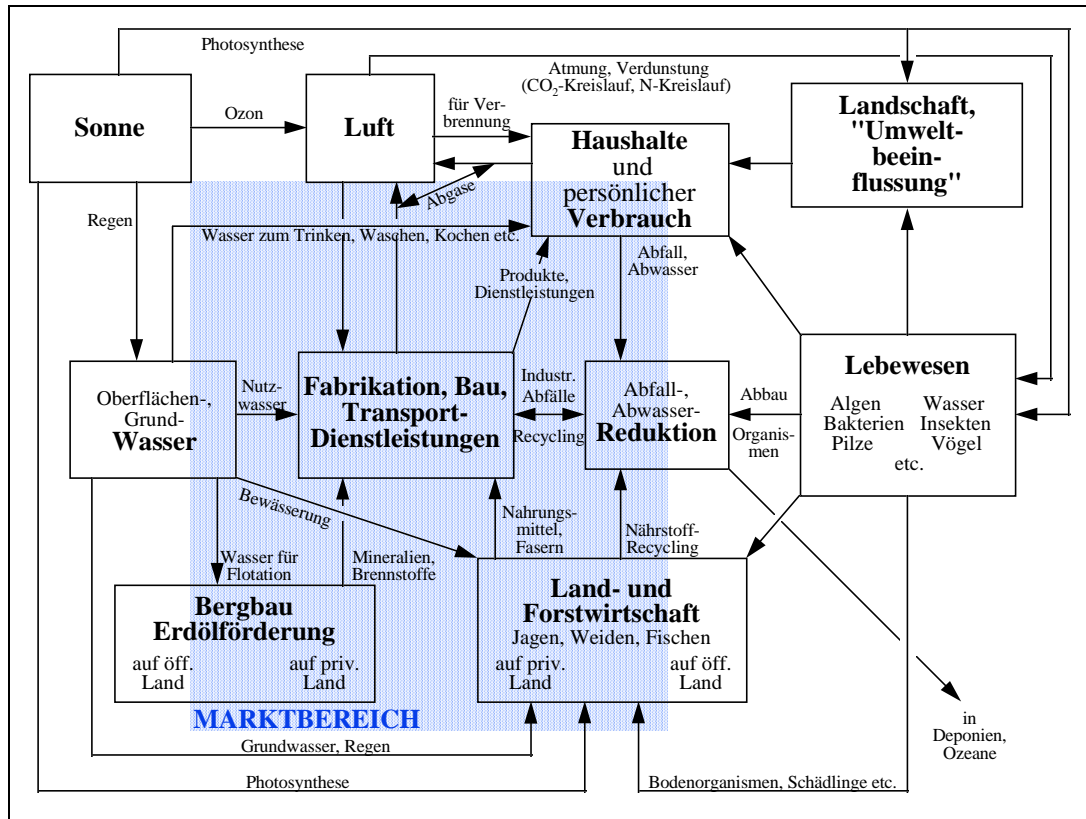
² Diese Zusammenhänge werden u. a. von Zwilling (1993); S. 19 ff. sowie Schurr et al. (1996); S. 52 ff. dargelegt.

³ Ayres (1992); S. 3. Vgl. auch die Definition bei Ayres/Simonis (1999); S. 43; (1993a); S. 3; (1993b); S. 235.

⁴ Vgl. Ayres/Simonis (1993a); S. 3. Siehe auch Ayres (1992); S. 4. Ähnlich Haber (1980); S. 153.

sondern durch Eingriffe in die Systemumgebung erhalten.¹ Technologische Voraussetzungen sowie Wettbewerbsverhalten und der daran geknüpfte Ausgleich von Angebot und Nachfrage können eine Annäherung an ökologische Belange bewirken.

Abb. II-11: Markt und ökologische Umwelt im Konzept des Industrial Metabolism



Quelle: Leicht modifiziert nach Ayres (1989); S. 3; ders. (1992); S. 3; Ayres/Simonis (1993a); S. 4; dies. (1993b); S. 236.

Nach AYRES/SIMONIS läßt sich der konzeptionelle Bezugsrahmen eines offenen, selbstorganisierenden und -regulierenden Industrial Metabolism auf verschiedenen Systemebenen des industrieökonomischen Systems anwenden. Im systemischen Konnex kann ein gewähltes System hinsichtlich seiner stofflichen und energetischen Bestände sowie der entsprechenden Ströme zwischen seinen Subsystemen und über seine Systemgrenzen hinaus ebenso in die Untersuchung einbezogen werden, wie auch jedes Subsystem wiederum als fokales System hinsichtlich dieser Zusammenhänge untersucht werden kann. Diesen breiten Anwendungsbezug belegen auch metabolische Studien, die sich bspw. regional mit sieben unterschiedlichen Stoffströmen im fokalen System Rheinbecken² oder national mit einer Stoffflußanalyse von Cadmium³ oder Blei¹ im Raum der BRD befassen. Entspre-

¹ Vgl. Haber (1980); S. 136 ff.

² Vgl. Stigliani/Anderberg (1992); Stigliani/Jaffe (1993). Auf regionaler Ebene hat sich auch das Modell Metaland, innerhalb dessen bestimmte Aktivitäten auf ihren Stoffdurchsatz hin untersucht werden, hervorgetan. Vgl. Baccini/Brunner (1991); Baccini/Bader (1996).

³ Vgl. Klepper/Michaelis/Mahlau (1995).

chend ist es ebenso vorstellbar, die Perspektive auf einzelne Branchen, Unternehmen sowie Unternehmensteile zu richten.² Mit AYRES symbolisiert “*a firm [...] the economic analogue of a living organism in biology*”³. Die fokalen Systeme werden dann horizontal zu ihren Umsystemen betrachtet, so daß das prozessuale Zusammenspiel verschiedener Systeme entlang eines bestimmten Stoffflusses umfassend untersucht werden kann. Insofern wird auch auf die gesamte Bandbreite stofflicher und energetischer Transformationsprozesse von Inputgütern in Outputgüter eines industrieökonomischen Systems abgestellt, um ein verbessertes Wissen über die Totalität der daran anknüpfenden Auswirkungen auf die Systemumgebung zu erlangen. Totalität bedeutet in diesem Zusammenhang, daß innerhalb der Systemgrenzen alle möglichen Rückstandsquellen entlang eines ausgewählten Stoffflusses in allen Produktlebenszyklusphasen zu identifizieren und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Umfelder abzuschätzen sind.⁴

Als nachhaltiges Analogon zum Ökosystem kann “... *an industrial park (or some larger region) which captures and recycles all physical materials internally, consuming only energy from outside the system, and producing only non-material services for sale to consumers*” interpretiert werden⁵. Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen eröffnet sich der Bezug zu den Kreislaufprozessen. Doch ein solches System setzt voraus, daß die wechselseitigen Stoffflußverbindungen zwischen den Subsystemen auch ausschließlich konvertible Stoffe mit sich führen. Nach dem 4. Hauptsatz der Thermodynamik kann ein industrieökonomisches System aber nur unter der Voraussetzung einer ausgeglichenen Stoffbilanz sowie eines steten Energieflusses einen geschlossenen Stoffkreislauf führen, wenn “.. *die materiellen Inputs in jedem Bereich im Mittel den Outputs entsprechen. Ist dies nicht der Fall, so muß der Bestand in einem oder mehreren Bereichen ansteigen, während der Bestand in einem oder mehreren Bereichen absinkt*”⁶. Die Ausführungen zu den Systemarchitekturen haben gezeigt, daß ein so verstandenes industrieökonomisches System von einem solchen stabilen Zustand entfernt ist, da es sich nicht in einem mit dem ökologischen

¹ Vgl. Münch (1998).

² Vgl. Ayres/Simonis (1993a); S. 4; (1993b); S. 235 f.; (1999); S. 43. Hierin liegt m. E. auch die Begründung, daß SOCOLOW das Konzept des Industrial Metabolism unter das Konzept der Industrial Ecology subsumiert hat; vgl. Socolow (1994a); S. xvii f. sowie Socolow (Ed., 1994).

³ Ayres (1992); S. 4.

⁴ Vgl. Anderberg (1998); S. 312. STIGLIANI/JAFFE klassifizieren bspw. die Rückstandsquellen nach produktionsbedingten Point Source Production Emissions u. Diffuse-source Agricultural Emissions sowie nach produktbedingten Dissipative Consumption-related Emissions u. Disposal Consumption-related Emissions; vgl. Stigliani/Jaffe (1993); S. 2 ff.

⁵ Ayres/Ayres (1996); S. 279. Ähnlich auch das Modell des Industrial Ecosystem; vgl. Graedel (1994); S. 27.

⁶ Ayres/Simonis (1993a); S. 5.

Stoffkreislauf vergleichbaren zirkulären Ablauf einfügt.¹ Folglich ist das industrieökonomische gegenüber dem ökologischen System in der Regel ein offenes, in sich instabiles System. AYRES/SIMONIS stellen vor diesem Hintergrund zurecht die Fragen, *ob* und *wie* sich das industrieökonomische System eigenständig ökologisch und damit langfristig auch ökonomisch stabilisieren kann und wird, bevor es in einen thermodynamischen Gleichgewichtszustand verfällt.² *“Thus, the challenge for modern industrialized societies is to create a new metabolism that can begin to approach the metabolism of the natural environment.”*³ Welche Herausforderung und zugleich Ungewißheit sich hinter dieser Fragestellung verbirgt, wird offensichtlich, wenn das Zeitfenster der evolutiven Erwidern des ökologischen Systems auf instabile Zustände vor Augen geführt wird. Gleichwohl das industrieökonomische System von einer erheblich schnelleren Reaktionsgeschwindigkeit angetrieben wird, ist dennoch nicht belegt, ob diese Reaktionsgeschwindigkeit ausreichend ist, um einen thermodynamischen Gleichgewichtszustand abzuwenden zu können. Trotzdem ist als notwendige Bedingung zu konstatieren, den selbstorganisierenden Prozeß des industrieökonomischen Systems mittels der Gestaltung innovativer Prozesse und/oder neuer Subsysteme, die die dissipativen Verluste von Stoffen zu minimieren und deren Recyclinganteil zu maximieren vermögen, zu beschleunigen.⁴ Nach AYRES/SIMONIS können den Anstoß hierzu die gegenwärtig funktionell und institutionell unterentwickelten Reduzenten des industrieökonomischen Systems bieten.⁵ Mit anderen Worten: *“Die Nachhaltigkeit des Industriesystems ist jedoch vermutlich weniger eine Frage der Verfügbarkeit von Ressourcen als vielmehr eine der Effizienz des Recyclings”*⁶. Im Vergleich zu den vorhergehenden Konzepten scheint sich der Industrial Metabolism damit vorzugsweise outputbezogen darzustellen. Zugleich werden intrasystemische Kreisläufe explizit in das Konzept des Industrial Metabolism integriert. Recycling als nachhaltige Nutzungsalternative möglicher Rückstände unterliegt je nach Art der Stoffe folgenden Nutzungsbedingungen:⁷

- Recycling ist wirtschaftlich und technisch durchführbar (z. B. Metalle);

¹ Vielmehr ist es vergleichbar mit dem Zustand des Erdökosystems bevor der Prozeß der Photosynthese existierte. Vgl. Ayres (1989); S. 1.

² Vgl. Ayres/Simonis (1993a); S. 7.

³ Stigliani/Anderberg (1992); o. S.

⁴ Entgegengesetzt der dortigen Ausführungen wird hier die bereits erläuterte Recycling-Definition von LIESEGANG/PISCHON zugrunde gelegt; vgl. Liesegang/Pischon (1996); Sp. 1788 ff.

⁵ Vgl. Ayres (1989); S. 2 u. Ayres/Simonis (1999); S. 44. Ebenso konstatiert HUSAR, daß *“the system created by human activity lacks such efficient decomposers and recyclers”*; Husar (1994); S. 23.

⁶ Ayres/Simonis (1993b); S. 241.

⁷ Vgl. Ayres (1992); S. 11; Ayres/Simonis (1993a); S. 11, (1993b); S. 241. Bsp. zu den Alternativen geben auch Frosch/Gallopoulos (1989); S. 96 ff.

- Recycling ist (noch) nicht wirtschaftlich, aber technisch durchführbar (z. B. Konstruktions- und Verpackungsmaterialien, Kühl- und Lösungsmittel) und
- Recycling ist aufgrund eines hohen Dissipationsgrades der Stoffe zum gegenwärtigen Zeitpunkt (vollständig oder größtenteils) ausgeschlossen (z. B. Beschichtungen, Pigmente, Pestizide, Herbizide, Desinfektionsmittel, Konservierungsstoffe, Frostschutzmittel, Sprengstoffe, Flammschutz-, Wasch- und Düngemittel, chemische Stoffe).

Letztlich wird der Bezug zur ökologischen Quellenfunktion dann intersystemisch geschlossen, wenn die dissipierten oder nicht weiter rezyklierbaren Stoffe durch neue Ressourcenextraktion von außen dem industrieökonomischen System wieder zugeführt werden müssen sowie aus thermodynamischen Gründen jede extrahierte Substanz das *Potential* zukünftiger Rückstände liefert. Der Industrial Metabolism beschränkt sich damit nicht auf den Outputbezug, sondern sucht die Anbindung zum Input des industrieökonomischen Systems.¹ Aus diesem Grunde verwerfen auch AYRES/SIMONIS die Bezeichnung der Kreislaufwirtschaft gegenüber der des Stoffwechsels, da sich das industrieökonomische System dem Ideal der Kreislaufführung zwar annähern, es aber nicht erreichen kann; „.. weil der stoffliche und energetische Grundumsatz des »industriewirtschaftlichen Weltmodells« viel zu hoch liegt, ist dieses Modell [der Kreislaufwirtschaft; A. d. V.] auf die Welt als Ganzes ja nicht übertragbar“². Aber dennoch offenbart ein Denken in kreislaufwirtschaftlichen Kategorien einen stärkeren Bezug zu ökosystemaren Zusammenhängen.³ Unter diesen Bedingungen werden zum Ausdruck des Grades der Nachhaltigkeit als heuristische Maßgrößen der tatsächliche Recyclinganteil an den potentiell rezyklierbaren Stoffen sowie die Materialproduktivität bzw. Ressourceneffizienz vorgeschlagen.⁴ Auch hier gilt wieder, daß diese Maße unter Beachtung der jeweiligen Systemumgebung sowohl gesamt- und einzelwirtschaftlich bzw. branchenspezifisch als auch stofflich erhoben werden, um Aussagen und nachhaltige Maßnahmen treffen zu können. Trotz der wechselnden Systemebenen wird ein Produzenten-Konsumenten-Reduzenten-Netzwerk als wichtigste Voraussetzung für eine langfristige, nachhaltig ausgewogene industrielle Wirtschaftsweise Pate stehen.⁵ Für die Funktionsfähigkeit eines solchen Netzwerkes unter kreislaufgerichteten Gesichtspunkten ist eine institutionalisierte Kommunikation und Koordination unabdingbar. So gesehen können „mul-

¹ Vgl. Stigliani/Anderberg (1992); S. 36; Stigliani/Jaffe (1993); S. 16.

² Ayres/Simonis (1999); S. 45.

³ STIGLIANI/JAFFE explizieren bspw. die Bewegungen im Ökosystem; vgl. Stigliani/Jaffe (1993); S. 10 ff.

⁴ Vgl. Ayres/Simonis (1993a); S. 11 ff.; (1993b); S. 240 ff. u. (1999); S. 44 f. u. Durney (1997); S. 9.

⁵ Die Bedeutung eines Netzwerkes wird erst in neueren Publikationen vorgeschlagen; vgl. Ayres/Simonis (1999); S. 44.

tidisciplinary industrial metabolism studies [...] act as a source of information and communication for all interested groups in their efforts to transform industrial societies into ecologically sustainable forms"¹. Genauso wie der Regulationsmechanismus Markt diese Institutionalisierung erfüllt, kann auch ein Agent in Form einer Reduktionsagentur anbeigestellt werden, der die Anforderungen an eine Kreislaufwirtschaft kommuniziert und koordiniert.² Ein Unternehmen wechselt in diesem Sinne die Rolle zusehends " ... *from culprit to agent of change*"³. Entsprechend werden auch die Vorzüge dieses Konzeptes für ein modernes Umweltmanagement herausgestellt.⁴

Die Konzepte der makroskopischen Ebene setzen allesamt an der (Neu-)Gestaltung des gesamten industrieökonomischen Systems unter dem Primat der Nachhaltigkeit an. Wenngleich diese abstrakten und allgemeinverbindlichen Konzepte die Gefahr implizieren, auf konkrete Fragestellungen keinen Zugewinn für eine anwendungsorientierte Arbeit zu offerieren, lassen sie Stoff-, Informations- und Energieflußbetrachtungen nicht an den *Werkstoffen* enden, sondern schließen globale, lokale, sektorale und auch betriebliche Lösungspotentiale mit ein.⁵ Entsprechend deutet sich in diesen Konzepten an, daß "*for the global economy to become ecologically sustainable, it will be necessary to organize business and industry along ecologically sound principles. This will require transformation of corporations, their products, production systems, and management practices.*"⁶ Bei der Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens wird damit den Unternehmen eine tragende Rolle zugewiesen. Obschon Reduzenten hierbei nur am Rande Erwähnung finden, zeigt sich dennoch, daß die Reduktion nicht erst bei der Entstehung von Rückständen einsetzt, sondern entlang von Kreislaufprozessen mitzudenken ist, da nach dem Gesetz der Massen- und Energieerhaltung die in das industrieökonomische System importierten Stoffe nicht verschwinden, sondern in irgendeiner Form das System wieder verlassen oder in diesem wieder auftreten. Solche auch als stoffliche Rückkopplung zu interpretierenden Interaktionsbeziehungen müßten allerdings stärker mit einer informatorischen Rückkopplung ausgestattet werden, um den Weg der Gestaltung auch mikroskopisch gangbar zu machen.

¹ Durney (1997); S. 8.

² Ähnlich existiert im Verwertungsnetz Steiermark eine Verwertungsagentur. Vgl. Schwarz/Strebel (1999); S. 207.

³ Socolow (1994b); S. 4.

⁴ Vgl. Anderberg (1998); S. 311 ff.

⁵ Dieses Ergebnis zeigten bspw. Studien zum Industrial Metabolism. Vgl. Anderberg (1998); S. 317.

⁶ Shrivastava (1995); S. 184.

2. Die mikroskopische Ebene

Unternehmen fungieren in der betriebswirtschaftlichen Theorie und Praxis nicht nur als *Keimzellen* wirtschaftlicher Dynamik und Prosperität, sondern auch als unverzichtbare Gestaltungsträger und -promotoren auf dem Weg in eine Kreislaufwirtschaft.¹ Die zunehmenden Anstrengungen, eine Kreislaufwirtschaft in der betriebswirtschaftlichen Theorie zu verankern, haben zu einem breiten Bewußtsein über die Notwendigkeit einer Reduktionswirtschaft als Pendant zu einer Produktionswirtschaft geführt. Entsprechend wird das Konzept einer *Industriellen Reproduktionswirtschaft* mittlerweile in der betriebswirtschaftlichen Literatur als ein Konzept zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft gehandelt.² Insbesondere die enge Anbindung an die betriebswirtschaftlichen Grundlagen der Produktionstheorie zeugen von dessen theoretischer Untermauerung.³ Der Bezug zum Produktions- bzw. Reduktionsmanagement, wie ihn LIESEGANG sucht, findet gegenwärtig noch nicht vergleichbare Aufmerksamkeit.⁴ Vor diesem Hintergrund wird fortfolgend zunächst das Konzept der Industriellen Reproduktionswirtschaft nach LIESEGANG vorgestellt, um darauf aufbauend die Implikationen für die betriebswirtschaftliche Produktionstheorie und hier vornehmlich die von DYCKHOFF vorangetriebene neue Gütersystematik darzustellen. Entsprechend orientiert sich die mikroskopische Sichtweise zunächst an den einzelwirtschaftlichen Realgüterphasen von der Beschaffungsphase über die Phase der Leistungserstellung bis zur Absatzphase eines Produktions- und Reduktionssystems. Ein System wird dabei als ein Knotenpunkt einer vorwärts- oder rückwärtsgerichteten, vertikalen Wertschöpfungskette aufgefaßt.⁵ Dispositive Fragen, wie diese Realgüterphasen zielgerichtet gestaltet werden können, stehen erst in Kapitel IV zur Debatte.⁶ In Verbindung mit den bereits gewonnenen Erkenntnissen wird letztlich daraus eine eigenständige Interpretation einer Industriellen Reproduktionswirtschaft entwickelt.

¹ Unternehmen als Ursache für gegenteilige Entwicklungen sollten nicht unvergessen bleiben; vgl. Kuhn, Th. (1993); S. 40 ff.

² Vgl. Wagner (1997); S. 117 ff.; Kirchgeorg (1999); S. 28. Ein weiterer Ansatz, der ebenfalls die Beziehungen ökologischer u. industrieökonomischer Systeme auf mikroskopischer Ebene sucht, ist der Biokybernetische Systemansatz nach VESTER. Auch diesem Ansatz liegen ökosystemare Zusammenhänge als Referenzmodell für eine Umorientierung der Unternehmensführung zugrunde. Dennoch wird dessen Vorstellung hier unterlassen, da weder der Kreislauf- noch der Reduktionswirtschaft eine exponierte Rolle in diesem Ansatz eingeräumt wird. Vgl. Vester (1980) u. ders. (1990).

³ Hier ist auf die Arbeiten von DYCKHOFF sowie SOUREN zu verweisen.

⁴ Neben LIESEGANG kann hier HALFMANN positioniert werden. Neuerdings setzt sich auch DYCKHOFF mit dem Reduktionsmanagement auseinander. Vgl. Dyckhoff (1998b); S. 425 ff. u. (1998c); S. 365 ff.

⁵ Wertschöpfung ist aus einzelwirtschaftlicher Sicht das Ergebnis eines Werte schaffenden Prozesses. Es handelt sich um den Wert, den ein Unternehmen den von anderen Unternehmen übernommenen Werten - Vorleistungen - hinzufügt. Vgl. Weber (1993); Sp. 4659 ff.

⁶ Zur Realgüterphase eines Unternehmens sowie zu deren Einbindung in dispositive Fragestellungen vgl. Schweitzer (1994b); S. 573 ff.

a) Das Konzept der Industriellen Reproduktionswirtschaft nach LIESEGANG

LIESEGANG hat sich mit dem Konzept der Industriellen Reproduktionswirtschaft zum Ziel gesetzt, „... ein schlüssiges Gesamtkonzept zum Umbau der Industrien und Technologien, um den strategischen Zielen des nachhaltigen Wirtschaftens gerecht zu werden“¹, zu entwerfen. In Anlehnung an ökologische Stoffwechselprozesse² wird der industrieökonomischen Produktionsphase als Komplement eine industrieökonomische Reduktionsphase angeigestellt. Wird mit der Produktionsphase das vordergründige Ziel verfolgt, Güter hervorbringen, werden in der Reduktionsphase „produzierte Güter am Ende ihrer Gebrauchsphase in den Stoffkreislauf »planmäßig«³ zurückgeführt. An späterer Stelle wird hierzu präzisiert, daß Reduktion die „Rückführung und Wiedereinbringung der entwerteten Produkte“⁴ bzw. Rückstände beschreibt. Im retrograden Verlauf zur Produktionsphase - einschließlich der Konsumtionsphase - beschreibt die Reduktionsphase den „... Weg der Werkstoffe von der Bahre bis zur Wiege neuer Produkte ...“⁵. Diesem Wortlaut folgend werden unmittelbar an die Gebrauchsphase und damit an die Prozesse der Produktion und Konsumtion anknüpfend die daraus hervorgegangenen Rückstände als *Werkstoffe* in Reduktionsprozessen zu homogenen *Produkten* transformiert. Die so aus dem Reduktionsprozeß gewonnenen Güter werden entweder erneut einem industrieökonomischen Produktions- oder Konsumtionsprozeß oder - im Sinne des Reproduktionsringes - einem ökologischen Reduktionsprozeß zugeführt.⁶ In dieser weiten Auslegung fällt auch bei LIESEGANG über die unterschiedlichen Recyclingalternativen hinaus die Entsorgung in den Aufgabenbereich der Reduktion. Mit besonderem Augenmerk auf die Reduktionswirtschaft richtet LIESEGANG damit sein Konzept der Industriellen Reproduktionswirtschaft auf die makroskopische und mikroskopische Systemintegration aus, um letztlich ein Fließgleichgewicht zwischen Techno- und Ökosphäre sichern zu können.⁷

Damit unterscheidet sich die Auffassung LIESEGANGS grundlegend von der anderer Autoren, die sich im weitesten Sinne mit dem Feld einer Industriellen Reproduktionswirt-

¹ Liesegang (1992); S. 2. Vgl. auch ders. (1993a); S. 383 ff.; (1993b); S. 16 ff.; (1993c); S. 244 ff.; (1994); S. 6 f.; (1996); S. 3 ff. u. (1999); S. 181 ff.

² Hierzu bezieht sich LIESEGANG in seinen Ausführungen auf ZWILLING (1993); S. 19 ff. Trotz des Bezuges zu den Stoffwechselprozessen wird das Konzept des Industrial Metabolism nicht direkt in Betracht gezogen.

³ Liesegang (1992); S. 10 (h. v. d. V.). Vgl. auch ders. (1993a); S. 390.

⁴ Liesegang (1999); S. 186.

⁵ Liesegang (1999); S. 187. In den beiden anschließenden Kapiteln werden die hier nicht näher erklärten Input- u. Outputgrößen definiert.

⁶ Vgl. Liesegang (1992); S. 10 ff.; (1993a); S. 390 ff.; (1999); S. 188.

⁷ Vgl. Liesegang (1993b); S. 19; (1994); S. 6.

schaft auseinandersetzen.¹ Insbesondere DYCKHOFF ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, der sich der Integration einer Industriellen Reproduktionswirtschaft in die theoretischen Grundlagen der betriebswirtschaftlichen Produktionswirtschaft widmet. In einer eng angelegten Begriffsfassung weist er der Produktion das originäre Sachziel der Güterentstehung und der Reduktion das der Übelbeseitigung im Sinne von Vernichtung bzw. Umwandlung, Verminderung sowie von Beseitigung und Entledigung von Rückständen zu.² Mit anderen Worten: „Während die Produktion i. e. S. der Versorgung der Gesellschaft mit Gütern dient, verfolgt die Reduktion in »erster« Linie das Ziel der Entsorgung von Übeln“³. Fragen der Rückführung bzw. Wiedereinbringung und damit auch der erneuten Versorgung, wie sie von LIESEGANG gestellt werden, werden von DYCKHOFF zwar als zwingender Bestandteil geschlossener Kreisläufe einer Reproduktionswirtschaft erkannt, aber nicht als Zwecksetzung eines Reduktionsprozesses anerkannt.⁴ Diese stringente Trennung zwischen Produktion mit outputseitigem und Reduktion mit inputseitigem Sachzielbezug mag einer formalen Reduktionsfunktion im Rahmen der theoretischen Produktionswirtschaft dienlich sein, entspricht aber nur unzureichend dem Gedanken einer Kreislaufwirtschaft sowie einer marktbezogenen Konzeption einer Reduktionswirtschaft - strenggenommen handelt es sich dann nicht um einen Reduktions-, sondern lediglich um einen Entsorgungsprozeß. Denn dem Gedanken der Kreislaufwirtschaft folgend, die durch den Reduktionsprozeß hervorgebrachten Resultate auf die Folgeprozesse - seien sie ökologischer oder industrieökonomischer Natur - abzustimmen, eröffnet für die Reduktion einen doppelseitigen Sachzielbezug.⁵ Ist mit DYCKHOFF auf der Inputseite der marktseitige Bedarf nach einer Rückstandsbewältigung hinsichtlich des Schadenpotentials unbestritten, gründet sich darüber hinaus mit LIESEGANG auf der Outputseite ein marktseitiger Bedarf nach Wiedereinsatz der bewältigten Rückstände.⁶ In Erinnerung der Ausführungen in Kapitel I wurden für ausgesuchte Stoffe die Weichen für eine solche Bedarfsstruktur auf der Outputseite eines Reduktionsprozesses bereits in der Vergangenheit gestellt. Stellvertretend verweist LIESEGANG auf den (Edel-)Metallhandel, der einen vergleichsweise hohen Organi-

¹ Als punktuelle Erscheinungsformen der Reproduktionswirtschaft werden von WAGNER Entsorgungslogistik, stoffliche Abfallbehandlung u. -aufbereitung, -deponierung sowie Altlastensanierung angeführt. Vgl. Wagner (1997); S. 120.

² Zur Sachzieldefinition vgl. Kap. I.B.1 sowie Zahn/Schmid (1996); S. 69.

³ Dyckhoff (1996a); Sp. 1461 (h. v. d. V.). Vgl. auch ders. (1993); S. 87 ff. u. (1994); S. 10 f.

⁴ Vgl. Dyckhoff (1993); S. 89; (1994); S. 10; (1995b); S. 221; (1996a); Sp. 1461. Dennoch scheint DYCKHOFF seine enge Begriffssetzung zunehmend zu relativieren, da er zum einen an späterer Stelle eine klare Trennung zwischen Güterentstehung u. Übelbeseitigung nicht immer als eindeutig ansieht [Dyckhoff (1996a); Sp. 1461] u. zum anderen auch die Verwertung zur Reduktion zählt [Dyckhoff/Oenning/Rüdiger (1997); S. 1141]. In jüngeren Arbeiten faßt er sogar Verwertungs- u. Recyclingprozesse als *simultane Reduktion u. Erzeugung* auf [Dyckhoff (1998b); S. 425].

⁵ Allgemein hin impliziert ein Sachziel auch den Bezug zu innerbetrieblichen Bedarfsstrukturen.

⁶ Vgl. Liesegang (1999); S. 187.

sationsgrad zwischen Produktion und Reduktion erreichen konnte.¹ Demnach besteht - auch unter chronologischen Gesichtspunkten der Abfallgesetzgebung - Konsens darüber, daß das *primäre Sachziel* der Reduktion in der Bewältigung der durch Produktion und Konsumtion hervorgerufenen Rückstände liegt. Aber ebenso bestärkt durch gesetzliche Anforderungen tritt zunehmend als *sekundäres Sachziel* die Hervorbringung markt- oder wiedereinsatzfähiger Reduktionsergebnisse hervor.² Am Beispiel von Müllheizkraftwerken deutet auch SOUREN einen solchen doppelten Sachzielbezug an den vordergründigen Kalkulationsobjekten 'zu bewältigender Rückstand' oder 'am Markt zu veräußernder Strom' an.³ Welches Sachziel letztlich überwiegt, ist im Einzelfall und unter Zugrundelegung der Marktlage zu klären. Unbestreitbar ist, daß die hier vorgestellte doppelseitige Verknüpfung der Systeme unter Gestaltungsgesichtspunkten erst ein markt- und tragfähiges Konzept bildet. Durch den Sachzielbezug wird ähnlich wie durch die Selbstregulationskräfte des Industrial Metabolism auch auf mikroskopischer Ebene der Prozeß- um den Marktbezug ergänzt. Gleichzeitig erweitert sich bei doppeltem Sachzielbezug der einzelwirtschaftliche Wertschöpfungsbereich eines Reduktionsprozesses von der alleinigen Dienstleistung um eine zusätzliche Sachleistung.⁴ Im Falle der Entsorgung ist die Erfüllung seines Entledigungswunsches eines Rückstandserzeuger die eigentlich nachgefragte Leistung. Im Falle des Recyclings tritt zudem die Vermarktungsoption der Recyclate mit in den Mittelpunkt des Interesses. In gleicher Weise wie IMMLER/HOFMEISTER legt LIESEGANG damit seinem Verständnis eines Reduktionsprozesses neben den primär reduktiven eindeutig auch sekundär produktive Elemente mittelbar zugrunde. Demnach ist ein Reduktionssystem nicht - wie im Dyckhoffschen Sinne - mit Entsorgungssystem gleichzusetzen, sondern sucht gezielt die Anbindung an und die Integration in das Versorgungssystem. Ähnlich konstatieren IMMLER/HOFMEISTER für Ökosysteme: "*Erst die unmittelbare Verbindung von Produktions- und Reduktionsprozessen - das Ineinandergreifen der produktiven und reduktiven Tätigkeiten in der Natur -, läßt das System als Ganzes produktiv werden*".⁵ So gesehen wandelt erst die Integration der *Ent*-Sorgung von Übeln und der *Ver*-Sorgung mit Gütern in einem Reduktionsprozeß die Abfallwirtschaft in eine Kreislauf- bzw. Reproduktionswirtschaft.⁶ Infolgedessen deutet sich auch auf mikroskopischer Ebene wie beim Konzept des

¹ Vgl. Liesegang (1993b); S. 24. Die Deutsche Gold- u. Silber-Scheideanstalt (Degussa) besteht z. B. über 100 Jahre.

² Eine Unterscheidung nach primären u. sekundären Sachzielen nehmen auch Siestrup/Haasis (1997); S. 151 vor.

³ Vgl. noch einmal Abb. 1 im Anh. u. die entsprechenden Ausführungen in Kap. I.B.1.

⁴ Auch hier erkennt DYCKHOFF in der Reduktion nur eine Dienstleistung. Vgl. Dyckhoff (1996a); Sp. 1462.

⁵ Immler/Hofmeister (1998); S. 32.

⁶ Ähnlich argumentieren HALFMANN u. KIRCHGEORG. Vgl. Halfmann (1996); S. 61 u. Kirchgeorg (1999); S. 85; Fn. 71.

Reproduktionsringes das Gesamtsachziel eines Reduktionsprozesses in der Wiederherstellung produktiver Ausgangsbedingungen an.

Zu vergleichbaren Ergebnissen gelangt LIESEGANG auch hinsichtlich der Produktionsprozesse, die auf die Reduktionsfähigkeit der hervorgebrachten Güter und damit auf die anschließenden Reduktionsprozesse hin abzustimmen sind. Der am primären Sachziel ausgerichtete Aufgabenbereich der Produktion erweitert sich somit um den vorsorgenden Entwurf zukünftig zurückzuführender Güter.¹ Ein solcher Entwurf bezieht sich nicht nur auf die reduktionsgerechte Konstruktion, sondern auch auf den optimalen Einsatz neuer Inputfaktoren. Mit Rückblick auf die ökosystemaren Zusammenhänge impliziert ein solches sekundäres Sachziel die Vermeidung schadhafter und vielfältig verbundener Inputfaktoren.² Entgegen einer End-of-Pipe-Strategie am Ende der Produktions- und Konsumtionsprozesse sind folglich Faktor-, Prozeß- und Produktmodule vorausschauend im Hinblick auf die spätere Reduktion zu gestalten.³ Neben der Hervorbringung von marktfähigen Konsum- und Investitionsgütern zur Bedarfsdeckung von Konsumenten oder von anderweitigen Produzenten kann eine zusätzliche Reduktionsfähigkeit dieser Güter nicht nur von ebendiesen Konsumenten und Produzenten, sondern auch von internen oder externen Reduzenten gefordert werden. Die bei IMMLER/HOFMEISTER vertretene Betonung einer gleichgewichtigen konsumtiven Funktion bleibt sowohl bei DYCKHOFF als auch bei LIESEGANG aus. LIESEGANG verweist allerdings auf die Schlüsselposition eines aktiven Konsumtionssystems in der Reproduktionswirtschaft.⁴ Entsprechend kann nur ein intensiver Dialog zwischen Produzenten und Reduzenten, aber auch Konsumenten zu einer ökonomisch und ökologisch sinnvollen Reduktion führen, da die heute konstruierten und konsumierten Güter den Reduktionstechnologien von morgen Rechnung tragen müssen. Mittelbar wird damit dem primären Sachziel der Güterentstehung eines Produktionsprozesses zugleich das sekundäre Sachziel der Hervorbringung reduktionsfähiger Güter anbeigestellt.⁵

LIESEGANG grenzt somit sein Verständnis von Produktion und Reduktion nicht auf einen bestimmten Transformationsprozeß ein, sondern schließt alle Funktionen und Strukturen

¹ Vgl. auch Siestrup/Haasis (1997); S. 152.

² DYCKHOFF schließt die Vermeidung aus dem Aufgabenbereich der Reduktion aus. Vgl. Dyckhoff (1996a); Sp. 1461. HALFMANN erhebt demgegenüber die Verringerung bestehender Rückstandsmengen durch Vermeidungs- u. Recyclingstrategien zum Sachziel der Reduktion. Vgl. Halfmann (1996); S. 62 ff.

³ Erst der Fokus auf In-, Through- u. Output kennzeichnen für LIESEGANG einen ganzheitlichen Ökologiebezug. Vgl. Liesegang (1996); S. 5; (1998); S. 22.

⁴ Vgl. Liesegang (1993b); S. 27.

⁵ Vgl. Liesegang (1992); S. 10 f; (1993a); S. 390 f. u. (1993b); S. 24.

mit ein, die die Rückführung und Wiedereinbringung unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten vorantreiben. Die metaphorische Umschreibung der Reduktion als Komplement zur Produktion darf demnach nicht nach der organisatorischen und technologischen Prozeßabfolge als Umkehrprozeß mißverstanden werden. Vielmehr ist jede Produktionsstufe eng mit einer Reduktionsstufe auf unterschiedlichen Systemebenen vertikal und horizontal verzahnt. Unter diesen Gesichtspunkten sind Produktions- und Reduktionsprozesse sowohl in additiver als auch integraler Beziehung zueinander zu sehen, so daß sowohl Vermeidungs- als auch Recycling- und Beseitigungsstrategien Berücksichtigung finden. Im Extremfall ist eine raum-zeitliche, u. U. auch sachliche Trennung nicht gegeben, so daß ein integriertes Produktions- bzw. Reduktionsmanagement entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu denken wäre.¹ Eine ähnliche Auffassung konnte bereits bei IMMLER/HOFMEISTER in der Dualität von Produktion und Reduktion auf jeder Systemebene herausgestellt werden.² Eine Institutionalisierung der Reduktionsphase bzw. des Reduktionsprozesses in einem Unternehmen oder einer Unternehmensfunktion bleibt damit offen. Dennoch wird in den seltensten Fällen Produktion und Reduktion zugleich in der Regie eines Unternehmens liegen. Nicht zuletzt die gesetzlich verankerten Zuständigkeiten der Kommunen bei der Entsorgung laufen einer solchen zentralen Struktur zuwider. Ebenso erzwingen häufig die umfangreichen gesetzlichen Regularien zur Betreibung von Reduktionsverfahren bzw. -anlagen eine Trennung von Reduzenten und Produzenten. Letztlich lassen die jeweiligen Kernkompetenzen sowie die jeweils kostenintensiven und zeitaufwendigen Prozesse der Herstellung und Wiederherstellung eine arbeitsteilige Organisation zwischen Produktion und Reduktion erwarten, um effektive und effiziente Abläufe gestalten zu können.³ Die Ausführungen in Kapitel III werden hier weiteren Aufschluß über die faktische 'Aufgabenteilung' zwischen den einzelnen Marktakteuren geben. Entsprechend umschreibt LIESEGANG als Reduktionswirtschaft denjenigen „... Sektor, welcher in der Fortentwicklung der Entsorgungswirtschaft innerhalb einer Kreislaufwirtschaft die Produktionswirtschaft als ernstzunehmender Partner ergänzen muß, um als Komplement der Produktionswirtschaft zu dienen“⁴. Reduktionsprozesse oder reduktive Elemente können zwar in der Produktionswirtschaft vertreten sein, so wird doch die Hauptlast der Redukti-

¹ Langfristig sieht STREBEL in Material- u. Rückstandswirtschaft Deckungsgleichheit. Vgl. Strebel (1994); S. 825 ff.

² Siehe Kap. II.C.1.b).

³ Eine solche arbeitsteilige Organisation zeigt sich in überbetrieblichen Branchenlösungen der Automobilindustrie oder in branchenübergreifenden Lösungen regionaler Verwertungsnetzwerke. Vgl. Wagner (1997); S. 121 f.

⁴ Liesegang (1999); S. 186. Synonym werden hierzu auch die Begriffe Umweltschutzindustrie u. Umweltschutzdienstleistungen verwandt. Vgl. Steven (1994); S. 57; Schmid (1996b); S. 75.

onsphase von der Reduktionswirtschaft getragen. Ähnlich regt SUWELACK an, daß Reduzenten neben Produzenten und Konsumenten in ähnlich hoher Rate im industrieökonomischen System vertreten sein sollten, wie es das ökologische System vorgibt.¹ So gesehen kann in Abgleich zum Produktionssystem das Reduktionssystem als gesamte vertikale, rückwärtsgerichtete Wertschöpfungskette von der Rückstandsaufnahme über die Behandlung, Aufbereitung bis zum Recycling und zur Beseitigung gefaßt werden. Die einzelnen Aktivitäten könnten wiederum als Reduktions(sub)systeme dargestellt werden. Mit PORTER kann eine Gruppe von Unternehmen, die nahezu substituierbare Sach- oder Dienstleistungen herstellen als *Branche* bezeichnet werden.² Aufgrund der oben beschriebenen weitreichenden Verflechtungen werden die in Praxis und Wissenschaft unterschiedlich verwendeten Branchenbezeichnungen Entsorgungs- und Recyclingwirtschaft fortfolgend unter dem Terminus Reduktionswirtschaft subsumiert. Ein formal eigenständiges Reduktions(sub)system erfährt in dieser Branche eine funktionell vergleichbare Ausstattung wie ein Produktionssystem mit Beschaffung, Reduktion und Absatz. Dementsprechend wandelt sich die dominante Perspektive der Produktionswirtschaft zusehends - sowohl in der Praxis als auch in der Wissenschaft - zu einer gleichgewichtigen Perspektive der Produktions- und Reduktionswirtschaft. Die produktionstheoretischen Güterklassifikationen sind vor diesem Hintergrund nicht mehr ausreichend, um produktions- und reduktionsrelevanten Güterströmen zugleich Rechnung tragen zu können. Ein solcher, mittlerweile in der BWL verbreiteter Ansatz zur Güterklassifikation ist von DYCKHOFF in die Diskussion eingebracht worden.³

b) Die Gütersystematik nach DYCKHOFF

Den Ausgangspunkt für die Erarbeitung einer neuartigen, erweiterten Klassifikation begründet DYCKHOFF mit einer generell notwendigen *organischen Integration* ökologischer Aspekte in die Gesamtheit betriebswirtschaftlicher Theorien sowie funktioneller und institutioneller Anwendungsbereiche. Obwohl solche Aspekte in der betriebswirtschaftlichen Produktionswirtschaft bereits seit Mitte der 70er beginnend und seit Anfang der 90er Jahre zunehmend Beachtung finden, moniert DYCKHOFF die defizitäre Begriffsbildung, die sich ökologischen Aspekten eher additiv denn integriert nähert.⁴ Statt des übergeordneten Guts-

¹ Vgl. Suwelack (1994); S. 95. Ähnlich Herzog (1997); S. 41 f.

² Vgl. Porter (1988); S. 27.

³ Vgl. Dyckhoff (1991); S. 288 ff.; (1993); S. 82 ff. sowie die fortfolgend angegebene Literatur.

⁴ Vgl. Dyckhoff (1991); S. 277 ff. Die Notwendigkeit einer organischen Integration bezieht DYCKHOFF nicht nur auf ökologische, sondern auch auf andere, wie soziale Aspekte. Vgl. ebd.; S. 277. Ähnlich Steven (1994); S. 71.

begriffes Gutenbergscher Prägung wendet sich DYCKHOFF aus diesem Grunde den Begriffskategorien *Gut*, *Übel* und *Neutrum* zu. Aus mikroskopischer Perspektive eines Produktionssystems wird demnach ein *Gut* mit dem Attribut 'erwünscht' belegt, wenn es Verwendungsrechte und Nutzungsmöglichkeiten impliziert. Ein *Übel* ist demgegenüber an unerwünschte Verwendungs- und Nutzungszwänge gebunden. Und *Neutra* werden letztlich als indifferent erachtet.¹ Mit dieser Unterteilung bricht DYCKHOFF mit dem produktions-theoretischen Dogma, Aussagen über Input- und Outputkategorien ausschließlich auf ökonomisch relevanten Mengengrößen zu gründen. Vielmehr werden dem Erwünschtheitsgrad wertende Präferenzurteile der relevanten Wirtschaftssubjekte unterlegt, die auch ökologischen Aspekten Gewicht verleihen können.² So gesehen werden die bisher aus ökologischer Systemsicht betrachteten Stoff-, Energie- und Informationsströme eines Produktionssystems nunmehr sowohl auf der Input- als auch auf der Outputseite nach ihrer einzelwirtschaftlichen Erwünschtheit systematisiert. Die jeweilige Zuteilung bzw. Bewertung der einzelnen Ströme gemäß der drei Kategorien erfolgt subjektiv und relativ, da je nach System(-Abgrenzung), Systemumgebung und Systempräferenzen im Zeitablauf andere Wertmaßstäbe angelegt werden können.³ Unter Zugrundelegung *einer* Präferenzrelation gelangt DYCKHOFF zu folgenden, als Normalfall titulierten Input- und Outputkategorien eines Produktionssystems: der Einsatz von Übeln (Übelinput) und die Entstehung von Gütern (Güteroutput) sind erwünscht, der Einsatz von Gütern (Güterinput) und die Entstehung von Übeln (Übeloutput) unerwünscht, während die restlichen In- und Outputs - im Rahmen gewisser Fühlbarkeitsschwellen - wertlos sind.⁴

Unbeschadet der getroffenen Aussagen hinsichtlich einer normativen Wissenschaft wird im Hinblick auf ökologiebezogene Sachverhalte der Zuzug von Wertkriterien bei einer Gütersystematisierung grundsätzlich begrüßt.⁵ Dennoch sind einige Unzulänglichkeiten auszumachen. Diese Unzulänglichkeiten, die sowohl mikroskopisch als auch makroskopisch begründbar sind, resultieren größtenteils aus den ausschließlichen und nicht konse-

¹ Vgl. Dyckhoff (1991); S. 288 f. Die Verbindung dieser Klassifikation mit Reduktionsprozessen wurde erst in späteren Veröffentlichungen vollzogen. Vgl. Dyckhoff (1993); S. 87 ff.; (1994); S. 66 ff.; (1995b); S. 222 f.

² Vgl. Dyckhoff (1993); S. 94. GUTENBERG ging ausschließlich von mengenmäßig unerwünschten Inputgütern u. mengenmäßig erwünschten Outputgütern aus.

³ Vgl. Dyckhoff (1994); S. 69 f. Bereits RIEBEL ordnete die Outputseite eines Produktionssystems subjektiv nach ökonomischen Interessen u. relativ nach Änderungen der Marktsituation. Vgl. Riebel (1955); S. 126 f. Vgl. darüber hinaus Jahnke (1986); S. 5 ff. u. Bogaschewsky (1995); S. 127.

⁴ Vgl. Dyckhoff (1991); S. 291. Einschränkend wird der Normalfall als nicht notwendigerweise in der Praxis üblicher Spezialfall bezeichnet, der eine theoretisch gebräuchliche Prämisse darstellt. Vgl. Dyckhoff (1993); S. 97.

⁵ Insbesondere ZELEWSKI begrüßt ein solches Wertkriterium. Vgl. Zelewski (1994b); S. 245 ff.; (1997); S. 338 ff.

quent durchgeführten Wertungen im Interesse *eines* Produktionssystems.¹ Wird aus mikroskopischer Sicht als Formalziel des Produktionssystems die dauerhafte Gewinnerzielung angenommen, ist mit HALFMANN die Erwünschtheit von Übeln aus der Sicht des Produzenten in Frage zu stellen. Zum einen können die an die Reduktion geknüpften Aufwendungen durch den notwendigen Einsatz zusätzlicher (unerwünschter)² Güter-Inputs nicht durch die vom Normalfall ausgeschlossenen kostensenkenden, ressourcensichernden oder erlössteigernden Verwendungsmöglichkeiten der Reduktionsergebnisse kompensiert werden.³ Strenggenommen müßte sich aus der Sicht des Produktionssystems der erwünschte Übel-Input zum unerwünschten Übel-Input des Reduktion(sub)systems wandeln. Wird dagegen abweichend vom Dyckhoffschen Normalfall ein Reduktionssystem losgelöst vom Produktionssystem verstanden, fallen bei einer Fremdvergabe der Reduktionsaufgaben für den Produzenten nicht nur Aufwendungen in Form von Gebühren oder Marktpreisen an, sondern es sind auch vom Produktionssystem abweichende Wertungen zu erwarten. Daß sich diese Wertungen raum-zeitlich bedingt verkehren können, zeigen FABER/MANSTETTEN/MÜLLER am Beispiel der Farbherstellung, der der ehemalige Rückstand Teer der Steinkohleverkokung im Zuge industriellen Fortschritts als Einsatzfaktor dient.⁴ Werden zudem mehrere Akteure ineinandergreifender Systeme zugleich betrachtet, sind aus der Sicht eines Systems keine allgemeinverbindlichen Wertungen zu erwarten. Einschränkend wird auch von DYCKHOFF konstatiert: „*Es kommt vor, daß das, was das abgebende Subjekt als Übel ansieht, vom empfangenden Subjekt als Gut empfunden wird*“.⁵ Diese Annahme wird insbesondere dann gestärkt, wenn neben der Input- ebenso die Outputseite des Reduktionssystems ins Kalkül gezogen wird. Gleichfalls müßte sich aus der Sicht des Reduktionssystems der erwünschte Übel-Input somit zum erwünschten Güter-Input wandeln. Weitere Interpretationsalternativen ergäben sich, wenn zusätzlich gesamtwirtschaftliche Bewertungen, i. d. R. ausgedrückt durch alle von außen an das Produktionssystem herangetragenen Faktoren, in die Betrachtung Einzug hielten.⁶ Zu diesen Faktoren können Ökologie-Push-Faktoren, die einen Internalisierungsdruck, sowie Ökologie-Pull-Faktoren, die einen nach-

¹ Solche kritischen Stellungnahmen wertet DYCKHOFF als Weiterentwicklungen des Normalfalls. Vgl. Dyckhoff (1999); S. 124 f. u. S. 128; Fn. 16.

² In Gutenbergscher Tradition werden von DYCKHOFF Güter-Inputs als unerwünscht gewertet. Doch mit PFRIEM ist zu bedenken, daß Inputs erst ein ökonomisch positives Ergebnis ermöglichen. Vgl. Pfriem (1995); S. 84; Fn. 1.

³ Vgl. Halfmann (1996); S. 127 f. Vorausgehend legt HALFMANN dar, daß bei DYCKHOFF die ökonomischen Erwägungen dominieren. Siehe auch Bogaschewsky (1995); S. 126 f.; Souren (1996); S. 45.

⁴ Vgl. Faber/Manstetten/Müller (1993); S. 9 f.

⁵ Dyckhoff (1994); S. 6.

⁶ Vgl. Steven (1994); S. 74 f.

frageinduzierten Druck ausüben, gezählt werden.¹ Aus makroskopischer Perspektive wäre es im Sinne des Reproduktionsringes bspw. denkbar, daß sich die Un-Erwünschtheit des Übel-Outputs durch eine gesetzlich motivierte Internalisierung externer Kosten auf die erwünschten Güter-Outputs eines Produktionssystems übertrüge.² Im Falle von Asbest führte sogar die nachträglich erkannte Schädlichkeit dieses Produktes zu einem Verbot.³ Solche gesetzlichen und marktbezogenen Faktoren werden allerdings erst in Kapitel III näher durchleuchtet. Spätestens an dieser Stelle eröffnen die von DYCKHOFF gewählten semantisch unschönen Begriffskopplungen eine Vielzahl an Interpretationsalternativen, die weder auf makroskopischer Ebene einer zyklischen Reproduktionswirtschaft noch auf mikroskopischer Ebene einer zur Produktionswirtschaft gleichgewichtigen Reduktionswirtschaft förderlich sind. Die angeführten Mängel an der Systematik DYCKHOFFS sollen nicht die subjektive und relative Bewertung aus einzelwirtschaftlicher Sicht in Abrede stellen. Doch wie die vorhergehenden Interpretationsalternativen verdeutlichen konnten, stößt eine so gewonnene Systematik dann an ihre Grenzen, wenn diese Kategorien ausschließlich aus der Sicht eines Subjektes allgemeingültig ausgelegt werden. Unter diesen Gesichtspunkten sind wertneutrale Begriffssetzungen vorzuziehen, die prozeß- oder marktbezogen spezifiziert werden können.⁴

Vor diesem Hintergrund bietet die skizzierte Gütersystematik keine Hilfestellung, ein Produktionssystem formal von einem Reduktionssystem abgrenzen zu können. Sollen unbeschadet möglicher Systemverflechtungen mit einer solchen Systematik möglichst alle für Produktion und Reduktion unverzichtbaren Input- und Outputströme abgebildet und systematisiert werden, können nicht nur subjektive und relative Empfindungen *eines* Produzenten zugrunde gelegt werden. Ein tragfähiges Ordnungsmuster relevanter Güterkategorien gemäß der jeweiligen Prozeßzugehörigkeit, das auch Rückkopplungsschleifen zwischen den Systemen standhält, steht demnach noch aus. Insofern erscheint es zweckmäßiger, statt einer an den Präferenzstrukturen *eines* Produktionssystems ausgerichteten Systematik, von vornherein Kategorien gemäß der Stellung der Güter im Produktions- und Reduktionsprozeß abzuleiten.⁵ Eine solche präzise Begriffssetzung ist für die Durchdringung der komple-

¹ Mittels dieser Faktoren wurde in einer empirischen Untersuchung von MEFFERT/KIRCHGEORG ein branchenbezogenes, ökologisches Betroffenheitsprofil entworfen, demnach Unternehmen aus marktbezogenen u. gesetzlichen Gründen zunehmend den Ökologiebezug suchen. Vgl. Meffert/Kirchgeorg (1995); S. 18 ff.; (1998); S. 259 ff.

² Zu einer unterschiedlichen mikro- und makroskopischen Bewertung vgl. Schultheiß (1978); S. 43 f.

³ Vgl. Strebel (1994); S. 753.

⁴ Eine wertneutrale Begriffssetzung bevorzugen auch Steven (1994); S. 71 f. u. Dinkelbach/Rosenberg (2000); S. 23.

⁵ Daß diese Zusammenhänge ebenso auf Konsumtionsprozesse übertragbar sind, wurde eingehend von Kleinaltenkamp (1985); S. 22 ff. aufgezeigt.

nen Strukturen einer Kreislaufwirtschaft vonnöten. Allerdings soll der von DYCKHOFF gewählte Begriffsapparat damit nicht vollständig widerlegt, sondern lediglich semantisch der hier begründeten Zweckmäßigkeit angepaßt werden. Da sich damit auch die konkreten Benennungen der Input- und Outputströme gegenüber den von DYCKHOFF präferierten Definitionen wandeln, wird nun umgehend eine eigene Systematik entworfen. Soweit Begrifflichkeiten mit denen DYCKHOFFS übereinstimmen, werden diese kenntlich gemacht.

c) Interpretation der Konzepte aus dem Blickwinkel der ökologischen Systemlogik

Aus ökologischer Systemsicht ist die Triade aus Produktion, Konsumtion und Reduktion für jedes industrieökonomische System verbindlich. Damit eröffnen sowohl Produktions-, Konsumtions- als auch Reduktionssysteme hinsichtlich möglicher In- und Outputkategorien einen breiten Interpretationsspielraum, der eine systematische Kategorisierung erzwingt. Eine solche Systematik soll für jedes industrieökonomische System möglichst lückenlos die Gesamtheit der ökologischen und industrieökonomischen Stoff-, Energie- und Informationsströme hinsichtlich ausgesuchter Kriterien verdichten. Eine in der BWL bewährte Vorgehensweise ist die der Kategorisierung der jeweiligen Güter nach den Quellen- und Senkennachweisen eines Systems.¹ Diese Vorgehensweise genießt zum einen den Vorzug, die für einen spezifischen Transformationsprozeß *unverzichtbaren* Inputgüter und *unvermeidbaren* Outputgüter nach industrieökonomischen *und* ökologischen Gesichtspunkten systematisieren zu können. Unverzichtbarkeit definiert sich dann nicht ausschließlich unter ökonomischen, sondern ebenso unter prozeßspezifischen Gesichtspunkten.² Gleichwohl die Spezifität einzelner Transformationsprozesse implizit deren gängige Black-box-Betrachtung auflöst, werden die Prozesse zunächst nicht technologisch unterfüttert, sondern weitestgehend durch die spezifischen Input- und Outputelemente charakterisiert. Technologische Ausgestaltungsalternativen werden erst an späterer Stelle diskutiert. Da im Rahmen dieser Arbeit geringstenfalls zwei Transformationsprozesse betrachtet werden, können zum anderen über die Quellen- und Senkennachweise zusätzlich die *direkten*, zur Aufrechterhaltung des Transformationsprozesses erforderlichen Interaktionsbeziehungen

¹ Vgl. Steven (1994); S. 72 ff. u. dies. (1998); S. 90 ff. Einen besonderen Verweis verdient hier auch die Systematik von HALFMANN, die sehr detailliert diese Kategorien inhaltlich zu füllen vermag. Vgl. Halfmann (1996); S. 129 ff.

² Hier bestünde auch die Möglichkeit, die In- u. Outputkategorien nach dem Grade des Sachzielbezuges zu differenzieren. Demnach lägen Kategorien mit primär und sekundär sachzielbezogenen Gütern sowie Gütern ohne Sachzielbezug vor. Vgl. Siestrup/Haasis (1997); S. 151 f.

zu den Umsystemen herangezogen werden.¹ Dabei werden diese Beziehungen zunächst nicht logistisch ausgebaut. Der Fokus auf direkte Systemverbindungen ist vorerst hilfreich, um Redundanzen in der Systematik vermeiden zu können. Unbeschadet der bereits erörterten, heterogenen und weitreichenden Systemverflechtungen wird somit von dem in der betriebswirtschaftlichen Produktionswirtschaft verbreiteten Vorhaben, die ökologische Umwelt in die Produktionstheorie zu integrieren, insoweit abgesehen, als daß die ökologische Umwelt weder in ihrer Gesamtheit zu erfassen noch in ihrer Gesamtheit in Input- und Outputgrößen zu kategorisieren ist.² Für eine grundlegende Systematik einschließlich der erforderlichen Begriffssetzungen erscheint es vorerst ausreichend, die direkten, punktuellen Ökologiebezüge in- und outputseitig anzunehmen. Insgesamt können direkte, industrieökonomische Interaktionen, die intersystemisch über Markt- oder Kooperationsbeziehungen oder intrasystemisch erfolgen, sowie direkte, ökologiebezogene Interaktionen, die intersystemisch zwischen einem industrieökonomischen und einem ökologischen System ablaufen, unterschieden werden. Im Hinblick auf die oben genannte Triade schließen sich letztlich die direkten Interaktionsbeziehungen einzelner Transformationsprozesse zu einer zyklischen Reproduktionswirtschaft zusammen. So gesehen liefern die Quellen- und Senkennachweise aufschlußreiche Informationen über die erreichten Etappenziele in Richtung einer mikroskopischen und einer makroskopischen Systemintegration.

Mit der nun zu erarbeitenden Systematik werden traditionelle Systematiken nicht ersetzt, sondern in den angeführten Punkten modifiziert.³ Diesbezüglich werden die sich in der Produktionstheorie weitestgehend behaupteten In- und Outputkategorien eines Produktionsprozesses wiedergegeben, um sie von denen eines Konsumtions- und Reduktionsprozesses abgrenzen zu können. Mit dem Wissen, daß sich in Abhängigkeit der gewählten Systemgrenzen ein System sowohl aus einem einstufigen als auch aus mehrstufigen Transformationsprozessen konstituieren kann, werden aus Gründen der Anschaulichkeit weiterhin auf einer Systemebene unter funktionellen Gesichtspunkten jeweils ein statisches Produktions-, Reduktions- und Konsumtionssystem mit deterministischen Input-Output-Strömen angenommen.⁴ Eine Aufschlüsselung der einzelnen Systeme in vertikaler und

¹ KIRCHGEORG hält Transformation u. Interaktion, letzteres bei ihm als Transaktion benannt, für die entscheidenden Differenzierungskriterien eines Kreislaufmodells; vgl. Kirchgeorg (1999); S. 82. Zur Definition von Interaktion u. Transformation siehe Kap. I.B.4.

² Für ersteres steht Strebel (1980); S. 38 ff., für letzteres stehen Kern (1992); S. 17 u. Zahn/Schmid (1996); S. 118.

³ Zur Allgemeinen Produktionstheorie werden insbesondere die Arbeiten von Busse v. Colbe/Laßmann (1991); Kern (1992) u. Zahn/Schmid (1996) herangezogen.

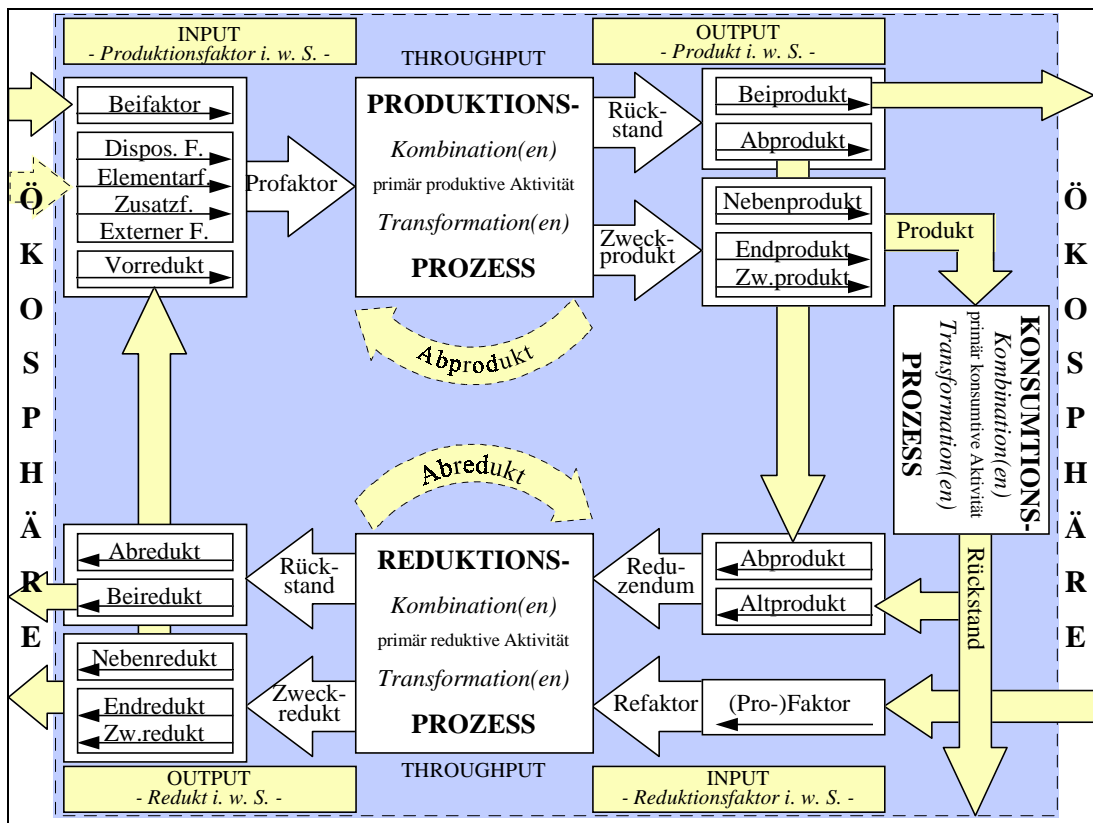
⁴ Zur Unterscheidung zwischen statischen u. dynamischen Input-Output-Systemen sowie deterministischen u. stochastischen Input-Output-Strömen vgl. Dinkelbach/Rosenberg (2000); S. 5 f.

lateralen Perspektive erfolgt im Zuge der weiteren Ausführungen der Arbeit. So gesehen bleibt bei der formalen Darstellung zunächst unberücksichtigt, inwieweit diese Systeme hinsichtlich einer Transformationsfolge von Prozessen sowie industrieökonomischer Interaktionsbeziehungen ausdifferenziert werden können. Gemäß der Abbildung II-12 werden die Transformationsprozesse hell bzw. durch helle Pfeile, die Interaktionsbeziehungen durch dunkle Pfeile gekennzeichnet. Die einzelnen Kategorien werden beispielhaft am Lebenszyklus eines Pkw veranschaulicht, ohne die bestehenden Systeme der Produktion, Konsumtion und Reduktion kritisch zu hinterfragen.¹ Diese oder ähnliche Kritikpunkte fügen sich erst in das Kapitel III ein. Damit wird ein Beispiel gewählt, das alle bisher betrachteten Systeme einbezieht und zudem auch in Zukunft noch einbeziehen wird. 1998 betrug die Anzahl der für den Verkehr zugelassenen Pkws ca. 42 Mio.; mit einem Anteil von ca. 3,7 Mio. Neuzulassungen. Die Anzahl der offiziell abgemeldeten Altfahrzeuge, die generell einem Reduktionsprozeß zugeführt werden könnte, belief sich hingegen auf ca. 3,5 Mio.² Infolgedessen liegt ein komplexes Beispiel vor, das nicht in all seinen Facetten hinsichtlich einer industrieökonomischen Reproduktionswirtschaft durchleuchtet werden kann, sondern nur ausschnitthaft einen Einblick gewährt. Entgegen der formalen Darstellung wird bereits dieser Einblick den hohen Verflechtungsgrad andeuten.

¹ Um die Kategorien inhaltlich füllen zu können, bieten sich Produkt- oder Stoff- u. Energiebilanzen an. Siehe allg. zum Instrument Ökobilanz Hallay/Pfriem (1992); UBA (1995).

² Vgl. Lohse/Sander/Wulf-Schnabel (1999); S. 6. Angaben über Inlandsproduktion, Neuzulassungen u. stillgelegte Pkw finden sich in Abb. 7 u. Tab. 7 im Anhang. Unter Berücksichtigung der Einflußgrößen Zuwachsrates des BSP u. Bevölkerungsentwicklung werden einer Prognose zufolge 2020 mit maximal 4,1 Mio. abzumeldenden Pkw zu rechnen sein. Vgl. Kim/Winske (2000); S. 16. Zu den Vorgaben der AltauV siehe Kap. III B.2.c).

Abb. II-12: In- und Outputkategorien einer industrieökonomischen Reproduktionswirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung.

Inputfaktoren eines Produktionssystems, auch als Produktionsfaktoren bezeichnet, „.. verkörpern das »qualitative und quantitative Potential« zur industriellen Leistungserstellung“¹. So gesehen werden die Inputfaktoren von außen dem System zugeführt oder bereitgestellt, um sachzielbezogen Güter herstellen zu können. Die klassische und weit verbreitete Faktorsystematik dieser Inputfaktoren in der BWL geht auf GUTENBERG zurück, der der Inputkategorie neben der produktionsspezifischen Unverzichtbarkeit das Kriterium der ökonomischen Knappheit, ausgedrückt durch Faktorpreise, zugrunde legte. Entsprechend wird bei diesen Faktoren in erster Linie eine Beschaffung über die marktlichen Um Systeme angenommen. In jüngerer Zeit wurde an ein modernes Produktionssystem reklamiert, Modifikationen im Hinblick auf dienstleistungs-, informations- und ökologiebezogene Aspekte vorzunehmen.² Insbesondere die ökologiebezogenen Aspekte zeichnen sich für eine Berücksichtigung der Faktorbeschaffung über das ökologische Umsystem, zumeist unabhängig von kurzfristigen Knappheitsgraden, verantwortlich. Vor diesem Hintergrund werden fortfolgend Produktionsfaktoren (i. w. S.) eines Produktionssystems unterschieden.

¹ Zahn/Schmid (1996); S. 115 (h. i. O.). Vgl. auch Kern (1992); S. 11. In Analogie zu outputseitigen Kuppelprodukten wird auch von Kuppelfaktoren gesprochen. Vgl. Dinkelbach/Rosenberg (2000); S. 18.

² Vgl. Zahn/Schmid (1996); S. 115 f.

In der Systematik produktiver Faktoren nach GUTENBERG werden die unverzichtbaren, marktlich erworbenen, materiellen und immateriellen Inputfaktoren eines Produktionsprozesses nach den *Elementarfaktoren* sowie den *dispositiv-steuernden Faktoren* im Sinne von Planung, Steuerung und Kontrolle eingeteilt.¹ Die gesamten menschlichen, physischen und geistigen Arbeitsleistungen werden als Träger einer zyklischen, industrieökonomischen Reproduktionswirtschaft vorab vorausgesetzt, ohne sie näher zu spezifizieren. Stattdessen wird das Interesse auf die stofflichen, energetischen und informationellen Elementarfaktoren gelenkt. Gemäß der qualitativen Veränderung der Elementarfaktoren im Produktionsprozeß können Repetier- von Potentialfaktoren abgegrenzt werden. Während die Repetier- bzw. Verbrauchsfaktoren ihre qualitative Gestalt im Produktionsprozeß verändern und kontinuierlich am Markt beschafft werden müssen, verlassen die Potential- oder Gebrauchsfaktoren qualitativ weitestgehend unverändert erst nach mehreren Perioden den Produktionsprozeß.² Repetierfaktoren gehen einerseits direkt substantiell in das Zweckprodukt eines Produktionsprozesses ein. Hierzu zählen die als (Primär-)Rohstoffe bezeichneten natürlichen Ressourcen, die ohne oder nach unbedeutenden Transformationsvorgängen am Primärrohstoff erstmalig in das industrieökonomische System eintreten. Bestimmt durch die Art und die Stellung des Produktionsprozesses entlang der Wertschöpfungskette können hier generell industrieökonomische sowie ökologiebezogene Interaktionsbeziehungen angenommen werden. Demzufolge werden hierunter regenerierbare und nicht-regenerierbare Ressourcen wie Eisen, Holz, Mineralien oder Erze, die als Stoff- oder Energiequellen dienen, sowie der Standort Boden subsumiert.³ Zumeist wird aber dem Zuzug von Primärrohstoffen ein Prozeß der Stoffgewinnung, ausgeführt von der grund- und werkstoffproduzierenden Industrie, vorausgeschickt, so daß industrieökonomische Interaktionsbeziehungen vordergründig zu konstatieren sind. Ebenso können in einem arbeitsteiligen Produktionssystem hiervon Primärkomponenten wie Halbzeuge, Halbfabrikate, Fremtteile und Hilfsstoffe abgegrenzt werden, die aus Primärrohstoffen hergestellte Vorprodukte darstellen. In der Automobilindustrie werden u. a. 30-70 % der Wertschöpfung bereits durch die Zulieferer produziert.⁴ Als Hyponym für Primärrohstoffe und Primärkomponenten fin-

¹ Vgl. Gutenberg (1983); S. 2 f. u. zu Managementfunktionen Zahn/Schmid (1996); S. 6 ff.; Schmid (1996a); S. 36 ff.

² Vgl. Busse v. Colbe/Laßmann (1991); S. 77 ff. Entgegen der Unterteilung der Elementarfaktoren GUTENBERGS nach objektbezogener menschlicher Arbeit, Betriebsmitteln u. Werkstoffen erscheint eine solche Klassifikation dann angebracht, wenn an späterer Stelle die Herkunft der Rückstände eines Prozesses identifiziert werden soll. Eine Gegenüberstellung der Klassifikationsalternativen der Elementarfaktoren findet sich bei Kern (1992); S. 17.

³ Die häufig zu den Primärrohstoffen gezählte Sonnenenergie [Ströbele (1987); S. 1] wird im Kontext dieser Arbeit den Beifaktoren angerechnet.

⁴ Vgl. Gruden (2000); S. 25.

det sich in der Literatur auch die Bezeichnung *Primärmaterial*¹; ein Pkw setzt sich als komplexes Produkt aus bis zu 10.000 Primärmaterialien zusammen. Diese Materialien können mengenmäßig je Pkw-Typ schwanken, können sich heterogen im gesamten Pkw verteilen, können konzentriert in bestimmten Pkw-Bereichen auftreten, wie Metalle vornehmlich in der Karosserie, und können im Verbund mit anderen Einsatzfaktoren eingesetzt werden. Als alternative Verbundwerkstoffe können im weitesten Sinne

- Werkstoffverbunde in Form von Gummi-Metall-Verbindungen,
- Verbundwerkstoffe in Form von faserverstärkten Hochleistungswerkstoffen,
- Gradientenwerkstoffe in Form von Membranen unterschiedlichen Aufbaus,
- Strukturwerkstoffe durch Sandwichbauweise sowie
- Funktionswerkstoffe durch Dünnschichten auf Werkstoffen

unterschieden werden.² Selbst die einer Inputgruppe zugehörigen, bereits genannten Elastomerbauteile erfüllen unterschiedliche Funktionen, so daß auch deren Zusammensetzungen wiederum durch individuelle Mischungsrezepturen, unterschiedliche Kautschukarten und die Zugabe unterschiedlicher Chemikalien wie Weichmacher, Vernetzer, Alterungsschutzmittel usf. stark divergieren. Allein das elastomere Bauteil Reifen besteht als komplexes Verbundprodukt aus bis zu 34 Einzelbauteilen, die sich wiederum aus individuellen Mischungen zusammensetzen.³ Neben Kautschuk (48 %) treten als weitere Inhaltsstoffe Ruß (23 %), Stahl (18 %), Zuschlagsstoffe (8 %) und Textilien (3 %) auf.⁴ Zunehmend finden bei der Automobilproduktion auch regenerierbare Primärrohstoffe Verwendung. So werden u. a. Flachs, Sisal und Baumwolle zur Herstellung von Trägerteilen im Innenraum, Kokos zur Herstellung von Sitzpolstern sowie Jute als Füllstoff verwandt. Der Abbildung II-13 sind die in einen Pkw eingehenden rohstofflichen Inputgruppen zu entnehmen. Aus Gründen des Leichtbaus, der Multifunktionalität sowie fiskalischer Anreize bei der Konstruktion verbrauchsarmer Pkws hat sich der Kunststoffanteil seit Anfang der 70er Jahre zu Lasten des Metallanteils und hier insbesondere zu Lasten des Anteils an Stahl und Eisen erhöht.⁵ Insofern kann bereits von einem Wettbewerb dieser Primärmaterialien gesprochen werden.¹

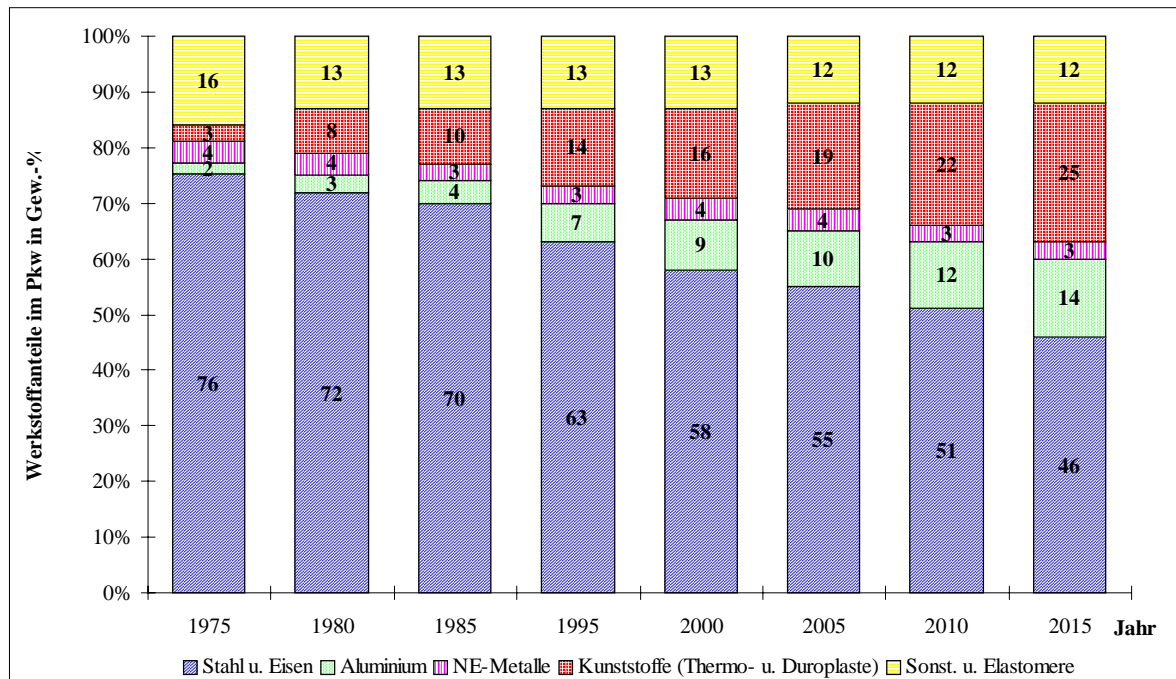
¹ Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 82. Die Bezeichnung Primärmaterial weicht insofern von der in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur gebräuchlichen ab [Ströbele (1987); S. 106], als daß hierunter nicht nur ökologiebezogene Interaktionsalternativen subsumiert werden.

² Vgl. Eyerer (1996); S. 3.

³ Vgl. Hirsch (1999); S. 2 f. Anwendungsbeispiele für Kunststoffe im Pkw legen Härdtle et al. (1994); S. 19 dar.

⁴ Vgl. Härdtle et al. (1994); S. 45; Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 424.

⁵ Vgl. Härdtle et al. (1994); S. 16 f.; Zimmermeyer (1999); S. 2 f. Ähnlich Püchert (1996); S. 60; Wallau (1996); S. 102. Die jährlichen Veränderungsdaten der Einsatzmengen zw. 1975 u. 1995 betragen durchschnittlich -1,2 % bei

Abb. II-13: Entwicklung der im Pkw verwendeten (Primär-)Werkstoffe in Deutschland

Quelle: Kim/Winske (2000); S. 18. Ähnlich die Angaben bei SRU (1991); Tz. 620; Püchert (1996); S. 60 f.; Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 416.²

Hiervon abzugrenzen sind andererseits die nicht substantiell in das Zweckprodukt eingehenden Repetierfaktoren wie Betriebsstoffe (z. B. Schmiermittel, Heizstoffe) und Betriebsdienste, die indirekt für den Einsatz der Potentialfaktoren aufgewendet werden. Neben der hier nicht weiter zu spezifizierenden objektbezogenen, menschlichen Arbeitskraft sind aktive und passive Potentialfaktoren zu berücksichtigen.³ Im Falle der Dienstleistungsproduktion stellen sach- oder personenbezogene Bearbeitungsfaktoren die sachzielbezogenen Faktoren eines Produktionssystems. Diese auch als Externe Faktoren bezeichneten Inputfaktoren unterscheiden sich dahingehend von den Elementarfaktoren, als daß sie vom Abnehmer einer Dienstleistung in den Prozeß eingebracht und nicht der autonomen Disponierbarkeit der Produzenten unterstellt werden. Dementsprechend können Externe Faktoren nicht im erforderlichen Umfang am Markt beschafft, sondern müssen vom Dienstleistungsnehmer in das Produktionssystem eingebracht werden. Für den Fortgang der Arbeit sind ausschließlich sachbezogene Faktoren, die sowohl materieller (z. B. Transportgegenstände) als auch immaterieller Natur (z. B. Rechte, Informationen) sein können, von Bedeutung. Primärmaterialien, demgegenüber als Verarbeitungsfaktoren verstanden, näh-

Stahl/Eisen, 3,5 % bei Kunststoffen, 4 % bei Leichtmetallen wie Aluminium; vgl. Kim/Winske (2000); S. 17 f. Welche Zielkonflikte hinsichtlich der Reduktion daraus entstehen, wird von Wallau (1998); S. 205 f. wiedergegeben.

¹ Vgl. Küffner (2000); S. T 1.

² Weitere Angaben finden sich in Tab. 2 u. Abb. 4 im Anhang.

³ Zu den aktiven zählen Maschinen, Werkzeuge etc., zu den passiven Potentialfaktoren Gebäude, Grundstücke und Einrichtungsgegenstände. Vgl. Busse v. Colbe/Laßmann (1991); S. 78 f.

men sodann eine derivative Stellung ein.¹ Als weitere unverzichtbare Faktorgröße haben BUSSE VON COLBE/LAßMANN die *Zusatzfaktoren* der Systematik GUTENBERGS angefügt, die sich von den Elementarfaktoren durch ihren immateriellen Charakter unterscheiden. Hierzu zählen zu beschaffende Infrastrukturleistungen von staatlichen Institutionen und Verbänden sowie direkte Dienstleistungen Dritter in Form von Versicherungs-, Beratungs-, Prüf-, Speditions- und EDV-Leistungen, die ebenfalls über marktliche Umsysteme zu beziehen sind.² So gesehen können die vom Produzenten extern bezogenen Reduktionsleistungen als Zusatzfaktoren bzw. infrastrukturelle Reduktionsdienstleistungen gekennzeichnet werden. Mit oben Gesagtem träte der Produzent als Dienstleistungsnehmer auf, der einen Bearbeitungsfaktor in das Reduktionssystem einbringt. Im Falle einmaliger Aufwendungen zählten hierzu auch Grunderwerbskosten oder Sanierungskosten jeglicher Art. Sofern in den anderen Produktionsfaktoren implizit nicht enthalten, werden insbesondere unter den Zusatzfaktoren die Faktoren Information und Wissen ausgewiesen.³

Vorredukte bezeichnen die in einen Produktionsprozeß eingehenden Ergebnisse eines industrieökonomischen Reduktionsprozesses.⁴ In Analogie zu den Primärmaterialien kann synonym auch von Sekundärmaterialien als der Gesamtheit der in den Produktionsprozeß eingehenden Sekundärrohstoffe und Sekundärkomponenten gesprochen werden.⁵ Als Sekundärrohstoffe werden die im Reduktionsprozeß rohstofflich und energetisch wiedergewonnenen Stoffe, als Sekundärkomponenten die im Reduktionsprozeß werkstofflich wiedergewonnenen Materialien, Teile oder Aggregate definiert. Diese damit ebenso zu den industrieökonomischen Interaktionsalternativen zählenden Produktionsfaktoren können nur durch den Interaktionspartner differenziert werden. Denn unter Maßgabe einer zyklischen Reproduktionswirtschaft wären Vorredukte strenggenommen unter die Elementarfaktoren zu fassen. Sie werden dennoch gesondert aufgeführt, da sie einerseits gegenüber den traditionellen Produktionsfaktoren mengen-, verfahrens- und kostenspezifische Unterschiede verursachen können, andererseits bisher noch keine vergleichbare ökonomische oder pro-

¹ Vgl. Kern (1992); S. 13; Zahn/Schmid (1996); S. 117. Auf die Besonderheiten der Dienstleistungsproduktion wird noch an anderer Stelle zurückzukommen sein. Vgl. vorerst Maleri (1994); S. 116 ff.; Corsten (1997); S. 124 ff.

² Vgl. Busse v. Colbe/Laßmann (1991); S. 81 f. KERN u. ZAHN/SCHMID subsumieren unter diese Kategorie die Beanspruchung der ökologischen Umwelt, die mit DYCKHOFF hier als Beifaktor expliziert wird. Vgl. Kern (1992); S. 15; Zahn/Schmid (1996); S. 118.

³ Während COLBE v. BUSSE/LAßMANN eine explizite Berücksichtigung dieser Faktoren als überflüssig erachten, plädieren ZAHN/SCHMID für eine exponierte Stellung in der Faktorsystematik. Vgl. Zahn/Schmid (1996); S. 118.

⁴ Die Bezeichnung Vorredukt geht auf Halfmann (1996); S. 130 zurück.

⁵ Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 82 f. Vgl. auch Riebel (1955); S. 32 f.; Garbe/Graichen (1984); S. 151 ff.; Ströbele (1987); S. 107. In anderen Abhandlungen wird statt Sekundärmaterial der Begriff Wertstoff bevorzugt, der strenggenommen auch für Primärmaterialien Geltung haben sollte. Vgl. Kleinaltenkamp (1985); S. 33.

zeßspezifische Unverzichtbarkeit begründet werden kann.¹ Entsprechend gering fallen die in einen Pkw eingesetzten Mengen an Vorprodukten, wie Stahl- und Aluminiumschrotte oder aus Altkunststoffen gewonnenes Mahlgut zur Wiederherstellung von Instrumententafeln, aus.²

Ebenso werden die von DYCKHOFF benannten *Beifaktoren* sowohl aus der traditionellen als auch den modifizierten Faktorsystematiken eines Produktionssystems bislang ausgeschlossen, da ihnen entweder als freie oder öffentliche Güter keine ökonomische Entscheidungsrelevanz zugewiesen wird oder sie implizit bereits in den zuvor genannten Faktoren integriert sind.³ Dem ersten Argument ist zu entgegnen, daß Beifaktoren aufgrund ihrer prozeßspezifischen Unverzichtbarkeit, wie es bspw. für den Einsatz von Luftsauerstoff in Oxidationsprozessen oder für die Nutzung von Luft und Wasser zur Kühlung gilt, ebenso eine ökonomisch latente Unverzichtbarkeit genießen. Zum zweiten begründet sich die exponierte Stellung durch die Betonung der Interaktionsbeziehungen. Demzufolge unterscheiden sich die Beifaktoren von den Elementar- und Zusatzfaktoren sowohl durch die Art der Interaktionsbeziehung als auch durch die daran gebundenen Faktorkosten bzw. -preise. Werden industrieökonomischen Interaktionen Marktpreise unterlegt, können Beifaktoren durch Opportunitätskosten bzw. zunächst durch einen Faktorpreis von Null beziffert werden.⁴ Angesichts der unter ökologischen Gesichtspunkten geführten Diskussion um die Implementierung einer Input- oder Produktabgabe, ist davon auszugehen, daß Beifaktoren zunehmend einen geringfügigeren Anteil an den gesamten Produktionsfaktoren einnehmen werden.⁵

Das Verbindungsstück zwischen Input und Output belegen die sogenannten *Throughputs*, die als Folge unterschiedlicher, einzelwirtschaftlicher Wertschöpfungsaktivitäten die zielgerichtete Kombination von Input- und deren Transformation zu Outputgütern bewerkstelligen.⁶ Wurde im industrieökonomischen Grundmodell das Produktionssystem als die gesamte vertikale, vorwärtsgerichtete gesamtwirtschaftliche Wertschöpfungskette sowie die Produktion(-sprozesse) als ein Knotenpunkt dieser Kette umschrieben, zeigen Throughputs einzelne, sachliche und raum-zeitliche Transformationsprozesse an. Übertra-

¹ Vgl. Jahnke (1986); S. 59.

² Eine empirische Untersuchung in der Automobilzulieferindustrie führt den geringen Einsatz von Vorprodukten auf Kundenwünsche sowie unzureichende u. schwankende Qualitäten der Vorprodukte zurück. Vgl. Wallau (1998); S. 205.

³ Vgl. Dyckhoff (1994); S. 6. Beifaktoren basieren auf den Input-Neutra in der Systematik von DYCKHOFF.

⁴ Vgl. Bogaschewsky (1995); S. 124 f.

⁵ Diese Debatte konzentriert sich im politischen Alltag auf die Ökosteuer.

⁶ Vgl. Zahn/Schmid (1996); S. 119. Die hier benannte einzelwirtschaftliche wird von der bisher genannten gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung an späterer Stelle abgegrenzt. Siehe Kap. III.E.

gen auf die Automobilproduktion bezieht sich diese Definition auf jeglichen Arbeitsschritt, bei dem Produktionsfaktoren transformiert werden. Entsprechend werden Throughputs einschränkend als eigentliche, zwischen Beschaffungs- und Absatzphase befindliche Prozesse der Leistungserstellung verstanden. In Abgleich zu den bereits gemachten Definitionen schließt dieser Prozeß ebenfalls die Dienstleistungsproduktion mit ein.¹ Detaillierungsmöglichkeiten für die Input-Output-Kategorien ergäben sich dann durch eine stärkere Differenzierung der möglichen, produktiven Transformationsprozesse in einzelne Arbeitsschritte. Zur näheren Erläuterung unterschiedlicher Throughputarten muß vorerst auf die einschlägige Literatur verwiesen werden.² Aus ökologischer Systemsicht ist von Bedeutung, daß angesichts entropietheoretischer Bedingungen jeder Produktions- bzw. Transformationsprozeß als Kuppelproduktion interpretiert werden kann. Kuppelproduktion führt demnach „... zur zwangsläufigen Entstehung verschiedenartiger Produkte in einem gemeinsamen Produktionsprozeß“³. Neben den hinreichenden, entropietheoretischen Bedingungen, die auf einen mangelnden Wirkungsgrad abstellen, kann Kuppelproduktion auch auf notwendige Bedingungen wie faktor-, technologie- oder organisatorisch bedingte Verluste oder Qualitätsmängel zurückgeführt werden.⁴ Die Gleichsetzung von Produktion und Kuppelproduktion wird in der betriebswirtschaftlichen Literatur verhalten aufgenommen, da sie nicht mit den Typen der Alternativ-, der unverbundenen sowie der Einzelproduktion kompatibel erscheint.⁵ Doch diese Inkompatibilität ist nur dann vorhanden, wenn aus industrieökonomischer Systemsicht ausschließlich die intendierten Outputgüter ins Kalkül gezogen werden.

Outputprodukte eines Produktionssystems bilden die unvermeidbaren materiellen und immateriellen Ergebnisse der Transformationsprozesse ab, die das System verlassen. Nach dem bisher Gesagten können je nach Erfüllung des Produktionszweckes Zweck- und Nebenprodukte sowie Rückstände unterschieden werden.⁶ Aus ökologischer Sicht bilden sie zusammen das Kuppel-Produktbündel eines Produktionsprozesses ab.⁷ Die *Zweckprodukte* entsprechen dem Sachziel eines Unternehmens, wohingegen sowohl Nebenprodukte als auch Rückstände nicht-intendierte Produkte darstellen, die zunächst nicht dem Sachziel

¹ Vgl. Kap. II.B.2.a).

² Vgl. Zahn/Schmid (1996); S. 119 ff.; Kern (1992); S. 82 ff.

³ Riebel (1955); S. 27 sowie ders. (1996); Sp. 993. Kuppelproduktion schließt in dieser weiten Fassung auch Dienstleistungen mit ein. Zur Kuppelproduktion in der Chemischen Industrie siehe auch Faber/Jöst/Manstetten (1995); S. 4 ff.

⁴ Einen Überblick über materielle Verluste eines chemischen Prozesses gibt Garbe (1992); S. 21.

⁵ Vgl. Strebel (1980); S. 14; Busse v. Colbe/Laßmann (1991); S. 174 ff.; Kern (1992); S. 85 f.; Dyckhoff (1996b); S. 177. Zu unterschiedlichen Interpretationen von Kuppelproduktion vgl. Müller-Fürstenberger (1995); S. 11 ff.

⁶ DYCKHOFF faßt (gute) Nebenprodukte u. Rückstände insgesamt als Nebenprodukte auf. Vgl. Dyckhoff (1994); S. 67.

⁷ Vgl. Riebel (1955); S. 127 ff.

eines Unternehmens zugerechnet werden. Bedingt durch den anschließenden industrieökonomischen Interaktionskanal können zum marktlichen Absatz bestimmte Endprodukte, die entweder als Vorprodukte in andere Produktionsprozesse oder in Konsumtionsprozesse einfließen, und zum intrasystemischen Einsatz bestimmte Zwischenprodukte differenziert werden.¹ Dieses Verständnis soll sowohl für Sach- als auch Dienstleistungen Geltung haben. *Nebenprodukte* schließen diejenigen Produkte in eine Kategorie ein, die neben den Zweckprodukten ohne weitere bzw. geringfügige Bearbeitungsprozesse eine bestimmte Markt- bzw. Vermarktungsfähigkeit besitzen. Insofern schließt sich an die Nebenprodukte eine vom Zweckprodukt abweichende industrieökonomische Interaktionsbeziehung an, die zunehmend intendiert wird.²

Rückstände fallen mit STREBEL „bei Produktion und Konsum als prinzipiell unbeachtete oder unerwünschte »Kuppelprodukte« gewissermaßen“³ ab. Im Sinne der Kuppelproduktion präziser ist die Definition von Rückstand als unbeabsichtigtes, aber faktor- und prozeßspezifisch zwangsläufig anfallendes Kuppelprodukt. Handelt es sich bei energetischen Rückständen um Abwärme oder Strahlung, umschließen die stofflichen Rückstände alle festen, pastösen, flüssigen oder gasförmigen Rückstandsarten wie Abfall, Abwasser und Abgas. Wie noch zu zeigen sein wird, entspricht dieser Abfallbegriff weitestgehend der Legaldefinition des KrW-/AbfG, die von einer *Entledigung* fester und pastöser Rückstände ausgeht.⁴ Aus diesem Grunde werden sich die Fortführungen weitestgehend auf diese festen und pastösen Rückstände konzentrieren. Gemäß ihrer Herkunft umfassen faktorbedingte Rückstände dann den Teil der Repetierfaktoren, der nicht substantiell in Zweck- und Nebenprodukte eingegangen ist. Potentialfaktorbedingte Rückstände sind hingegen auf Verluste durch die Art, Organisation und Steuerung der Potentialfaktoren sowie auf die Beendigung der Nutzungsdauer im Produktionsprozeß zurückzuführen.⁵ Allerdings ist eine klare Trennung zwischen faktor- und prozeßbedingten Rückstandsquellen nicht immer gegeben, so daß auch auf die Unterscheidung zwischen Faktor- und Produktions- sowie Produkt-

¹ Vgl. Busse v. Colbe/Laßmann (1991); S. 84.

² Vgl. Riebel (1955); S. 129 f. u. (1996); Sp. 994. Die gesonderte Stellung der Nebenprodukte wird auch durch § 3.III KrW-/AbfG untermauert.

³ Strebel (1980); S. 18 (h. i. O.). Vgl. ders. (1994); S. 753 f. Das MIPS-Konzept konnten durch den sog. Ökologischen Rucksack veranschaulichen, welche Rückstandsmengen neben den intendierten Gütern auftreten. Vgl. Schmidt-Bleek (1998). So umfaßt bspw. 1 t Kupfer einen Ökologischen Rucksack bzw. einen Materialinput für Werkstoffe von 500 t Umweltressourcen; vgl. ebd.; S. 82. MIPS (Material-Input pro Einheit Service) berechnet dann die Ressourcenproduktivität bzw. die ökologischen Benutzungskosten entlang des gesamten Produktlebenszyklus; vgl. ebd.; S. 164 ff.

⁴ Der ausschließliche Bezug zu festen/pastösen Rückständen geht aus der Negativbestimmung des Geltungsbereiches (§ 2.II KrW-/AbfG), dem Fokus auf bewegliche Sachen u. den Abfallgruppen des Anh. I des KrW-/AbfG hervor. Allerdings sind gasförmige Rückstände zu berücksichtigen, wenn sie in Behältern gebunden sind (§ 2.V KrW-/AbfG).

⁵ Vgl. Dyckhoff/Oenning/Rüdiger (1997); S. 1150 f. Eine detailliertere Aufschlüsselung der Rückstände nimmt Sutter (1993); S. 15 vor.

rückstände zurückgegriffen wird. Während Faktor- und Produktionsrückstände durch die qualitative Beschaffenheit und damit die Be- oder Verarbeitung der Primärmaterialien, die u. a. in Form von Zerspanungs-, Stanz- oder Verschnittstückständen aus dem Prozeß ausgetragen werden, entstehen, umfassen Produktrückstände diejenigen Materialien oder Produkte, die ihre Zweckbestimmung ganz oder teilweise verloren haben.¹ Zu den Produktrückständen der Automobilproduktion zählen bspw. die durch den Einsatz flüssiger Kühlschmierstoffe hervorgerufenen wassergefährdenden Schlämme, Abwässer und Öle oder die beim Auftrag stark dissipierenden Lackpartikel.² Ebenso fallen unter den nicht-prozeßtechnisch bedingten Produktrückständen Verpackungsmaterialien wie Papier, Pappe, Kartonaugen, verschiedene Folien, Transportbänder, Styropor, Schaumstoffe und Holz ins Gewicht.³ Generell kann die Gesamtheit der anfallenden Rückstände als Marktpotential, das einem Reduktionsprozeß zugänglich gemacht werden könnte, verstanden werden.⁴ Doch bereits an dieser Stelle ist einschränkend zu unterscheiden zwischen denjenigen Rückständen, die im industrieökonomischen System verbleiben und denjenigen, die in das ökologische System entlassen werden. Weiterführend zur Darstellung des industrieökonomischen Systems werden Rückstände als *Abprodukte* bezeichnet, wenn sie zunächst im industrieökonomischen System verbleiben und einem weiteren Prozeß angedient werden.⁵ In diesem Fall beziehen Abprodukte neben stofflichen Rückständen jegliche Art von Emissionen mit ein, die zu beseitigen, zu verwerten oder zu verwenden sind. Allerdings sind vorausgehend intrinsische oder extrinsische Anreize zu setzen, um einen Anschluß an und damit ein Marktpotential für einen Reduktionsprozeß herbeiführen zu können. Hiervon abzugrenzen sind die von DYCKHOFF als *Beiprodukte*⁶ benannten Rückstände, wie z. B. die im Rahmen von ordnungsrechtlichen Emissionsgrenzwerten erlaubten sowie im Rahmen von Abgaben selbst gesetzten Austragungsmengen von Abwässern und Abluft in die Systemumgebung.

¹ Vgl. Garbe (1992); S. 17.; Sutter (1993); S. 14 f.; Horneber (1995); S. 45 ff. sowie § 3.III.2 KrW-/AbfG.

² Hierzu ausführlich Herrmann (1996); S. 62 ff.

³ Vgl. Kehler (1996); S. 64.

⁴ Letztlich zeigt dieses Marktpotential die Menge an Reduzenden als Teil der Rückstände, die in das Reduktionssystem eingeht, an.

⁵ Der aus DDR-Zeiten stammende Fachterminus Abprodukt steht für die Gesamtheit fester, flüssiger u. gasförmiger Rückstände aus Produktion u. Konsumtion. Vgl. Garbe/Graichen (1984); S. 12 ff.; Garbe (1992); S. 17 f. Gleichbedeutend damit sind die Begriffe Konkudat [Günther/Wittmann (1995); S. 119], Nonproduktoutput [Jahnke (1986); S. 4], Residuum [Ayres (1989); S. 5], Restprodukt [Zahn/Schmid (1996); S. 114], Reststoffe [§ 2 17. BImSchV; im sonstigen BImSchG (§ 5.III) wurde der Begriff Reststoff durch den Begriff Abfall ersetzt], bedingt durch den Aggregationsgrad Altstoff [§ 3 ChemG, § 4a GefStoffV, Art. 2 EG-AltstoffVO]. Fortfolgend beziehen sich Abprodukte auf jede Rückstandsart des Produktionsprozesses, die weitestgehend in einen Reduktionsprozeß transferiert werden. Eine Gleichsetzung von Abfall mit Abprodukt [SRU (1990); Tz. 5] liegt nicht vor.

⁶ Vgl. Dyckhoff (1994); S. 6. Synonym wird auch der Terminus Nonabfall [Jahnke (1986); S. 5] verwendet. In der Terminologie RIEBELS werden Beiprodukte auch als 'sich selbst beseitigende, ungenützte Kuppelprodukte' gekennzeichnet, vgl. Riebel (1955); S. 127.

Diese unbeachteten, aber produktionsspezifisch notwendigen Kuppelprodukte werden von DYCKHOFF neutral bewertet, da sie kostenneutral dem Produktionsprozeß *entfliehen*.¹ Damit ist nicht gewährleistet, daß Beiprodukte unschädlich sind, verwertbar oder verwendbar wären. Lediglich kommt zum Ausdruck, daß Beiprodukte nach dem gegenwärtigen Wissensstand als *free disposal* nicht sanktioniert werden oder nicht vermarktungsfähig erscheinen.² Wenn auch mit geringfügigem Anteil fallen hierunter auch diejenigen Rückstände, die unbeschadet in die ökologischen Umsysteme abgeführt werden können. Im Idealfall bündeln die Beiprodukte die unbedenklich in das Ökosystem, die Abprodukte die - notwendigerweise - einem Reduktionsprozeß zu übertragenden Rückstände. In der Zusammenschau bestätigt das Kuppel-Produktbündel eines Produktionsprozesses, daß die einzelnen Outputprodukte nicht auf dem gleichen Markt angeboten bzw. vom gleichen Markt nachgefragt werden. Da das qualitative und quantitative Angebot an Nebenprodukten und Rückständen von der Produktion sachzielbezogener Zweckprodukte determiniert wird, ist eine Diskrepanz zu den jeweils nachgefragten Qualitäten und Quantitäten zu erwarten.³

Die Definition der Rückstände ließ bereits erahnen, daß für den *Konsumtionsprozeß* ähnliche Kategorien zu erarbeiten sind. Entgegen der im Konzept des Reproduktionsringes vertretenen Auffassung werden in der BWL Konsumtionsprozesse, sofern sie berücksichtigt werden, als passive Transformationsprozesse beschrieben, da die hierdurch hervorgerufenen Produktveränderungen im Hinblick auf einen maximalen Eigen-Produktnutzen erfolgen. Wie bereits bei LIESEGANG angedeutet, kommt im Hinblick auf die Kreislaufwirtschaft den Konsumenten allerdings eine aktive Rolle zu, da sie einerseits eine unverzichtbare Rolle in der Güterrückführung einnehmen und da sie andererseits damit ein breiteres Marktpotential für den Reduzenten eröffnen.⁴ Zunächst gehen zur Bedürfnisbefriedigung die über den Markt bezogenen Zweckprodukte des Produktionssystems sowie zu deren Nutzung benötigte derivative Produkte in den Konsumtionsprozeß ein. Von einem Zuzug an Beifaktoren wird hier abgesehen. Aus ökologischer Systemsicht kann für Konsumtionsprozesse in ähnlicher Weise das Konzept der Kuppelproduktion herangezogen werden, da sowohl Rückstände während als auch nach der Produktnutzung entstehen, die mittelbar nicht

¹ Vgl. Dyckhoff (1994); S. 66; vgl. auch Strebel (1980); S. 19.

² RIEBEL unterscheidet zwischen *wirtschaftlich u. technisch latenten* Kuppelprodukten. Vgl. Riebel (1955); S. 63 f.

³ Vgl. Riebel (1955); S. 115. ZAHN/SCHMID verweisen auf die besondere ökonomische Behandlung der marktfähigen Nebenprodukte, da sie nicht-zielgerichtet für einen vom Zweckprodukt abweichenden Markt erstellt werden. Vgl. Zahn/Schmid (1996); S. 114. Vgl. auch Busse v. Colbe/Laßmann (1991); S. 83 f.

⁴ Vgl. Liesegang (1993b); S. 27 u. Kirchgeorg (1999); S. 84.

zur Bedürfnisbefriedigung beitragen.¹ Zu den nutzungsbedingten Konsumtionsrückständen zählen Rückstände aus dem Verbrauch nichtdauerhafter Produkte (z. B. Vegetabilien, Verpackungsmaterialien) sowie aus dem Gebrauch langlebiger Produkte in Form von Abgasen, Abwärme, Abstrahlung sowie Reibungsverlusten. Bspw. verbleiben Pkws durchschnittlich 13,6 Jahren im Konsumtionssystem, in denen durch deren Gebrauch u. a. CO₂-Emissionen, CO-Emissionen, HC-Emissionen wie Propan, Butan, Benzol, SO₂-Emissionen, NO_x-Partikelemissionen sowie Fahrgeräusche entstehen.² Ebenso fallen bei Reparaturen Rückstände an, die möglicherweise nach gewissen Aufarbeitungsprozessen einer erneuten Verwendung zugeführt werden können. Allerdings liegen Art und Umfang der nutzungsbedingten Rückstände nicht ausschließlich im Verantwortungsbereich eines Konsumenten. In gewissen Grenzen sind die konsumtiven Kuppelprozesse neben den Rahmenbedingungen der Produktnutzung an die Produktvorgaben des Produktionsprozesses gebunden: Die Art der Antriebstechnik oder das Gewicht eines Pkws bestimmen weitestgehend den Kraftstoffverbrauch sowie die Art und Einsatzmöglichkeiten des Kraftstoffes wiederum vom Leistungsangebot der Mineralölindustrie determiniert werden. Produktbedingte Rückstände fallen nach Beendigung der Gebrauchsphase langlebiger Produkte an.³ An die Gesamtheit dieser Rückstandsarten schließen sich industrieökonomische Interaktionsbeziehungen an, wenn sie einem Reduktionsprozeß zugeführt werden. In Abgrenzung zu den dem ökologischen System überantworteten Rückständen werden diese Rückstände als *Altprodukte* charakterisiert. Damit ist der Konsument ein konstitutives Glied in der Kette einer Reproduktionswirtschaft. Welche aktive Rolle ihm dabei zugesprochen werden kann, zeigen die letztlich einem Reduktionsprozeß zugeführten Altfahrzeuge. Der Anteil der 3,5 Mio. offiziell abgemeldeten Altfahrzeuge in der BRD, der faktisch in einen Reduktionsprozeß eingeht, wird auf 1,3-2,67 Mio. Altfahrzeuge beziffert.⁴

Konnten zu den bisherigen Begriffssetzungen in der Literatur Anhaltspunkte gefunden werden, sind Begriffssetzungen hinsichtlich eines Reduktionsprozesses nur vereinzelt auszumachen. Die fest in der BWL verankerten Vorgänge der Entsorgung und des Recyclings konnten sich bislang nicht von der etablierten Produktionswirtschaft emanzipieren. In Erinnerung an kurze und lange Kreisläufe im Ökosystem können reduktive Prozesse in- und

¹ Vgl. Riebel (1955); S. 30 sowie Jahnke (1986); S. 3; Kleinaltenkamp (1986); S. 23.

² Vgl. Volkswagen AG (1999); S. 15.

³ Vgl. SRU (1991); Tz. 36; Sutter (1993); S. 16; Horneber (1995); S. 46.

⁴ Vgl. Lohse/Sander/Wulf-Schnabel (1999); S. 55. Es wird moniert, daß Konsumenten ihre ausgedienten Pkws ins Ausland verkaufen statt sie einer ordnungsgemäßen Reduktion zuzuführen. Vgl. Schenk (1999); S. 6 f.

outputseitig sowohl an Produktions- als auch an Konsumtionsprozesse anschließen. Mithin ist auch hier eine eigenständige Betrachtung unabwendbar.

Zunächst läßt sich die Definition der *Inputfaktoren* eines Produktionssystems ohne weiteres auf ein Reduktionssystem übertragen, da dort ebenfalls die Faktoren eingesetzt werden, die eine Reduktion und damit das intendierte Zweckredukt bewerkstelligen. In Abgrenzung dazu werden aber die zu be- oder verarbeitenden Objekte gesondert aufgeführt. Im Falle einer Reduktions-Dienstleistung stehen die vom Dienstleistungsnehmer eingebrachten Externen Faktoren als objektbezogene Bearbeitungsfaktoren, im Falle einer Reduktions-Sachleistung die am Markt beschafften Verarbeitungsfaktoren im Vordergrund. Die Summe dieser in den Reduktionsprozeß eingehenden Ab- und Altprodukte aus den Produktions- und Konsumtionsystemen wird fortfolgend als *Reduzenden* bezeichnet.¹ Diese Definition unterscheidet sich von der DYCKHOFFS, der für diesen Inputfaktor des Reduktionsprozesses die Bezeichnung Redukt wählt. Obschon DYCKHOFF selbst auf die zutreffendere Bezeichnung Reduzendum verweist, entlehnt er die präferierte Bezeichnung Redukt aus der in der Verfahrenstechnik und Chemie gebräuchlichen Bezeichnung Edukt.² Diese Verbindung zu Edukten ist allerdings mißverständlich, da Edukte generell Rohstoffe bzw. Ausgangsmaterialien eines Prozesses kennzeichnen, was konsequenterweise auch für Produktionsprozesse Geltung haben sollte.³ Da zudem im Rahmen dieser Arbeit Reduktion nicht ausschließlich inputseitig definiert wird, ist die Terminologie DYCKHOFFS insofern zu modifizieren, als daß die Redukte nicht als Inputfaktoren, sondern als Ergebnisse eines Reduktionsprozesses aufgefaßt werden.

Welche Aufgaben sich hinter einem Reduktionsprozeß verbergen können, wurde schon frühzeitig von RIEBEL im Zusammenhang mit der Wiedereinbringung von Sekundärmaterialien erwähnt, wenn „zu diesem Zweck [...] ein Teil der produktionswirtschaftlichen Vorgänge nunmehr »rückwärts« durchlaufen werden“⁴. Mithin werden zwar Reduktionsfaktoren i. w. S. im Rahmen zweckentsprechender *Throughputs* zielgerichtet kombiniert und zu Outputgütern transformiert, aber mit jedem Reduktionsschritt werden die einzelnen Stoffströme zweckgerichtet getrennt statt zusammengeführt. Vergleichbar mit dem gesamten Produktionssystem umfaßt auch das Reduktionssystem die gesamte vertikale, allerdings rückwärtsgerichtete Wertschöpfungskette von der Vorbehandlung über Demontage, Aufar-

¹ Die Bezeichnung Reduzendum bietet sich auch an, da bspw. seit Inkrafttreten des KrW-/AbfG die Metallbranche vehement gegen die Kennzeichnung von Schrotten als Abfall statt als Rohstoff zu Felde zieht. Vgl. VDM (2000); S. 5.

² Vgl. Dyckhoff (1993); S. 99; (1994); S. 66. Ähnlich argumentiert auch Halfmann (1996); S. 130; Fn. 293.

³ Zum Begriff des Edukts vgl. Baccini/Brunner (1991); S. 47 ff. u. Baccini/Bader (1996); S. 45 ff.

⁴ Riebel (1955); S. 32.

beitung und -bereitung bis zur Rückführung in ökologische und industrieökonomische Systeme.¹ Doch nicht in jedem Fall sind Reduktionsprozesse so eindeutig von den Produktionsprozessen zu trennen. Unter Zugrundelegung des Sachziels können Reduktionsprozesse ebenso einem Produktionsprozeß unmittelbar vor- oder nachgeschaltet wie auch direkt in einen Produktionsprozeß integriert sein. In dieser weiten Fassung bilden die Abprodukte direkte Rücklaufgüter ohne vorhergehende Behandlung ab, da eine direkte Wieder- oder Weiterverwendung in einem Produktionsprozeß vorliegt. Bspw. kann das Abprodukt Staub einer Sinteranlage - Vorbereitungsverfahren von Erzen für Hochöfen - direkt wieder dieser Anlage zugeführt werden, sofern es die Chlorid- und Alkaliegehalte zulassen.² Ebenso ist im Falle einer energetischen Verwertung eine direkte Rückführung in andere Produktionsprozesse dann wahrscheinlich, wenn Rückstände direkt als Ersatzbrennstoffe in Zementwerken oder als Reduktionsmittel in Hochöfen eingesetzt werden können. Im Zweifelsfall können damit Abprodukte, die wieder- oder weiterverwendet werden, losgelöst von einem Reduktionsprozeß betrachtet werden. Allerdings wird in den wenigsten Fällen solch ein direkter Interaktionszusammenhang bestehen, da die Abprodukte mindestens einem Reinigungsprozeß, gegebenenfalls aufgrund qualitativer Ansprüche an einen Produktionsfaktor einem Aufbereitungsprozeß unterzogen werden müssen. Vor diesem Hintergrund wurde 2001 ein aus nicht besonders überwachungsbedürftigen Abfällen gewonnener sogenannter Sekundärbrennstoff, der als Ersatzbrennstoff in der Industrie Verwendung findet, mit dem RAL-Gütezeichen versehen.³ Auch durch den Einsatz der Abprodukte als Substitute primärer Energieträger werden die Sachziele der Güterentstehung und der Rückstandsbewältigung vereint, so daß auch hier reduktive Elemente auszumachen sind. Welches Sachziel letztlich im Vordergrund steht, spielt im Rahmen der Gesetzesauslegung eine Rolle. Vorläufig genügt die Erkenntnis, daß auch der Reduktionsprozeß zwischen einer Beschaffungs- und Absatzphase den Prozeß der Leistungserstellung abbildet, der aufgrund thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten stets ein Prozeß der Kuppelproduktion bzw. Kuppelreduktion ist. Da „*bei dieser analytischen Verwertung künstlich zusammengefügter Erzeugnisse [...] in gleicher Weise Kuppelprodukte an[fallen]*“⁴, entstehen neben den Zweckprodukten auch Nebenredukte und/oder Rückstände.

¹ Eine Zusammenschau der vorwärts- u. rückwärtsgerichteten Wertschöpfungsaktivitäten gibt Horneber (1995); S. 88.

² Vgl. Rentz et al. (1996); S. 49 f.

³ Mitteilung eines Vertreters der Trienekens AG.

⁴ Riebel (1955); S. 32.

Die *Zweckredukte* entsprechen sowohl dem primären als auch dem sekundären Sachziel, da einerseits Redukte beseitigend dem ökologischen, andererseits verwertend oder verwendend einem industrieökonomischen System zugeführt werden. Entsprechend dient die Bezeichnung Redukt als Hyponym für entsorgte Rückstände und Recyclate. In Abgrenzung zum Produktionsprozeß schließt sich demnach outputseitig nicht nur eine zielgerichtete industrieökonomische, sondern auch eine zielgerichtete ökologiebezogene Interaktionsalternative an. Im ersten Fall werden die Redukte wiederum als Vorredukte industrieökonomischen Subsystemen zugeführt. Diese Art der Interaktionsbeziehung bezieht sich nicht allein auf Produktionsprozesse, sondern in gewissen Grenzen besteht die Möglichkeit, daß Redukte für Konsumtionsprozesse bestimmt sind.¹ An welchem Punkt der vorwärtsgerichteten Wertschöpfungskette des Produktionssystems die Redukte ansetzen, hängt von der Reduktionsart und damit -tiefe ab. Der Tatbestand eines Zwischen-Reduktes tritt dann auf, wenn ein Redukt einem weiteren Reduktionsprozeß zugeführt wird. In Erinnerung der Ausführungen zum Recycling wäre für eine weitere Differenzierung der Interaktionsbeziehungen von Relevanz, ob ein Redukt wieder- oder weitereingesetzt wird. Im Falle der zuvor beschriebenen energetischen Verwertung können Reduzendum und Redukt zusammenfallen, sofern Reduzenden als Substitute primärer Energieträger zur Energiegewinnung direkt in Produktions- oder Reduktionsprozessen eingesetzt werden. Neben oftmals notwendigen Aufbereitungsprozessen wird andernfalls durch die energetische Verwertung der Reduzenden zunächst Wärme als Redukt gewonnen, die als Energieträger weitereingesetzt werden kann.² Werden die Redukte in das ökologische System entlassen, sollten im Idealfall Funktionsstörungen des Ökosystems auszuschließen sein. Das heißt, diese Redukte sind bspw. endlagerungsfähig, da sie mineralisiert und weitestgehend inertisiert wurden.³ So gesehen wird Kreislaufwirtschaft hier nicht als Isolation vom Ökosystem angesehen. Ungeachtet der Zwecksetzung eines Reduktionsprozesses können ohne weiteres auch hier *Nebenredukte* anfallen, die vornehmlich einem Produktions- oder Reduktionsprozeß zugeführt werden. Bspw. können die bei der Deponierung auftretenden Deponiegase gewinnbringend als

¹ Als Bsp. kann die Nutzung von Abwärme für private Haushalte angeführt werden. Vgl. Jahnke (1986); S. 31.

² Die Abgrenzung zur stofflichen Verwertung ist hier fließend; vgl. Fluck (1995); S. 237.

³ In einem Nachtrag zum KrW-/AbfG vom 02.08.01 werden Inertabfälle als „... *mineralische Abfälle, die keinen wesentlichen physikalischen, chemischen oder biologischen Veränderungen unterliegen, sich nicht auflösen, nicht brennen und nicht in anderer Weise physikalisch oder chemisch reagieren, sich nicht biologisch abbauen und andere Materialien, mit denen sie in Kontakt kommen, nicht in einer Weise beeinträchtigen, die zu nachteiligen Auswirkungen auf die Umwelt oder die menschliche Gesundheit führen könnte*“, definiert. Vgl. BGBl. Jg. 2001; Teil I; Nr. 40; S. 2006. Allgemeine Maßstäbe, die an eine solche Endlagerung zu stellen sind, wurden eingehend vom SRU in seinem Sondergutachten Abfallwirtschaft erstellt. Vgl. SRU (1991); Tz. 1440 ff.

Brennstoffe vermarktet werden.¹ Oder die bei der Müllverbrennung von Hausmüll entstehende Asche kann aufgrund des hohen mineralischen Anteils an Eisenschrott nach einem weiteren Aufbereitungsprozeß im Straßenbau eingesetzt werden.² In Anbetracht der thermodynamischen Aussagen bestimmt sich die ökologische Sinnhaftigkeit eines Reduktionsprozesses letztlich nicht nur durch die Art und Menge der Reduktionsfaktoren, sondern auch durch die Art und Menge der bei der Reduktion anfallenden Rückstände. Zu den *Abredukten* zählen u. a. Grundwasserverunreinigungen durch Deponien oder Gas- und Staubemissionen von Müllverbrennungsanlagen. Gleichfalls entstehen auch aus der Abwasserreinigung zu beseitigende Mengen an Klärschlämmen oder aus der Luftreinhaltung feste und flüssige Rückstände, die einer weiteren Reduktion zuzuführen sind.³ In Abgrenzung zu den Abredukten, aber auch in Abgrenzung zu den Zweckredukten umfassen *Beiredukte* den Teil der Rückstände, der dem ökologischen System übergeben wird, ohne mit Gewißheit die Unbedenklichkeit geprüft zu haben. So gesehen bilden die Beiprodukte und -redukte die kritischen Faktoren, die unkontrolliert dem ökologischen System übergeben werden.

Wird nachstehend das allgemein beschriebene Reduktionssystem am gewählten Beispiel erläutert, werden bereits einzelne Transformationsprozesse näher betrachtet, um die komplexen Zusammenhänge besser verdeutlichen zu können. Bei der durchschnittlichen Lebensdauer von 13,6 Jahren sind für gegenwärtige Reduktionsprozesse von Pkws Konstruktionsbeschreibungen aus den 80er und 90er Jahren zugrunde zu legen. Die sich daran anschließenden Reduktionsprozesse zeigen exemplarisch die weitverzweigten Reduktionswege auf. Gegenwärtig sind fünf grundlegende Schritte bzw. Reduktionsprozesse auszumachen: Annahme und Monitoring, Vorbehandlung zur Schadstoffentfrachtung bzw. Trockenlegung, Demontage, Shreddern sowie die jeweils nachgeschalteten Aufbereitungs-, Recycling- und Beseitigungsverfahren.⁴ Nach einer Dokumentation des Zustandes des Altfahrzeuges werden im Rahmen der Trockenlegung die Altfahrzeuge - zumeist nicht vollständig - von den Betriebsflüssigkeiten und den flüssigkeitstragenden Bauteilen durch Ausbauen, Anbohren, Ablassen oder Absaugen befreit. Die u. a. so gewonnenen Altöle können einer stofflichen Verwertung (Zweitraffination), einer energetischen Verwertung

¹ Vgl. Strebel/Schwarz/Prattes (1994); S. 166.

² Vgl. Rentz et al. (1996); S. 425 f.

³ Vgl. Kloepfer (1998); S. 1194. In ähnlicher Weise verweist auch das KrW-/AbfG auf Abredukte von Reduktionsprozessen, die demselben oder einem anderen Reduktionsprozeß zugeführt werden (Nr. R 11 Anh. II B KrW-/AbfG).

⁴ Die folgenden Ausführungen gehen größtenteils auf Härdtke et al. (1994); Zimmermann, He. (1995); Herrmann (1996); Kehler (1996); Püchert (1996); S. 57 ff.; Wallau (1996) u. Bilitewski/Härdtke/Marek (2000); S. 416.

sowie als besonders überwachungsbedürftig der Beseitigung zugeführt werden.¹ Letztgenannte Zuordnung verweist auf das hohe Gefährdungspotential dieser Stoffe für die Umwelt.² Die Demontage befaßt sich mit der Abtrennung zumeist wieder- oder weiterverwendbarer Bauteile. Die Demontagetiefe wird auf der einen Seite vom sortenreinen Trennungsgrad der im Altprodukt eingesetzten Materialien, auf der anderen Seite durch den bereits vorhandenen Reduktanteil im Neuwagen bestimmt. Hinsichtlich des hierzu benötigten Energiebedarfs gilt die Faustregel, daß der Energiebedarf mit zunehmender Demontagetiefe zunimmt.³ Auch für diesen Fall bestätigt sich, daß bereits bei der Produktion die ökonomischen und ökologischen Voraussetzungen geschaffen werden, die nach der Troc kenlegung im Altfahrzeug enthaltenen Materialien getrennt erfassen und direkt einem Produktions- oder einem weiteren Reduktionsprozeß zuführen zu können. Der auf die Reduktion abgestimmte Einsatz der Materialien, die Kombination der eingesetzten Materialien sowie veränderte Verbindungstechniken sind hier zielführend. Auf der höchsten Wertschöpfungsstufe werden Ersatzteile wie Motoren, Elektro- und Karosserieteile (z. B. Getriebe, Lichtmaschinen, Anlasser, Benzinpumpen, Achsen, Vergaser) gewonnen, die nach einer geringfügigen Aufarbeitung direkt in die Produktion oder als Ersatzteil in den Servicebereich der Produzenten eingesetzt werden können. Die sortenrein gewonnenen Stahlschrotte und NE-Metalle finden nach einem Aufbereitungsprozeß als Substitut für Roheisen in der Stahl- und Metallindustrie Verwendung.⁴ Ferner können Kunststoffe roh-, werkstofflich und energetisch verwertet werden, sofern sie in Form von Stoßfängern, Sitzpolstern, Radkappen etc. erfaßt und demontiert werden können. Größtenteils sind die eingesetzten Kunststoffe hierzu nicht ausreichend gekennzeichnet, treten in verschiedenen Verbundkonstruktionen auf, sind stark verschmutzt oder mit Lacken überzogen.⁵ Welche optionalen Reduktionswege sich hier erschließen, wird stellvertretend noch einmal an einem elastomeren Kunststoffbauteil, dem Altreifen, erläutert.⁶ Diese Alternativen unterscheiden sich erheblich hinsichtlich des technologischen Entwicklungsstandes und im Grad der Erhaltung elastomerspezifischer Eigenschaften. Unter Berücksichtigung des Verschleisses von Reifen während der Nutzung fallen ca. 80.000 t/a an Altreifen aus der Pkw-Reduktion

¹ Reduktionsalternativen für Altöle werden durch die AltöIV bestimmt.

² Eine Bewertung dieses Gefährdungspotentials wird von Lohse/Sander/Wulf-Schnabel (1999); S. 69 ff. erarbeitet.

³ Vgl. Härdtle et al. (1994); S. 25.

⁴ Eine Übersicht über den Anteil an Stahlschrotten als Vorredukt in Stahlwerken u. Gießereien gibt die Abb. 4 im Anhang.

⁵ Vgl. Ackermann (1996); S. 148.

⁶ Vgl. Härdtle et al. (1994); S. 45 ff.; Hirsch (1999); S. 4 ff.

sowie aus Reperaturwerkstätten an. Entsprechend der Tabelle II-1 können die demontierten Altreifen folgenden Reduktionsoptionen zugeführt werden:¹

Tab. II-1: Reduktionswege und -mengen von Altreifen [1993]

Reduktionsweg	Menge
<i>Weiterverwendung:</i>	10.000 t
<ul style="list-style-type: none"> • Abdeckung in der Landwirtschaft • Fender in Häfen • Spielplätze 	
<i>Wiederverwendung durch Aufarbeitung:</i>	110.000 t
<ul style="list-style-type: none"> • Runderneuerung 	
<i>Wieder-/Weiterverwertung:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Werkstoffliche Verwertung - Granulatverarbeitung • Energetische Verwertung - Zementindustrie 	50.000 t 200.000 t
Zwischensumme	370.000 t
Beseitigung nicht verwendeter und verwerteter Altreifen, Sonstiges	230.000 t
Gesamt	600.000 t

Quelle: Leicht modifiziert nach Härdtle et al. (1994); S. 46.

Eine direkte Weiterverwendung der Altreifen ohne grundlegende Aufarbeitungsprozesse fällt begrenzt aus. Hingegen werden jährlich bis zu 110.000 t Altreifen runderneuert, die im Rückschluß den Rohölverbrauch bei der Neuherstellung von Reifen somit um 1/7 minimieren. Neben dem Einsatz von Elastomeren zum Ersatz der verschlissenen Laufflächen erfordert eine Runderneuerung als weiteren Inputfaktor Energie.² Wie bereits der Tabelle II-1 zu entnehmen ist, nehmen *rohstoffliche Verwertungsverfahren*, die die Altreifen in ihre chemischen Grundstoffe zerlegen, um ein den Primärrohstoff ersetzendes Redukt für die Kunststoffproduktion oder als Substitut für entsprechende Chemiegrundstoffe herzustellen, bisher eine zu vernachlässigende Stellung unter den Reduktionsalternativen ein. Die existierenden Verfahren der Pyrolyse, Depolymerisation sowie Hydrierung befinden sich entweder in der Einführungsphase oder haben bereits die Degenerationsphase ihres Lebenszyklus erreicht.³ Vielversprechend erscheint gegenwärtig die Vergasung als eine Form der Pyrolyse.⁴ Allgemein hin werden mit der Vergasung Reduzenden durch Erhitzung und Zugabe reaktiver Vergasungsmittel wie Wasserdampf, Sauerstoff, Wasser oder Öl, im Falle von Altreifen unter Beimischung von Braunkohle thermisch in Gase und Gasgemische zerlegt, die zur Methanolsynthese eingesetzt werden können. Die rückständigen Abprodukte wie Aschen bzw. Schlacken können auch hier wieder im Straßenbau eingesetzt werden,

¹ Vgl. Hirsch (1999); S. 3 ff.

² Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 425.

³ Zu den einzelnen Verfahren ausführlich Härdtle (1994); S. 34 ff.; Hirsch (1999); S. 3 ff; auf Thermoplaste bezogen Ackermann (1996); S. 57 ff.

⁴ Vgl. Hirsch (1999); S. 5 f. Im Falle der Entgasung werden Reduzenden durch Erhitzung und unter Ausschluß von Sauerstoff, CO₂, Dampf etc. zersetzt. Als Redukta fallen Gas, Öl bzw. Teer und Koks an.

Abwässer sind einer weiteren Reinigung zu unterziehen.¹ Aufgrund ökonomischer Parameter und fehlender großtechnischer Einsatzmöglichkeiten kam die Pyrolyse bisher aber nicht zum Einsatz.² Im Rahmen der *werkstofflichen Verwertung* werden die Altreifen lediglich physikalischen Veränderungen durch Zerkleinerungsprozesse wie Shreddern, Granulieren oder Mahlen in Granulat oder Gummimehl unterworfen. Abhängig vom eingesetzten Granulierungsverfahren - Kalt-, Warm- oder Feinstvermahlung - ist der Reduktionsfaktoreinsatz abweichend. Als Rückstände fallen grundsätzlich eisenhaltige Bestandteile und Textilflusen an. Abhängig von der Sortenreinheit des Ausgangsreduzendum und der erzielten Korngröße des Redukts bestimmt sich der Wieder- oder Weitereinsatz des Granulats. Da aus thermodynamischen Gründen mit zunehmendem Reduktanteil Belastungsgrenzen während der Produktion oder Fehlstellen in den Neureifen auftreten können, sind hieran weitere Technologien gebunden, mittels deren Einsatz die Qualität des Granulats verbessert werden soll. Um ein konstantes qualitativ hochwertiges Redukt hervorbringen zu können, müssen in den meisten Fällen den Reduktionsprozessen Neumaterialien und/oder Verarbeitungshilfsmittel wie Stabilisatoren, Gleitmittel, Füllstoffe und Verstärkungstoffe zugesetzt werden.³ Entsprechend limitiert sind aus ökonomischen und ökologischen Gründen die Reduktionsschleifen von Altreifen bzw. der eingesetzten Kunststoffe im originären Bereich. Gleichfalls begrenzt sind auch alternative Anwendungen der Redukts. Sowohl die in Erprobung befindlichen elastomermodifizierten Bitumen im Straßenbau als auch der Weitereinsatz zur Ölbindung sind durch Konkurrenzfaktoren begrenzt. Im letzteren Fall konkurrieren u. a. 120 Produktionsfaktoren miteinander.⁴ Minderwertige Granulate können im limitierten Umfang als Füllstoffe für diverse Produkte verwandt werden.⁵ Da den stofflichen Verwertungsalternativen zumeist Aufbereitungsprozesse vorausgehen, die jeweiligen Prozesse an einen hohen Energieeinsatz gebunden sind und unzureichende bzw. begrenzte Absatzkanäle für die Redukts existieren, wird die *energetische* gegenüber diesen *Verwertungsalternativen* unter ökonomischen Gesichtspunkten bevorzugt.⁶ Der Heizwert von Gummi entspricht bei 25.000-30.000 kJ/kg ungefähr dem Heizwert von Steinkohle. Aus diesem Grunde ist davon auszugehen, daß spätestens nach dem Durchlauf mehrerer Kreislaufspiralen die Altreifen bzw. die Elastomere energetisch verwertet werden. Von besonde-

¹ Vgl. Härdtle et al. (1994); S. 39 f.; Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 273 ff.

² Vgl. Härdtle et al. (1994); S. 47; Hirsch (1999); S. 5 f.

³ Vgl. Ackermann (1996); S. 54.

⁴ Vgl. Hirsch (1999); S. 5.

⁵ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 426.

⁶ Reduktionskosten für eine werkstoffliche Verwertung belaufen sich auf ca. 150,- DM/t, wohingegen die energetischen Verwertungskosten bei 50,- DM/t liegen. Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 426.

rem Interesse ist der Einsatz von Altreifen als Brennstoff in der Zementindustrie und in Heizkraftwerken.¹ In manchen Zementwerken können in begrenztem Umfang ganze Altreifen verbrannt werden, so daß eine vorausgehende Zerkleinerung ausbleibt. Aufgrunddessen bildet die energetische Verwertung den Schwerpunkt der Recyclingalternativen. Die letztlich nicht verwend- oder verwertbaren Altreifen müssen deponiert werden.

Bei der Weiterreduktion der verbleibenden Restkarosserie hat im Gegensatz zum Pressen und Scheren gegenwärtig nur noch das Shreddern eine Bedeutung. In Shredderanlagen werden die Restkarosserien zusammen mit sperrigen und metallhaltigen Altprodukten wie Weißer Ware, Elektronikschrott etc. ohne weitere Vorbehandlung zerkleinert und die entstehenden Fraktionen durch magnetische und mechanische Separation in drei Fraktionen getrennt. Angesichts der möglichen Erlöse durch den Wiedereinsatz der FE-Fraktionen in Stahlwerken/Gießereien und der NE-Fraktionen in Gießereien besteht ein ökonomischer Anreiz, diesen Reduktionsprozeß auf die Gewinnung dieser Redukte hin auszulegen. Entsprechend setzen sich die drei Fraktionen zu 70 Gew.-% aus Stahlschrotten, zu 5 Gew.-% aus der NE-haltigen Shreddergrobfraction sowie zu 25 Gew.-% aus der Shredderleichtfraction zusammen.² Aus der Shreddergrobfraction werden in weiteren Separationsprozessen wie Schwimm-Sink-Anlagen, Windsichtung, Staub- und Magnetabscheidung oder manuelles Sortieren die NE-Metalle abgeschieden. Die verbleibenden Rückstände an Glassplittern, Lackresten und Schmutzteilchen werden gemeinsam mit der Shredderleichtfraction (Tabelle II-2) angesichts der heterogenen Zusammensetzung und fehlender produktiver Sortier-techniken je nach PCB- und Kohlenwasserstoff-Gehalt einer Deponie für überwachungs- oder besonders überwachungsbedürftige Abprodukte zugeordnet.³ Als Emissionen einer Deponie können Gerüche, Stäube, Verwehungen, Sickerwasser sowie Gase auftreten.⁴

¹ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 426.

² Vgl. SRU (1991); Tz. 621 ff.; Kim/Winske (2000); S. 18 f.

³ Welche Qualitätsanforderungen an diese Shredderleichtfraktionen zu stellen sind, um sie insbesondere an einen energetischen Reduktionsprozeß weiterleiten zu können, wird von Kim/Winske (2000); S. 19 f. erarbeitet. Das SVZ hat in Zusammenarbeit mit dem VKE in einem Großversuch die Vergasung der Shredderleichtfraction erfolgreich abgeschlossen; vgl. o. V. (2000g); S. 9.

⁴ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 191 ff.

Tab. II-2: Zusammensetzung der Shredderleichtfraktion

Inhaltsstoffe der Shredderleichtfraktion	Gew.-%
Kunststoffe¹	30 - 48
• chlorfreie Thermoplaste	ca. 13
• PUR	ca. 7
• PVC	ca. 6
• sonstige Thermo- und Duroplaste	ca. 3
Elastomere (incl. Reifen)	10 - 32
Inertmaterial (Straßenschmutz, Rost)	10 - 20
Glas und Keramik	3 - 16
Faserstoffe (Textilien, Holz, Pappe, Papier)	4 - 26
Betriebsflüssigkeiten (bei Trockenlegung nicht erfaßt)	15 - 17
Lacke und Unterbodenschutz	3 - 10
Metalle	0,5 - 20
• Zinn	7 - 17
• Eisen	0,1 - 20
• Aluminium	1 - 16
• Kupfer	1 - 4
• Blei	0,5 - 2
• Edelstahl	0,1 - 0,5

Quelle: Küffner (1999); S. T 1.²

Laut Tabelle II-3 werden insgesamt gesehen 75 Gew.-% der in den Neuwagen eingesetzten Primärmaterialien durch Reduktionsprozesse wieder dem industrieökonomischen System zugeführt. Die verbleibenden 25 Gew.-% werden deponiert, da entweder ein hoher Mischungsgrad oder ein hoher Energieeinsatz für einen Reduzenten eine weitere Reduktion ökonomisch unrentabel macht oder entsprechende Technologien derzeit entwickelt werden oder noch zu entwickeln sind. Aus diesem Grunde stehen insbesondere die Shredderleichtfraktionen im Zentrum gesetzlicher Diskussionen um eine Optimierung bestehender Reduktionslösungen von Altfahrzeugen. Neben stofflichen Reduktionsalternativen werden verstärkt Anforderungen an eine energetische Verwertung der Shredderleichtfraktion erörtert.³ Diese Diskussion wird an späterer Stelle noch nachzuzeichnen sein.

¹ Daten zur Kunststoffzusammensetzung entstammen Enquête-Kommission (1995); zitiert nach Dirks (1997); S. 260.

² Von seiten der Automobilindustrie werden die insgesamt in der BRD anfallenden Mengen an Shredderleichtfraktion derzeit auf 320.000 t/a geschätzt. Da Altautos i. d. R. mit Weißer Ware gemeinsam geshreddert werden, wird hiervon ein Anteil der Altautos an der Shredderleichtfraktion von 100.000-130.000 t/a abgeleitet. Vgl. Zimmermeyer (1999); S. 2 f. Anderen Angaben zufolge tritt ein jährliches Aufkommen an Shredderleichtfraktion in Höhe von 200.000-450.000 t auf. Vgl. Clemens (1999); S. 18.

³ Vgl. Kim/Winske (2000); S. 18 f. Der Einsatz der Shredderleichtfraktion als Ersatzbrennstoff in der Zementindustrie wurde bisher verworfen, da die in der Fraktion enthaltenen Chloranteile sich während des Verbrennungsprozesses im Drehrohrofen unbeherrschbar absetzen. Etwaige Lösungsalternativen erfordern entweder von der Zementindustrie oder von der Reduktionswirtschaft wirtschaftlich unerwünschte Investitionskosten. Vgl. SRU (1991); Tz. 626.

Tab. II-3: Vergleichsdaten zu Inhaltsfaktoren eines Pkws und deren Recyclingquoten

Primärmaterial [Gew.-%]		Recyclingquoten [Gew.-%]	
Stahl	53,0	Stahl	98-100
Gußeisen	12,5	Gußeisen	98-100
andere Metalle	5,2	andere Metalle	95
Gummi	5,0	Gummi	95
Kunststoffe	9,0	Kunststoffe	60
Glas	4,0	Glas	5-10
andere Materialien	11,3	insgesamt	75

Quelle: VDA/ARGE Altauto (1996), entnommen aus *ivd* (1998); S. 4 f.

Grundsätzlich gilt für alle (wahrnehmbaren) Inputfaktoren auf der Beschaffungsseite und Outputgütern auf der Absatzseite eines Produktions- und Reduktionsprozesses, daß ihnen unterschiedliche qualitative, quantitative, zeitliche und räumliche Marktbedingungen zugrunde liegen. Ändern sich die Marktbedingungen auf der Beschaffungs- und Absatzseite, können sich die Zuordnungen ohne weiteres verändern. In diesem Falle wäre das Sachziel mit anderen Inhalten zu versehen. Dennoch konnte durch die bisherige Black-box-Betrachtung der Eindruck vertieft werden, in welcher Beziehung auf mikroskopischer Ebene Produktion, Konsumtion und Reduktion stehen. Zusammengenommen können diese drei Systeme unterschiedliche Kreisläufe beschreiben, deren Zahl sich dann noch erweitert, wenn darüber hinaus das Ökosystem mit seinen Kreisläufen ins Kalkül gezogen wird. Abhängig von der Anzahl der involvierten Systeme können folgende Kreisläufe unterschieden werden:¹

- *Primärkreislauf:* Abprodukte werden direkt wieder in denselben oder über den Markt einem anderen Produktionsprozeß zugeleitet.
- *Sekundärkreislauf:* Abprodukte aus dem Produktionssystem oder Altprodukte aus dem Konsumtionssystem durchlaufen zunächst als Reduzenden einen Reduktionsprozeß, um als Redukate dem ausgehenden Produktionsprozeß zugeführt werden zu können.
- *Tertiärkreislauf:* Abprodukte aus dem Produktionssystem oder Altprodukte aus dem Konsumtionssystem durchlaufen ebenfalls als Reduzenden einen Reduktionsprozeß, um die so gewonnenen Redukate dann aber einem Markt zur Verfügung zu stellen. Je nachdem, ob diesem Kreislauf das energetische, werk- oder rohstoffliche Recycling zugrunde liegt, wird ein kürzerer oder längerer Kreislauf beschrieben.
- *Quartärkreislauf:* In diesem Fall werden die Redukate den Kreisläufen des Ökosystems zugeführt.

¹ Von der Idee ähnlich Ackermann (1996); S. 48.

Bisher wurden vordergründig stoffliche Rückkopplungsschleifen zwischen zwei, maximal drei Prozessen auf mikroskopischer Ebene nachgezeichnet. Wird dieser stofflichen Rückkopplung eine informatorische Rückkopplung unterlegt, erhält der Produzent Informationen darüber, inwiefern die Produkte reduktionsfähig zu gestalten sind, sowie der Reduzent zeitliche, räumliche und sachliche Informationen über Ab- und Altproduktspektrum, -eigenschaften, Verbindungstechniken, Abnutzungserscheinungen der Produkte sowie Änderungen der technologischen und marktlichen Anforderungen an Redukate etc. Der Informationsfluß vom Produzenten an den Reduzenten über die späteren Reduzenden gestaltet sich derzeit sehr defizitär. Das dem produktionsintegrierten Umweltschutz zugrundeliegende Primat eines integrierten Lösungsansatzes läßt sich somit auf einer nächsthöheren Systemebene ebenso realisieren, wenn Informationen nicht nur in einer Feed-back-Schleife, sondern im Sinne LIESEGANGS ebenso in einem Feed-forward-Prozeß vorausgedacht werden.¹ Erst das kontinuierliche Vorausdenken und Mitdenken der anderen Prozesse ist der Baustein für innovative und marktfähige Reduktionsideen und deren organisatorischer und technologischer Umsetzung. Ein näheres Verständnis setzt allerdings voraus, daß die Black-box entschlüsselt wird, denn Verbindungspunkte ergeben sich nicht nur input- und outputseitig, sondern entlang der gesamten Prozesse. So gesehen bildet sich ein interdependentes Geflecht, das nicht nur einen an das Zweckprodukt gebundenen Hauptstrom, sondern alle an die In- und Outputfaktoren der Produktions-, Konsumtions- und Reduktionsprozesse gebundenen Ströme abzeichnet. Dieser Anspruch ist ein Anspruch, der auch dem nachfolgend zu beschreibenden Gestaltungsmodell zugrunde liegt.

D. GESTALTUNGSMODELL EINES KREISLAUFGERICHTETEN REDUKTIONSSYSTEMS DURCH EXTERNE SYSTEMKOPPLUNG UND INTERNE SYSTEMBILDUNG

Erst der Vergleich ökologischer und industrieökonomischer Strukturen und Funktionen eröffnet ein Gestaltungsmodell, das hinsichtlich der aufgeworfenen Problemstellung, daß erst durch die strategische Erweiterung gegenwärtiger Strukturen und Funktionen der Reduktionswirtschaft hin zu einer Kopplung mit der Produktionswirtschaft die Ziele einer Kreislaufwirtschaft gelebt werden, weiter zu spezifizieren ist. Die bisherigen Ausführungen konnten belegen, daß unbeschadet reduktiver Funktionen einzelner Systeme sich auch ein Reduktionssystem aufgrund der hohen Anforderungen an die notwendigen Reduktions-

¹ KIRCHGEORG erkennt in einem vorausgehenden Informationsfluß ein erhebliches Beschleunigungspotential bei der Etablierung von Stoffkreisläufen. Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 70.

funktionen als autonomer Funktionsträger in einer Kreislaufwirtschaft positionieren sollte. Keineswegs werden in Anbetracht eines langfristigen, komplexen und dynamischen industrieökonomischen Systems Tertiär- und Quartärkreisläufe durch Primär- oder Sekundärkreisläufe dominiert. Zugleich zeigt sich damit ein Reduktionssystem selbst als ein komplexes Gebilde, das nur systemisch bzw. ganzheitlich, im Kontext seiner kreislaufgerichteten Umsysteme zu betrachten und zu verstehen ist. Entgegen einer von Entsorgungsstrategien getragenen Reduktionspraxis gegenüber einer von Versorgungsstrategien getragenen Produktionspraxis begrenzen sich Reduktion und Produktion nicht in entgegengesetzter Zwecksetzung, sondern sind jeweils um produktive sowie reduktive Funktionen zu erweitern. Mit den Worten des SRU: *“Im Rahmen einer langfristigen Abfallwirtschaftstrategie sollte überlegt werden, wie- bei Erhaltung der Innovationsfähigkeit der Wirtschaft - die abfallwirtschaftliche Perspektive vom Ende an den Anfang des Produktlebenszyklus verschoben werden kann.”*¹ Bezogen auf ein Reduktionssystem werden damit über die institutionellen Aspekte eines gesamten Wirtschaftssektors hinaus ebenso funktionelle Aspekte reduktiver Prozesse eingebunden. Dementsprechend darf ein Denken in Kreisläufen nicht allein zu dem pauschalen Urteil führen, die Entsorgungswirtschaft in gleichem Maße wie die Versorgungswirtschaft industrieökonomisch zu organisieren. Vielmehr sind entlang der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungskette von der Gewinnung über die Stufen der Veredlung bis zum Ge- und Verbrauch und letztlich zur Verwendung, Verwertung oder Beseitigung die jeweiligen Input-, Prozeß- und Outputprogramme paßgenau aufeinander zu entwickeln. Vor diesem Hintergrund zeichnen sich sowohl das Produktions- als auch das Reduktionssystem gegenwärtiger Prägung durch einen erheblichen Gestaltungsbedarf aus, um letztlich die Richtung der industrieökonomisch gewählten Kreisläufe auch auf ökologische Produktions- und Reduktionsprozesse hin auszurichten. Eine solche Blickrichtung zeigt sich u. a. in einer moderaten Entropiezunahme in der Systemumgebung sowie im System selbst. Erst dann vereint das Konzept der industriellen Reproduktionswirtschaft die durch das Kreislaufwirtschaftsgesetz propagierte Cradle-to-grave-Sichtweise mit einer Grave-to-cradle-Sichtweise.² Die in Kapitel I aufgegriffene Frage einer *Rückführung auf das richtige Maß* als wirtschaftliche Aktivität eines Reduktionssystems stellt sich dann entlang der gesamten Wertschöpfungskette und beschränkt sich nicht auf eine einzelne

¹ SRU (1991); Tz. 180.

² Das aus dem amerikanischen Recht entnommene Cradle-to-grave-Prinzip wird mittlerweile als eine Form des Vorsorgeprinzips in Umweltpolitik u. -recht gehandelt. Vgl. Kloepfer (1998); S. 175 f. Zu den Prinzipien allgemein siehe Kap. III.B.1.

Wertschöpfungsaktivität. Wertschöpfung und Werterhalt gehen damit fließend ineinander über.

Diese weite Auffassung begründet sich in der Suche nach integrativen sowie additiven Problemlösungskonzepten auf den unterschiedlichen Systemebenen, die laut obigen Ausführungen bewußt den Fokus auf beschaffungs- und absatzpolitische Entscheidungsprobleme bei der Schließung von Kreisläufen lenken. Mit HORNEBER wird damit die Etablierung reduktionswirtschaftlicher Strukturen zu einem *Wertschöpfungsnetzwerk-Problem*.¹ Im gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungsprozeß müßten demnach die Reduktionsunternehmen nach den grundlegenden Teilaktivitäten aufgeschlüsselt werden, wie es teils in den vorhergehenden Ausführungen geschah, um für jede einzelne reduktive Teilaktivität die existenzsichernden Beschaffungs- und Absatzmodalitäten identifizieren zu können. Neben den Transformationsprozessen gewinnen damit die einzelnen Interaktionsprozesse zwischen den Systemen eine gleichgewichtige Bedeutung. In letzter Konsequenz wäre es denkbar, daß die Systeme in einem evolutiven Reproduktionsprozeß so eng ineinander wüchsen, daß keine klare Abgrenzung im Kreislauf mehr zu erkennen wäre. Die Stabilität eines solchen Reproduktionsprozesses begründet sich für LIESEGANG in drei Prinzipien: dem Prinzip der evolutiven Optimierung, dem Prinzip der Standardisierung und Modularisierung sowie dem Prinzip der Kooperation.² Werden mit dem bisherigen Wissen diese drei Prinzipien als Gestaltungsprinzipien in den kreislaufgerichteten Kontext übertragen, sind folgende Grundzüge einer Reduktionswirtschaft zu orten.

Die evolutive Optimierung als Oberprinzip kann als ein sich wechselseitig bedingender, eng verwobener Prozeß der Anpassung, Gestaltung und Entwicklung umschrieben werden. Produktion und Reduktion mit ihren jeweiligen Umsystemen passen sich einander an, gestalten sich gegenseitig, bringen sich gegenseitig hervor und verbinden sich zu einem umfassenderen System der Reproduktions- oder Kreislaufwirtschaft. Zusammengenommen koexistieren und koevoluieren Produktion und Reduktion, um die “ .. langfristige Kursrichtung der Industriegesellschaft in Bezug auf den Umgang mit Gütern und damit auch mit der Umwelt ... ”³ vorantreiben zu können. Die Gestaltung der Reduktionswirtschaft manifestiert sich demnach nicht nur im intrasystemischen, sondern gleichgewichtig auch im intersystemischen Zusammenhang. Folglich sind auch die weiteren Prinzipien in dieser doppelten Perspektive zu interpretieren. Die intrasystemische Standardisierung und Modu-

¹ Vgl. Horneber (1995); S. 3.

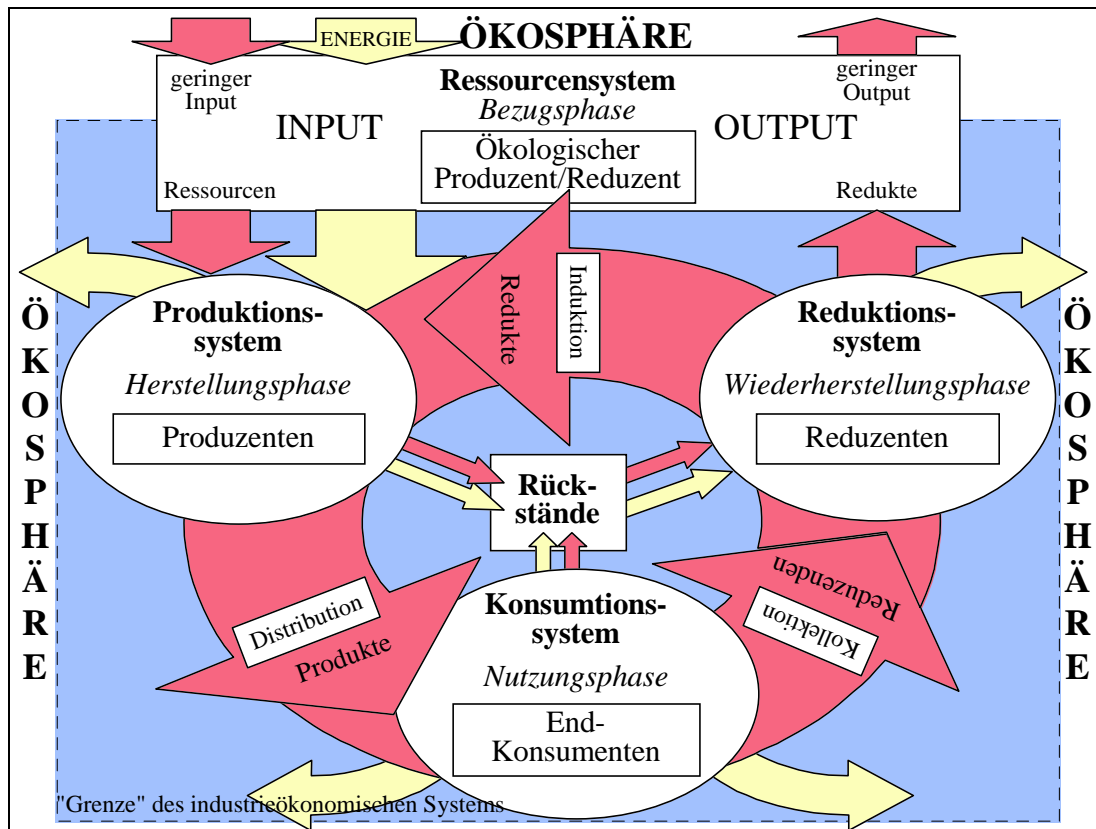
² Vgl. Liesegang (1992); S. 8 ff.; (1993a); S. 389 ff.; (1993b); S. 22 ff.

³ Liesegang (1999); S. 181.

larisierung von Reduktionsverfahren ist unweigerlich an die intersystemische Standardisierung und Modularisierung der Produktkomponenten gebunden. Rationelle Trennungs- und Zerlegungsverfahren bedingen Produkte, die sich aus minimaler Komponentenzahl und Verbundintensität zusammensetzen. Erst wenn bestimmte Mengen identifizierbarer Rückstände in bestimmten Qualitäten zu bestimmten Zeitpunkten in den Reduktionsprozeß eingehen, sind Standardisierungslösungen ökonomisch sinnvoll. Andernfalls sind flexible Prozeßlösungen zu erarbeiten, die sich den veränderlichen Marktbedingungen anpassen können.¹ Sowohl die Produkt- als auch die Prozeßstandardisierungen erfordern neue, ausgewogene Formen der Kooperation, die durch einen permanenten Informationsaustausch getragen werden müssen. Eine solche Form der Zusammenarbeit setzt zum einen voraus, daß beide Seiten von der Partnerschaft profitieren, zum anderen, daß sich jeder Kooperationspartner durch spezifische Kernkompetenzen bzw. Kernfähigkeiten, -funktionen und -prozesse absetzt. Diese Prinzipien vor Augen, die zusammenfassend eine externe Anbindung eines Reduktionssystems an die relevanten Umsysteme sowie eine interne Weiterentwicklung eines Reduktionssystems erzwingen, werden in dem Gestaltungsmodell der nachstehenden Abbildung II-14 dargestellt. Im Rückblick der bereits gemachten Ausführungen erscheint das dort abgebildete Gestaltungsmodell fast selbsterklärend. Aufgrundessen werden fortfolgend die gerade hervorgehobenen Gestaltungspunkte externe Systemkopplung und interne Systembildung schärfer durchleuchtet, um die Komplexität und Dynamik einer industrieökonomischen Kreislaufwirtschaft aus ökologischer Systemsicht ein weiteres Mal zu untermauern.

¹ An der TU Berlin existiert hierzu bspw. das Forschungsprogramm Demontagefabrik, in dem flexible Demontagesysteme geplant werden. Vgl. http://www.tu-berlin.de/sfbs/demontage/281/pb_c2.html; Stand: 10.03.00.

Abb. II-14: Gestaltungsmodell einer industrieökonomischen Kreislaufwirtschaft aus ökologischer Systemsicht



Quelle: Eigene Darstellung.

Eine externe Systemkopplung, verstanden als eine systemübergreifende Interaktionsbeziehung zwischen zwei Systemen, ist in der Sicht der Prozeßorientierung immer eine Orientierung an logistischen Netzen entlang der vorwärts- und rückwärtsgerichteten Wertschöpfungsprozesse. In diesem Sinne verbinden erst die Transformations- und Interaktionsphasen die Kreislaufwirtschaft zu einem Gebilde. Welche Dimensionen ein solches Netz erlangen kann, ist von der Zahl der betroffenen Systeme sowie deren zumeist wechselseitigen Verbindungsstücken abhängig. Eingedenk der bereits vorgestellten Prozeßzusammenhänge werden sich letztlich diese intersystemisch auftretenden logistischen Fragen intrasystemisch fortsetzen, wenn die Systeme in ihre tragenden Subsysteme aufgespalten werden.¹ Der Prozeßorientierung folgend sind allgemein unter Logistik „... alle Tätigkeiten, durch die die raum-zeitliche Gütertransformation und die damit zusammenhängenden Transformationen hinsichtlich der Gütermengen und -sorten, der Güterbehandlungseigenschaften sowie der logistischen Determiniertheit der Güter geplant, gesteuert, realisiert

¹ Für das Bsp. Altkar werden Anforderungen an ein intrasystemisches Logistiknetz von Härdtle et al. (1994); S. 26 ff. erarbeitet.

und kontrolliert werden“¹, zu fassen. Verdeckt durch diese augenscheinlichen materiellen sind zusätzlich informatorische Prozesse im Zuge der Logistik zu koordinieren, die insbesondere die Schnittstellen zu den angrenzenden Systemen definieren. Logistische Prozesse bilden demzufolge nicht nur eine raum-zeitliche und mengenmäßige Überbrückung zwischen Systemen, sondern auch eine mögliche sachliche Transformation während des logistischen Prozesses ab. Wird darüber hinaus das betrachtete System funktionell abgegrenzt, eröffnen sich phasen- bzw. systemspezifische Anforderungen an logistische Prozesse. Ein Produktionssystem wird dann intersystemisch sowohl auf der Beschaffungs- als auch der Absatzseite logistische Prozesse anstrengen, so daß zwischen Beschaffungs- und Distributionslogistik unterschieden wird.² Vom Standpunkt des Produktionssystems übernimmt die Beschaffungslogistik die Faktorverteilung zum Produktionssystem hin, wohingegen die Distribution die Produktverteilung vom Produktionssystem weg vornimmt. Mit letztgenannter Funktion gehen am sogenannten Point of Sale Produkte in das Konsumtionssystem über.³ Übertragen auf das Reduktionssystem werden zwar die gleichen logistischen Funktionen angesprochen, aber davon abweichende Objekte sowie eine davon abweichende Flußrichtung zum Gegenstand erhoben. Mit PFOHL/STÖLZLE wurde hierzu der Begriff Entsorgungslogistik geprägt.⁴ In Anbetracht des hier gewählten Entsorgungsbegriffes dürfte sich hinter der Entsorgungslogistik in einer eng gefaßten Form die Sammlung, der Transport, der Umschlag sowie die Lagerung zur Beseitigung von Rückständen in gewünschten Mengen und Zuständen an definierten Orten und Zeitpunkten verbergen.⁵ Allgemein hin umfaßt die Sammlung den Weg von der Anfallstelle bis zum Sammelfahrzeug, der zumeist bei großen Distanzen eingesetzte Umschlag die Anlieferung, Zwischenlagerung und die Um- und Beladung sowie der Transport die Überwindung der gesamten Distanz.⁶ Unter Berücksichtigung möglicher Behandlungs- und weiterführender Reduktionsprozesse wird vor diesem Hintergrund in allgemeiner Fassung Entsorgungslogistik durch Kollektion ersetzt, die auf der Beschaffungsseite des Reduktionssystem die raum-zeitliche Distanz zwischen dem Produktions- bzw. Konsumtions- und dem Reduktionssystem überwindet, unabhängig der Spezifität des anschließenden Reduktionsprozesses. Als Pendant zur Distribution werden in der Literatur hierfür auch die Bezeichnungen Re- oder Retrodistribution verwandt, die

¹ Pfohl (2000); S. 12.

² Vgl. Pfohl (2000); S. 17.

³ Vgl. Meffert/Kirchgeorg (1998); S. 206.

⁴ Vgl. Pfohl/Stölzle (1992); S. 573.

⁵ Unterschiedliche Definitionen werden von STÖLZLE zusammengetragen; vgl. Stölzle (1993); S. 154 ff. Die obige Definition entspricht auch den Inhalten des KrW-/AbfG (§§ 4.V, 10.II).

⁶ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 75 ff.; S. 82 ff. u. S. 90 ff.

im Rahmen dieser Arbeit ebenfalls zugunsten der Kollektion unterbunden werden.¹ Doch statt einer Umkehr der Distribution hin zu einem Produktionssystem werden von den Distributionskanälen abweichende logistische Wege beschrieben, die davon unabhängige Marktfunktionen und -transaktionen ergeben. Eine Ausnahme hiervon bilden gemäß Abbildung II-12 die Rücklaufgüter bzw. Abprodukte, die wieder direkt in einem Primärkreislauf in den Produktionsprozeß eingehen. Im Regelfall wird sich eine logistische Schnittstelle (Point of Return) zwischen der Absatzseite des Produktions- und der Beschaffungsseite des Reduktionssystems zeigen. Die Ausgestaltungsmöglichkeiten und die Anforderungen an die jeweilige Kollektionsphase bestimmen sich durch die Quelle des Reduzendums und die Reduktionsart.² Bei den Sammelsystemen werden u. a. Hol- von Bringsystemen der Reduzenden unterschieden, die wiederum die technischen Gestaltungsparameter sowie die Behältersysteme determinieren.³ So bewerkstelligt bspw. die Duales System Deutschland AG die direkt beim Abfallverursacher anknüpfenden Holsysteme mittels (gelber) Tonnen/Säcke sowie die Bringsysteme mittels Containersysteme, die durch die Abfallverursacher zuvor bedient werden müssen. Neben dem Reduzenten treten in diesem Fall die Konsumenten als Träger der Logistik auf. Gleichfalls können mit Rückblick auf das Beispiel Altfahrzeug aufgrund gesetzlicher Bestimmungen auch Produzenten als logistische Träger herangezogen werden, wenn Fragen der Kollektion zu klären sind. Diese variable Festlegung eines Schnittpunktes zwischen den Systemen läuft einer stringenten Abgrenzung reduktiver oder logistischer Prozesse zuwider, so daß letztlich Einzelfallentscheidungen unabwendbar sein werden. Wird im Abgleich zum Produktionssystem auch das Reduktionssystem zweiseitig aufgefaßt, gilt es auch hier, outputseitig eine logistische Anbindung an ein Produktions-, gegebenenfalls auch Konsumtionssystem zu definieren. Dieser Sichtweise folgt nach KIRCHGEORG die neben der Kollektion benannte Induktion, die unter Beibehaltung der Flußrichtung das hervorgebrachte Redukt wieder in ein Produktionssystem befördert (Point of Entry).⁴ In diesem Fall ergibt sich eine Schnittstelle zwischen der Beschaffungslogistik des Produktions- sowie der Absatzlogistik des Reduktionssystems, die je nach Marktlage die Beschaffungslogistik anderer Elementarfaktor nahezu ersetzen könnte. Vorausgehend sind auf bestehenden oder neuen Märkten Verwendungsmöglichkeiten für Redukate zu erschließen. Nach Ablauf der entropisch begrenzten Reduktionsrunden sind

¹ Zum Begriff der Redistribution vgl. Stölzle (1993); S. 111; Pfohl (2000); S. 235 f.

² Hierzu ausführlich Rutkowsky (1996); S. 88 ff.

³ Vgl. Meffert/Kirchgeorg (1998); S. 207 f. Das KrW-/AbfG differenziert das Einsammeln zu verwertender Reduzenden durch Bring- und Holsysteme vom Sammeln zu beseitigender Reduzenden (§§ 4.V, 10.II KrW-/AbfG).

⁴ Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 91.

durch einen weiteren logistischen Prozeß die Redukate schlußendlich dem Ökosystem zuzuführen. Vergleichbare logistische Prozesse sind für das Produktions- und Konsumtionssystem zu etablieren, sofern die abgehenden Stoffe als ökologisch unbedenklich eingestuft werden können. Erst dann verbindet ein solches Gestaltungsmodell bewußt industrieökonomische mit ökologischen Kreisläufen. Zusammenfassend kann konstatiert werden, daß sich gemäß oben dargestelltem Gestaltungsmodell die logistischen Funktionen eines Reduktionssystems sowohl auf die Kollektion als auch auf die Induktion beziehen, die in summa als Reduktionslogistik umschrieben werden.¹ Neben den beiderseitigen Schnittstellen des Reduktionssystems zum Produktions- bzw. auch Konsumtionssystem sind zusätzlich als Reduktionslogistik i. e. S. die logistischen, vertikal ausgedehnten Prozesse innerhalb des Reduktionssystems, zwischen den einzelnen Subsystemen zu berücksichtigen.

Eine externe Systemkopplung als Gestaltungsparameter eines Gestaltungsmodells stellt sich nach dem bisher Gesagten als eine Gestaltung logistischer Schnittstellen zwischen den (Sub-)Systemen heraus. Beim Übergang der Faktoren/Redukate oder der Ab-/Altprodukte/Reduzenden von einem System auf das andere sind demzufolge die in der allgemeinen Logistikdefinition genannten, quantitativen, qualitativen, räumlichen und zeitlichen Merkmale einzuhalten. Zusammengenommen verbinden sich dann alle logistischen Ketten der Produktion und Reduktion zu einem kreislaufgerichteten Netzwerk, innerhalb dessen die einzelnen Systeme relativ autonom entscheiden, zugleich aber durch einen hohen Beziehungsgrad miteinander verknüpft sind. Die einzelnen Netzwerkteilnehmer verbinden mit der Teilnahme eine Konzentration auf ihre Kernkompetenzen und damit eine Abnahme der jeweiligen Wertschöpfungstiefe um den Teil, der für das einzelne System keine wettbewerbsstrategische Bedeutung hat. Bezogen auf das kreislaufgerichtete Gestaltungsmodell handelt es sich um ein laterales Netzwerk, das ein Kooperationsgeflecht von Unternehmen unterschiedlicher Branchen und Wertschöpfungsstufen bildet. Innerhalb des Reduktionssystems selbst decken sich wiederum vertikale Kooperationswege auf.²

Die Triade der sich wechselseitig bedingenden Prozesse der Produktion, Konsumtion und Reduktion wird sich entlang des gesamten Netzwerkes durch eine stete Wiederkehr produktiver, konsumtiver und reduktiver Funktionen auszeichnen, so daß sich ein Gestaltungsmodell dann in gewisser Weise als fraktale bzw. rekursive Figur formt.³ Wie bereits

¹ Diese logistische Funktionsbündelung wird in der Literatur als Entsorgungslogistik i. w. S. bezeichnet. Vgl.

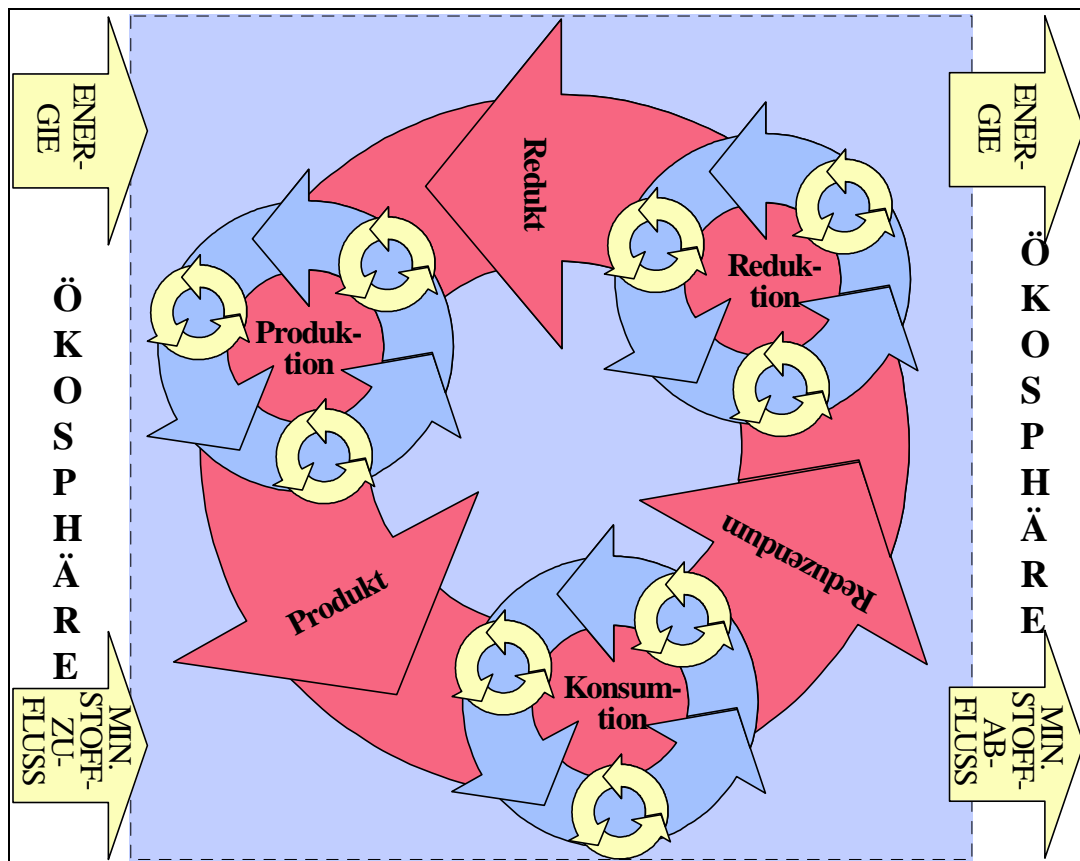
Pfohl/Stölzle (1992); S. 573; Stölzle (1993); S. 162 f.

² Vgl. Kaluza/Blecker (1996); S. 385 ff.

³ Zur Erinnerung: In der Systemtheorie werden fraktale Strukturen unter dem Terminus *Prinzip der Rekursivität* diskutiert; vgl. Malik (1996); S. 98 ff. Siehe auch noch einmal die Ausführungen zum Reproduktionsring.

der Reproduktionsring nach IMMLER/HOFMEISTER zeigte, spiegelt eine solche Form in der gesamten Kreislaufwirtschaft sowie in jedem Funktionensystem ökologischer und industrieökonomischer Systeme selbstähnliche, keinesfalls identische Strukturen und Funktionen wider, die sich aus der Interdependenz offener Systeme ergeben. Leiten sich interdependente Strukturen generell aus einer arbeitsteiligen Wirtschaft ab, eröffnet aber erst eine bewußte Mehrfunktionalität die langfristige Existenzsicherung des Gesamtsystems sowie jedes einzelnen Systems. Inwieweit das Denken und Handeln in mehrfunktionellen Strukturen notwendig ist, kann anschaulich an einem Ausschnitt aus dem Kreislauf Papier aufgezeigt werden: So haben u. a. die Substitution lösemittelhaltiger durch wasserlösliche Farben in der Druckindustrie und der Trend zu farbigen Seiten in den Zeitungen zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Aufbereitung von Altpapier in der Papierindustrie geführt, da sich die neuen Farben mit den konventionellen Aufbereitungstechnologien schwer entfernen ließen.¹ Ferner hat die abnehmende Nachfrage seitens der Konsumenten nach papierhaltigen Redukten zu einem Verfall der Altpapierpreise geführt, was sich wiederum negativ auf die Intensität der Reduktionsaktivitäten niederschlägt. Unter diesen Gesichtspunkten sollte sich entsprechend der Abbildung II-15 jedes System im Sinne einer Kreislaufwirtschaft bewußt und zielgerichtet ausbilden.

¹ Vgl. Staudt/Auffermann/Schroll (1999); S. 16.

Abb. II-15: Fraktale Struktur einer Reproduktionswirtschaft

Quelle: In Anlehnung an Graedel (1994); S. 27.

Es bildet sich ein Gestaltungsmodell ab, das nicht nur Produktions-, Konsumtions- und Reduktionssysteme in Folge aneinander koppelt, sondern in jedem System produktive, konsumtive und reduktive Funktionen herausbildet. Mit einem solchen Dreiklang wird der Grundstein dafür gelegt, daß kein Prozeß nachsorgend an den nachfolgenden Prozeß anknüpft, sondern daß jeder Prozeß entlang des gesamten Stromes der Kreislaufwirtschaft bewußt und zielgerichtet hinsichtlich der Wiederherstellung der ökologischen und damit industrieökonomischen Ausgangsbedingungen vorsorgend mitzudenken ist. Unabdingbare Voraussetzung hierfür ist ein Informationsbedarf, der die eigene Existenzsicherung integrativ und kooperativ auf die Folgeprozesse hin abstimmt. Damit unterscheidet sich die Reduktionswirtschaft insofern von der Entsorgungswirtschaft, als daß sie ihre Palette der werterhaltenden Teilaktivitäten nicht am Ende eines vorwärtsgerichteten Wertschöpfungsprozesses, sondern auf jeder Wertschöpfungsstufe ansetzt. Für das einzelne Reduktionssystem manifestieren sich solche Anforderungen u. a. in technologischen und organisatorischen Gestaltungsoptionen, die in Kapitel III näher betrachtet werden. Dennoch birgt dieses abstrakte Gestaltungsmodell die Gefahr in sich, im Hinblick konkreter mikroskopischer Fragestellungen keinen Zugewinn zu offerieren. Zugleich genießt es aber den Zuspruch,

Stoff-, Informations- und Energiebetrachtungen nicht an den *Werkstoren* enden zu lassen, sondern globale, lokale, sektorale und betriebliche Lösungspotentiale mit einzuschließen. Mit ausgewählten Schwerpunktsetzungen wäre demnach dieses allgemeingehaltene Modell inhaltlich nach Stoffen im Rahmen eines Stoffstrommanagements, nach Produktgruppen im Rahmen der Produktverantwortung, nach Prozessen, Branchen oder Regionen zu füllen; im Zweifelsfall sind einzelfallspezifische Lösungen zu suchen. Die Betonung auf Schwerpunktsetzung soll hervorheben, daß diese Kategorien nicht losgelöst voneinander zu untersuchen sind; andernfalls liefe eine solche Analyse den eingangs erörterten systemischen Perspektiven zuwider, auf die jeweils der Scheinwerfer geworfen werden kann, ohne die anderen Perspektiven vollends außer Acht zu lassen. In diesem Sinne muß ein tragfähiges Gestaltungsmodell die Fähigkeit besitzen, sich ständig, möglicherweise radikal verändern zu können. Erst dann wird eine Verkettung schrittweiser Verbesserungen und Innovationen den Weg in eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft lenken.

Wenngleich im Hinblick auf die Funktionserfüllung der Reduktionswirtschaft in der Praxis gegenwärtig Tendenzen auszumachen sind, die einen Schritt in diese Richtung stärker forcieren könnten, sind Folgerungen aus den dargestellten Konzepten bislang noch nicht gezogen worden. Zumeist mangelt es an Anreizen, extrinsischer oder intrinsischer Art, um sich einer solchen Herausforderung zu stellen. Das im folgenden Kapitel III zu prüfende reale Umfeld eines Reduktionssystems wird sowohl diese Tendenzen als auch deren Gestaltungspotentiale und -hemmnisse durchleuchten, um letztlich Interpretationsangebote zu offerieren.

III. DIE STRUKTURELLE DIMENSION EINER REDUKTIONSWIRTSCHAFT - GESTALTUNGSSPIELRÄUME AUF DER BASIS EINER MARKTANALYSE

*Man kann nicht in die Zukunft schauen,
aber man kann den Grund für etwas Zukünftiges legen
- denn Zukunft kann man bauen.*

ANTOINE DE SAINT-EXUPERY

Wenn über die strukturelle Dimension einer Reduktionswirtschaft reflektiert werden soll, ist es geboten, sich über das bisher Gesagte dem hier zugrundeliegenden Strukturverständnis zu nähern. Gemäß den Auseinandersetzungen mit der systemischen Denkweise im Kapitel II konstituieren Strukturen sowohl das System selbst und die Systemumgebung bzw. deren Umsysteme, als auch die Relationen zwischen diesen Merkmalen. Unter Beibehaltung dieser horizontalen Perspektive spricht SCHNEIDEWIND von Strukturen als „... *auf die Handlungsmöglichkeiten von Unternehmungen »zurückwirkende« Ordnungsgefüge der Unternehmungsumwelt*“¹, die für das Unternehmen bzw. das System „... *sowohl beschränken als auch ermöglichenden Charakter*“² besitzen. Hinter diesem Strukturverständnis steht eine interaktive Vorstellung von Rückkopplungsschleifen zwischen dem Reduktionssystem und seinen Umsystemen.³ Den systemischen Strukturbegriff aufnehmend bleibt die vorausgehend festgelegte Artverwandheit zu Prozessen demnach bestehen.⁴ Die Systemumgebung wird weder deterministisch als dominierende Bedingungskonstellation mit ausschließlich repressivem Charakter, dem sich ein System kontinuierlich anzupassen hat, noch wird das System voluntaristisch als vollkommen autonome Einheit ohne begrenzenden Einfluß von außen aufgefaßt.⁵ Der interaktiven Vorstellung zufolge determiniert die Systemumgebung Möglichkeiten und Grenzen, auf die ein Reduktionssystem sowohl anpassend als auch gestaltend eingehen kann. Dem Kennzeichen offener, industrieökonomischer Systeme - ihrer Gestaltungsfähigkeit - weiter folgend versteht sich Struktur dann dual als Bedingung und Ergebnis der Gestaltung zugleich. Mit anderen Worten sind Strukturen von außen gestaltende und von innen gestaltbare Größen.⁶

Eine solche Orientierung an den Umfeldern eines Unternehmens verstärkte sich in den letzten Jahren generell unter der Begründung, daß Unternehmensentscheidungen nicht aus-

¹ Schneidewind (1998); S. 35 (h. v. d. V.). Vgl. auch Seidel/Menn (1988); S. 53 f.

² Schneidewind (1998); S. 39.

³ Der Begriff der Interaktion wurde bereits in Kap. I.B.4 erläutert.

⁴ Siehe Kap. II.A.

⁵ Vgl. Schreyögg (1993); Sp. 4242 f.; Haas (1997); S. 8 f.; Schreyögg (1998); S. 325 ff.

⁶ Diesen Zusammenhang drückt SCHNEIDEWIND in der Dualität der Struktur nach Giddens aus; vgl. Schneidewind (1998); S. 144.

schließlich Marktzwängen, sondern ebenso gesellschaftlichen Sachzwängen ausgesetzt sind. Entsprechend liegen die Orientierungsgrundlagen für etwaige Strategien „... *außen und in der Zukunft und nicht innen und in der Vergangenheit. Mit anderen Worten: Es geht um Entwicklungen auf den Märkten, bei den Kunden, der Konkurrenz sowie in Gesellschaft und Öffentlichkeit, weniger um Entwicklungen im Unternehmen selber.*“¹ Erst ein Verstehen dieser Einfluß- und Abhängigkeitskanäle gewährt einem Reduktionssystem rückwirkend auf die Systemumgebung Einfluß auszuüben, indem die „... *bestehenden wechselseitigen Beziehungen zwischen der Unternehmung und [den; A. d. V.] für sie maßgebenden Stakeholder[n] durch die Augen der wichtigsten Interessengruppen ...*“² gesehen und analysiert werden. Allerdings kann sich ein Reduktionssystem als offenes System nicht der ganzen Breite möglicher Umsysteme sowie der ganzen Tiefe möglicher Relationen mit gleicher Intensität widmen, sondern sich ausschließlich den als relevant erachteten Umfeldsegmenten und Relationen zuwenden.³ Im hier vorliegenden Kontext werden Umfeldsegmente als relevant erachtet, wenn sie die kreislaufgerichtete und marktbezogene Strategieplanung, -konzeption und -realisierung beeinflussen oder durch diese beeinflusst werden.⁴ Mit der Gewißheit, daß sich die Umfelder ebenso kontinuierlich verändern wie das Reduktionssystem selbst, gleicht die Relevanzbemessung einem kontinuierlichen Selektionsprozeß darüber, ob der Relevanzgrad eine Anpassung oder Gestaltung erfordert. Basis jeder strategischen Entscheidung ist aufgrund dieser wechselseitigen Abhängigkeits- und Einflußverhältnisse eine sorgfältige, über eine reine Marktanalyse hinausgehende Umfeldanalyse, die situativ, temporär und kontextual auszufüllen ist.⁵ Die These, daß eine Reduktionswirtschaft nur unter marktlichen Gesichtspunkten Erfolgspotentiale in sich birgt, darf demnach nicht zu einer Verengung des horizontalen Blicks auf ausschließlich diese Marktstrukturen führen, sondern muß die Marktstrukturen wiederum in ihrer Umgebung betrachten. Der Markt kann dann als Transmitter aufgefaßt werden. Denn eine Besonderheit der Reduktionswirtschaft besteht darin, daß sie stärker ins gesellschaftliche Bewußtsein gelangt, da sowohl der Endverbraucher als auch der Staat aktiv und partizipativ in die Verantwortung gezogen werden. Gleichfalls bedeutet ein solcher Blick nicht, daß die intra-

¹ Dyllick (2000); S. 65.

² Schmid (1996a); S. 90. Mit Stakeholdern sind die später zu erläuternden Anspruchsgruppen gemeint.

³ Das damit verbundene Relevanzproblem wurde bereits in Kap. II.A angesprochen.

⁴ Ähnlich ist das Auswahlprinzip Sachziel eines Unternehmens zu werten; vgl. Kubicek/Thom (1976); Sp. 3985. Nach MARR ist unter Relevanz neben der Bedeutsamkeit für die Zielerreichung die Notwendigkeit der Zuwendung von Aufmerksamkeit zu fassen. Damit kommt zum Ausdruck, daß nicht allein die Beeinflussung als solche, sondern auch die Komplexität und Dynamik dieser Beeinflussung ausschlaggebend ist; vgl. Marr (1993); S. 73.

⁵ Eine Systematik möglicher Informationsquellen geben Meffert/Kirchgeorg (1998); S. 96.

systemischen Entwicklungen im Sinne einer lateralen Perspektive vollends auszublenden sind. Wie bereits mehrfach aufgezeigt, sind die Leistungspotentiale eines Reduktionssystems für die Nutzung des strategischen Gestaltungsspielraumes maßgebend und werden auch im Fortlauf der Arbeit noch breiten Raum einnehmen. Allerdings bleiben Fragen des Führungspotentials, der Mitarbeitermotivation oder der Ablauf- und Aufbauorganisation weitestgehend unberücksichtigt. Vor dem Hintergrund, daß die strukturellen Bedingungen wechselseitig beeinflußbar sind, werden im anschließenden Kapitel IV in umgekehrter Blickrichtung mögliche strategische Antworten eines Reduktionssystems auf seine Umfeldprämissen erörtert.

Sollen unter diesen Gesichtspunkten strategische Gestaltungsspielräume im Sinne von Möglichkeiten und Grenzen einer Reduktionswirtschaft erarbeitet werden, gilt es zunächst ein Reduktionssystem inhaltlich von seiner kreislaufspezifischen Systemumgebung abzugrenzen und diese Systemumgebung bzw. die diese konstituierenden Umsysteme durch unterschiedliche Relationen zum Reduktionssystem zu systematisieren. Den Ausgangspunkt bildet das Reduktionssystem als *focal organization*¹, das stellvertretend für ein nicht näher zu spezifizierendes Unternehmen mit Branchzugehörigkeit zur Reduktionswirtschaft steht. Wurde die Identität bzw. Grenzziehung eines Reduktionssystems gegenüber seiner Systemumgebung in den vorhergehenden Kapiteln hinlänglich erörtert sowie ein erster Einblick in die Systemumgebung bereits gewährt, stehen nun die Anwendungsbedingungen einer faktischen Reduktionswirtschaft, gleichwenn sie unter diesem Terminus in der Wirtschaftspraxis nicht firmieren, im Vordergrund der Betrachtung. Hier sei noch einmal die vertretene Auffassung betont, daß der Terminus Reduktionswirtschaft einen geeigneten Rahmen bietet, um eine Branche abstecken zu können. Vor diesem Hintergrund wird dieser Terminus auch dann beibehalten, wenn er im derzeitigen Sprachgebrauch so nicht auftaucht. So wird u. a. der begrifflichen Rechtsauslegung in dieser Arbeit nicht vorbehaltlos gefolgt, sie aber dennoch sinngemäß durch den hier gewählten Begriffsapparat wiedergegeben. Eingedenk der fraktalen Strukturen einer Kreislaufwirtschaft wird sich ein komplexes, dynamisches Reduktionssystem mit vielfältigen Wechselwirkungen zu seiner Systemumgebung abzeichnen. Selbst bei einer Konzentration auf kreislaufgerichtete und marktbezogene Umfeldstrukturen wird noch ein erhebliches Ausmaß an Relationen zu verzeichnen sein. Um die so verbleibenden Strukturen nicht willkürlich und doch möglichst lückenlos

¹ Vgl. Freeman (1984); S. 209 f. Allerdings setzt FREEMAN das Management als focal organization, um auch interne Strukturen besser betrachten zu können.

zu bestimmen, werden in der betriebswirtschaftlichen Literatur Strukturierungsschemata angeboten, die die Strukturen systematisch nach vorgegebenen Merkmalen ordnen. Unter Zugrundelegung dieser Schemata sind sodann ausgewählte, umgebende Strukturen näher zu durchleuchten, um die Wirkung auf das Reduktionssystem sowie die Rückwirkung vom Reduktionssystem auf die Umsysteme beschreiben und gegebenenfalls prognostizieren zu können.

A. STRUKTURIERUNGSSCHEMA DES UMFELDES EINES KREISLAUFGERICHTETEN UND MARKTBEZOGENEN REDUKTIONSSYSTEMS

Bereits die horizontale Perspektive eines systemischen Bezugsrahmens zeigte auf, daß das Umfeld eines Systems nach Sphären oder nach Umsystemen zu spezifizieren ist. Vergleichbar lassen sich auch die in der betriebswirtschaftlichen Literatur angebotenen Strukturierungsschemata hinsichtlich funktioneller oder institutioneller Aspekte bündeln. Während unter funktionellen Gesichtspunkten die Systemumgebung nach Ähnlichkeiten der Interaktionsmuster in Relevanzkreise, Sphären, Segmente oder Umfeldern geclustert wird, werden unter institutionellen Gesichtspunkten konkret die relevanten Umsysteme in den Umfeldern identifiziert. Im Ergebnis bedingen sich diese Strukturierungsschemata gegenseitig, da entweder eine funktionelle Gliederung um institutionelle oder eine institutionelle um funktionelle Gesichtspunkte erweitert wird, lediglich der beschrittene Weg zum Ergebnis ist jeweils ein anderer.¹ Hier wird die Systemumgebung zunächst funktionell strukturiert, um sie sodann institutionell zu füllen. Da es sich hierbei stets um eine situative, in quantitativer als auch qualitativer Hinsicht temporäre Strukturierung handelt, wird ein so erarbeitetes Schema einem Strukturierungsvorschlag gleichen, der jeweils zweckspezifisch zu korrigieren ist.

1. Modellierung allgemeiner Umfeldsegmente unter reduktionswirtschaftlichen Gesichtspunkten

Die funktionelle Strukturierung des Umfeldes eines Systems klassifiziert die Umfeldern zumeist nach dem Grad der Interaktions- bzw. Austausch- und Kommunikationsbeziehungen in konzentrische Relevanzkreise.² Die in der Literatur erwirkte Bestimmung der Dimensionen des Interaktionsgrades, versinnbildlicht durch die Entfernung vom System,

¹ Eine solche Verknüpfung zogen bereits Fahey/Wokutch (1983); S. 130 sowie Kirchgeorg (1990); S. 59 f.

² Vgl. Schreyögg (1998); S. 320 ff.

kann in den Kriterien Dynamik und Intensität zusammengefaßt werden.¹ Die *Dynamik* unterscheidet faktisch relevante von potentiell in der Zukunft relevanten Umfeldern. Im Sinne einer langfristig angelegten, strategischen Gestaltungsaufgabe kann sich ein Reduktionssystem nicht alleine auf die gegenwärtigen strukturellen Spielräume konzentrieren, sondern die mit hinreichender Wahrscheinlichkeit in absehbarer Zukunft relevanten Spielräume sind ebenso ins Kalkül zu ziehen. So zu interpretierende strukturelle Veränderungen - nicht Erweiterungen - des Gestaltungsspielraumes können ebenso auf strukturelle Veränderungen des Reduktionssystems selbst wie auf strukturelle Veränderungen des Umfeldes zurückgeführt werden. Damit werden die Faktoren Information und Wissen in Zukunft einen immer größeren Stellenwert bei der strategischen Ausrichtung erreichen. In der *Intensität* drückt sich der Interaktionsgrad, aufgeschlüsselt nach dem raum-zeitlichen Häufigkeitsgrad und dem Kopplungsgrad, aus. Beim Häufigkeitsgrad können permanente und chronisch wiederkehrende von einzelfallspezifisch-singulären Interaktionsbeziehungen abgegrenzt werden.² Hinsichtlich des Kopplungsgrades werden direkte von indirekten Interaktionsbeziehungen unterschieden.³ Mit abnehmender Intensität und damit abnehmender wechselseitiger Beeinflussbarkeit wird die Systemumgebung generell in die Relevanzkreise mikroskopische (Aufgaben-)Umfelder und makroskopische, globale Umfelder grob unterteilt.⁴ Die Aufgabenumfelder beschreiben den Teil der Systemumgebung, der unmittelbar auf das Reduktionssystem Einfluß nimmt, aber auch unmittelbar durch das Reduktionssystem beeinflußt werden kann. Mittelbar relevante Interaktionen, die erst durch den Filter der Aufgabenumfelder für das Reduktionssystem und dann zumeist für eine Gruppe von Unternehmen in einer Reduktionswirtschaft spürbar werden, bilden die globalen Umfelder. Entsprechend begrenzt ist auch die direkte Einflußnahme des Reduktionssystems auf diese Umfelder. Wie intensiv sich letztlich ein solcher wechselseitiger Austausch gestaltet, hängt zumeist von der öffentlichen bzw. gesellschaftlichen Exponiertheit des Reduktionssystems ab. Als Determinanten der Exponiertheit können Unternehmensgröße und Branchenzugehörigkeit, bereits ausgeführte Unternehmensstrategien sowie die allgemeine öffentliche

¹ Vgl. Marr (1993); S. 71 ff.; Haas (1997); S. 5 ff.

² ACHLEITNER unterscheidet Vertrauheits- bzw. Unsicherheitsgrade von Abhängigkeits- u. Einflußgraden, die implizit durch den Terminus Gestaltungsspielraum ausgedrückt werden; vgl. Achleitner (1985); S. 122 ff. u. Wagner (1997); S. 60 ff.

³ MATTEN kommt bspw. unter dem Kriterium der Nachweisbarkeit von Umweltschäden zur Unterscheidung in Kulpabilitäts- (direkte Beziehung zwischen unternehmerischem Handeln u. Umweltschaden) u. Kausalitätsumfeld (indirekte Beziehung zwischen unternehmerischem Handeln u. Umweltschaden); vgl. Matten (1998); S. 215 f.

⁴ Vgl. Schreyögg (1993); Sp. 4237 ff. SAUTER-SACHS unterteilt weiter das Aufgabenumfeld in eine Innen- u. eine Außenwelt. Da sich die focal organization aber auf ein Unternehmen u. nicht auf einen Unternehmensteil bezieht, kann von dieser Innenwelt abgesehen werden. Lediglich im Rahmen des Anspruchsgruppen-Konzeptes finden interne Anspruchsgruppen aus Gründen der Vollständigkeit noch einmal Erwähnung; vgl. Sauter-Sachs (1992); S. 191 ff.

Sensibilität angeführt werden.¹ Sollen die so gewonnenen Relevanzkreise nach funktionellen Umfeld-Segmenten inhaltlich spezifiziert werden, ist nach der *inhaltlichen* Unterfütterung des jeweiligen Interaktionsgrades zu fragen. In Anlehnung an die Input-Output-Beziehungen des vorhergehenden Kapitels II können sogenannte Interaktionsobjekte nach ihrem materiellen und immateriellen Charakter identifiziert werden. Die Aufgabenumfelder können dann durch die das Reduktionssystem umgebenden Wettbewerbsumfelder im Sinne einer Ansammlung verschiedener Beschaffungs- und Absatzmärkte konkretisiert werden.² Die fortfolgenden Ausführungen werden sich auf die Marktstrukturen konzentrieren, nach denen das Leistungspotential eines Reduktionssystems strategisch auszurichten sein wird. Da die Märkte für Reduktionsleistungen erheblich von staatlichen Aktivitäten und Interventionen geprägt sind, sind zudem den gesellschaftlichen globalen Umfeldern bzw. den Marktumfeldstrukturen besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Marktumfeldstrukturen sind naturgemäß nach einer Vielzahl von Alternativen zu klassifizieren. ULRICH/PROBST geben bspw. ökologische, technologische, ökonomische und soziale Umfeldsegmente vor, wohingegen DYLLICK neben dem Lenkungssystem Markt noch die Lenkungssysteme Öffentlichkeit und Politik unterscheidet.³ In Anlehnung an SCHREYÖGG werden hier die Segmente technologisches, politisch-rechtliches, sozio-kulturelles, ökologisches sowie gesamtwirtschaftliches Umfeld differenziert.⁴ Aufgrund der Sonderstellung der ökologischen Umwelt als übergeordnetes System für die Themenstellung und allgemein für die Art und Weise der Interaktionen, wird diese separat abgebildet. Die noch verbleibenden Umfeldsegmente werden als gesellschaftliche Umfelder zusammengefaßt, mit denen kommunikative Interaktionswege beschritten werden können.⁵ Die nachstehende Abbildung III-1 gibt diesen allgemeinen Strukturierungsvorschlag wieder.

¹ Vgl. Dyllick (1989); S. 15 ff. Zu den unternehmensbezogenen Einflußfaktoren ausführlich Kirchgeorg (1990); S. 94 ff; Meffert/Kirchgeorg (1998); S. 261 ff.

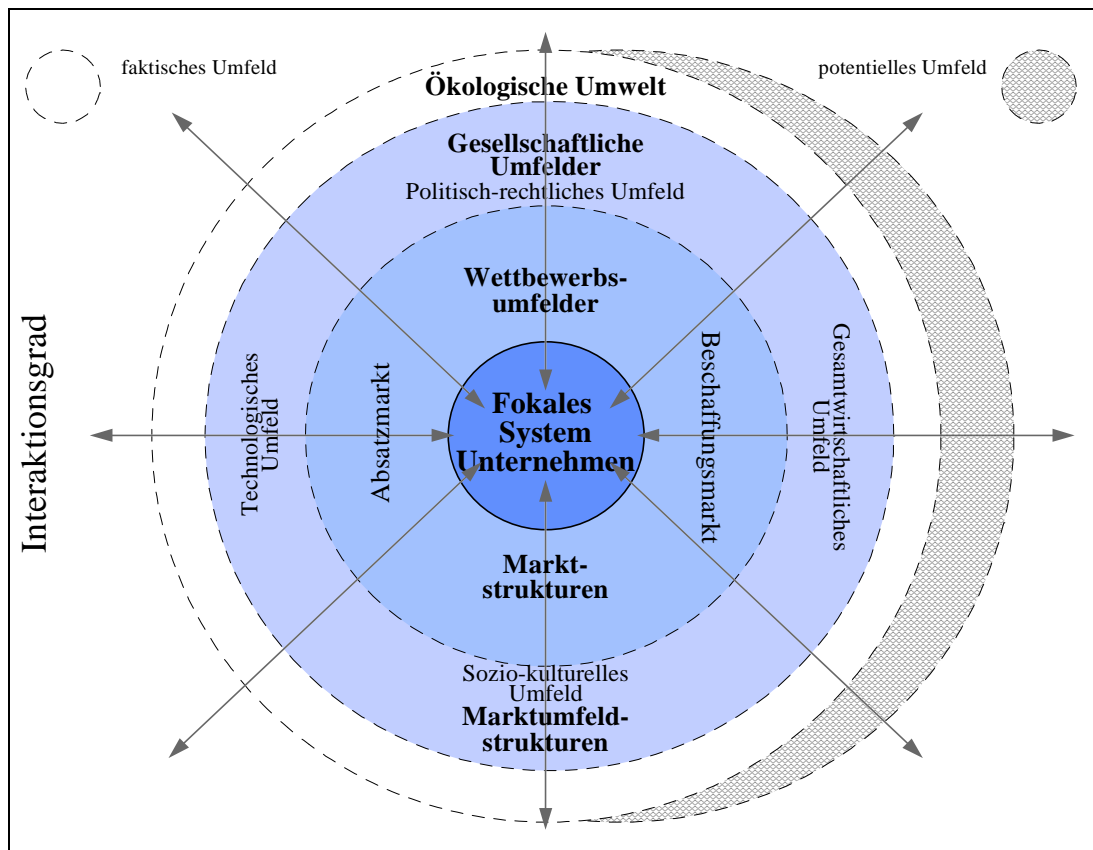
² Nach PORTER werden solche Wettbewerbsstrukturen häufig nach den branchenspezifischen Triebkräften Verhandlungsstärke der Abnehmer, Rivalität zwischen den bestehenden Unternehmen, Verhandlungsstärke der Lieferanten, Bedrohung durch Substitutionsprodukte und Bedrohung durch neue Mitbewerber bestimmt; vgl. Porter (1988); S. 25 ff.

³ Vgl. Ulrich/Probst (1995); S. 52 ff.; Dyllick (1989); S. 86 ff. Lenkungssystem ist mit dem oben verwandten Begriff des Ordnungsgefüges gleichzusetzen.

⁴ Vgl. Schreyögg (1993); Sp. 4237 ff. Ähnlich Sander (1998); S. 46 ff. Der Inhalt von Interaktionen wird dann so weit gefaßt, daß auch Umfeldbedingungen wie Geschwindigkeit der technologischen Entwicklung oder soziale Spannungen berücksichtigt werden könnten; vgl. Schreyögg (1995); S. 71.

⁵ Vgl. Dyllick/Hummel (1997); S. 144.

Abb. III-1: Allgemeines Strukturierungsschema der Systemumgebung eines fokalen Systems



Quelle: In Anlehnung an Schreyögg (1998); S. 317.

Die Umfeldsegmente werden allerdings nicht trennscharf nebeneinander existieren und nicht trennscharf in Interaktion mit dem System zu erkennen sein. Denn ein Reduktionssystem wird weder sein Aktionsfeld auf einen spezifischen Markt oder eine spezifische Branche konzentrieren können noch von Kräften alleine aus diesen Umfeldern gleichförmig beeinflusst, da jedes Subsystem voneinander abweichende Umfeldkontakte halten kann.¹ Bspw. kann eine Novellierung des KrW-/AbfG mit direkter Wirkung oder mit indirekter Wirkung über die Mitbewerber oder Kunden des Reduktionssystems Einfluß auf das Reduktionssystem ausüben. Ebenso zeigen die stark diversifizierten Tätigkeitsbereiche der Reduktionswirtschaft insgesamt heterogene Einflußmöglichkeiten auf verschiedene Umfeldern in verschiedenen Intensitäten.² So gesehen bestimmt die Komplexität der Umfeldern, inwieweit diese Zusammenhänge auch erkennbar sind. Welche Umfeldern vor diesem Hin-

¹ Wenn PORTER davon spricht, daß der Erfolg eines Unternehmens signifikant branchenabhängig ist, bezieht er Branche auf den Tätigkeitsbereich eines Unternehmens; vgl. Porter (1997); S. 90. Ähnlich negieren auch PRAHALAD u. HAMEL Branchen als klar abgrenzbare Konstrukte, in denen Mitbewerber u. Partner eindeutig zu identifizieren sind. Vgl. Prahalad (1997); S. 109 f. u. Hamel (1997); S. 126 ff. Infolgedessen kann ein Reduzent nicht der Entsorgungsindustrie allein zugeordnet werden, sondern dem Bereich der gesamten Reduktionswirtschaft.

² Einen ersten Überblick gibt u. a. Steven (1994); S. 57 f.

tergrund zu Rate gezogen werden, um ein besseres Verständnis für die faktische Reduktionswirtschaft zu erlangen, ist letztlich immer durch den Anwendungsbezug geleitet.¹

2. Einbindung reduktionswirtschaftlicher Anspruchsgruppen in die identifizierten Umfeldsegmente

Die Wechselseitigkeit der Interaktionen zwischen dem Reduktionssystem und seinen Umfeldern wird ersichtlicher, wenn an die funktionelle eine institutionelle Strukturierung geknüpft wird, da *„each system [sowohl im Sinne eines fokalen Systems als auch eines Umsystems, A. d. V.] can be viewed as composed of a set of formal and informal institutional arrangements and actors (organizations, associations, interest groups, individuals) with specific roles and functions. Every system institution or actor can also be considered as representing particular interests, goals and values.“*² Im Gegenzug zu den bisher nicht näher spezifizierten, dimensional Bezeichnungen der Umfeldler setzt eine Institutionalisierung der Interaktionen die Identifikation von Akteuren und Gruppierungen, die in den Umfeldern agieren, voraus. Eine solche direkte Anbindung an die oben genannten Umfeldsegmente erweitert nicht nur das Verständnis für diese Segmente, sondern erleichtert auch die Beobachtung des Verhaltens und der Strategien dieser Gruppen in den Segmenten. Mit FREEMAN können sogenannte Anspruchsgruppen bzw. Stakeholder³ als *„... any group or individual who can affect or is affected by the achievement of the organization's objectives“*⁴ definiert werden. Damit entspricht diese Definition dem hier zugrundeliegenden interaktiven Verständnis gegenseitiger Einfluß- und Abhängigkeitsverhältnisse des Reduktionssystems und seiner Umsysteme. Basis dieser Verhältnisse bildet ein qualitativ und quantitativ breitgefächertes Spektrum an Ansprüchen, das von Rechten bzw. Anliegen und Interessen an einer (Gegen-)Leistung, Erwartungen eines Tuns oder Unterlassens von Handlungen sowie jeglichem Austausch materieller oder immaterieller Natur aufgespannt wird.⁵

Die Berücksichtigung von Ansprüchen von Akteuren oder Gruppierungen der Systemumgebung sowie des Systems selbst hat nicht erst mit der Implikation ökologischer Über-

¹ MARR spricht hier von einer *pragmatisch-selektiven* Auslese; vgl. Marr (1993); S. 76.

² Fahey/Wokutch (1983); S. 129.

³ Die Bezeichnung geht auf das Standardwerk von Freeman (1984) zurück. *Stake* kann als Einsatz/Einlage, Anteil, Risiko oder Interesse übersetzt werden. Synonym hierfür existieren auch Begriffe wie Interessengruppen [Wagner (1997); S. 63 ff.] u. Relevanzgruppen [Bleis (1995); S. 111 f.].

⁴ Freeman (1984); S. 46. Ähnlich Dyllick (1989); S. 43; Schaltegger/Sturm (1992a); S. 8 f.; Schmid (1996a); S. 91.

⁵ Vgl. Freeman (1984); S. 59; Schaltegger/Sturm (1992a); S. 9. Damit ist auch der häufig vorzufindende Bezug des Stakeholder-Ansatzes zur Institutionenökonomik begründet. Vgl. Spremann (1989); S. 742 ff.; Wagner (1997); S. 60 ff.; Matten (1998); S. 166 ff.

legungen in die BWL Einzug gehalten. Dennoch hat die *Phase der Diffusion des Umweltbewußtseins* und der Ökologiediskussion in Wirtschaft und Gesellschaft die Auseinandersetzung mit diesem Konzept erheblich forciert.¹ Bereits in den 30er Jahren fanden Interessengruppen Aufmerksamkeit, allerdings allein auf Anteilseigner eines Unternehmens (stockholder bzw. shareholder) sowie auf die Erfüllung der gestellten Gewinnerwartungen beschränkt.² Die reine Orientierung an Shareholder- oder Stockholder-Interessen wurde durch breiter angelegte Stakeholder-Interessen in den 60er Jahren ersetzt, als Unternehmen als „... *Marktplatz konfligierender [aber auch komplementärer; A. d. V.] Interessen verschiedener interner und externer Anspruchsgruppen* ..“³ verstanden wurden.⁴ PETER ULRICH pointierte diesen Sachverhalt in der Bezeichnung eines Unternehmens als *quasi-öffentliche Institution*, die den betriebswirtschaftlichen Zwang des Gewinnstrebens angesichts eines harmonischen Interessenausgleichs unterschiedlicher Anspruchsgruppen lockert.⁵ Der Zweckbezug eines Unternehmens ist demnach auch „... *nicht ausschließlich in der Produktion [bzw. Reduktion; A. d. V.] und im Vertrieb irgendwelcher Leistungen oder in Gewinnerzielung, sondern in der Befriedigung verschiedenster Ansprüche von sich engagierenden Interessengruppen [zu sehen]. Als Zweckgebilde entstehen und entwickeln sich Betriebe nicht einfach, sondern sie werden zur Erfüllung bestimmter Ansprüche [respektive zur Erreichung gesetzter Ziele; A. d. V.] geschaffen und gestaltet*.“⁶ Das Stakeholder-Konzept gegenwärtiger Prägung geht von der Berücksichtigung vielfältiger Interessen oder Ziele in den unternehmerischen Entscheidungsprozessen aus, um die ökonomische Basis eines Unternehmens langfristig sichern zu können.⁷ Nicht nur Ansprüche aus dem marktlichen Umfeld von Lieferanten, Arbeitskräften, Kapitalgebern auf den Beschaffungsmärkten und Endnachfragern, Mitbewerbern, Logistikpartnern, absatzfördernden Dienstleistern auf den Absatzmärkten werden wahrgenommen, sondern alle Ansprüche, die

¹ Die Erfassung gesellschaftlicher Umfeldbeziehungen nehmen u. a. Achleitner (1985); Dyllick (1986); S. 373 ff. u. ders. (1989); Janisch (1993) vor. PICOT kann als einer der ersten Betriebswirte angesehen werden, der aus der Gesamtheit der Umfeldbeziehungen eines Unternehmens ökologischen eine Bedeutung zuwies, sofern sie als sozialer Problemkomplex aufgefaßt wurden; vgl. Picot (1977); S. 15. Vgl. darüber hinaus zur Diffusion des Umweltbewußtseins Schmid (1989); S. 52 ff.

² Zur historischen Entwicklung des Stakeholder Konzeptes siehe Freeman (1984); S. 31 ff. sowie zu den Entwicklungslinien im angloamerikanischen u. deutschen Raum Liebl (1996); S. 99 ff. Unter dem Shareholder (Value)-Konzept wird eine Norm der Unternehmensführung verstanden, demnach sich Entscheidungsträger eines Unternehmens ausschließlich an den finanzwirtschaftlichen Zielen der Anteilseigner eines Unternehmens orientieren. Darüber hinausgehend werden nur Interessen anderer Anspruchsgruppen berücksichtigt, wenn sie aus der Sicht der Anteilseigner profitabel erscheinen; vgl. Rappaport (1986).

³ Schaltegger/Sturm (1993); S. 182.

⁴ Diese Neuausrichtung ging auf das Stanford Research Institute u. Ansoff zurück; vgl. Achleitner (1985); S. 73.

⁵ Vgl. Ulrich, P. (1977) sowie auch Dyllick (1989); S. 13.

⁶ Hill (1994); S. 125.

⁷ Vgl. u. a. Achleitner (1985); Dyllick (1984) u. (1989); Spremann (1989); Göbel (1992); S. 140 ff. u. (1995); Janisch (1993); S. 111 ff.

ein Unternehmen erreichen, spürbar beeinflussen und rückwirkend von diesem spürbar beeinflußt werden. Dieses Konzept beruht weniger auf einem theoretischen Erklärungsansatz als vielmehr auf einem strukturierenden und definierenden konzeptionellen Bezugsrahmen, der es vermag, kontextual sowohl die von innen als auch von außen an ein System gestellten Ansprüche deskriptiv zu erfassen. Da außer-marktliche Interessengruppen für die Marktentwicklung und den marktlichen Stellenwert eines Reduktionssystems eine erhebliche Rolle spielen, erweist sich das Stakeholder-Konzept als umfassender Bezugsrahmen, um die heterogenen Anspruchsgruppen identifizieren zu können. Das Konzept entfaltet seine Stärke darin, ein Instrument zu liefern, mittels dem die Voraussetzungen für die Erarbeitung strategischer Gestaltungsspielräume durch die detaillierte Ausgestaltung der identifizierten Umfeldler ein weiteres Mal verbessert werden. Ganz im Sinne der dynamischen Strukturen sehen BEA/HAAS das Früherkennungspotential als herausragende Stärke des Stakeholder-Ansatzes, das dem strategischen Denken förderlich ist, da nicht nur direkte Beziehungen zu den Stakeholdern, sondern auch divergierend verlaufende Beziehungen zwischen den Stakeholdern fokussiert werden können.¹ Entsprechend unterschiedlich werden auch die Kategorisierungen der Stakeholder vollzogen. Zum einen werden auf analytisch deduktivem Wege systematisch mögliche Stakeholder aufgeführt.² Vergleichbar mit den Relevanzkreisen lassen sich zum anderen die Anspruchsgruppen nach ähnlichen Kontextfaktoren grob nach *primären/sekundären* oder *internen/externen* Anspruchsgruppen klassifizieren.³ Diese Kategorien sind nicht deckungsgleich, da die Kategorie intern/extern⁴ zwischen System und Systemumgebung differenziert und die Kategorie primär/sekundär⁵ sich auf direkte Interaktionsbeziehungen, die sowohl intern als auch extern zu positionieren sind, und auf indirekte Interaktionsbeziehungen, die zumeist nur extern auszumachen sind, bezieht. MEFFERT/KIRCHGEORG differenzieren weitergehend zwischen externen, marktbezogenen und externen, gesellschaftsbezogenen Anspruchsgruppen.⁶ Bereinigt um die internen, unternehmensbezogenen Anspruchsgruppen, gewährt die Abbildung III-2 einen Überblick über die vielfältigen, wechselseitigen Interaktionsbeziehungen zwischen einem Unternehmen und seinen generell bedeutsamen Stakeholdern.⁷

¹ Vgl. Bea/Haas (1997); S. 94. Ähnlich Göbel (1992); S. 172 ff.

² Unterschiedliche Kategorisierungen erläutern Göbel (1992); S. 135 ff. u. Janisch (1993); S. 147 ff.

³ Vgl. u. a. Freeman (1984); S. 60 ff.; Dyllick (1984); S. 74 f.; Göbel (1995); S. 59 f.

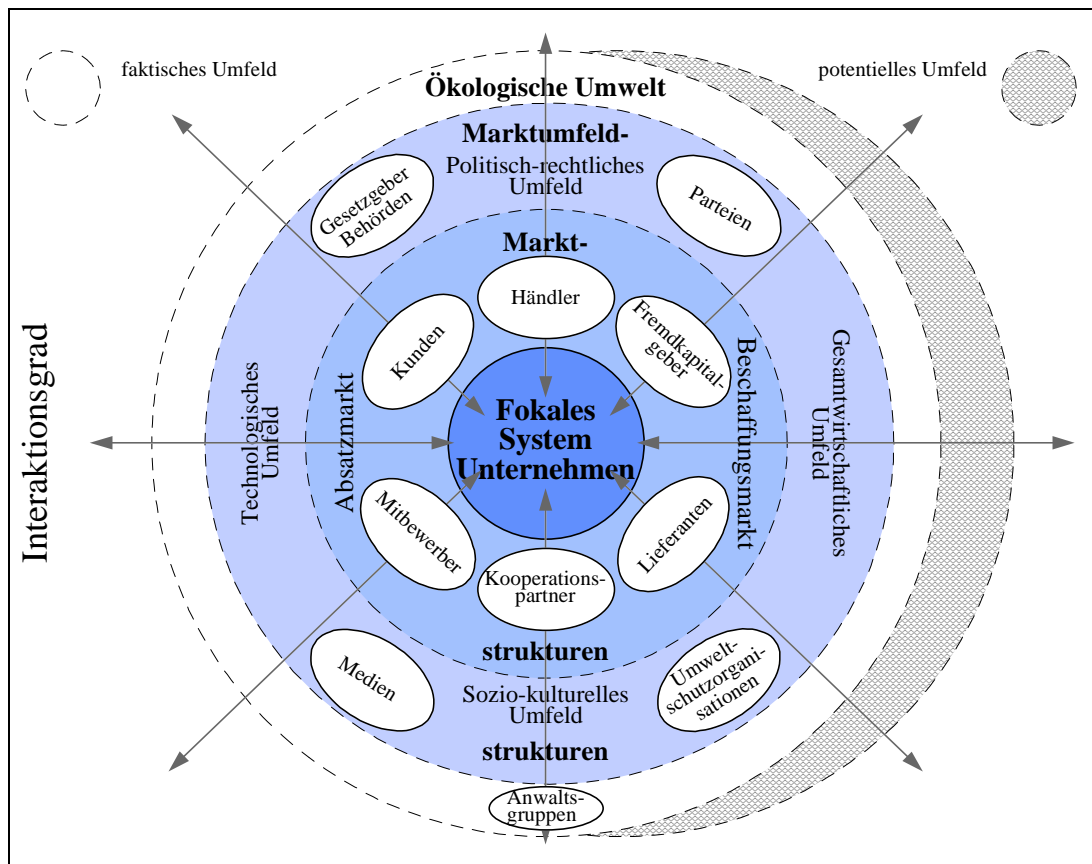
⁴ Vgl. Sauter-Sachs (1993); S. 192 f.

⁵ Vgl. Göbel (1995); S. 60.

⁶ Vgl. Meffert/Kirchgeorg (1998); S. 94 ff. Solche Bündelungen nach relevanten (funktionellen) Sachverhalten firmiert in der BWL auch unter dem Begriff *Issue-Management*; vgl. Achleitner (1985); S. 134 ff.; Liebl (1996); S. 125 ff.

⁷ Einen detaillierten Überblick gewährt auch Tab. 3 im Anhang.

Abb. III-2: Strukturierungsschema traditioneller Anspruchsgruppen in der Systemumgebung eines fokalen Systems



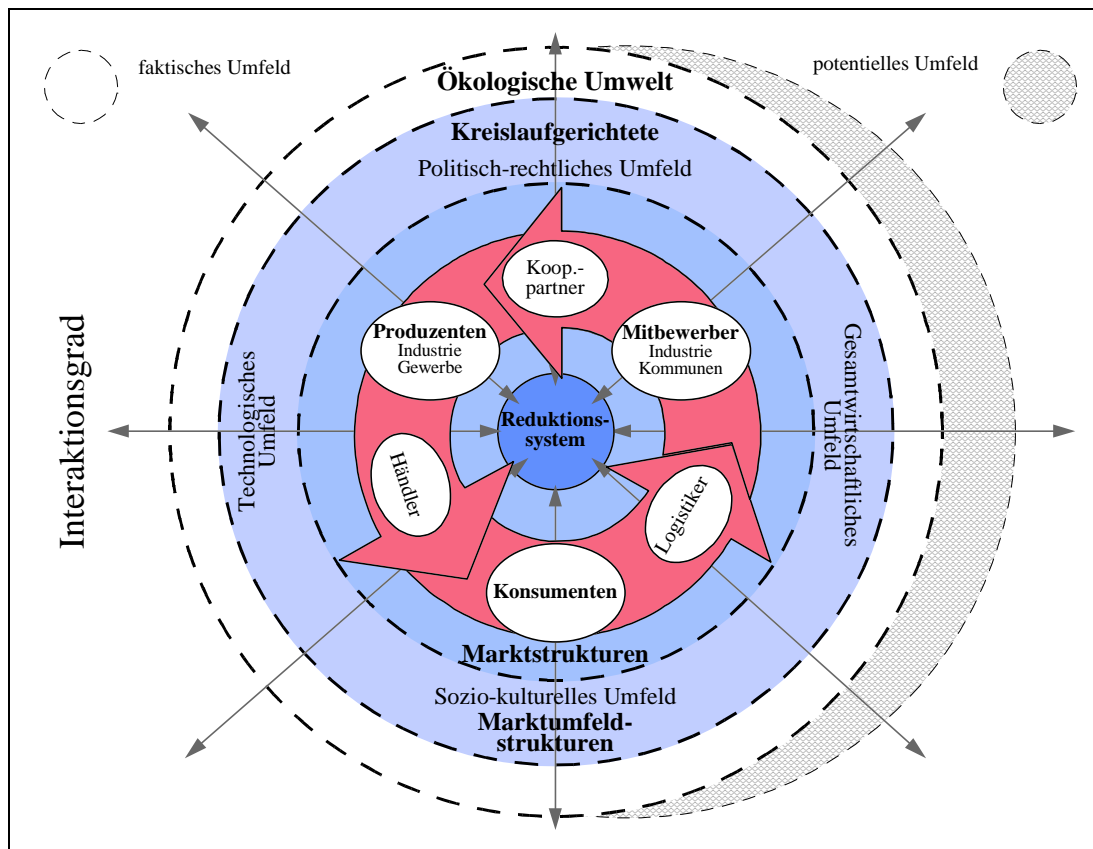
Quelle: In Anlehnung an Marr (1993); S. 77; Haas (1997); S. 6.

Im Fortfolgenden sind strategische Anspruchsgruppen von Bedeutung, die konkrete Erwartungen und Ansprüche an ein Reduktionssystem, entweder selbst oder durch Interessenvertreter, formulieren. Unter kreislaufspezifischen Gesichtspunkten zeigt sich sehr schnell, daß auch die oben aufgeführten Anspruchsgruppen nur Bündelbegriffe darstellen. So sind bspw. Gesetzgeber/Behörden aufgrund der rechtsstaatlichen Aufgabenverteilung näher nach Kommunal-, Länder-, Bundes- und EU-Ebene zu unterteilen. Mit zunehmender Ausdifferenzierung der Anspruchsgruppen steigt die Wahrscheinlichkeit, daß die einzelnen Anspruchsgruppen untereinander Schnittmengen bilden, wenn sie mehreren Gruppierungen angehören, und daß deren Zugehörigkeit zu diesen Schnittmengen sich im Zeitablauf verändern kann. Entsprechend konfliktär kann sich die Erfüllung der und die Einflußnahme auf die unterschiedlichen Ansprüche gestalten.

Das erläuterte Strukturierungsschema kann nur dann sinnvoll angewandt werden, wenn die Interaktionsbeziehungen im Lichte konkreter, strategisch relevanter Sachverhalte auch inhaltlich diskutiert werden. Für die vorliegende Arbeit werden Ansprüche erst dann relevant, wenn diese sich spürbar in politischen bzw. rechtlichen Regulierungen oder marktlichen Veränderungen niederschlagen. Zusammenfassend können drei Motive abstrahiert

werden, die den Gestaltungsanspruch einer Reduktionswirtschaft bzw. reduktiver Aktivitäten forcieren. Zum einen können die Entwicklungen der Rechtsgrundlagen als ausschlaggebender Faktor für die Entwicklung der Reduktionswirtschaft erachtet werden.¹ Zum anderen kann das Motiv ökonomischer Natur sein, wenn auf Marktbedingungen reagiert oder im Markt (pro)agiert werden soll. So gesehen sind die Strukturen einer Kreislaufwirtschaft polyzentrisch, in denen die Problemlösungskraft nicht alleine dem Staat, sondern dem Zusammenspiel kreislaufgerichteter Akteure obliegt. Entsprechend der Abbildung III-3 wird im Folgenden in einer Situationsbeschreibung näher erläutert, welche Ansprüche an ein Reduktionssystem gestellt werden und welche Gestaltungsspielräume sich für einen strategischen Gestaltungsentwurf eines Reduktionssystems hieraus ergeben. Aufgrund der situativen Beschreibung sind diese Umfeldler ständig zu beobachten und Veränderungen zu registrieren. Wenn sich auch an manchen Stellen Vorschläge an Sollvorgaben für die Um Systeme anschließen, wie sie für Innovationen, Investitionen und Initiativen unausweichlich sind, so müssen konkrete Vorgaben der Leserschaft überlassen werden.

¹ Die herausragende Bedeutung der Gesetzgebung für ökologiebezogenes Verhalten in Unternehmen generell wurde mittlerweile in empirischen Studien belegt. Vgl. u. a. Kirchgeorg (1990); S. 180 f.; Dyckhoff/Jacobs (1994); S. 720 ff.

Abb. III-3: Strukturierungsschema eines industrieökonomischen Reduktionssystems

Quelle: Eigene Darstellung.

B. KREISLAUFGERICHTETE MARKTUMFELDSTRUKTUREN

Das traditionelle Instrument der Marktanalyse fokussiert die vom Markt bzw. von dessen Akteuren geäußerten Ansprüche an ein bestimmtes Unternehmen. Dieser Blick auf die Marktakteure wäre verkürzt, wenn die Zielsetzung zugrunde läge, die strukturellen Bedingungen einer Reduktionswirtschaft zur Schließung der strategischen Lücke von Stoff- und Informationskreislufen abzubilden. Ein Marktsystem reflektiert gesellschaftliche Präferenzstrukturen, die wiederum von anderen Faktoren gespeist werden. Zu solchen Faktoren zählen im Falle der Reduktionswirtschaft die bereits erwähnten Ökologie-Push-Faktoren, die einen Internalisierungsdruck der realen Knappheitsgrade des Ökosystems als materielle sowie immaterielle Lebensgrundlage menschlicher Existenz bewirken möchten. Die bei der industrieökonomischen Produktion, Konsumtion und Reduktion anfallenden Rückstände können bei Eintragung in das Ökosystem zu erheblichen Belastungen mit Folgewirkungen auf die Entwicklung der sozialen Kosten führen. Als ursächlich für eine solche Fehlentwicklung wird das Scheitern des Marktsystems aufgrund fehlender bzw. mangelnder eindeutiger Besitzrechte und der sich daraus ergebenden Marktpreise für Interaktionen mit

dem Ökosystem angesehen.¹ Vor diesem Hintergrund wird mit dem umweltpolitischen und -rechtlichen Maßnahmenkatalog ein Rahmen geschaffen, der lenkend auf das rationale Entscheidungskalkül der Wirtschaftssubjekte einwirken soll, um einen Weg in die Kreislaufwirtschaft voranzutreiben. „... *Ökologie [tritt] nicht direkt dem Unternehmen gegenüber*“², sondern die jeweiligen ökologischen Probleme werden durch Lenkungssysteme an die Unternehmen herangetragen. Rückwirkend ist damit die Reduktionswirtschaft von einer *öffentlichen Exponiertheit* geprägt, ohne die die Entwicklung der Entsorgungswirtschaft hin zu einer Reduktionswirtschaft undenkbar wäre.³ Erst das im politischen Druck zum Ausdruck kommende gesellschaftliche Anliegen Abfälle zu vermeiden, zu verwenden/verwerten oder geordnet zu beseitigen, hat eine Marktentstehung in diesem Ausmaß angestoßen. Insofern wäre es fehlgeleitet, den Markt mit seinen Mechanismen als unumstößliches Erfolgsrezept zu isolieren. Vielmehr gewährt erst die Kombination marktlicher und gesellschaftlicher Mechanismen i. w. S. einen Blick auf mögliche strategische Lücken. Vor diesem Hintergrund ist es unumgänglich, zunächst relevante Marktumfeldstrukturen näher zu durchleuchten.

1. Prinzipien staatlichen Interventionismus

Stellt sich die Frage nach dem strukturellen Verhältnis zwischen Staat und Wirtschaft, um einen Entwurf reduktionswirtschaftlicher Prämissen geben zu können, ist es erforderlich, die umweltpolitischen und -rechtlichen Zielvorstellungen offenzulegen. Der Grundstein für eine explizite, eigenständige Umweltpolitik in der BRD wurde 1971 durch das Umweltprogramm der Bundesregierung gelegt. Die hierin erstmals manifestierten Zielvorstellungen der deutschen Umweltpolitik haben bis heute - sinngemäß - ihre Gültigkeit bewahrt und wurden darüber hinaus um eine Verankerung des Nachhaltigkeitsgedankens ergänzt. Demnach ist der „... *Zustand der Umwelt so zu erhalten und [zu] verbessern, daß*

- *bestehende Umweltschäden vermindert und beseitigt werden,*
- *Schäden für Mensch und Umwelt abgewehrt werden,*
- *Risiken für Menschen, Tiere und Pflanzen, Natur und Landschaft, Umweltmedien und Sachgüter minimiert werden,*

¹ Allgemein zur Theorie Externer Effekte u. a. Bartel (1994); S. 8 ff.; Endres (1994); S. 1 ff.; Feess (1998); S. 37 ff. sowie zur Ressourcenökonomik u. a. Ströbele (1987); S. 11 f.; Endres/Querner (1993); Bartel (1994); S. 6 ff.; Hackl (1994); Feess (1998); S. 323 ff.

² Steger (1997); S. 21.

³ Nach DYLLICK zeichnet sich *öffentliche Exponiertheit* durch Einflußmöglichkeiten öffentlichen Interesses auf den Handlungs- u. Gestaltungsspielraum eines Unternehmens aus. Vgl. Dyllick (1989); S. 15 ff.

- *Freiräume für die Entwicklung der künftigen Generationen sowie Freiräume für die Entwicklung der Vielfalt von wildlebenden Arten sowie Landschaftsräumen erhalten bleiben und erweitert werden*¹.

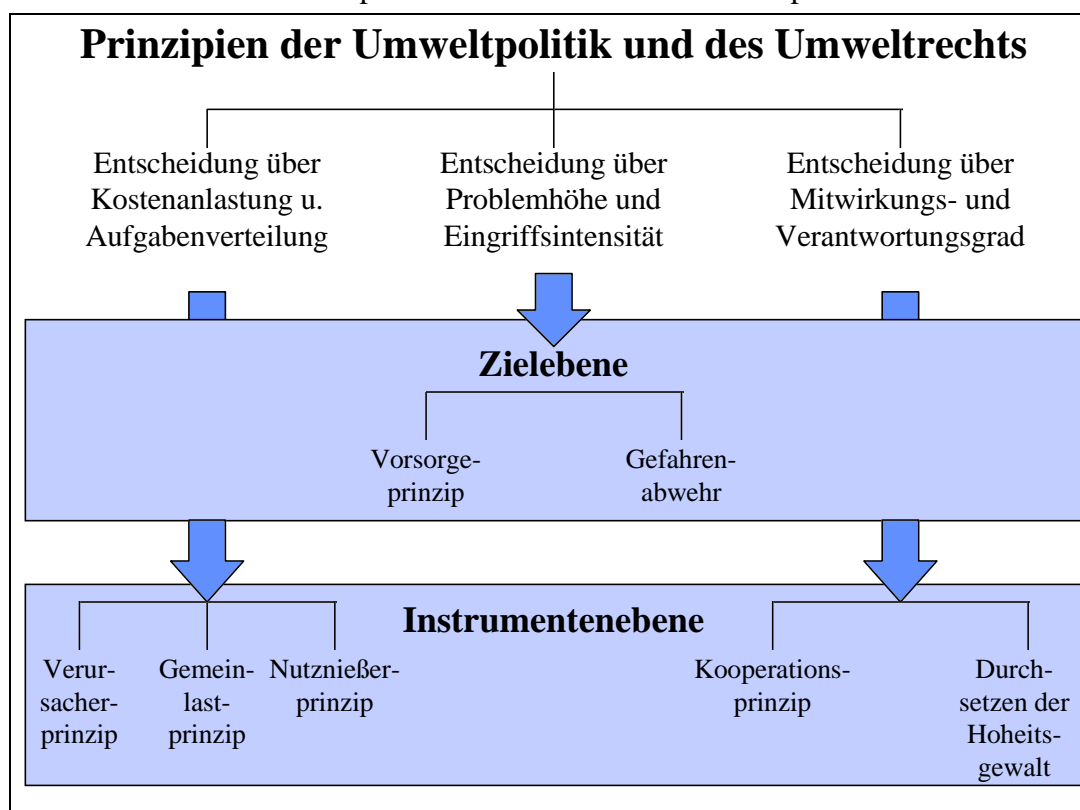
Die Bundesregierung untermauerte ihre Zielvorstellungen durch eine verfassungsrechtliche Verankerung des Staatsziels Umweltschutz im Grundgesetz. Nach Art. 20 a GG schützt „der Staat [...] auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung“². Diese allgemein formulierten Ziele auf umweltpolitischer und -rechtlicher Seite geben Denk- und Gestaltungsvorhaben, aber noch keine konkreten Gestaltungsanweisungen vor. Doch erst ein solcher richtungsweisender Impetus staatlicher Aktivitäten findet auf Unternehmensebene seinen Niederschlag. Entsprechend erfordert eine Transformation allgemein formulierter Zielvorstellungen in konkrete, instrumentelle Gestaltungsvorschriften vorab deren Operationalisierung. Einen solchen Übergang konstituieren die grundlegenden umweltpolitischen und -rechtlichen Grundsätze in Form des Verursacher-, Vorsorge- und Kooperationsprinzipes.³ Diese Prinzipien sind nicht per Gesetz definiert, finden sich aber sinngemäß in den Gesetzen wieder. Wie aus Abbildung III-4 zu ersehen, unterstützen Verursacher- und Kooperationsprinzip die Auswahl und den Einsatz adäquater Instrumentarien, während dem Vorsorgeprinzip eine Zielfunktion zukommt. Diese leitende Funktion als erklärter Maßstab umweltpolitischen und -rechtlichen Gestaltens verfestigt sich derzeit durch begleitende Prinzipien wie das Nachhaltigkeits- und das Cradle-to-Grave-Prinzip.⁴ Die Funktion darüber hinausgehender Komplementärprinzipien erschließt sich aus den tragenden Prinzipien.

¹ Deutscher Bundestag (1990); S. 1 u. vgl. ders. (1971); S. 6 ff. sowie die Fortschiebung des Umweltprogrammes durch den Umweltbericht '76; vgl. ders. (1976); S. 8 ff.

² Die Integration dieser Staatszielbestimmung im GG, die am 15.11.1994 in Kraft trat, wird kontrovers diskutiert. Ein kurzer Überblick über unterschiedliche Standpunkte zu dieser Grundgesetzänderung findet sich bei Schink (1996a); S. 357 ff. u. die dort angegebene Literatur. Die vorausgehende Frage, ob Umweltschutz einen Staatszweck legitimiert, bzw. die hieran anschließende Frage der Notwendigkeit eines verfassungsrechtlich verankerten Umweltgrundrechts als Alternative zur Staatszielbestimmung, erfreut sich sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene vielfältiger Debatten. Vgl. u. a. Murswiek (1994); S. 172 ff.; Ruffert (1996); S. 15 ff.; Steinberg (1996); S. 1985 ff.

³ Vgl. Wicke (1993); S. 150; Zimmermann, Ho. (1994a); S. 272; (1994b); S. 1 ff. u. Bartmann (1996); S. 113.

⁴ Vgl. Kloepfer (1998); S. 175 f.

Abb. III-4: Ebenen umweltpolitischer und -rechtlicher Prinzipien

Quelle: Leicht modifiziert nach Zimmermann, Ho. (1994a); S. 273 u. (1994b); S. 9; Zimmermann/Henke (1994); S. 445.

Das *Verursacherprinzip* blickt nicht nur in der theoretischen, sondern auch in der praktischen Umweltpolitik auf eine lange Tradition zurück. So wurde es erstmals 1971 im Umweltprogramm der Bundesregierung explizit festgeschrieben und hat bis dato seine Gültigkeit als Kostenanlastungsprinzip und ökonomisches Effizienzkriterium behaupten können.¹ Allgemein sollen demjenigen die Kosten für die Bewältigung oder die Vermeidung von Umweltbelastungen angelastet werden, dem hierfür auch die Verantwortung zugeschrieben werden kann. Der Gestaltungsbereich erstreckt sich allerdings nicht allein auf eine direkte finanzielle Kostenerstattungspflicht des Verursachers mit mittelbarer Anreizwirkung, sondern ebenfalls auf eine sachliche Leistungspflicht in Form von Unterlassungs- und Beseitigungspflichten, die letztlich auch einer Kostenübertragung gleicht.² Diese eindeutigen Maßstäbe für eine instrumentelle Gestaltung finden sich in einer Vielzahl umweltrechtlicher Gesetze wieder. Neben der noch näher zu erläuternden Produktverantwortung ist das Verursacherprinzip im KrW-/AbfG durch die Anforderungen an die originär Reduktionspflichtigen vertreten. Insgesamt decken die auf dem Verursacherprinzip beruhenden In-

¹ Durch die Arbeiten PIGOUS zur Internalisierung Externer Effekte ist das Verursacherprinzip in der VWL seit den 20er Jahren bekannt; vgl. Pigou (1979); S. 23 ff. Zur politischen Relevanz siehe Deutscher Bundestag (1971); S. 6; (1976); S. 8 u. BMU (1986); S. 21 ff.; zur rechtlichen Relevanz siehe Frenz (1997) u. Kloepfer (1998); S. 177 ff.

² Vgl. Deutscher Bundestag (1998); S. 12.

strumente ein Spektrum vom direkten, politisch-administrativ geprägten Anpassungszwang in Form von Umweltauflagen bis zum Einsatz flexibler Instrumente wie Umweltabgaben, Umweltlizenzen und mittlerweile Umwelthaftungsfragen ab.

Voraussetzung für die Praktikabilität ist jedoch, daß die Verursacher bzw. die Quelle der Umweltbelastung identifiziert, die externen Kosten quantifiziert und auch jedem einzelnen Verursacher entlang der konsekutiven Verursacherkette zugerechnet werden können. Da aufgrund der komplexen und u. U. unbekanntem Verflechtungen zwischen unterschiedlichen Verursachungsquellen und unterschiedlichen Umwelteinwirkungen diese Voraussetzungen nicht in allen Fällen erfüllt werden können - hier sei nur an das Phänomen Waldsterben erinnert -, tritt flankierend das *Gemeinlastprinzip* ein. Mithin übernimmt der Staat als Vertreter der Allgemeinheit die Pflichten des eigentlichen Verursachers, wenn dieser nicht festzustellen ist oder wenn aufgrund dringenden Handlungsbedarfs dieser kurzfristig nicht herangezogen werden kann. Kann bspw. der Letzthalter eines wild entsorgten Altfahrzeuges nicht ermittelt werden oder eröffnet sich erst in einer Langfrist das Schadenpotential eines Stoffstroms, wird die Allgemeinheit mit den Kosten einer ordnungsgemäßen Verwertung und Beseitigung belastet (§ 15.IV KrW-/AbfG). Entgegen dem Ziel der externen Kosteninternalisierung werden mit diesem Prinzip Marktkräfte außer Kraft gesetzt, da der Staat selbst Maßnahmen ergreift und damit gegebenenfalls umweltbelastendes Verhalten subventioniert. Der Verursacher wird dadurch vollständig von den Aufgaben entbunden und trägt lediglich einen Kostenanteil als Teil der Gemeinschaft.¹ Eine vergleichbare Entlastung erfährt der Verursacher durch ein weiteres Komplementärprinzip, dem *Nutznießerprinzip*, das auch als inverses Verursacherprinzip interpretiert werden kann. Demzufolge zahlen die Nutznießer einer umweltpolitischen Aktivität bzw. die zuvor Geschädigten an denjenigen einen Betrag, der zwar Verursacher ist, aber durch sein umweltbezogenes Handeln Einbußen in Form von Einkommenseinbußen, Nutzungseinschränkungen etc. erfährt. Die Aufgaben werden also vollständig, die mit der Aufgabenerfüllung verbundenen Kosten aber nur partiell an den Verursacher übergeben.² Die Anwendung erscheint nur auf internationaler Ebene zweckmäßig.³

¹ Vgl. Deutscher Bundestag (1976); S. 9; (1998); S. 12.

² Eine theoretische Begründung für eine am Nutznießerprinzip orientierte Umweltpolitik liefert das Coase-Theorem zur Internalisierung Externer Effekte. Vgl. Coase (1960); Endres (1977); (1994); S. 33 ff.; Feess (1998); S. 131 ff.

³ Ausführlich zum Verursacher-, Gemeinlast- u. Nutznießerprinzip u. deren instrumentellen Ausgestaltungsmöglichkeiten Cansier (1996); S. 128 ff. Die Bedeutung des Nutznießerprinzips für eine internationale Umweltpolitik beschreibt Wicke (1995); S. 99 ff.

Die Ausführungen umweltpolitischer Zielvorgaben können nicht allein extrinsisch durch die staatliche Hoheitsgewalt motiviert werden, sondern für einen gesellschaftlichen Konsens ist ebenso ein intrinsisches Engagement verschiedener Institutionen vonnöten. Eine solche an der Mitwirkung und Mitverantwortung ausgerichtete Umweltpolitik lag schon dem Umweltprogramm von 1971 zugrunde, wurde allerdings erst 1976, in dessen Fortschreibung, als *Kooperationsprinzip* festgeschrieben.¹ Demzufolge ist zur Förderung des Umweltbewußtseins und umweltbewußten Handelns eine frühzeitige Beteiligung der Gesellschaft im allgemeinen und der Wirtschaft im speziellen am umweltpolitischen und -rechtlichen Willensbildungs-, Entscheidungs- und Realisierungsprozeß vorgesehen. Hinsichtlich des Verhältnisses zur Wirtschaft bezweckt der Staat mit einer solchen Interessengemeinschaft Einvernehmen bei der Zielfindung sowie Unterstützung bei deren praktikablen Umsetzung.² Unternehmen können somit nicht nur am umweltpolitischen Zielfindungsprozeß mitwirken, sondern ebenfalls die eigenverantwortliche Gestaltung des hieran anschließenden Zielerreichungsprozesses übernehmen. Der Geltungsbereich des Kooperationsprinzips erfährt allerdings dort eine Grenzziehung, wo der Staat seine umweltpolitischen Zielvorstellungen verfehlt und damit seinen originären Verantwortungsbereich nicht hinreichend vertreten sieht.³ Dieser weitgefaßte Anwendungsbereich des Kooperationsprinzips läßt Implikationen des Kooperationsgedankens in der Mehrzahl umweltpolitischer Instrumentarien vermuten.⁴ Dennoch haben neben dem Anhörungsrecht bei Gesetzgebungs- und Genehmigungsverfahren freiwillige, rechtlich unverbindliche Absprachen praktische Relevanz erfahren.⁵ Im Umweltrecht ist dieses Prinzip u. a. in der ersetzenden bzw. ergänzenden Duldung von Selbstverpflichtungen neben gesetzlichen Vorgaben vertreten. Wie noch zu zeigen sein wird, zeigt sich hierbei eine Verknüpfung des Kooperations- mit dem Verursacherprinzip, da sich Selbstverpflichtungen als kooperatives Ergebnis an eine Gruppe von Verursachern wenden. Mit einer solchen Lösung ist allerdings nicht gewährleistet, daß letztlich der Verursacher mit den externen Kosten belastet wird. Ebenso kann das im KrW-/AbfG zum Einsatz kommende Instrument der Privatisierung als ein Signal für Kooperationen verstanden werden.

¹ Vgl. Deutscher Bundestag (1971); S. 8 ff.; (1976); S. 9.

² Vgl. Deutscher Bundestag (1976); S. 9; BMU (1986); S. 19 ff. u. Deutscher Bundestag (1998); S. 12.

³ Vgl. BMU (1986); S. 19.

⁴ Mögliche instrumentelle Konsequenzen differieren je nachdem, ob ökonomische oder rechtliche Aspekte in den Vordergrund gerückt werden. Mit rechtlichen Implikationen befassen sich Rengeling (1988); Grüter (1990). Ökonomische Aspekte fokussiert Hansjürgens (1994a); S. 68 ff.; (1994b); S. 278 ff.

⁵ Vgl. SRU (1996); Tz. 162 ff.; SRU (1998); Tz. 23^a ff. Siehe hierzu auch Deutscher Bundestag (1998); S. 12.

Mittels des *Vorsorgeprinzips* akzentuierte sich ebenfalls 1976 eine neue, langfristige Zielrichtung der Umweltpolitik, da gegenüber der reaktiven Beseitigung der antizipativen Vermeidung von Umweltschäden höhere Priorität eingeräumt wurde.¹ Hiermit wurde die Basis für eine bis heute fortwährende dominante Stellung des Vorsorgeprinzips unter den umweltpolitischen Prinzipien plazierte. Besteht hinsichtlich dieser Vorrangstellung noch weitgehend Einigkeit in der umweltpolitischen und -rechtlichen Diskussion, differieren inhaltliche Interpretations- und instrumentelle Konkretisierungsversuche dagegen erheblich.² Die Bundesregierung legt ihrer Konzeption eine weite Interpretation der Vorsorge zugrunde. Demnach sollten vorsorgende Handlungen möglichst so ausgerichtet werden, daß zukünftige Umweltgefahren und -risiken frühzeitig minimiert und bestenfalls vermieden werden.³ Vorsorge gemäß diesem Verständnis umfaßt die Zielkategorien Gefahrenabwehr und Vorsorge (i. e. S.), aufgeschlüsselt nach Risiko- und Zukunftsvorsorge.⁴ Als Unterscheidungskriterium dient der Grad ökologischer Unsicherheit, bedingt durch den jeweiligen Informations- und Wissensstand bzgl. Art und Umfang möglicher Schäden sowie deren Eintrittswahrscheinlichkeiten.⁵ Vor diesem Hintergrund diktiert die Gefahrenabwehr ein umgehendes Eingreifen, wenn ein relativ sicheres Eintreten sowie ein beträchtliches Ausmaß eines Schadens konstatiert werden kann. Entsprechend spiegelt sich die Gefahrenabwehr durch Auflagen zum Recycling und zur Beseitigung im KrW-/AbfG wider. Die Vorsorge erfordert hingegen zum Schutz zukünftiger Generationen bereits dann Interventionen, wenn hinsichtlich zukünftiger Schäden über Art, Umfang und Eintrittswahrscheinlichkeit nur (begründete) Vermutungen angestellt werden können.⁶ Wenngleich auch der Begriff der Vorsorge im KrW-/AbfG nicht *expressis verbis* erscheint, ist demnach die Prioritätenfolge, die der Vermeidung Vorrang einräumt, in diesem Sinne zu werten. Damit richtet die Vorsorge nicht nur gegenüber der Gefahrenabwehr, sondern gegenüber der Gesamtheit der Prinzipien wesentlich höhere Anforderungen an umweltpolitische Entscheidungsträger, unter unsicheren Informationen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge Entschei-

¹ Vgl. Deutscher Bundestag (1976); S. 8.

² Ein Spektrum an Abgrenzungs- u. Definitionsversuchen geben u. a. Reh binder (1988); S. 129 ff.; (1991); S. 7 ff.; Zimmermann, K. (1990); S. 22 ff.; Hansjürgens/Schuldt (1994); S. 32 ff. sowie Schuldt (1997); S. 1 ff.

³ Vgl. BMU (1986); S. 12 f.; Deutscher Bundestag (1998); S. 11.

⁴ Vgl. Reh binder (1991); S. 7 ff.; Hansjürgens/Schuldt (1994a); S. 31 ff.; (1994b); S. 275 ff.; Schuldt (1997) u. Kloe pfer (1998); S. 166 ff. Juristisch wird der Bestimmung der Eingriffsintensität durch das Kontinuum Gefahr - Risiko - Restriktion zu begegnen versucht. Vgl. Reich (1989).

⁵ Entlehnt aus der ökonomischen Entscheidungstheorie umschließt die ökologische Unsicherheit ein Kontinuum vom ökologischen Risiko bis zur ökologischen Ungewißheit. Das ökologische Risiko zeichnet sich dadurch aus, daß objektive Aussagen bzgl. Schadstoffwirkung u. Eintrittswahrscheinlichkeit getroffen werden können. Demgegenüber läßt die ökologische Ungewißheit nur subjektive Aussagen über Höhe u. Eintritt zukünftiger Umweltwirkungen zu. Ausführlich hierzu Siebert (1986); Wätzold (1998) sowie Wätzold/Simonis (1997).

⁶ Vgl. BMU (1986); S. 12 f.

dungen über die Eingriffsnotwendigkeit und -intensität zu treffen, um für heutige und zukünftige Generationen eine nachhaltig ausgewogene Umweltpolitik zu verfolgen. Insofern darf es nicht verwundern, daß die instrumentelle Ausgestaltung des zielführenden Vorsorgeprinzips sich zumeist in Instrumenten nach dem Verursacher- oder Kooperationsprinzip ausdrückt. Vor diesem Hintergrund werden Instrumente mit direkter Wirkung auf Unternehmen gefordert, die stärker einem Präventions- bzw. Innovationsanreiz Rechnung tragen.¹

Aus den vorhergehenden Ausführungen konnte indirekt entnommen werden, daß sich die einzelnen Prinzipien nicht isoliert gegenüberstehen, geschweige denn widersprechen, sondern eher die Erreichung der umweltpolitischen und -rechtlichen Zielsetzungen zu komplettieren suchen. Ein solches Zusammenspiel prägt auch das KrW-/AbfG, das ein Kontinuum von der Schadensbeseitigung, über die Schadensbegrenzung bis zur Schadensverhinderung umspannt. Entsprechend überlappen sich Ziel- und Instrumentenebene in dieser Regelungsmaterie. Inwieweit und mit welcher Wirkung diese Prinzipien Einfluß auf die Reduzenten ausüben, wird fortfolgend näher im Rahmen des KrW-/AbfG untersucht.

2. Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)

Das KrW-/AbfG als ein Kerngebiet des bundesdeutschen Umweltrechts hat sich nicht koevolutiv mit anderen umweltrechtlichen Kerngebieten entwickelt, sondern hat sowohl zu einem anderen Zeitpunkt als auch unter anderen Fragestellungen seinen Platz im Umweltrecht behauptet. So gesehen bestimmt sich das Umweltrecht nicht nach einem einheitlichen Umweltgesetzbuch, sondern fügt sich aus unterschiedlichen, in wichtigen Details voneinander abweichenden Kerngebieten zusammen.² Um unter diesen Voraussetzungen einen Einblick in umweltrechtliche Tatbestände zu gewähren, wird in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur das Umweltrecht nach rechtlichen Lenkungsinstrumenten eingeteilt intensiv behandelt (Abbildung III-5). Diese Instrumente setzen sich weitestgehend mit dem *Wie* der Einflußnahme auf menschliche Verhaltensweisen auseinander. Da insbesondere

¹ BARTMANN akzentuiert die Abkehr von der bisherigen Handhabung des Vorsorgeprinzips durch Konzepte präventiver Umweltpolitik, die eine grundlegende ökologische Restrukturierung von Wirtschaft u. Gesellschaft fordern. Vgl. Bartmann (1996); S. 116 u. S. 222 ff. Ebenso propagiert WICKE eine Revision der gegenwärtigen Umweltpolitik. Vgl. Wicke (1997); S. 393 ff. CANSIER ermahnt, daß ein solcher, stark ökozentrisch geprägter Ansatz keine exakten Gestaltungsmaßstäbe für die Handlungsebene vorgibt. Vgl. Cansier (1996); S. 56.

² Infolgedessen wurde 1990 ein Entwurf zum *Allgemeinen Teil eines UGB* (1990) sowie 1994 zu einem *Besonderen Teil des UGB* (1994) vorgelegt. Bearbeiter des Allgemeinen Teils sind die Professoren Kloepfer/Rehbinder/Schmidt-Aßmann (1991), die des Besonderen Teils Jarass/Papier/Peine/Salzwedel (1994). Auf Initiative des BMU hat 1997 daraufhin eine *Unabhängige Sachverständigenkommission* einen weiteren Entwurf (UGB-KomE) erarbeitet; vgl. BMU (Hrsg., 1998). Mittlerweile liegen ein Arbeitsentwurf eines UGB-I sowie ein Einführungsgesetz des BMU vor. Vgl. Kloepfer (1998); S. 31 ff.; Sanden (1999); S. 51 ff.; Schulte (1999); S. 8 f.

die Lenkungsinstrumente mit ökonomischer Anreizwirkung nicht ausnahmslos rechtlich verankert sind, wird aufgrund der Fragestellung nach faktischen Einflußfaktoren auf eine Diskussion über deren Für und Wider verzichtet.¹

Abb. III-5: Systematik umweltrechtlicher Lenkungsinstrumente



Quelle: Eigene Darstellung.

Fortfolgend werden am Beispiel des KrW-/AbfG Möglichkeiten der Verhaltensbeeinflussung unter reduktionswirtschaftlichen Gesichtspunkten in den Vordergrund gerückt.² Wenngleich sich diese Tatbestände fast ausschließlich im Verwaltungsrecht ansiedeln, ist vorab auf den verfassungsrechtlich verankerten Staatsaufbau einzugehen, da das KrW-/AbfG auf den föderalen Ebenen der EU, des Bundes, der Bundesländer sowie der Kommunen (Kreise, Städte, Gemeinden) basiert. Generell bezieht das europäische Recht eine Vorrangstellung gegenüber dem Bundesrecht, das wiederum nach Art. 31 GG Landesrecht bricht, an dem indes das Satzungsrecht der Kommunen zu messen ist.³

¹ Ökonomische Instrumente im Abfallbereich werden u. a. von Brenck (1996); S. 54 ff. [Abgaben]; Rentz/Weiland (1993) [Zertifikate] bzw. Werbeck (1993) [Kompensationslösungen] untersucht.

² Unterschiedliche Einteilungskriterien werden von Schulte (1999); S. 24 f. wiedergegeben.

³ Vgl. Köller (1996); S. 76. Landes- u. kommunales Satzungsrecht fallen bei den Stadtstaaten zusammen. Satzungen sind Rechtssätze, die von öffentlich-rechtlichen Körperschaften zur Regelung der eigenen Angelegenheiten erlassen werden. Hauptinstrument ist die Andienungs- u. Überlassungspflicht sowie die Gebührenordnung. Vgl. Kloepfer (1998); S. 1201 u. S. 1253 f.

Rechtliche Gestaltungsspielräume der Kreislaufwirtschaft bzw. aller beteiligten Akteure werden in zunehmendem Maße von der EU determiniert.¹ Die Bedeutung der EU als supranationales Rechtsgebiet besteht darin, daß unmittelbar Pflichten und Rechte der Bürger dieses Rechtsgebietes begründet werden. Diese Zuständigkeit wurde der EU 1986 im Zuge der Einheitlichen Europäischen Akte (Art. 130 r-130 t EGV/nach dem Amsterdamer Vertrag Art. 174-176 EGV) zugewiesen. Nach diesen Vorschriften ist die EU beauftragt, im Wege der Subsidiarität für die Mitgliedsstaaten verbindliche Rechtsnormen zu erlassen, sofern auf nationaler Ebene die Einhaltung der gesetzten umweltpolitischen Ziele nicht gewährleistet erscheint. Insbesondere die so formulierten Verordnungen und Richtlinien sind für das nationale Recht verbindlich, wobei Verordnungen allgemein und unmittelbar auszuführen, Richtlinien innerhalb eines gewissen Ermessens- und Zeitspielraumes hinsichtlich Form und Mittel in das nationale Recht umzusetzen sind (Art. 189/Art. 249 EGV). Da sich die EU fast ausschließlich der Rechtsform der Richtlinie bedient, tritt deren Recht „... zumeist im Kleide des nationalen Rechts der Mitgliedsstaaten auf“². Im Rahmen des KrW-/AbfG zeigt sich diese Kausalität zwischen supranationaler und nationaler Rechtswirkung u. a. bei der umgehenden Ausführung der EG-AbfVerbrV durch das nationale AbfVerbrG sowie bei der Umsetzung der Abfall-Rahmenrichtlinie durch die neue Abfallbegriffsbestimmung des KrW-/AbfG. Derzeit sind der Entwurf einer Elektronikschrott-Richtlinie, die nationale Umsetzung der Altauto-Richtlinie sowie eine Novellierung der Verpackungs-Richtlinie im Gespräch.³ Als weitere Instrumente dienen Entscheidungen, Empfehlungen und Stellungnahmen.⁴

Auf nationaler Ebene ist die Ausübung der staatlichen Befugnisse sowie die Erfüllung der staatlichen Aufgaben auf Bund, Länder und Kommunen verteilt. Konzentriert sich im Rahmen kreislaufgerichteter Tatbestände der Schwerpunkt der Verwaltungskompetenz auf die Länder, einschließlich der Kommunen, obliegt dem Bund hingegen eine konkurrierende Gesetzgebungskompetenz, die ihm eine Option auf Vollregelung zuweist.⁵ Demzufolge besitzen die Länder und Kommunen nur dann Gesetzgebungsbefugnisse, wenn der Bund

¹ Zum europäischen Recht siehe Epiney (1997).

² Schulte (1999); S. 28. Das EU-Abfallrecht setzt sich aus ungefähr 160 RL zusammen; vgl. Köller (1996); S. 77. Gegenwärtig bearbeitete VO- und RL-Vorschläge der EU werden von Thomé-Kozmiensky (2000a); S. 36 genannt.

³ Vgl. Bündler/Friedrich (2000); S. 31. Nachdem die Elektronikschrott-RL im Mai 2001 vom EU-Parlament nach Forderung zahlreicher Nachbesserungen wieder an die Kommission zurückverwiesen wurde, ist der Zeitpunkt einer Verabschiedung fraglich.

⁴ Vgl. Heinze/Schumacher (1996); S. 32 ff. Eine Übersicht der bis Ende 1997 erlassenen EU-Normen geben Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 42 ff.

⁵ Art. 70 ff. GG unterscheiden als weitere Kompetenzverteilungen eine ausschließliche Gesetzgebungs- u. eine Rahmengesetzgebungskompetenz. Vgl. Kloepfer (1998); S. 148 ff.

von seinem Kompetenzrecht keinen Gebrauch macht bzw. dieses nicht vollständig ausfüllt.¹ Darüber hinaus können die Länder aber auch direkt zum Erlaß von Ausführungsgesetzen ermächtigt werden. So sind u. a. die Länder aufgefordert, öffentlich-rechtliche Reduktionsträger (§ 13.I KrW-/AbfG) und Behördenzuständigkeiten (§ 63 KrW-/AbfG) zur Ordnung der Abfallbeseitigung zu bestellen. Den Kommunen werden Regelungen zur Organisation und Finanzierung zugesprochen. Obschon der Gesetzgebungsrahmen der Länder und Kommunen damit eng gesetzt erscheint, konnten die Regelungslücken der Bundesgesetzgebung dennoch detailliert ausgeschöpft werden. Somit existieren, mit entsprechender Wirkung auf betroffene Unternehmen, erhebliche Unterschiede in der Rechtsprechung der einzelnen Länder und Kommunen.² Vor diesem Hintergrund erscheint es hier unumgänglich, den Überblick über reduktionswirtschaftlich relevante Strukturen staatlicher Vorschriften auf die Bundesebene zu begrenzen.

Auf Bundesebene werden wesentliche Fragen nicht in den Gesetzen selbst, sondern durch Konkretisierungsmöglichkeiten in Verordnungen und Verwaltungsvorschriften beantwortet. Die vom Bund zur Konkretisierung bestimmter Ziele erlassenen Verordnungen bedürfen einer vorhergehenden gesetzlichen Ermächtigung, um als allgemeinverbindliche Rechtsnormen zu wirken. Ermächtigungsvoraussetzungen, ohne die das KrW-/AbfG in weiten Teilen nicht vollzugsfähig wäre, sind umfassend angelegt worden. Dennoch stehen den mehr als 20 Verordnungsermächtigungen nur eine geringe Anzahl an Verordnungserlassen gegenüber.³ Verwaltungsvorschriften besitzen keinen zwingenden, sondern einen dienstrechtlichen Charakter für die Vollzugs- bzw. Genehmigungsbehörden. Infolgedessen werden Verwaltungsvorschriften auch als exekutives Binnenrecht ohne Außenwirkung bezeichnet. Allerdings können sie durch ausdrücklichen Verwaltungsakt der zuständigen Behörden auch Geltung für Dritte erlangen.⁴ In ähnlicher Weise besitzen auch Richtlinien des Verwaltungsrechts weitestgehend Innenwirkung, die aber auf eine Außenwirkung ausgedehnt werden kann. So beschreibt die im KrW-/AbfG verankerte Entsorgungsgemeinschaftenrichtlinie (ERL) für die zuständigen Behörden sowie die betroffenen Reduzenten Anfor-

¹ Die Länder können aber auch bei unvollständiger Gesetzesauslastung des Bundes von der Gesetzgebung ausgeschlossen werden, wenn ein Bereich bewußt ungeregt bleiben soll. Vgl. Sanden (1999); S. 41 f.

² Vgl. Kloepfer (1998); S. 1196 f.; Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 263 ff. Einen Überblick über die Landesabfallgesetze gibt Rutkowsky (1998); S. 11. Die Bedeutung kommunaler Satzungen für Unternehmen unterschiedlicher Branchen sind einer empirischen Untersuchung zu entnehmen. Vgl. Coenenberg et al. (1994); S. 88 f. Ähnlich wird davon ausgegangen, daß die Entsorgungskosten in den einzelnen Gebietskörperschaften um mehr als das 10fache voneinander differieren. Vgl. Schreiner (1999); S. 220.

³ Vgl. Schink (1996c); S. 99. Siehe Tab. 4 im Anhang.

⁴ Vgl. Versmann (1993); S. 158 f.; Schulte (1999); S. 116 ff.

derungen an die staatliche Anerkennung und den Tätigkeitsbereich von Entsorgungsgemeinschaften.¹

Wird das noch näher zu erläuternde KrW-/AbfG als unmittelbar und mittelbar verbindliches gesetzliches Regelwerk der Reduktionswirtschaft aufgefaßt, das maßgeblich dessen Entwicklung in den letzten Jahren vorangetrieben hat, stellt selbst dieser Teil der Bundesgesetzgebung nur einen Ausschnitt der insgesamt wirkenden Regularien dar. Bedingt durch den weiten Leistungsbereich und die Anforderungen an die eigene Pflichterfüllung wird sich ein Reduzent ebenso mit Fragen der Umwelthaftung, mit der organisatorischen Einführung von Betriebsbeauftragten für Gewässerschutz sowie mit den Anforderungen an ein Umweltmanagementsystem nach EMAS bzw. DIN ISO EN 14.000 ff. oder an ein Qualitätsmanagementsystem nach DIN ISO EN 9.000 ff. auseinandersetzen haben. Diese privatrechtlich verfaßten Normen gewinnen an Bedeutung, wenn sie in einer gesetzlichen Regelungsmaterie rezipiert werden.² Einen hohen Stellenwert nehmen auch Fragen der Abwasserreinigung³ und Luftreinhaltung - hier insbesondere die immissionsschutzrechtlichen Regelungen zur Zulassung von Reduktionsanlagen - ein. Ebenso ist zu beachten, daß eine mediale Trennung der gesetzlichen Geltungsbereiche nur vorübergehend wirkt. Zum einen werden die bei der Abwasser- und Luftreinhaltung schadhaft anfallenden Substanzen wie Klärschlämme oder Stäube wiederum in den Geltungsbereich des KrW-/AbfG fallen. Zum anderen verlieren nach § 36.II KrW-/AbfG deponierte Redukte ihre rechtliche Abfalleigenschaft und unterliegen dem Zugriff des BBodSchG.⁴ In diesen Fällen handelt es sich um eine Problemverlagerung, aber bei weitem nicht um eine Problemlösung.

a) **Entwicklungslinien der abfallrechtlichen Grundlagen**

Seit Verabschiedung des KrW-/AbfG hat die bundesdeutsche Abfallgesetzgebung gravierende Auswirkungen auf die traditionelle Abfallwirtschaft im allgemeinen sowie die traditionelle Entsorgungswirtschaft im speziellen ausgeübt. Der Weg „von der Abfallbeseitigung über die Abfallwirtschaft zur umfassenden Kreislaufwirtschaft“⁵ hat zu einem Strukturwandel von der traditionellen, kommunal besetzten Entsorgungswirtschaft hin zur

¹ Vgl. Queitsch (1996); S. 57.

² Vgl. Kloepfer (1998); S. 145 ff. Sofern unterschiedliche Zertifizierungssysteme zugleich ins Kalkül gezogen werden müssen, zeigt sich die Erfordernis von Integrationsmodellen. Siehe zu einem Integrationsmodell für Managementsysteme Pischon (1999).

³ Das die Abwasserreinigung sogar zu einem Tätigkeitsfeld eines Reduzenten werden kann, bezeugt die Fusion des BDE mit dem VpA im Januar 2000. Vgl. o. V. (2000d); S. 8.

⁴ Schwierigkeiten bei der Abgrenzung führen Frenz (1998); S. 75 f.; Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 127 f. auf.

⁵ Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit (1992); zitiert nach Coeneberg et al. (1994); S. 82.

privatwirtschaftlich besetzten Kreislaufwirtschaft geführt. Entfacht durch ein zunehmendes Abfallaufkommen einerseits sowie fehlende Kapazitäten zur Bewältigung dieses Aufkommens andererseits war die Legislative in den 60er Jahren bestrebt, neue Akzente zu setzen. 1963 legte die Bundesregierung erstmalig einen Bericht, gefolgt von einem Folgebericht 1966, zum Problem der Abfallbeseitigung vor. Beide Berichte setzten sich mit der ordnungsgemäßen, technischen und organisatorischen Abfallbeseitigung auseinander.¹ Infolgedessen wurde 1971 im Umweltprogramm der Bundesregierung die Rückführung von Abfällen in den industrieökonomischen Kreislauf - zunächst ohne Wirkung - als Zielvorgabe der Abfallbeseitigung formuliert.² 1972 erging durch eine Änderung des GG mit dem Abfallbeseitigungsgesetz eine umfassende Gesetzgebungskompetenz an den Bund, die der bis dahin auf der Ebene kommunaler Satzungen geregelten Abfallbeseitigung eine bundeseinheitlich geordnete Beseitigung von Abfällen privater Haushalte entgegensetzte.³ Den Schwerpunkt zu regelnder Aufgaben bildeten Organisation, Überwachung und Kontrolle. Schon damals lösten sich private Reduzenten aus den kommunalen Strukturen heraus und übernahmen als beauftragte Dritte vielerorts Kollektionsleistungen wie Sammlung und Transport. Dieses Gesetz sowie die durch das von der Bundesregierung aufgelegte Abfallwirtschaftsprogramm 1975 angestoßenen Novellierungen in den Jahren 1976 und 1982 trafen keine unmittelbaren Aussagen zur Vermeidung und zur Verwertung⁴. Hingegen wurde in dem dritten Entwurf zur Gesetzesänderung 1985 ein Verwertungsgebot für Reststoffe verlautet, dessen bindende Ausführung aber zunächst zurückgestellt wurde.⁵ Entsprechend verschärfte sich die Abfallproblematik weitergehend. Erst im Zuge der vierten Novelle 1986 dehnte sich mit dem *Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen*, kurz Abfallgesetz (AbfG), der Gesetzesrahmen auf eine Vermeidung und Verwertung von Abfällen aus. Allerdings wurde der Vermeidung kein Vorrang vor der Verwertung eingeräumt. In den darauf folgenden Jahren wurden Produzenten durch Zielvorgaben (z. B. Verwertungsquoten) und durch Verordnungserlasse, von denen die VerpackV die größte Wirkung auf die Reduktionswirtschaft ausübte, stärker in die Pflicht genommen. Oblagen

¹ Vgl. SRU (1991); Tz. 7.

² Vgl. Deutscher Bundestag (1971); S. 29 ff.

³ Erst durch das am 14.4.72 verkündete 30. Änderungsgesetz zum GG wurde mit Art. 74 Nr. 24 GG das Abfallrecht in den Kompetenzbereich des Bundes gestellt [BGBl. I, S. 593]. Vor Inkrafttreten des Abfallbeseitigungsgesetzes am 10.06.72 [BGBl. I, S. 872] wurden Fragen der Entsorgung über das Polizeirecht sowie Fragen der Finanzierung u. Organisation durch das Kommunalrecht geregelt. Vgl. Fluck (1996); S. 11 f.

⁴ Der Begriff des Recyclings fand keinen Eingang in das Gesetz. Eine Abgrenzung findet an späterer Stelle statt.

⁵ Vgl. Fluck (1996); S. 3 ff.; Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 10. Das Reststoffverwertungsgebot wurde in Anlehnung an ein ebensolches Gebot für genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 5.III BImSchG von 1974 übernommen. 1985 wurde dieses Verwertungsgebot des BImSchG um ein alternatives Vermeidungsgebot ergänzt.

die Entsorgungspflichten weiterhin ausschließlich den nach Landesrecht zuständigen öffentlich-rechtlichen Körperschaften, die allerdings Dritte mit der Erfüllung ihrer Pflichten beauftragen konnten (§ 3.II AbfG), bahnte das durch die VerpackV initiierte duale Verwertungssystem grundsätzlich für privatwirtschaftliche Reduzenten neue Aufgabenfelder. Ungeachtet der mit der Ausgestaltung dieses Systems verbundenen Kritikpunkte waren die durch die Produzenten eingebundenen Reduzenten aufgefordert, neben öffentlich-rechtlichen Körperschaften einen Reduktionspfad für Alt-Verpackungen zu etablieren.¹ Aufgrund erheblicher Rückstände aus thermischen Behandlungsanlagen und Deponien wurden mit dem Erlaß der 17. BImSchV, der TA Abfall und TASI sowie jüngst der Ablagerungs-Verordnung die technologischen und organisatorischen Anforderungen an diese Anlagen verschärft.² Trotz dieser ausgedehnten Regelungsmaterie konnten Mängel in der Infrastruktur sowie die Höhe des Abfallaufkommens nicht bewältigt werden. Aus diesem Grunde wurde mit der fünften Novellierung des AbfG am 24. September 1994 das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) beschlossen, das nach einer ungewöhnlich langen Frist am 7. Oktober 1996 in Kraft trat.³ Mittels dieser neuen Gesetzgebung soll eine konsequente Umsetzung des Vorsorge- und Verursacherprinzips befolgt werden. Die Bundesregierung verband damit die Intention, den Kreislaufgedanken zu unterstützen sowie Schnittmengen bzw. Widersprüche mit dem BImSchG und den Regelungen der EU zu harmonisieren. In concreto ist kraft dieses Gesetzes die Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen zu fördern und die umweltverträgliche Beseitigung von Abfällen zu sichern (§ 1 KrW-/AbfG). Die Neuerungen drücken sich in der Förderung der Kreislaufwirtschaft aus, derzufolge eine idealtypische Kreislaufführung näherungsweise anzuvizieren ist.⁴ Bereits in der gesonderten Aufführung von Kreislaufwirtschaft und Beseitigung offenbart sich ein abweichendes Verständnis von der im Konzept der industriellen Reproduktionswirtschaft verankerten Kreislaufwirtschaft.⁵ Eingedenk des in Kapitel II gezeichneten Idealbildes einer Kreislaufwirtschaft ist damit die gesetzliche Zwecksetzung zwar prozeßorientiert, aber dem gesetzlichen Wortlaut folgend ausschließlich im Rahmen des industrieökonomischen Systems zu interpretieren (§ 10.I KrW-/AbfG). Damit wird dem Gesetz nicht der Ökologiebezug - die Nennung natürlicher Ressourcen und einer um-

¹ Zur VerpackV sowie zum Dualen System siehe Wagner/Vogel (1992); S. 219 ff.; Römer/Feld (1994); S. 205 ff.; Brenck (1996); S. 47 ff.; Flanderka (1996) u. Meffert/Kirchgeorg (1998); S. 378 ff.

² Vgl. Kloepfer (1998); S. 958 f.

³ Eine detaillierte Wiedergabe der politischen Entstehungsgeschichte des KrW-/AbfG gibt Köller (1996); S. 59 ff.

⁴ Vgl. SRU (1998); Tz. 412.

⁵ Abweichungen zum Entsorgungsbegriff wurden bereits in Kap. II vorgegeben.

weltverträglichen Beseitigung zeugen vom Gegenteil -, sondern der konkrete Bezug zum Quartärkreislauf in Abrede gestellt. Welcher Stellenwert dabei einem marktbezogenen Reduktionssystem eingeräumt wird, ist fortfolgend näher zu durchleuchten. Wesentliche Entwicklungspunkte der abfallrechtlichen Regelungsmaterie sind noch einmal in der Tabelle III-1 zusammengefaßt.

Tab. III-1: Abfallrechtliche Regelungsmaterie

Gesetze	Verordnungen	Verwaltungsvorschriften/Richtlinien
<i>Stoffbezogene Regelungsmaterie</i>		
Abfallbeseitigungsgesetz von 1972	<ul style="list-style-type: none"> • nach § 11a Abfallbeseitigungsg: AbfBetrbV • mittlerweile außer Kraft getretene oder ersetzte VO: Abfalleinfuhr-VO, Abfallbestimmungs-VO, Abfallförderungs-VO, VO über die Rücknahme von Getränkeverpackungen 	
Abfallgesetz (AbfG) von 1986	<ul style="list-style-type: none"> • nach § 2 AbfG: AbfBestV, RestBestV (aufgehoben durch BestbüAbfV) • nach § 5a AbfG: Altölv • nach §§ 11, 12 AbfG: AbfRestÜberwV (aufgehoben durch NachwV) • nach § 13 AbfG: AbfVerbrV (aufgehoben durch AbfVerbrG) • nach § 14 AbfG: HKWAbfV, FCKWV, VerpackV (a) • nach § 15 AbfG: AbfKlärV 	<ul style="list-style-type: none"> • nach § 4 AbfG: 1. AbfVwV, TA Abfall, TA Siedlungsabfall
Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) von 1994	<ul style="list-style-type: none"> • nach § 8 KrW-/AbfG: BioAbfV • nach § 19 KrW-/AbfG: AbfKoBiV • nach §§ 23, 24 KrW-/AbfG: AltautoV, BattV, VerpackV (b) • nach § 41 KrW-/AbfG: BestbüAbfV, BestüVAbfV • nach § 48 KrW-/AbfG: NachwV • nach §§ 49, 50 KrW-/AbfG: TgV • nach § 52 KrW-/AbfG: EfbV • nach § 57 KrW-/AbfG: EAKV/AVV • AbfAbfV • 30. BImSchV <i>in Vorbereitung:</i> <ul style="list-style-type: none"> • AltfahrzeugG • Altpapier-VO • Elektronikschrott-VO • Altholz-VO • Bergeversatz-VO • Bauabfälle-VO • Metallschrott-VO • GewAbfV 	<ul style="list-style-type: none"> • nach § 52 KrW-/AbfG: ERL
Abfallverbringungsgesetz (AbfVerbrG) von 1994	<ul style="list-style-type: none"> • nach § 8 AbfVerbrG: AnstSolAbfRückV 	
<i>Anlagenbezogene Regelungsmaterie</i>		
Bundesimmissionschutzgesetz (BImSchG) von 1990	<ul style="list-style-type: none"> • nach § 4 BImSchG: 4. BImSchV (mit Querbezug zu IWG¹), 9. BImSchV • nach § 5 BImSchG: 17. BImSchV • nach § 27 BImSchG: 11. BImSchV <i>in Vorbereitung:</i> <ul style="list-style-type: none"> • VO über MBA 	<ul style="list-style-type: none"> • nach § 66 BImSchG: TA Lärm, TA Luft
Wasserhaushaltsgesetz (WHG) von 1996	<ul style="list-style-type: none"> • nach § 19g-1 WHG • VO zur Änderung der Abwasserverordnung (enthält strenge Anforderungen an das Abwasser aus MBA) 	

Quelle: Eigene Zusammenstellung.¹

¹ Durch Art. 6 I IWG wurde für alle Behandlungs- u. Entsorgungsanlagen (Müllverbrennung, Kompostierung, Sortierung, Pyrolyse, Lager) das Genehmigungsverfahren nach BImSchG neu geordnet. Allein für Deponien gilt weiterhin das langwierigere Planfeststellungsverfahren nach § 31 KrW-/AbfG. Vgl. Köller (1996); S. 62 u. S. 243.

b) Kernelemente des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes

Um die bestehende Abfallwirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft weiterentwickeln zu können, wurden folgende Kernelemente vom Gesetzgeber neu geregelt:

- Schaffung einer vorsorgeorientierten Pflichtenhierarchie,
- Präzisierung und Anpassung an den europäischen Abfallbegriff,
- Stärkung einer Produktverantwortung entlang des gesamten Produktlebenszyklus sowie
- Neuausrichtung der dualistischen Aufgabenverteilung zwischen öffentlich-rechtlichen und privaten Reduktionsträgern.

Generell zieht sich durch diese Kernelemente das Bemühen des Gesetzgebers, die Kreislaufwirtschaft stärker in die verursachergemäße Selbstverantwortung und Selbstorganisation der Privatwirtschaft zu entlassen. Entgegen der bestehenden Entsorgungsstrukturen sind damit neue Reduktionsstrukturen gefordert, die den Akteuren Produzent, Konsument und Reduzent erweiterte Verantwortungsbereiche unter marktwirtschaftlichen Bedingungen zuweisen. Bezüglich des privaten Reduzenten richtet sich das Gesetz in dreierlei Hinsicht an diesen Akteur: Reduzenten müssen sowohl als reduktionspflichtige Abfallerzeuger und Abfallbesitzer sowie beauftragte Dritte durch die Privatwirtschaft oder öffentlich-rechtliche Institutionen den Geboten der Kreislaufwirtschaft folgen.² Welche konkreten Anforderungen sich daraus an einen Reduzenten stellen, gilt es unter den oben angegebenen Kernelementen zu untersuchen.

Das zentrale Kernelement des KrW-/AbfG bildet die vorsorgeorientierte Prioritätenfolge *Vermeidung* vor *Verwertung* vor *Beseitigung*. Im Rahmen der Vermeidung werden Maßnahmen zur

- anlageninternen Kreislaufführung von Stoffen als Maßnahme des produktionsintegrierten Umweltschutzes (PIUS)³,
- abfallarmen Produktgestaltung als Maßnahme des produktbezogenen Umweltschutzes⁴ sowie
- zum abfall- und schadstoffarmen Konsumverhalten

¹ Die im Abfallbeseitigungsgesetz u. im AbfG erlassenen Rechtsverordnungen u. Verwaltungsvorschriften haben trotz Wegfalls der Ermächtigungsgrundlage solange im KrW-/AbfG Bestand, bis neue Vorgaben des KrW-/AbfG erlassen werden. Vgl. Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 24 ff.

² Ausführlich zu den Begriffen Abfallerzeuger u. -besitzer (§ 3.IV, V KrW-/AbfG) Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 146 ff. sowie zu den beauftragten Dritten (§§ 16-18 KrW-/AbfG) die späteren Ausführungen.

³ Dem Themenschwerpunkt PIUS wurden die uwf-Ausgaben 8/94 u. 2/99 gewidmet.

⁴ Zum produktbezogenen Umweltschutz erschienen die uwf-Ausgaben 5/94 u. 4/97.

angeführt (§ 4.II KrW-/AbfG). In diesem Sinne sind Abfälle nicht end-of-pipe zu behandeln, sondern bereits durch die Wahl der Produktionsfaktoren sowie der jeweiligen Technologien bestmöglich zu vermeiden. Übertragen auf einen Reduktionsprozeß sind auch hier vergleichbare Ansprüche an die Wahl der Reduktionsfaktoren und -technologien zu stellen. Das Vermeidungsgebot greift als Rechtspflicht allerdings erst unter Maßgabe immissionsschutzrechtlicher Vermeidungspflichten nach § 9 KrW-/AbfG sowie unter Maßgabe noch zu erlassender Rechtsverordnungen nach §§ 23, 24 KrW-/AbfG (§ 5.I KrW-/AbfG). Demnach werden anlagenbezogene Vermeidungspflichten hinsichtlich baulicher, technischer und organisatorischer Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb genehmigungsbedürftiger Anlagen umgehend (§ 5.I.3 BImSchG), an die Errichtung und den Betrieb nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen erst mit Erlaß von Rechtsverordnungen (§ 22.I BImSchG) immissionsschutzrechtlich geregelt. Treten Reduzenten als Anlagenbetreiber auf, unterliegen sie ebenfalls diesen anlagenbezogenen Regelungen. Produkt- sowie konsumbezogene Vermeidungspflichten im Geltungsbereich des KrW-/AbfG können generell gemeinsam durch alle Rechtsverordnungen, die zu einer verursachergemäßen Ausgestaltung der Produktverantwortung ermächtigen, festgeschrieben werden. Neben Outputauflagen (§ 23.1-3 KrW-/AbfG), die unmittelbar durch Produktverbote und -gebote über Beschaffenheit, Form sowie Einsatzradius von Produkten befinden, können mittelbar Vermeidungspflichten durch Kennzeichnungs- (§ 23.4-7 KrW-/AbfG) sowie Rücknahme- und Rückgabepflichten (§ 24 KrW-/AbfG) installiert werden.¹ So gesehen drücken sich indirekt im Verursacherprinzip vorsorgeorientierte Vermeidungsgebote aus. Ähnlich können auch für Redukate bzw. Reduktionsprozesse Outputauflagen formuliert werden. Eine Fortschreibung der weitreichenden Produktverantwortung in einer ebensolchen Reduktverantwortung erscheint aber aus Praktikabilitätsgründen nicht zweckmäßig. Insgesamt gesehen können in Abgrenzung zu anlagenbezogenen unter anlagenunabhängigen Vermeidungspflichten alle stoffbezogenen Anforderungen an den Einsatz von und den Umgang mit Stoffen, Materialien, Produkten und Redukten gefaßt werden.

Da Maßnahmen zur Vermeidung vor der Abfallentstehung ansetzen, stellt sich erst im Anschluß die Frage nach der rechtlichen Abfalldefinition und deren reduktionswirtschaftlichen Konsequenzen. Bereits die Kennzeichnung Stoff statt Abfall bei der durch anlageninterne Vermeidungsstrategien festgesetzten Systemgrenzen weist auf diesen Tatbestand hin.

¹ Diese Instrumente mit indirekter Lenkungswirkung für die Vermeidung besitzen als Instrumente der Kontrolle u. organisatorischen Intervention zugleich direkte Lenkungswirkung. Siehe hierzu noch einmal Abb. III-5.

Mit Rückblick auf die in Kapitel II vorgenommenen Begriffsbildungen wird der Begriff Abfall in den folgenden Ausführungen nur in Übereinstimmung mit diesen Definitionen verwandt. Auf Abweichungen wird explizit hingewiesen. Die erweiterte Neufassung des *Abfallbegriffs* orientiert sich nun konsequent an der EG-Rahmenrichtlinie über Abfälle (75/442/EWG und Änderungsrichtlinie 91/156/ EWG). Im Vergleich zum AbfG von 1986 wurde der subjektive Abfallbegriff zugunsten eines objektiven Abfallbegriffes zurückgedrängt, so daß nun unter Abfälle alle beweglichen Sachen, die unter die in Anhang I aufgeführten Gruppen fallen *und* deren sich der Besitzer entledigt, entledigen will (realer und fingierter subjektiver Abfallbegriff) oder entledigen muß (objektiver Abfallbegriff), subsumiert werden.¹ Die Abfalleigenschaft eines Gutes ist damit grundsätzlich an eine Art der Entledigung gebunden. Einen Interpretationsspielraum beläßt insbesondere der fingierte subjektive Abfallbegriff. Kann Subjektivität als realer Wunsch interpretiert werden, wird nach allgemeiner Anschauung objektivierend hinzugefügt, daß ein Wille dann angenommen wird, wenn „1. ... der Zweck der jeweiligen Handlung [nicht] hierauf gerichtet ist, oder 2. deren ursprüngliche Zweckbestimmung entfällt oder aufgegeben wird, ohne daß ein neuer Verwendungszweck unmittelbar an deren Stelle tritt“ (§ 3.III KrW-/AbfG). Im Abgleich zu der Systematik des Kapitels II fallen hierunter alle festen und pastösen Rückstände, ungeachtet des anschließenden Interaktionskanals. Ein Ausschluß der Nebenprodukte oder -redukte aus dem Anwendungsbereich des KrW-/AbfG ist durch den beschriebenen Entledigungswillen nicht eindeutig belegt. Klärung bietet hier ein von der LAGA und dem BMU erarbeitetes Bund-Länder-Konsenspapier. Für die Einzelfallbetrachtung werden dort als Indizien für ein Nebenprodukt oder -redukt ein positiver Marktwert mit Vertragsbasis oder kontinuierlicher Nachfrage, bestehende Produkt- oder Reduktornormen sowie Qualitätskontrollen genannt.² Unter diesen Voraussetzungen liegt generell der Tatbestand einer Entledigung und damit eine Abfalleigenschaft vor, wenn Abfälle einer Verwertung im Sinne der im Anhang II B genannten Verfahren oder einer Beseitigung im Sinne der im Anhang II A genannten Verfahren zugeleitet werden.³ Für die Abfalleigenschaft ist dabei unerheblich, ob diese Reduktionsverfahren in Eigenregie oder durch Dritte durchgeführt werden (§ 3.II

¹ Damit müssen beide Voraussetzungen - Anhang I u. Entledigung - gleichzeitig erfüllt sein. Eine nähere Bestimmung der in Anhang I aufgeführten Abfallgruppen liefert der EAK [Köller (1996); S. 90 f.; Künig/Paetow/Versteyl (1998); S. 129 f.] sowie die Begriffsbestimmungen in Nr. 2.2.1 TASI. Anhang I des KrW-/AbfG ist Tab. 5 im Anhang aufgeführt.

² Vgl. SRU (1998); Tz. 421.

³ Ob die Liste dieser Verfahren summarisch oder abschließend ist, ist strittig. Köller [(1996); S. 104 f.] geht von einer abschließenden, Frenz [(1998); S. 77] von einer summarischen Aufzählung aus. Die Auffassung, daß eine Entledigung zwingend vorliegt, wenn Abfälle einem Verfahren nach Anhang II B zugeführt werden, wird vom EUGH in einem Urteil vom 15. Juni 2000 nicht geteilt; vgl. Kaminski (2000b); S. 41.

KrW-/AbfG). In diesen Fällen ließe sich der Abfallbegriff nach hier vorliegender Definition durch den Begriff des Reduzendums ersetzen. Von Bedeutung ist, daß im Vergleich zum AbfG nunmehr Abfälle zur Verwertung bzw. zu verwertende Reduzenden ebenso dem Regime des Gesetzes unterliegen wie Abfälle zur Beseitigung bzw. zu beseitigende Reduzenden. Neben der Entsorgungswirtschaft fällt nunmehr auch die Recyclingwirtschaft unter das Regime des KrW-/AbfG. So gesehen fügen sich zwei bis dahin voneinander losgelöste Branchen unter den gesetzlichen Bedingungen zu einer Branche zusammen. Ferner wird vermutet, daß sich die Menge der insgesamt unter das Gesetz fallenden Abfälle somit um das zwei- bis fünffache erhöht hat.¹ Von der jeweiligen Einordnung ist es sodann abhängig, welche Rechtsfolgen und Regelungskonzepte hinsichtlich Umgang, Genehmigung, Verfahren und Zuständigkeiten zu erwarten sind.² Damit verlagerte sich die bis dahin strittige Frage um die Abgrenzung von Reststoff, Wertstoff und Wirtschaftsgut gegenüber Abfall auf die Abgrenzung zwischen Produkt, Abfall zur Verwertung und Abfall zur Beseitigung.³ Eine Frage, die sich auch auf das untergesetzliche Regelwerk des KrW-/AbfG überträgt. Insofern ist zunächst die Verwertung von der Beseitigung nach gesetzlichem Wortlaut abzugrenzen, bevor auf die reduktionswirtschaftlichen Folgen eingegangen wird. Die grundsätzlichen Schwierigkeiten einer konsistenten sowie die Notwendigkeit einer einzelfallspezifischen Auslegung von Begrifflichkeiten wurden bereits in Kapitel II eingehend erörtert.

Hinsichtlich der nicht vermeidbaren bzw. vermiedenen Abfälle sind die Reduktionspflichtigen - gleichermaßen Produzenten, Konsumenten und Reduzenten - nach Art und Beschaffenheit der Abfälle zu einer hochwertigen *Verwertung* angehalten (§ 5.II KrW-/AbfG).⁴ Als Verwertungsalternativen werden die stoffliche und die energetische Verwertung genannt, die, wie bereits im Kapitel II beschrieben, auf die vordergründige Nutzung der Abfalleigenschaften als Substitute stofflicher und energetischer Inputfaktoren statt auf die Beseitigung des Schadenpotentials abstellen (§ 4.III, IV KrW-/AbfG). Ein Reduzent wäre damit angehalten, das primäre Sachziel auf die Hervorbringung von Redukten für industrieökonomische Prozesse zu verlagern. Zusätzlich werden in der weiterführenden

¹ Vgl. Schink (1997a); S. 501; Rutkowsky (1998); S. 9.

² Mit einem solchen vom BMU 1997 angenommenen Konsenspapier soll gewährleistet werden, daß der Interpretationsspielraum nicht länderabweichende Einzelregelungen u. damit Wettbewerbsverzerrungen herbeiführt. Vgl. SRU (1998); Tz. 416 u. Tz. 424 f.

³ Vgl. SRU (1996); Tz. 386; (1998); Tz. 414 f. Geplante VwV zum Abfallbegriff sowie zur Verwertung und Beseitigung sind mittlerweile verworfen worden. Vgl. Baake (2000); S. 4; Kaminski (2000a); S. 67.

⁴ Da die Verwertung im Gegensatz zur Vermeidung als Rechtspflicht auftritt, wird sie faktisch zur wichtigsten Grundpflicht des KrW-/AbfG. Vgl. Bünemann/Menke-Glückert/Rachut (1997); S. 26.

gesetzlichen Auslegung noch Bereitstellung, Überlassung, (Ein-)Sammlung durch Hol- und Bringsysteme, Beförderung, Lagerung sowie Behandlungsprozesse unter den Terminus Verwertung subsumiert (§ 4.V KrW-/AbfG). So gesehen faßt der gesetzliche Begriff der Verwertung die hier definierten Reduktionsmaßnahmen des Recyclings (i. w. S.) und der Kollektion zusammen, schließt aber gleichzeitig anlageninterne Recyclingmaßnahmen nach § 4.II KrW-/AbfG aus dem Anwendungsbereich des KrW-/AbfG aus.¹ Damit werden integrierte Reduktionslösungen eines Primärkreislaufes dem immissionsschutzrechtlichen Regelungsbereich überlassen. Da weder der stofflichen noch der energetischen Verwertung nach § 6.I KrW-/AbfG ein gesetzlicher Vorzug eingeräumt wird, bestimmt sich die Hochwertigkeit einer Verwertung letztlich nach der jeweiligen Verwertungsart.² Als Indiz für eine hochwertige stoffliche Verwertung dient die Rangfolge der werkstofflichen vor der rohstofflichen Verwertung, für eine hochwertige energetische Verwertung hingegen die an diese Verwertungsart gestellten Mindestauflagen bezüglich Heizwert der Reduzenden, Feuerungswirkungsgrad der Verwertungsanlage, Eigen- oder Drittnutzung der entstehenden Wärme sowie Reduktionsfähigkeit der entstehenden Rückstände.³ Obschon diese Mindestauflagen eine latente Priorisierung der stofflichen Verwertung erkennen lassen, bestimmt sich ein Vorrang letztlich durch Rechtsverordnungen (§ 6.I KrW-/AbfG). So ist z. B. in der novellierten VerpackV für Kunststoffverpackungen seit 1999 eine Verwertungsquote von 60 % vorgeschrieben, wovon 36 % werkstofflich und die restlichen 24 % rohstofflich oder energetisch zu verwerten sind.⁴ Verwertungs-, aber auch Sammel- und Sortierquoten können für private Reduzenten auf der Inputseite des Reduktionssystem einen breiten Raum für Marktzugänge eröffnen. Allerdings ist im Falle einer eindeutigen Vorgabe der Recyclingart die Wahlfreiheit u. U. so eingeschränkt, daß nicht zwingend eine ökologiebezogene Lösung realisiert wird. Dennoch verfügen diese Akteure generell über das Know-how und die Innovationskraft, solche Quoten auch unter ökologiebezogenen Ansprüchen realisieren

¹ Das Ineinandergreifen der immissionsschutz- u. abfallrechtlichen Regelungsmaterie hat zu Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen Vermeidung u. Verwertung geführt. Diese Diskussion konzentriert sich auf die Frage, ob die Wiederverwendung u. -verwertung von Abfällen innerhalb eines Produktionsprozesses als Vermeidung oder als Verwertung zu deklarieren ist. Ausführlich hierzu Brenck (1996); S. 34 f.; Bünemann/Menke-Glückert/Rachut (1997); S. 25 f.; Frenz (1998); S. 144 ff.; Kloepfer (1998); S. 1231 f.; Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 221 ff.

² Auf Landesebene kann eine Priorisierung von stofflicher oder energetischer Verwertung vorliegen, wie bspw. das LAbfG vom 14.01.92 des Landes NRW der stofflichen Verwertung den Zuschlag erteilt.

³ Diese Anforderungen können über eine stoffliche Verwertung umgangen werden, wenn bspw. aus Kunststoffen mit einem geringeren Heizwert zunächst Rohöl gewonnen wird (stoffliche Verwertung), um dieses Redukt wiederum als Energieträger in Verbrennungsprozessen einsetzen zu können. Vgl. Schulte (1999); S. 199 f. Insgesamt gesehen wäre wieder von energetischer Verwertung zu sprechen. Vgl. Frenz (1998); S. 102.

⁴ Vgl. Sanden (1999); S. 232 sowie Anhang I (zu § 6) der VerpackV (b). Angaben über die derzeitigen Fraktionen des Gelben Sacks u. deren Reduktionspfade finden sich im Anhang in Abb. 5 dieser Arbeit. Eine weitere Novellierung der VerpackV liegt nach Verabschiedung im Bundestag am 18. Mai 2001 derzeit dem Bundesrat zur Entscheidung vor.

zu können. Wird der Handlungsspielraum der Reduzenten durch Quotenvorgaben eingeschränkt, wäre allerdings ein Marktzugang aus Reduzentensicht nur dann positiv zu bewerten, wenn gemäß dem Sachziel einer Verwertung auf der Outputseite ein vergleichbares Marktpotential für die erzielten Redukate existierte.¹ In der Summe dieser Argumente führt die Quotenerfüllung zu der wiederholten Forderung, alle Produktions- und Reduktionsstufen bei der Stoffkreislaufschließung einzubeziehen. Dann stellt sich unter Zuzug identischer Kriterien im weiteren die Frage, inwiefern die Verwertung von der Beseitigung abzugrenzen ist. Die Verwertung hat, gefördert durch Vorgaben der Produktverantwortung, grundsätzlich Vorrang vor der Beseitigung (§ 5.II KrW-/AbfG). Diese Vorrangstellung wird dann aufgegeben, wenn die Verwertung

- nicht ordnungsgemäß und nicht schadlos (§ 5.III KrW-/AbfG),
- technisch unmöglich und wirtschaftlich unzumutbar (§ 5.IV KrW-/AbfG) oder
- umweltunverträglicher (§ 5.V KrW-/AbfG)

erfolgt. Unter Zugrundelegung dieser Kriterien ist zunächst eine stoffliche und energetische Verwertung zu prüfen, bevor einer Beseitigung der Zuschlag erteilt wird.² Nicht nur als Verursacher, sondern auch im Falle einer Beauftragung privater Reduzenten mit den Reduktionsaufgaben sind diese zu einer solchen Prüfung angehalten. *Ordnungsgemäß* ist eine Verwertung dann, wenn sie in Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Gesamtheit geltender Rechtsvorschriften steht; also u. a. weder den Bestimmungen des BImSchG noch denen des WHG zuwider läuft. Die *Schadlosigkeit* bemißt sich nach der Summe möglicher Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit³ entlang eines industrieökonomischen Kreislaufes durch Reduzenden, Reduktionsprozesse und Redukate (§ 5.III KrW-/AbfG).⁴ In ähnlicher Weise bestimmt sich die *Umweltverträglichkeit* nach den zu erwartenden Emissionen, den Rückwirkungen auf die Ressourcen, dem Energieeinsatz sowie der Energiegewinnung und letztlich nach der Schadstoffanreicherung entlang des gesamten industrieökonomischen Kreislaufes (§ 5.V KrW-/AbfG). Es sind also die Reduktionsalternativen zu wählen, die geeignet erscheinen, die eingangs genannten umweltpolitischen Ziele zu erreichen. Strenggenommen könnte nur eine vergleichende Analyse zwischen den Energie- und Stoffströmen von Vorprodukten gegenüber konkurrierenden Primärmaterialien und den je-

¹ Auch unter ökologischen Aspekten können Quoten in Frage gestellt werden. Recyclingquoten schlagen sich auf die Produktkonstruktion nieder, die wiederum negative Folgen bei der Nutzung hervorrufen kann. Die Diskussion um Leichtbauweise versus Demontagefreundlichkeit eines Pkws zeugt von diesem Dilemma.

² Vgl. SRU (1998); Tz. 427.

³ Der Begriff Wohl der Allgemeinheit wird in § 10.IV KrW-/AbfG konkretisiert.

⁴ Da grds. keine Verwertung schadlos erfolgt, liegt eine rel. Schadlosigkeit vor. Vgl. Frenz (1998); S. 116 f.

weiligen Belastungen einer späteren Verwertung oder Beseitigung der so produzierten Produkte aussagefähig sein. Unter Zugrundelegung langlebiger Produkte, deren Verbrauchseigenschaften und des Verbesserungspotentials im Zeitablauf durch technischen Fortschritt läßt sich die Komplexität einer Beurteilung aufzeigen. Sofern keine Rechtsverordnungen erlassen werden (§ 7.I KrW-/AbfG), können weitere Vorgaben der geltenden Rechtsauffassung, wie z. B. Vorschriften über genehmigungsbedürftige Anlagen nach BImSchG, Vorschriften zur Umweltverträglichkeitsprüfung oder privatrechtlich verfaßte Normen zu Vorprodukten¹ als Maßstab für die Schadlosigkeit und die Umweltverträglichkeit herangezogen werden. Aufgrund dieser schwerlich zu bemessenen Kriterien besteht eine Verwertungspflicht - stofflicher oder energetischer Art - letzten Endes nur dann, wenn sie technisch möglich *und* wirtschaftlich zumutbar ist. Mit diesen Kriterien versucht der Gesetzgeber den Markt- und Wettbewerbsbedingungen privater Produzenten und Reduzenten Rechnung zu tragen. Die Formel *technisch möglich* beschränkt sich nicht auf den Stand der Technik, wie er in § 3.VI BImSchG definiert wird. Vielmehr ist eine Verwertung technisch möglich, wenn ein praktisch geeignetes und verfügbares Verwertungsverfahren existiert.² Die Nicht-Verfügbarkeit kann sich auch auf einen vorübergehenden Kapazitätsengpaß des angestrebten Verfahrens beziehen, so daß dann zu prüfen wäre, ob eine Zwischenlagerung oder eine Beseitigung anzustreben wäre.³ Gleichwohl diese Voraussetzung erfüllt sein sollte, ist eine Beseitigung dennoch vorzuziehen, wenn die Verwertung für den Produzenten oder Reduzenten nicht *wirtschaftlich zumutbar* ist. Unzumutbarkeit liegt genau dann vor, wenn für ein Redukt kein Markt existiert oder geschaffen werden kann. In der TA Abfall ist dieser Sachverhalt näher definiert: „*Ein Markt ist für die gewonnenen Stoffe oder Energie dann vorhanden, wenn der Absatz derzeit und für einen angemessenen Zeitraum sichergestellt erscheint. Ein Markt kann insbesondere dann durch Beauftragung Dritter geschaffen werden, wenn hierdurch die gemeinsame Verwertung der Abfälle mehrerer Abfallerzeuger ermöglicht wird*“ (Nr. 4.3.5 TA Abfall). Als weitere Bedingung der Unzumutbarkeit werden Kosten der Verwertung, die unverhältnismäßig die der Beseitigung übertreffen, angeführt. Die Verhältnismäßigkeit einer Reduktionsmaßnahme verweist auf die Kosten-Nutzen-Beziehung einer solchen Maßnahme. Damit wären für die mehrstufig angelegten Reduktionsmaßnahmen u. a. betriebswirtschaftliche Entscheidungsgrößen wie Investiti-

¹ Zu solchen Vorschriften zählen Normen nach ISO, CEN oder DIN, Merkblätter oder auch Richtlinien. Vgl. im Falle von aus Schlacken gewonnenem Granulat als Vorredukt für den Straßenbau Rentz et al. (1996); S. 360 ff.

² Eine Abgrenzung zwischen Stand der Technik u. technisch möglich erarbeitet Püchert (1996); S. 35 ff. Aufschluß bieten auch die Ausführungen der TASI zu Zuordnungskriterien an eine Verwertung (Nr. 4.1.2 TASI).

³ Vgl. Köller (1996); S. 152 f.

onskosten, Abschreibungszeitraum, Betriebskosten, langfristiges Anlagenrisiko eines erweiterten oder neuen Verfahrens¹ bzw. die zu entrichtenden Preise an einen beauftragten (Sub-)Reduzenten ins Kalkül zu ziehen. Angesichts der weitgefaßten Verwertungsdefinition sind zudem die Kosten für die Überwindung der räumlichen Distanzen zwischen den Prozessen und Märkten hinzuzufügen. Unter diesen Gesichtspunkten wird sich die Realisierung von Economies of Scale erst mit einer hohen Anzahl an Reduzenten einstellen. Im Rahmen der Beseitigung stellen sich zusätzlich noch (Opportunitäts-)Kosten durch Rückstellungen für eine mögliche Deponienachsorge an.² Inwieweit volkswirtschaftliche Kosten auch ohne unmittelbare betriebswirtschaftliche Wirkung in die Betrachtung einzubeziehen sind, wird kontrovers diskutiert.³ So gesehen läßt das Kriterium der Verhältnismäßigkeit erhebliche Bewertungsspielräume zwischen Verwertung und Beseitigung offen, denn letztlich ist es der wirtschaftlich sinnvolle Nutzen, der der Verwertung den Zuschlag erteilt. Im Hinblick von Kosteneinflußgrößen hebt der Marktbezug hervor, daß ein Markt- und damit ein Erlöspotential der in industrieökonomische Kreisläufe einsetzbaren Redukzte wünschenswert wäre, um kostendeckende Verfahren etablieren zu können. Desto größer ein outputseitiges Marktpotential ausfällt, um so eher kann die wirtschaftliche Zumutbarkeit garantiert werden. Generell können damit Entscheidungen über die Zumutbarkeit nur im Einzelfall und auf Basis einer langfristigen Vergleichsbetrachtung der Kosten und Erlöse eines jeden Verfahrens mit den wettbewerblichen Folgewirkungen auf die Tätigkeiten des Reduktionspflichtigen gefällt werden.⁴ Unter Wettbewerbsgesichtspunkten sind als Vergleichsmaßstäbe allerdings auch landesrechtliche und kommunale Bedingungen sowie Bedingungen der betroffenen Branche hinzuziehen. Unter diesen Gesichtspunkten ist anzunehmen, daß ein Reduzent angesichts seines technologischen und marktlichen Know-hows die wirtschaftliche Zumutbarkeit einer Verwertung eher zu erkennen gibt als ein Produzent. Handelt der Reduzent im Auftrage eines Produzenten, ist rückwirkend von Bedeutung, wie sich die Reduktionskosten auf die Wirtschaftlichkeit der Produktion auswirken.

Die nicht unter den Begriff der Kreislaufwirtschaft, aber in den Geltungsbereich des Gesetzes fallende *Beseitigung* ist nur dann anzustreben, wenn eine Verwertung aus oben angeführten Gründen nicht durchführbar ist (§ 5.V KrW-/AbfG). Demnach müssen alle Abfälle,

¹ Da sich in vielen Fällen Verwertungsverfahren erst in der Pilot- bzw. Einführungsphase befinden u. sie somit erst einen rel. begrenzten Reifegrad erlangt haben, wird das Kriterium Anlagenrisiko gewichtig ausfallen.

² Vgl. Frenz (1998); S. 121.

³ Für eine Internalisierung externer Kosten spricht sich der SRU (1998); Tz. 433 aus, dagegen sprechen sich Fluck (1995); S. 238; Köller (1996); S. 130; Frenz (1998); S. 120 aus.

⁴ Vgl. Brenck (1996); S. 35.

die weder vermieden noch verwertet werden können, einer umweltverträglichen und schadlosen Beseitigung im Inland zugeführt werden.¹ Der weitgefaßte Begriff der Beseitigung von der Kollektion über die Behandlung bis zur Deponierung hat erhebliche Abgrenzungsschwierigkeiten zu dem ebenso weitgefaßten Begriff der Verwertung hervorgerufen (§ 10.I, II KrW-/AbfG).² Sowohl die Verwertung als auch die Beseitigung stehen stellvertretend für eine Vielzahl von begleitenden und/oder aufeinanderfolgenden Verfahren. Entsprechend können bestimmte Behandlungsverfahren sowohl der Verwertung als auch der Beseitigung dienlich sein. Im Zweifelsfall erschließen die obigen Kriterien eine Rangfolge aus konkurrierenden Verwertungs- und Beseitigungsverfahren, die keinen Rückschluß auf eine Vorrangstellung von Verwertung oder Beseitigung zulassen.³ Ebenso ist eine zweifelsfreie Abgrenzung nach dem intendierten Sachziel und dem begleitenden, untergeordneten Sachziel nicht generell gegeben.⁴ An ausgewählten Beispielen soll kurz belegt werden, daß sich diese Schwierigkeiten sowohl auf die eigentlichen Prozesse als auch auf die Begleithandlungen beziehen können. Im Hinblick auf die stoffliche Verwertung und Beseitigung wird z. B. der Bergversatz einerseits als Deponierung, andererseits als Nutzung stofflicher Eigenschaften zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche interpretiert.⁵ Wie bereits erörtert, dient das Shreddern einer Restkarosserie in erster Linie als vorbereitender Prozeß der Deponierung, erst im Laufe der Zeit hat sich in zweiter Linie eine mögliche stoffliche Verwertung der so gewonnenen Fraktionen erschlossen. Bei der thermischen Behandlung, vorzugsweise der Verbrennung, sowie bei der Deponierung und der energetischen Verwertung wird Energie erzeugt bzw. genutzt, in den ersten beiden Fällen als untergeordnete Begleiterscheinung, im zweiten Fall als Hauptzweck des Prozesses.⁶ Der Unterschied zeigt sich ausschließlich im jeweiligen Heizwert der in die Verbrennung eingehenden Reduzenden. Die Unterteilung in thermische Behandlung einerseits und energetische Verwertung andererseits ist demnach juristisch, nicht praktisch intendiert. Denn in beiden Fällen wird Energie gewonnen, zugleich die verbleibenden Rückstände direkt oder über einen zwischengeschalteten Behandlungsprozeß der Deponierung zugeführt werden. Letztlich können die aus Aufbereitungsleistungen gewonnenen Redukate umgehend als Vorredukte einem Produktionsprozeß oder als Zwischenredukte einem anschließenden Verwertungs- oder Besei-

¹ Ausnahmen von einer ausschließlichen Beseitigung im Inland regelt die EG-AbfVerbrV bzw. das AbfVerbrG.

² Eine detaillierte Abgrenzung von Verwertung u. Beseitigung geben Fluck (1995); S. 233 ff.; Frenz (1998); S. 96 ff.

³ Vgl. SRU (1991); Tz. 217.

⁴ Vgl. Kloepfer (1998); S. 1238 f.

⁵ Vgl. Frenz (1998); S. 97.

⁶ Als Abgrenzungskriterium zwischen einer Beseitigungs- u. Verwertungsleistung dienen in diesem Fall die jeweiligen Brennwerte.

tigungsprozeß zugeführt werden, so daß von vornherein nicht offensichtlich ist, ob ein Produkt, Abfall zur Verwertung oder zur Beseitigung vorliegt.¹ Bestehen keine klaren Vorgaben über Umweltverträglichkeit, Schadlosigkeit und Hochwertigkeit, liegt es weitestgehend im Ermessensspielraum des Reduktionspflichtigen, welcher Prozeß anzuschließen und welche Art an Reduzenden damit festzulegen ist.² Auch der im Bund-Länder-Konsenspapier erarbeitete Kriterienkatalog zur sicheren Abgrenzung der Verwertung von der Beseitigung konnte bisher keine eindeutige Hilfestellung bieten.³ Bei weiteren Bemühungen wäre zu berücksichtigen, daß, wie das Beispiel des Altfahrzeuges bereits zeigen konnte, sowohl der Verwertung als auch der Beseitigung mehrere Verfahrensschritte zugrunde liegen, die hinsichtlich einer Zuordnung variieren können, und daß Technologiesprünge dieser Verfahrensschritte erneute Deklarationen erfordern. Unter diesen Gesichtspunkten wäre eine strengere Systemabgrenzung zwischen Kollektions- und Behandlungssystemen gegenüber Verwendungs-, Verwertungs- und Beseitigungssystemen, aber auch Induktionssystemen zielführend.

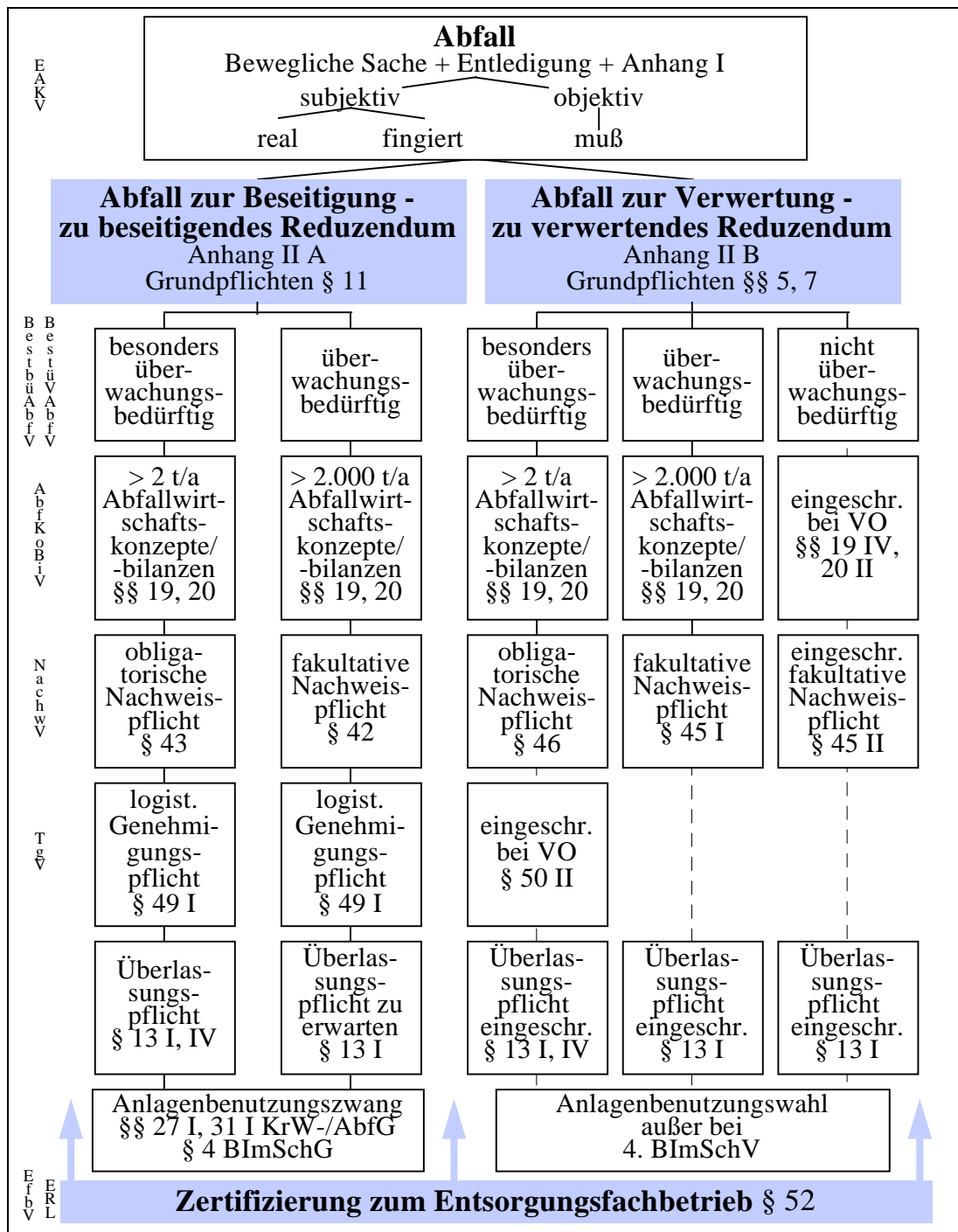
An die grundlegenden Handlungspflichten der Vermeidung, Verwertung und Beseitigung spannen die daran anschließenden unterschiedlichen Rechtsfolgen einen umfangreichen Pflichtenkatalog der beteiligten Akteure entlang der gesamten rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette auf. Im weitesten Sinne konzentrieren sich diese Pflichten auf Informations- und Handlungspflichten, die zum einen nach der Überwachungsbedürftigkeit der Abfälle, zum anderen nach der Art der Reduktionsprozesse variieren (Abbildung III-6). Von der Erfüllung dieser Pflichten hängt es ab, inwieweit einem privaten Reduzenten der Marktzutritt gewährt wird bzw. seine bestehende Position durch eine erhöhte Nachfrage nach Reduktionsleistungen ausgebaut werden kann.

¹ Vgl. Schink (1997a); S. 503; Frenz (1998); S. 97.

² Vgl. Schink (1997a); S. 502.

³ Vgl. Bünemann/Menke-Glückert/Rachut (1997); S. 35 ff.; SRU (1998); Tz. 425 ff.

Abb. III-6: Informations- und Handlungspflichten nach dem KrW-/AbfG



Quelle: Eigene Darstellung.

Im Vergleich zu Abfällen zur Verwertung sind Abfälle zur Beseitigung ausnahmslos überwachungsbedürftig (§§ 3.VIII, 41.I, II KrW-/AbfG, BestbüAbfV). Abfälle zur Verwertung unterliegen bislang nur einer eingeschränkten Überwachung, sofern sie in Rechtsverordnungen als überwachungsbedürftig oder besonders überwachungsbedürftig eingestuft

wurden (§ 41.III, BestüVAbfV, BestbüAbfV).¹ Im Falle überwachungsbedürftiger Abfälle ist auf Verlangen der zuständigen Behörde von allen am Reduktionsprozeß Beteiligten ein fakultativer Nachweis, im Falle besonders überwachungsbedürftiger Abfälle bzw. Sonderabfälle ohne behördliche Anordnung ein obligatorischer Nachweis über Art, Menge der Reduzenden, das gewählte Reduktionsverfahren sowie die Redukste in Nachweisbüchern zu führen. Gemäß der hierzu erlassenen Rechtsverordnungen kann der jeweilige Nachweis sowohl in einer Vorabkontrolle über die Zulässigkeit des vorgesehenen Reduktionsverfahrens (§§ 10-14 NachwV) als auch in einer Verbleibskontrolle über das durchgeführte Reduktionsverfahren und damit den Verbleib der Reduzenden bzw. Redukste (§§ 15-21 NachwV) erfolgen.² Dem SRU zufolge kann die durch die verbindliche Nachweiskette regelrecht erzwungene Informationsoffenheit zwischen den beteiligten Akteuren Produzent, Reduzent und Behörde in ein Vertrauensverhältnis münden.³ Auf der anderen Seite wird mit dem auf bestimmte Abfälle zur Verwertung und Abfälle zur Beseitigung anzuwendenden Nachweisverfahren der interne Verwaltungsaufwand der Nachweispflichtigen erheblich erhöht. Allerdings können diese Nachweispflichten dann ersetzt werden, wenn Abfallwirtschaftskonzepte und -bilanzen stellvertretend vorgelegt werden. Nach §§ 19, 20 KrW-/AbfG sind Abfallerzeuger mit einem jährlichen Abfallaufkommen von mehr als 2 t/a besonders überwachungsbedürftiger Abfälle oder von mehr als 2.000 t/a überwachungsbedürftiger Abfälle verpflichtet, Konzepte und Bilanzen über Art, Menge und Verbleib der Abfälle, Reduktionsmaßnahmen und -wege zu erstellen und auf Verlangen den verantwortlichen Behörden vorzulegen. Indirekt ist ein privater Reduzent in die Erarbeitung dieser Informationspflichten eingebunden, wenn er Teil des zu dokumentierenden Reduktionsweges ist bzw. die Erarbeitung im Auftrag des Pflichtigen wahrnimmt; direkt, wenn er Konzepte und Bilanzen als Qualitäts- und Leistungsmerkmal marketingpolitisch einsetzt.⁴ Neben diesen Informationspflichten sind für Abfälle zur Beseitigung (§ 49.I KrW-/AbfG) und für besonders überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung nach Erlaß von Rechtsverordnungen (§ 50.II KrW-/AbfG, § 1.I TgV) Transportgenehmigungen zu erbringen. Eine solche Genehmigungspflicht richtet sich insbesondere an private Reduzenten, die mit die-

¹ Zu *besonders überwachungsbedürftigen* Abfällen bzw. Sonderabfällen zählen bspw. Abfälle aus der Altölaufbereitung, Hydrauliköle u. Bremsflüssigkeiten aus der Trockenlegung von Altfahrzeugen sowie Shredderrückstände etc. (Anl. 1 BestbüAbfV); zu *überwachungsbedürftigen* Abfällen zählen u. a. Schlämme aus der Abwasserreinigung, Abfälle aus Verbrennungsanlagen, Altreifen etc. (Anl. BestüVAbfV). Hierzu ausführlich Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 798 ff.

² Vgl. Queitsch (1997); S. 49 ff.

³ Vgl. SRU (1991); Tz. 1183. Aber auch aus Informationsgründen hält der SRU im Rahmen einer stärker marktorientierten Abfallpolitik ordnungsrechtliche Nachweispflichten für unabwendbar; vgl. SRU (2000); Tz. 818.

⁴ Zu internen Nutzungsalternativen vgl. Bünemann/Menke-Glückert/Rachut (1997); S. 94 ff.

ser logistischen Dienstleistung eine Gewinnerzielungsabsicht verfolgen.¹ Allerdings werden sie von dieser Pflicht befreit, wenn sie als Entsorgungsfachbetrieb zertifiziert sind (§ 51.I KrW-/AbfG). Zusammengenommen kann über die Nachweisdokumentation unterschiedlicher Prozesse bzw. Akteure letztlich eine Vielzahl der Mengenströme vom Reduzendum zum Redukt mit erhöhter Transparenz nachgezeichnet werden.

Das KrW-/AbfG verkörpert durch die *dualistische Aufgabenverteilung* zwischen Privatwirtschaft und Staat die gegenwärtig geführte Diskussion über die generelle Notwendigkeit einer Privatisierung staatlicher Aufgaben. Mit einer solchen Diskussion wird die Intention verfolgt, die staatliche Primärverantwortlichkeit in eine staatliche Sekundärverantwortlichkeit zu entlassen.² Im KrW-/AbfG ist die Verlagerung der Verantwortlichkeiten durch eine erhebliche Ausdifferenzierung des bisherigen Reduktionsmonopols festgeschrieben. Ausgehend von den originären Reduktionspflichtigen sind folgende Aufgaben- und Zuständigkeitskonstellationen denkbar:

- Eigenreduktion der reduktionspflichtigen Besitzer und Erzeuger (§§ 5.II, 11.I KrW-/AbfG);
- Fremdreduktion durch öffentlich-rechtliche Reduktionsträger mit Pflichtenübertragung (§ 13.I KrW-/AbfG);
- Fremdreduktion durch private Reduktionsträger mit Pflichtenübertragung (§§ 16.II, 17.III, 18.II KrW-/AbfG) und
- Fremdreduktion durch Erfüllungsgehilfen mit Pflichtenwahrnehmung (§ 16.I KrW-/AbfG).

Inwiefern sich diese Konstellationen auf das Betätigungsfeld eines privaten Reduzenten auswirken, wird durch das komplizierte Zusammenspiel der in unterschiedlicher Weise an den Pflichten der Kreislaufwirtschaft mitwirkenden Erzeugern, Besitzern, öffentlich-rechtlichen Reduktionsträgern sowie beauftragten Dritten bestimmt. Dem § 13.I KrW-/AbfG folgend werden hier die „... nach Landesrecht zur Entsorgung verpflichteten juristischen Personen“ als öffentlich-rechtliche Reduktionsträger bezeichnet. Diesem Wortlaut gemäß sind nicht notwendigerweise öffentlich-rechtliche Reduzenten angesprochen, sondern gegebenenfalls auch im öffentlich-rechtlichen Auftrage handelnde private Reduzenten.³ Zu den beauftragten Dritten zählen rechtsfähige Personen privaten oder öf-

¹ Vgl. Frenz (1998); S. 398 ff. Für private Reduzenten besteht zudem eine Meldepflicht bei Vermittlungsgeschäften (§ 50.I KrW-/AbfG).

² Zur allgemeinen Deregulierungsdiskussion vgl. Enseling (2001); S. 86 ff.

³ Vgl. Köller (1996); S. 173; Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 280. Die genauen Zuständigkeiten werden innerhalb der einzelnen Landesabfallgesetze geregelt, die weitestgehend den Kommunen die Reduktionspflicht übertragen. Vgl. Schink (1996b); S. 533 f.; Kloepfer (1998); S. 1251 f.

fentlichen Rechts. Insofern umfassen damit private Reduktionsträger, denen zugleich die Reduktionspflichten übertragen werden¹, Erfüllungsgehilfen wie private und öffentlich-rechtliche Reduzenten, die mit der technischen Durchführung betraut werden.² Im folgenden wird sich zeigen, daß sich in nahezu allen Fällen hinter den genannten Akteuren private Reduzenten verbergen können.

Im Sinne des Verursacherprinzips und als Anreizmechanismus für weitere Vermeidungsstrategien liegen die Reduktionspflichten gemeinhin im Verantwortungsbereich der Erzeuger und Besitzer, also der originär Reduktionspflichtigen von Abfällen, die zur Eigenreduktion angehalten sind. Trotz der seit Inkrafttreten des Gesetzes gestiegenen, gesetzlich relevanten Abfallmengen hat der Fokus auf die private Reduktionsverantwortung zu einer relativen Abnahme der in den Zuständigkeitsbereich der öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger fallenden Abfallmengen und damit zu einer Marktöffnung geführt.³ Die bisherigen öffentlich-rechtlichen Pflichten wurden damit zur Ausnahme erklärt. Einen solchen Ausnahmetatbestand belegen die Überlassungspflichten - sogenannter Anschluß- und Benutzungszwang - an die öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger.⁴ Aus Gründen der Reduktionssicherheit verbleibt gemäß § 13.I KrW-/AbfG die Zuständigkeit der Beseitigung von Abfällen aus dem Konsumtionssystem weiterhin in den Händen öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger. Für Abfälle zur Verwertung aus dem Konsumtionssystem sowie für Abfälle zur Beseitigung aus anderen Herkunftsbereichen - im weitesten Sinne dem Produktionssystem - besteht eine Überlassungspflicht gegenüber öffentlich-rechtlichen Reduktionsträgern nur dann, wenn diese Aufgaben nach den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft weder in Eigenregie noch im öffentlichen Interesse durchzuführen sind. Für Abfälle zur Verwertung aus dem Produktionssystem besteht hingegen keine Überlassungspflicht. Da sich in der Vergangenheit Reduktionsanlagen im allgemeinen sowie Beseitigungsanlagen im speziellen im Besitz öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger befanden, ist zu erwarten, daß diesen auch in Zukunft Abfälle aus dem Konsumtionssystem generell⁵ sowie Abfälle zur

¹ Vgl. Krahnfeld (1996); S. 274. Das Merkmal Reduktionspflicht für private Reduktionsträger wird in der Literatur nicht einheitlich verfolgt. Unabhängig von einer Pflicht werden an anderer Stelle als private Reduktionsträger die nach §§ 17, 18 KrW-/AbfG gebildeten Verbände u. Selbstverwaltungskörperschaften der Wirtschaft bezeichnet. Vgl. Kloepfer (1998); S. 1248 f.

² Vgl. Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 332.

³ Die Abb. 6 im Anhang gibt einen Einblick in die Mengenentwicklung der in öffentlichen Entsorgungsanlagen eingesetzten Reduzenten. Vgl. auch SRU (2000); Tz. 829.

⁴ Im Falle einer Andienungspflicht findet keine Pflichtenübertragung statt, sondern dem Reduktionspflichtigen wird eine Reduktionsstelle angewiesen. Vgl. Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 296 f.

⁵ Strittig ist, ob auch private Haushalte Dritte mit der Verwertung beauftragen können; vgl. Krahnfeld (1996); S. 273 f.; Schink (1996b); S. 532; (1997b); S. 437 f. Könnten sich damit private Haushalte von der Überlassungspflicht befreien, käme diese Entwicklung einer (Teil-)Liberalisierung der Reduktionswirtschaft gleich. Welche organisatorischen Folgen eine solche Liberalisierung nach sich zöge, ist noch zu erarbeiten.

Beseitigung aus dem Produktionssystem unter bestimmten Voraussetzungen überlassen werden.¹ Eine solche Entwicklung wird noch durch die landesrechtlich abgesicherten Überlassungspflichten für besonders überwachungsbedürftige Abfälle zur Beseitigung und bestimmte, besonders überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung - diese Abfallarten bestimmen sich nach BestBüAbfV und BestüVAbfV - untermauert (§ 13.IV KrW-/AbfG). Mit der Überlassung sind die öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger allgemeinhin angehalten, zunächst Verwertungsmöglichkeiten zu überprüfen, bevor eine Beseitigung eingeleitet wird (§ 15.I KrW-/AbfG). So gesehen wird die wirtschaftliche Zumutbarkeitsgrenze nach § 5.IV KrW-/AbfG höher angesetzt als im Falle privatwirtschaftlicher Reduktionspflichten. Sofern öffentlich-rechtliche Reduktionsträger bei installierten Rücknahme- und Rückgabepflichten nach §§ 24, 25 KrW-/AbfG, wie sie für Verpackungen und Altfahrzeuge existieren, oder bei gemeinnützigen Sammlungen nicht mitwirken, endet ihr Zuständigkeitsbereich auch für oben angegebene Abfallarten (§§ 13.III, 15.III KrW-/AbfG).

Die öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger können ebenso von ihren Zuständigkeiten befreit werden, wenn die zuständige Behörde mit deren Zustimmung und auf Antrag Dritter die Reduktionspflichten ganz oder teilweise auf die privaten antragstellenden Reduktionsträger bzw. sogenannte Beliehene² überträgt (§§ 13.II, 15.II, 17.IV, 18.II KrW-/AbfG). In einer weiten Fassung privater Reduktionsträger können hierzu die von den Pflichtigen zur Reduktion eingerichteten Verbände und Selbstverwaltungskörperschaften (§§ 17, 18 KrW-/AbfG) sowie private Dritte zählen. Einem solchen weitgefaßten Verständnis kann dann zugestimmt werden, wenn nicht die Akteure, sondern ausschließlich die Erfüllung der gesetzlich gestellten Qualitätsanforderungen den Maßstab bieten. Nach § 16.II-III KrW-/AbfG sind vorausgehend bei einer Pflichtenübertragung durch Vorlage von Abfallwirtschaftskonzepten die Fachkunde, Zuverlässigkeit, Sicherheit sowie die öffentlichen Interessen zu überprüfen. Indirekt können diese Konzepte Aufschluß darüber geben, ob eine hochwertige, schadlose und umweltverträgliche Reduktion erfolgen wird. Im Zuge einer solchen Pflichtenübertragung nehmen die privaten eine der den öffentlich-rechtlichen Reduktionsträgern vergleichbare Rechtsposition ein. Damit sind die privaten Reduktionsträger zwar berechtigt, in Abstimmung mit den öffentlich-rechtlichen Reduzenten Gebühren für ein gewisses Leistungsspektrum zu erheben und die Überlassung einzufordern, aber ebenso verpflichtet, haftungsrechtliche Folgen bei Schadenseintritt zu tragen.³ Gleichfalls

¹ Vgl. Krahnfeld (1996); S. 273; SRU (1998); Tz. 408.

² Vgl. Schink (1996c); S. 121. Allgemein zu dem Rechtsbegriff 'Beliehener' Lübke-Wolf (1995); S. 34.

³ Vgl. Kloepfer (1998); S. 1249 f. Zum haftungsrechtlichen Tatbestand Krahnfeld (1996); S. 275.

wird auch den privaten Reduktionsträgern die Option eingeräumt, unter Zustimmung der öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger Pflichten auf Dritte zu übertragen (§ 16.II). Inwieweit Produzenten als private Dritte von diesen Übertragungsmöglichkeiten Gebrauch machen können, hängt wiederum von dem Verständnis privater Reduktionsträger ab.¹ Aber auch hier sollten nicht die Akteure, sondern die zu erfüllenden Qualitätsbedingungen in den Vordergrund gerückt werden. Letztlich bestimmen die zwischen Produzenten und Reduzenten abgeschlossenen Vertragsbestimmungen über das Ausmaß einer Pflichtenübertragung. Bedingt durch diese variable Rechtsauslegung scheint letztlich die Zustimmung öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger über eine Pflichtenübertragung und damit über den Kreis privater Reduktionsträger zu befinden. Diese Zustimmungserfordernis wird als „...»offene Flanke« hinsichtlich der weiteren Dualisierung der Abfallwirtschaft..“² zu Lasten einer weiteren Privatisierung kritisiert. Insbesondere der SRU fordert vehement flexible Markt- und Wettbewerbsprozesse auf der Angebots- und Nachfrageseite einer Reduktionswirtschaft.³ Obschon auch öffentlich-rechtliche Reduktionsträger eine Pflichtenübertragung anwenden, werden sie bei unausgelasteten Kapazitäten zu einer Ablehnung der (weitgefaßten) Übertragungsalternativen neigen. Diese Entwicklung verschärft sich noch durch zunehmende Forderungen nach einer weiteren Verlagerung von Reduktionsleistungen in den privaten Sektor, die auch Beseitigungs- und Verwertungsleistungen von Abfällen aus dem Konsumtionssystem einschließen.⁴ In einigen Fällen sind öffentlich-rechtliche Reduktionsträger gegenwärtig sogar bemüht, einen Zugriff auf die im Verantwortungsbereich der Produzenten liegenden Abfälle zu erlangen. Als Instrument dient eine restriktive Deutung des Verwertungsbegriffes als Sachziel einer Maßnahme sowie eine Ausdehnung der Überlassungspflichten auf hausmüllähnliche Gewerbeabfälle. Im letztgenannten Sachverhalt sollte durch die derzeit diskutierte Gewerbeabfall-Verordnung eine Klärung herbeigeführt werden, welcher Anteil hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle gesichert den öffentlich-rechtlichen Überlassungspflichten unterliegt.⁵ Real ist den öffentlich-rechtlichen Reduktionsträgern ein Zugriff u. a. in NRW mit einem Urteil des OLG Düsseldorf gelungen, demnach die Städte Wuppertal, Remscheid und Velbert über Tochtergesellschaften der Stadt-

¹ Köller (1996); S. 181; Krahnfeld (1996); S. 275 sprechen sich dagegen, Frenz (1998); S. 203 f. dafür aus.

² Hofmann-Hoepfel (1997); S. 93 (h. i. O.). Vgl. auch Schink (1996b); S. 535.

³ Vgl. SRU (1998); Tz. 435 ff.

⁴ Vgl. SRU (1998); Tz. 452.

⁵ Einen breiten Spielraum boten bislang Abfallgemische, die Abfälle zur Beseitigung u. zur Verwertung enthalten. Der These, daß solche Abfallgemische grds. als Abfälle zur Beseitigung mit entsprechender Überlassungspflicht zu deklarieren seien, hat das Bundesverwaltungsgericht mit einem Urteil vom 15. Juni 2000 widersprochen; vgl. Jäger/Martens (2000); S. 26.

werke in das Marktsegment der Altfahrzeugreduktion eintreten können.¹ Die private Reduktionswirtschaft sieht in einer solchen rückgängigen Privatisierung die Gefahr, daß die mittlerweile von der Privatwirtschaft aufgebauten Kapazitäten beschädigt werden.²

Verfügen Reduktionspflichtige, gleich ob es sich um Erzeuger, Besitzer, öffentlich-rechtliche oder private Reduktionsträger handelt, weder über technologisches Know-how und Kapazitäten noch über die notwendige finanzielle Ausstattung, können Dritte auf Grundlage privatrechtlicher Verträge mit der Erfüllung ihrer Aufgaben beauftragt werden (§§ 16.I, 17.I, 18.I KrW-/AbfG). In diesem Sinne findet lediglich eine technische Aufgaben-, aber keine Zuständigkeitsübertragung statt. Generell kommen als Dritte alle natürlichen und juristischen Personen wie private und öffentlich-rechtliche Reduzenten sowie die von den Pflichtigen zur Reduktion eingerichteten Verbände und Selbstverwaltungskörperschaften (§§ 15.II, 17, 18 KrW-/AbfG) in Betracht. Dennoch wird in der Praxis diese Position zumeist von privaten Reduzenten besetzt.³ Bedingt durch den Auftraggeber kann die Beauftragung inhaltlich alle Reduktionsmaßnahmen sowie die Erfüllung der Informations- und Handlungspflichten umfassen, die originär vom Verpflichteten zu erfüllen sind.⁴ An diese Erfüllungsgehilfen der forthin verantwortlichen Reduktionspflichtigen sind aus haftungsrechtlichen Gründen höhere Qualitätsanforderungen als im Falle einer Pflichtenübertragung zu stellen. Diese Qualitätsanforderungen beziehen sich nicht nur auf den unmittelbaren Drittbeauftragten, sondern auf die gesamte Kette nachfolgender (Sub-)Drittbeauftragter.⁵ Als Prüfinstrumente dienen neben Informationspflichten in Form von Abfallwirtschaftskonzepten und Abfallbilanzen auch Zertifizierungspflichten nach EfbV, DIN ISO EN 9.000 ff. und DIN EN ISO 14.000 ff.⁶ Umfragen zufolge werden in Reduktionsunternehmen vornehmlich die Einführung von Qualitätsmanagementsystemen und die Zertifizierung als Entsorgungsfachbetrieb bevorzugt.⁷

Ist ein privater Reduzent mit der Wahrnehmung oder Übertragung der Reduktion betraut worden, hat er sich der Zulassungspraxis von Reduktionsanlagen unterzuordnen.⁸ § 27.I

¹ Vgl. o. V. (1999); S. 19. Derzeit befindet sich der Rechtsstreit in der Revision vor dem BGH, demzufolge Mitte 2002 eine Entscheidung zu erwarten ist. Ähnliche Liberalisierungstendenzen der kommunalen Wirtschaft werden gegenwärtig in Sachsen-Anhalt diskutiert; vgl. o. V. (2000b); S. 4. Einwände der Privatwirtschaft werden komprimiert von Roschmann et al. (1999) wiedergegeben.

² Vgl. o. V. (2000f); S. 19.

³ Vgl. Kahl (1995); S. 1329 f.

⁴ Vgl. Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 332 f.

⁵ Vgl. Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 333.

⁶ Welche Kriterien von einem Produzenten bei der Vergabe der Reduktionsaufgaben an einen Reduzenten zugrunde gelegt werden können, wird von Kärst/Winkelbauer (2000); S. 18 für die Automobilproduktion dargelegt.

⁷ Vgl. Hahn et al. (1999); S. 159 f.

⁸ Ausführlich hierzu Kloepfer (1998); S. 1260 ff.

KrW-/AbfG sieht - abgesehen von definierten Ausnahmen - einen Anlagenbenutzungszwang für Abfälle zur Beseitigung vor. Danach dürfen Abfälle nur in dafür zugelassenen Anlagen beseitigt werden. Aufgrund des weitgefaßten Beseitigungsbegriffes bezieht sich die Zulassungserfordernis auf ortsfeste Anlagen zur Behandlung und Lagerung von Reduzenden sowie auf Deponien (§ 31.I KrW-/AbfG). Die weiteren Beseitigungsphasen des Bereitstellens, Überlassens, Einsammelns und Beförderns wurden von der Zulassungspflicht ausgeschlossen und anderweitig geregelt.¹ Während Anlagen zur Behandlung und Lagerung nach den Anforderungen des BImSchG zugelassen werden (§ 4 BImSchG)², gelten für Deponien, abgestuft nach der jeweiligen Bedeutung für das Allgemeinwohl, abfallrechtliche Zulassungsverfahren.³ Dem jeweiligen Zulassungsverfahren sind die Vorgaben der TA Abfall und der TASI anzufügen, auf die noch an anderer Stelle einzugehen sein wird. Verwertungsanlagen sind hingegen nur dann zulassungsbedürftig, wenn sie im Anhang der vierten BImSchV aufgeführt sind.⁴ Handelt es sich um Verbrennungsanlagen, sind zusätzlich die Vorgaben der 17. BImSchV zu beachten. Wenngleich abgestufte Genehmigungsverfahren im Gesetz verankert sind, gestalten sich diese dennoch relativ langwierig, so daß nicht flexibel auf Kapazitätsbedürfnisse reagiert werden kann.

Vor dem Hintergrund dieses umfassenden Pflichtenkatalogs sind private Reduzenten zum Ausbau und zur Sicherung ihrer Marktposition aufgefordert, ihre reduktiven Qualifikationen durch Transparenz, Zuverlässigkeit und Sicherheit nach außen zu signalisieren. Mit der freiwilligen Zertifizierung als *Entsorgungsfachbetrieb* hat der Gesetzgeber ein solches Qualitätsinstrument geschaffen. Entsorgungsfachbetriebe sind berechtigt, das Gütezeichen einer behördlich anerkannten Entsorgungsgemeinschaft zu führen oder alternativ einen Vertrag mit einer technischen Überwachungsorganisation abzuschließen (§ 52.I KrW-/AbfG).⁵ Im Falle einer Entsorgungsgemeinschaft haben öffentlich-rechtliche und private Reduzenten auf der Grundlage des § 52 KrW-/AbfG, der EfbV und der ERL gemeinsam die sogenannte bvse-Entsorgungsgemeinschaft sowie die Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Entsorgungswirtschaft (EdDE) ins Leben gerufen. Erstgenannte hat mittlerweile ungefähr 179, letztgenannte ca. 390 Zertifikate als Entsorgungsfachbetriebe an Unternehmen

¹ Vgl. Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 474 f.

² Mit der Zulassung von Verwertungs- u. Beseitigungsanlagen unter dem immissionschutzrechtlichen Genehmigungsregime besteht die Gefahr, daß kein Abgleich der Genehmigungsvoraussetzungen mit dem prognostizierten Abfallaufkommen erfolgt. Vgl. Hofmann-Hoepfel (1997); S. 96.

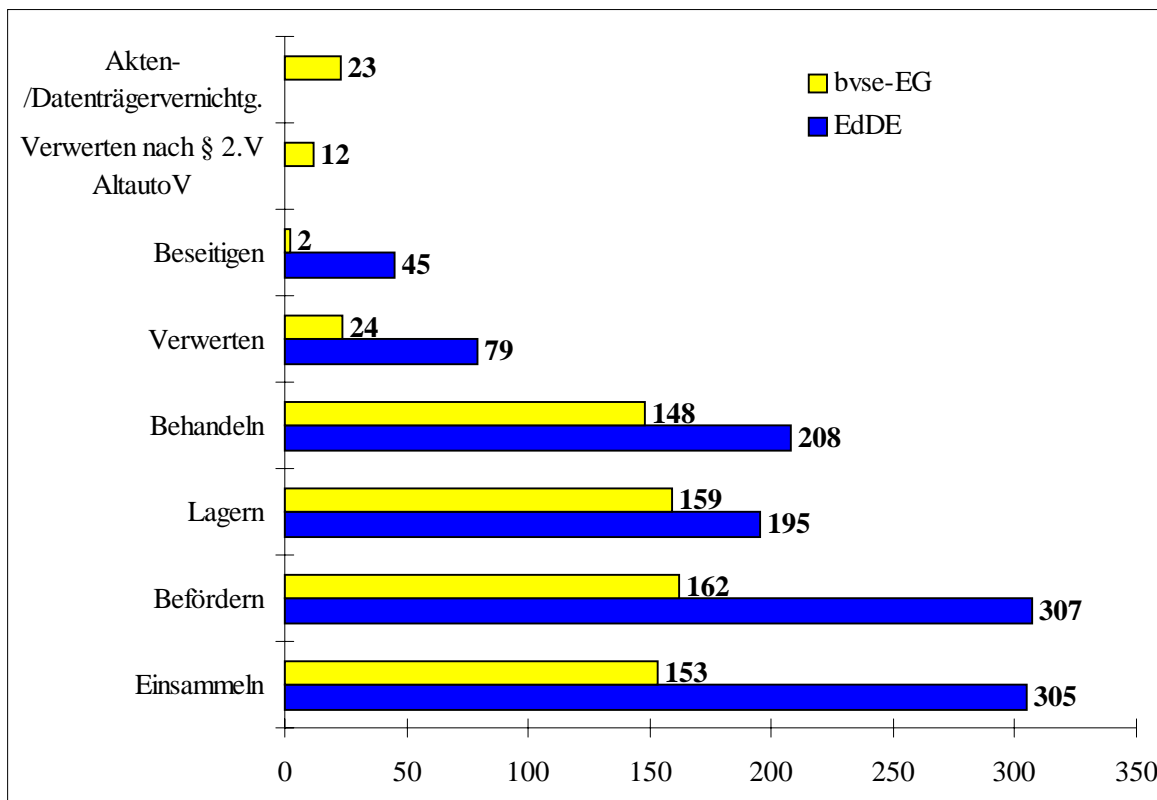
³ Vgl. Kloepfer (1998); S. 1260 ff. Änderungen des Zulassungsrechts können sich durch die von der EU erlassene Depo-
nierichtlinie 1999/31/EG ergeben; vgl. Sanden (1999); S. 247 f.

⁴ Vgl. Kunig/Paetow/Versteyl (1998); S. 468.

⁵ Vorbild für den Entsorgungsfachbetrieb war der bereits 1986 festgeschriebene Fachbetrieb nach § 19.I WHG. Vgl. Bünemann/Menke-Glückert/Rachut (1997); S. 219 f.

oder Unternehmensbereiche ihrer Mitglieder ausgegeben.¹ Eine Zusammenschau der zertifizierten Tätigkeitsbereiche gibt Abbildung III-7.

Abb. III-7: Anzahl der zertifizierten reduktionswirtschaftlichen Tätigkeiten nach EfbV der bvse-Entsorgergemeinschaft e. V. [Stand: 8.6.2000] und der EdDE [Stand: 9.12.1999]



Quelle: Eigene Darstellung; Daten entnommen aus bvse-Entsorgergemeinschaft e. V. (2000) u. BDE (2000).

Darüber hinaus existieren branchenspezifische Entsorgergemeinschaften, wie sie u. a. durch die Branchenverbände BDSV und VDM für die Stahl- und NE-Metall-Recycling-Wirtschaft gegründet wurden.² Entsorgergemeinschaften gemäß der ERL sind durch die Landesbehörden anerkannte Vereinigungen von reduktionswirtschaftlich tätigen Unternehmen, die an ihre Mitgliedsunternehmen das Überwachungszertifikat Entsorgungsbetrieb vergeben. Bei der Überprüfung der Mitgliedsunternehmen und der periodischen Ausstellung eines Zertifikats durch die Gemeinschaft sind die einschlägigen Rechtsvorschriften und ebenfalls die ergangenen Verwaltungsvorschriften sowie bereits erfolgte Zertifizierungen nach EMAS, DIN EN ISO 9.000 ff. und DIN EN ISO 14.000 ff. zu berücksichtigen (§ 6.VI, VII ERL, §§ 12-16 EfbV). Um Synergien zu erzielen und Doppelprüfungen zu verhindern, werden mittlerweile in diese Prüfungen auch Prüfungen nach der Alt-

¹ Vgl. bvse-Entsorgergemeinschaft e. V. (2000); EdDE (2000c).

² Vgl. Diese Entsorgergemeinschaft der Deutschen Stahl- und NE-Metall-Recycling-Wirtschaft e. V. (ESN) zählte im November 1999 insgesamt 280 zertifizierte Unternehmen bzw. Unternehmensbereiche; vgl. ESN (2000).

autoV bzw. neuerdings dem Altfahrzeug-Gesetz integriert.¹ Als Entsorgungsfachbetrieb kann bzw. können sich das gesamte Unternehmen, ein organisatorisch selbständiger Unternehmensteil sowie einzelne Tätigkeiten, begrenzt auf bestimmte Abfallarten, auf ein bestimmtes Reduktionsverfahren oder einen bestimmten Standort, zertifizieren lassen, für die ein identischer Anforderungskatalog gilt (§ 2.II EfbV). Hierdurch wird auch gesetzlich das Spektrum an Unternehmen, die Reduktionsaufgaben übernehmen können, weit gespannt. Selbst Unternehmen, die grundsätzlich nicht der Reduktionswirtschaft zugehörig sind, können in ihrem strategischen Portfolio ein Geschäftssegment auf die Erfüllung von Reduktionsaufgaben hin ausrichten. Mittels eines Zertifikats sind Entsorgungsfachbetriebe privilegiert, Voraussetzungen für eine Vorabkontrolle nach NachwV sowie für Genehmigungen von Vermittlungsgeschäften und Transporten zu erfüllen (§§ 50.I, 51.I KrW-/AbfG, § 13.V NachwV).² In concreto werden Anforderungen an die Betriebsorganisation, an die personelle Ausstattung, an eine kontinuierliche Dokumentationspflicht über den Weg vom Reduzendum zum Redukt, an den Versicherungsschutz, an eine ordnungsgemäße Reduktion sowie an die vom Reduzenten verpflichteten Sub-Reduzenten gestellt (§§ 3-9 EfbV). Damit soll selbst im Falle einer mehrstufigen, rückwärtsgerichteten Reduktionskette gewährleistet sein, daß die Anforderungen einer Kreislaufwirtschaft nicht unterlaufen werden können. Allerdings bleiben technologische Anforderungen unberücksichtigt, sofern nach § 7.I EfbV öffentlich-rechtliche Vorschriften nicht darauf hinwirken.³ Wenngleich eine solche Zertifizierung nicht Voraussetzung für die Betätigung als Reduzent ist, kommt dennoch ein Instrument zum Einsatz, daß sich für die gesamte Reduktionswirtschaft zu einem Marktzwang entwickelt hat. Denn den Kunden eines Reduzenten - sowohl auf der Input- als auch auf der Outputseite - sowie den Überwachungsbehörden liegt ein Instrument zur Qualitätssicherung vor. Ein solches Zertifikat dient u. a. bei der Ausschreibung öffentlich-rechtlicher Pflichten als Zuteilungskriterium.⁴

Der bereits in Kapitel II angedeutete, zunehmende Verflechtungsgrad der Akteure entlang der gesamten Produktions- und Reduktionskette konkretisiert sich in der komplexen Regelungsmaterie des KrW-/AbfG. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht sind mit den

¹ Vgl. EdDE (2000a); S. 1. Zur AltautoV siehe Kap. III.B.2.c). Die Schnittmengen der einzelnen Systeme, die zu integrierten Managementsystemen führen, werden von Bünemann/Menke-Glückert/Rachut (1997); S. 227 ff. erarbeitet. Für KMU mit 40-80 Mitarbeitern reduzieren sich die Kosten einer Zertifizierung nach EfbV von ungefähr 1.500-2.500 EUR um ca. 750-1.150 EUR, wenn bestehende Zertifikate beachtet werden; vgl. ebd. (1997); S. 243.

² Eine Erleichterung bei der Genehmigung von Maklergeschäften (§ 51 KrW-/AbfG) ist gesetzlich zwar vorgesehen, wurde aber von Behördenseite bisher nicht umgesetzt; vgl. EdDE (2000b).

³ Vgl. Schink (1997a); S. 508 f.

⁴ Vgl. Queitsch (1997); S. 59.

Zuständigkeits- und Aufgabenkonstellationen bzw. Pflichten horizontale und vertikale Organisationsformen der Reduktionswirtschaft von besonderem Interesse: Privatwirtschaftliche Produktions- und Reduktionsunternehmen treten mit unterschiedlichen Sach- und Dienstleistungskonzepten konkurrierend *und* kooperierend neben die öffentlich-rechtlichen Reduktionsunternehmen. Infolgedessen stellt bereits die Gesetzesauslegung heraus, daß es verkürzt ist, von dem Markt für Reduktionsleistungen zu sprechen. Vielmehr setzt sich ein solcher Markt aus einer Vielzahl von Teilmärkten, ausdifferenziert nach Art der Reduzenden, der Leistungsart und der Reduktart, zusammen.¹ Findet sich eine vergleichbare Heterogenität auch auf anderen Märkten, heben sich die Märkte für Reduktionsleistungen zusätzlich davon ab, da sie weder auf Basis eines artikulierten Bedarfs auf der Nachfrageseite noch aufgrund eines entsprechenden Angebotes auf der Angebotsseite natürlich gewachsen sind. Dagegen wurden sie durch legislative Regularien und ein verstärktes gesellschaftliches Umweltbewußtsein aus den traditionellen Entsorgungsmärkten intendiert und restringiert. Insofern sind diese Märkte gegenüber anderen Märkten weitaus sensibler für politische und gesellschaftliche Entwicklungen.² Dennoch setzt die Regelungsmaterie des KrW-/AbfG weitestgehend am Ende eines Prozesses bzw. des Produktlebensweges an. Nur in den wenigsten Fällen werden Ressourcenschonung auf der einen Seite sowie Kreislaufschließung ausgehend vom Reduktionssystem zum Regelungsgegenstand erhoben. Das Gewicht auf die Anbindung Produktion - Reduktion zeigt sich auch an der vernachlässigten Anbindung an ökologische Kreisläufe. Eine umweltverträgliche Beseitigung wird zwar thematisiert, daß Beseitigung aber zugleich als Rückführung in ökologische Kreisläufe zu interpretieren ist, nur am Rande angesprochen. Auch an dieser Stelle könnte ein stärkerer Zuzug der Induktionsphase Abhilfe schaffen. Insgesamt gesehen kann mit SCHREINER konstatiert werden, daß mit dem KrW-/AbfG „... Synergieeffekte, allerdings (derzeit noch) auch eine Reihe von Ungereimtheiten und Widersprüchen bis hin zu eklatanter Ineffizienz“³ hervorgerufen wurden. Eröffnen sich für Reduzenten als Abfall-Produzenten und Abfall-Reduzenten ebenso Synergiepotentiale wie bei der Verknüpfung von Dienst- und Sachleistung, treten ihnen auf der anderen Seite Ineffizienzen gegenüber, wenn die Harmonisierungsbestrebungen der EU den bundes- und landesgesetzlichen Alleingängen gegenüber gestellt werden.⁴ Nicht die staatlichen Interventionen per se, sondern die voneinander

¹ Vgl. SRU (1998); Tz. 702.

² Vgl. Sonnenschein (1997); S. 51.

³ Schreiner (1999); S. 220. Zu einer weitaus heftigeren Kritik Thomé-Kozmiansky (2000a); S. 23 ff.

⁴ Für den Fall der Entsorgungsfachbetriebe vgl. Hahn et al. (1999); S. 155.

abweichenden Ausgestaltungen sowie kurzfristige Ankündigungen und Verwerfungen der Regelungsmaterie auf den einzelnen Ebenen rufen erhebliche Planungs- und Investitionsunsicherheiten hervor. Komplexe Technologieentwicklungen benötigen von der Idee bis zur großtechnischen Anlage ungefähr 10-15 Jahre, die Realisierung dieser erprobten Technologien noch einmal ein oder mehrere Jahre.¹ Unter diesen Gesichtspunkten sind Investitionsentscheidungen von Reduzenten kurz- und mittelfristig irreversibel mit einer Langfristbindung gekennzeichnet. Der Weg in die Kreislaufwirtschaft kann somit nur vorangetrieben werden, wenn der Gesetzgeber die Planungs- und Investitionsunsicherheiten ausräumt. WAGNER/VOGEL vertreten die Auffassung, daß erst das Eigeninteresse der öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger diese Unsicherheitsfaktoren zu reduzieren hilft.² Konkret für die Fälle der Altfahrzeugreduktion sowie der Entsorgung von Siedlungsabfällen sollen diese Feststellungen noch einmal begründet werden.

c) Untergesetzliches Regelwerk am Beispiel der Altauto-Verordnung

Das Untergesetzliche Regelwerk des KrW-/AbfG besteht im engeren Sinn aus den sieben Verordnungen und der ERL (Tabelle III-1; Abbildung III-6), die den Vollzug des Gesetzes unterstützen und sichern sollen. Im weiteren Sinne kann zu diesem Regelwerk aber auch die Gesamtheit der Rechtsverordnungen gezählt werden, die insbesondere die verursachergemäße *Produktverantwortung* des Gesetzes konkretisieren. Durch die im Gesetz verankerte, aber erst teilweise sanktionierte Produktverantwortung sollen Produkte und damit einhergehend Redukate so gestaltet und eingesetzt werden, daß zuvörderst eine Vermeidung, sodann eine Verwertung oder Beseitigung sichergestellt werden kann (§ 22 KrW-/AbfG). Infolgedessen erstreckt sich die Produktverantwortung über die Systemgrenzen eines Produzenten hinaus zeitlich auf den gesamten Produktlebenszyklus von der Produktion über die Konsumtion bis zur Reduktion sowie sachlich von der Produktkonstruktion über die qualitative und quantitative Wahl der Produktionsfaktoren bis zur Reduktionstechnologie (§ 22.II KrW-/AbfG).³ Bereits die Entwürfe solcher Verordnungen gaben für einige Reduzenten Anlaß, in entsprechende Reduktionstechnologien sowie -kapazitäten zu investieren oder neue Geschäftsfelder an einer solchen Ankündigung auszurichten. Mit Nichteintreten der jeweiligen Verordnung war aber insbesondere für klein- und mittelständische Reduzenten erklärtermaßen die Existenz bedroht. Mittlerweile sind auf dieser

¹ Vgl. Thomé-Kozmiensky (1997); S. 5 f.

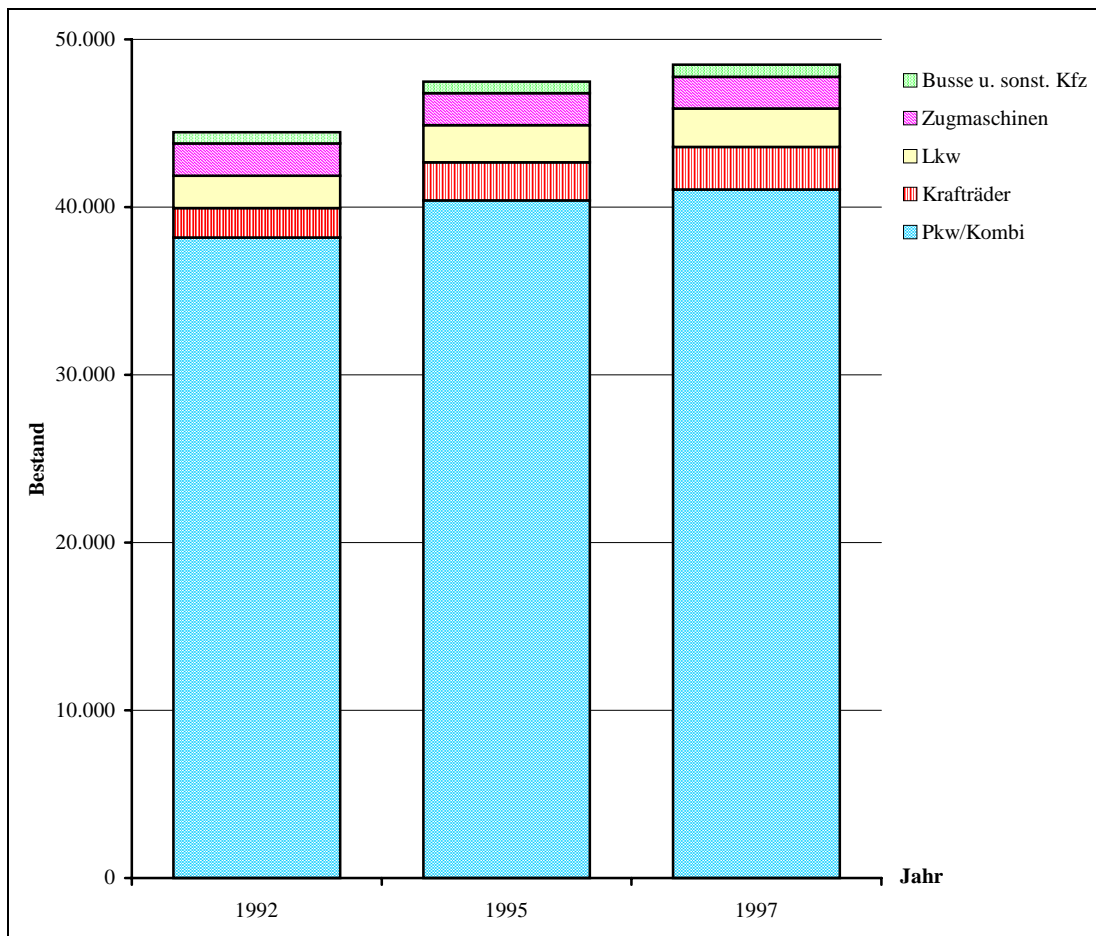
² Vgl. Wagner/Vogel (1992); S. 237.

³ Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 5 f.

Grundlage die VerpackV, AltautoV und die BattV ergangen. Hiervon soll nachstehend die 1998 in Kraft getretene AltautoV näher durchleuchtet werden, die vor dem Hintergrund folgender Problemkreise in Angriff genommen wurde: stetig steigende Zulassungszahlen (Abbildung III-8), unsachgemäßes Recycling, hohes und zumeist schadhaftes Aufkommen an Shredderleichtfraktionen sowie Intransparenz der Branche von Altfahrzeugreduzenten.¹ Die Ausführungen des Kapitel II konnten einen Eindruck von diesen Problemkreisen der Altfahrzeug-Reduktion vermitteln. Dem Erlaß der Verordnung vorausgehend wurde in Verhandlungen mit Vertretern der Wirtschaft die Frage erörtert, bei welchen Aufgaben und in welchem Ausmaß der Staat einen Verzicht auf staatliche (Zwangs-)Maßnahmen leisten kann, um im Gegenzug die privatwirtschaftliche Gestaltungsfreiheit zu favorisieren. Im Ergebnis wurde der Verordnung eine freiwillige Selbstverpflichtung (FSV) anbeigestellt, die als Anreizinstrument für selbstverantwortliches Handeln der Unternehmen zu werten ist. Aufgrund des - beiderseitigen - unverbindlichen Charakters einer solchen Kooperationslösung kann bei Zuwiderhandlung der Wirtschaft die staatliche Hoheitsgewalt nachträglich greifen (Abbildung III-4). In diesem Fall verlören die Produzenten nicht nur ihre Selbstverantwortung, sondern auch ihr Image wäre in Mitleidenschaft gezogen.²

¹ Vgl. Holzhauer (1998); S. 3.

² Zum Instrument der Selbstverpflichtung vgl. Lautenbach/Steger/Weihrauch (1992); Wicke/Knebel (1997). Nach einer ordnungspolitischen Bewertung kritisch hierzu u. a. Rennings et al. (1996); S. 141 ff.; Brockmann (1998); S. 28 ff. Eine Sammlung kontroverser Einschätzungen geben Wicke/Knebel/Braeseke (Hrsg., 1997) u. SRU (1998); Tz. 275 ff.

Abb. III-8: Bestand an Kraftfahrzeugen [in 1.000 Stück]

Quelle: VDA, entnommen aus *iwd* (1998); S. 4.¹

Veranlaßte der explizite Ausweis von Altfahrzeugen als Abfall in § 5 AbfG bereits Anfang der 90er Jahre Anstrengungen zur Altfahrzeugreduktion in der Automobilindustrie, setzte der erste Entwurf einer Altautoverordnung 1992 Akzente, diese Vorkehrungen zu intensivieren.² Doch erst das im KrW-/AbfG festgelegte Gebot zur Produktverantwortung führte zu konkreten Maßnahmen auf dem Gebiet der Altfahrzeugreduktion. Am 21. Februar 1996 legte der VDA unter Beteiligung 15 weiterer Verbände eine *Freiwillige Selbstverpflichtung zur umweltgerechten Altautoentsorgung (Pkw) im Rahmen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes* vor, die nach geringfügigen Änderungen 1998 in Kraft trat. Mit dieser Verpflichtung geben die Verbände, zu denen auch Vertreter der Reduktionswirtschaft zählen, die Zusage³

¹ Die dieser Abb. zugrundeliegenden Daten sind in der Tab. 6 des Anhangs aufgeführt.

² Dieser erste Entwurf wurde nach heftiger Kritik der betroffenen Wirtschaftszweige, insbesondere hinsichtlich der Finanzierungsfrage, nicht verabschiedet. Dennoch schaffte er erste Anreize auf Seiten der Automobilindustrie, sich mit der Rückführung von Altautos auseinanderzusetzen u. eine FSV zu formulieren. Einen evolutarischen Prozeß von Reduktionsinitiativen der BMW Group zeichnen Fried/Scheucher (2000); S. 32. Eine Gegenüberstellung unterschiedlicher Konzepte zur Altautoreduktion erarbeitet Sacksofsky (1996); S. 101 ff.

³ Vgl. ARGE-Altauto (2000); S. 1 ff. Die in der ARGE-Altauto zusammengeschlossenen Trägerverbände der FSV sind: VDA, VDIK, IGA, BDS, DSV, ZDK, VDM, WdK, WV Stahl, WV Metalle, GKV, VKE, Fachvereinigung Flachglas-

- zur Etablierung industrieökonomischer Kreisläufen zur Schonung von Deponiekapazitäten und Ressourcen,
- zur Reduzierung der zu beseitigenden Abfallmengen von derzeit 25 Gew.-% auf 15 Gew.-% bis zum Jahre 2002 bzw. 5 Gew.-% bis zum Jahre 2015; bzw. in anderer Lesart zur Erhöhung der Recyclingquoten von derzeit 75 Gew.-% auf 85 Gew.-% 2002 bzw. 95 Gew.-% 2015¹,
- zum Aufbau eines flächendeckenden Reduktionsnetzes² für Altfahrzeuge und Altprodukte aus Reparatur-Werkstätten der eigenen Marke,
- zur nachweislich ökologiebezogenen Demontage und Trockenlegung von Altfahrzeugen,
- zur recyclinggerechten Konstruktion und Materialauswahl sowie zur kostenlosen Rücknahme der nach dem 1.4.1998 zugelassenen Neuwagen, sofern das Altfahrzeug eine Höchstlebensdauer von 12 Jahren besitzt, vollständig, rollfähig sowie frei von Rückständen ist. Bereits zugelassene Pkws werden nach marktüblichen Konditionen zurückgenommen.³ Bedingt durch den Zustand des Altfahrzeuges bestünde demnach für den Konsumenten erst ab dem Jahre 2010 ein Anreiz, das Altfahrzeug einem Reduktionsprozeß zuzuführen.

In einem Zwei-Jahres-Rhythmus wird sowohl dem BMU als auch dem BMWi ein Monitoringbericht über die Ergebnisse der FSV vorgelegt. Damit wird das Ziel verfolgt, mögliche gesetzliche Verschärfungen der AltautoV im Vorfeld abwenden zu können. Mittels einer solchen Einbindung der betroffenen Akteure kann den im KrW-/AbfG geforderten Kriterien der technischen Möglichkeit und der wirtschaftlichen Zumutbarkeit Rechnung getragen werden. Voraussetzung für den Erfolg einer solchen FSV ist der stete Informationsaustausch zwischen den betroffenen Akteuren, zu denen nicht nur alle beteiligten Produzenten und Reduzenten entlang der jeweiligen Produktions- und Reduktionsketten, sondern auch Gesetzgeber, vollziehende Behörden sowie Konsumenten zählen. Aber insbesondere der Beziehung zwischen Produzenten und Reduzenten ist es vorbehalten, die an ein hochwertiges Recycling gestellten Anforderungen durch Konstruktion von Produkten und Wieder-

industrie e. V., GVA, Gesamtverband der Textilindustrie in Deutschland - Gesamttextil e. V. u. VRI. Da 1997 BDS u. DSV zur BDSV fusionierten, wird die FSV gegenwärtig von insgesamt 15 Verbände getragen.

¹ Eine Recyclingquote von 85 Gew.-% entspricht einer Abnahme des gegenwärtig noch zu deponierenden Abfalls um 100 kg, bei einer Quote von 95 Gew.-% um ca. 112 kg. Vgl. Fried/Scheucher (2000); S. 33. Diese andere Lesart vernachlässigt, daß eine Abfallreduktion auch auf Vermeidungsstrategien zurückzuführen ist.

² Flächendeckend ist ein Reduktionsnetz nur dann, wenn es der Dichte des Distributionsnetzes gleicht.

³ Die Reduktionskosten werden gegenwärtig für den Letzthalter auf 200-300 DM beziffert; vgl. Schrader (1998); S. 56.

einsatz von Redukten zu forcieren. Dennoch finden Reduzenten nur dann in das zu etablierende Reduktionsnetz Eingang, wenn die reduktionspflichtigen Produzenten diese mit Reduktionsaufgaben beauftragen; bzw. Reduzenten die Pflichten der Produzenten wahrnehmen. Wurden die ersten Entwürfe einer Verordnung wegen der angekündigten Selbstverpflichtung zurückgestellt, fügt sich seit dem 1. April 1998 als gesetzlicher Ordnungsrahmen in Abstimmung und in Ergänzung mit der FSV die *Verordnung über die Entsorgung von Altfahrzeugen und die Anpassung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften* an.¹ Diese Verordnung wirkt insofern flankierend, als daß der Anwendungsbereich sich nicht auf den gesamten Lebensweg eines Produktes erstreckt, sondern ausschließlich auf Konsumenten und Reduzenten bzw. auf die die Reduktionsaufgaben Ausführenden ausgerichtet ist (§ 1 AltfahrzeugV). Über die FSV hinaus führt die Verordnung nicht nur Lenkungs- und Kontrollinstrumente für den Rücklauf der Altfahrzeuge aus dem Konsumtionssystem in das Reduktionsystem, sondern auch für die technischen und fachlichen Qualitätsanforderungen an die Reduzenten ein. Nach § 3.II AltfahrzeugV sind Letztbesitzer bei der Abmeldung zur Vorlage eines von einem anerkannten Reduzenten ausgestellten sogenannten Verwertungsnachweises aufgefordert.² Eine solche Kontrollmöglichkeit ist in erster Linie durch die Art des Produktes bedingt. Im Falle von elektrischen und elektronischen Konsumgütern wäre aufgrund der breiten Produktpalette sowie der Streuung im Konsumtionssystem ein solches Kontrollinstrument nicht anwendbar.³ Die am Reduktionssystem beteiligten Reduzenten sind anerkannt, wenn sie einerseits Qualitätspflichten nach EMAS, DIN EN ISO 9001 ff. oder nach EfbV, andererseits den in der Verordnung explizit genannten Anforderungen an Aufbau- und Ablauforganisation sowie Dokumentationspflichten über die in Kapitel II beschriebenen grundlegenden Reduktionswege Genüge leisten (§ 4 AltfahrzeugV).⁴ Allerdings fällt die Beseitigung nicht in den Anwendungsbereich der Verordnung, so daß hier die Vorgaben des KrW-/AbfG, der TA Abfall sowie der TAsi heranzuziehen sind. Damit ist die Verordnung unmittelbar an die nachweisliche Überlassungspflicht der Konsumenten über Bringssysteme sowie an die Qualitätspflichten der Reduzenten adressiert. Gemäß Verordnung

¹ Die AltfahrzeugV paßte sich den Vorstellungen der FSV insofern an, als daß keine kostenlose u. rückwirkende Rückführung verankert wurde. Vgl. BMU (2000a); S. 1.

² Infolge der AltfahrzeugV war ein Zusatz in der Straßenverkehrsordnung notwendig (§ 27a StVZO). Wird das Altfahrzeug nicht verwertet, sondern anderweitig verwendet (z. B. als Sammlerstück), ist eine sog. Verbleibserklärung vom Letztbesitzer vorzulegen. Der SRU erkennt in dieser Regelung ein erhebliches Schlupfloch; vgl. SRU (2000); Tz. 894. Welche Punkte gegen eine Rückgabe nach AltfahrzeugV/FSV sprechen, zeigt die Tab. 8 im Anhang.

³ Für elektrische oder elektronische Investitionsgüter wäre wiederum ein solches Kontrollinstrument denkbar.

⁴ Im Anhang der AltfahrzeugV (Abs. 2-4) werden die Anforderungen an Annahmestelle, Verwertungsbetrieb u. Shredderanlage detailliert beschrieben. Die Zertifizierungsregeln orientieren sich an § 52 KrW-/AbfG bzw. EfbV. Hierzu Brunk (1998); S. 16 f. Moniert werden hingegen fehlende Anforderungen an die Qualifikation der Sachverständigen. Vgl. Schenk (1999); S. 9 f.; SRU (2000); Tz. 887. Diese Mängel werden im Altfahrzeug-Gesetz behoben.

werden die Reduzenten, die die oben genannten Prüfkriterien zu erfüllen haben, mit der Einbringung von Redukten in industrieökonomische oder ökologische Kreisläufe beauftragt. Mit Erfüllung dieser Kriterien wird ihnen generell ein freier Zugang zum Markt der Altfahrzeugreduktion gewährt. Die FSV expliziert hingegen eine übergreifende Verantwortung der Produzenten. Entsprechend sind vergleichbare Qualitätspflichten der Reduzenten auch gegenüber den Produzenten zu erbringen, um ein Kooperations-*Vertrauen* erlangen und bewahren zu können. Somit behalten sich die Produzenten vor, gemäß individuell entwickelter Qualitäts- und Umweltaudits die Reduktionsstellen zu bestimmen.¹ Der generell garantierte freie Marktzugang aller Reduzenten zum Reduktionsnetz wird somit auf den Kreis der Reduzenten eingeschränkt, der auch die gesetzten Anforderungen der Produzenten zu erfüllen vermag. Gewissermaßen wird die im KrW-/AbfG verankerte Produktverantwortung und werden die damit verknüpften Zielsetzungen von der FSV geregelt, wohingegen die *AltautoV* ganz im Sinne des umweltrechtlichen Kooperationsprinzips flankierend die Überlassungs- und Reduktionspflichten festsetzt.² Zusammengesehen ist die Kopplung von Verordnung und FSV nur dann zielführend, wenn alle relevanten Akteure gleichgewichtig in ein solches Netzwerk integriert werden und sich auch selbst aktiv darin integrieren können.

Angestoßen durch die Reduktionsvoraussetzungen hat die EU 1997 erstmalig, gefolgt von Änderungen 1999 im Oktober 2000 eine *Altauto-Richtlinie* verabschiedet, die in gewissen Detailfragen dem nationalen System zuwiderläuft. Im Hauptanliegen sind ab 2002 generell alle dann neu zugelassenen Fahrzeuge, ab 2007 rückwirkend alle Fahrzeuge, auch die, die vor Inkrafttreten der Richtlinie zugelassen wurden, kostenlos von den Produzenten zurückzunehmen und zu reduzieren.³ Die in der FSV gestellten und durch die Bundesregierung akzeptierten Vorbedingungen an eine kostenlose Rücknahme wären somit nichtig. Welche Konsequenzen sich daraus für die Akteure einer Kreislaufwirtschaft eröffnen, werden sich einerseits durch die nationale Ausgestaltung dieser Vorgaben sowie andererseits durch die Angebots- bzw. Nachfrageelastizitäten auf den beteiligten Märkten bestimmen. Hierzu liegt seit dem 7. August 2001 ein Entwurf zum *Gesetz über die Entsorgung von Altfahrzeugen (Altfahrzeug-Gesetz)* vor, demzufolge Hersteller und Importeure nach den zeitlichen Prämissen der EU-Richtlinie aufgefordert sein werden, vom Letztbesitzer Altfahrzeuge unentgeltlich entgegenzunehmen. Der Annahme, daß Produzenten die Kosten

¹ Vgl. FSV Punkt 3.1 u. 4.3.5 sowie ARGE-*Altauto* (2000); S. 2 f.

² Kritisch hierzu Schrader (1998); S. 58 ff.

³ Unterschiedliche Finanzierungsmodelle zur kostenlosen Rücknahme werden von Wallau (2000); S. 90 ff. vorgestellt.

ganz oder teilweise auf Konsumenten zu überwälzen versuchen, steht die derzeitige Wettbewerbssituation entgegen.¹ Auf seiten der Reduzenten wird befürchtet, daß die durch die Produzenten erfolgte kostenlose Rücknahme zu einem erheblichen Verdrängungswettbewerb zu Lasten qualitativer Reduktionslösungen führt.² Nach den Vorgaben der EU sollen ferner nach gegenwärtigem Stand der Anwendungsbereich auf weitere Fahrzeugklassen erweitert, bei der Reduktion bestimmte, im Altfahrzeug enthaltene Stoffe vollständig ausgebaut sowie die werkstoffliche Recyclingquote bis 2015 auf mindestens 85 Gew.-% erhöht werden.³ In nationaler Auslegung wird das Recyclingziel von bis zu 85 Gew.-% bereits für 2006, bis 2015 eine gesetzliche Recyclingquote von bis zu 95 Gew.-% vorgeschrieben. Mit diesen Vorgaben werden die Reduktionsalternativen innerhalb bestimmter Grenzen zugunsten einer stofflichen Verwertung beschränkt. Sollen damit in erster Linie Vermeidungsmaßnahmen angestrengt werden, sind in zweiter Linie die Reduzenten bei einer Reduktion auf erhebliche Vor- und Nachteile der Produzenten angewiesen. So ist u. a. Blei als ein vollständig auszubauender Stoff Bestandteil von Aluminium- oder Eisenlegierungen. Eine vollständige Separation ist unter Kostengesichtspunkten damit kaum praktikabel. Auf der anderen Seite ist nicht gewährleistet, daß die kostenintensiv hervorgebrachten Redukate unter ökonomischen Erwägungen der Produzenten wieder Eingang in das Produktionssystem finden. Ebenso behindert der zunehmende Kunststoffanteil im Zuge der Leichtbauweise und des vermehrten Einsatzes von Verbundwerkstoffen die Erfüllung der Recyclingquoten.⁴ Darüber hinausgehende Regelungen, wie eine kontinuierliche Steigerung des Einsatzes von Redukten, ein Verbot bestimmter Primärmaterialien bei neuen Fahrzeugmodellen sowie die Erstellung von Demontageinformationen für die Reduzenten, sind weitestgehend mit der bestehenden nationalen Kooperationslösung kompatibel und wurden explizit in den aktuellen Gesetzesentwurf eingebunden.⁵ Derzeit werden die Inhalte des Gesetzes beraten; erst nach Beschlußfassung wird die Bundesregierung die existierende AltautoV durch das Gesetz korrigieren. Ob und welche Wirkung eine solche Korrektur auf die bestehenden Reduktionswege haben wird, bleibt abzuwarten.

¹ Der SRU sieht eine Verpflichtung zur kostenlosen Rücknahme sowie eine Veranschlagung der Reduktionskosten bereits beim Neukauf eines Pkws als adäquates Anreizinstrumentarium an; vgl. SRU (1998); Tz. 530. Von anderer Seite wird eine Abkehr von Marktmechanismus u. Wettbewerb gesehen; vgl. Clemens (1999); S. 22 f.

² Vgl. BDSV (1999).

³ Vgl. iwd (1998); S. 2 f.; Clemens (1999); S. 22.

⁴ Bereits die in der FSV gesetzten Quoten bis 2015 sind aufgrund der Inputfaktoren schwerlich zu erfüllen; vgl. SRU (2000); Tz. 888.

⁵ Vgl. EU (2000). Aufgrund der langwierigen Debatten über die inhaltliche Ausgestaltung des Entwurfs - in der Frage des Eintritts der kostenlosen Rücknahmepflicht durch die deutsche Delegation geführt - wird auch von einem Kompromißvorschlag gesprochen; vgl. Hess (1999); S. B 2. Kritisch zur EU-Richtlinie vgl. Zimmermeyer (1999); S. 7 f.

Vor diesem Hintergrund sind die Reduzenten herausgefordert, in Absprache mit den Produzenten systematisch ein Reduktionsnetz zu etablieren, das sowohl Verwertungsnachweise ausgibt als auch den Qualitätsstandards der Verordnung bzw. des Gesetzes sowie der Produzenten langfristig entspricht. Mit Rückblick auf die bereits gemachten Ausführungen zu Reduktionsprozessen in der Automobilindustrie stellen sich an die Reduzenten weitestgehend Aufgaben technologischer und organisatorischer Natur hinsichtlich Sicherung des Standortes, Schadstoffentfrachtung, Trockenlegung nach dem Stand der Technik, Lagersicherheit von Reduzenden und (Zwischen-)Redukten sowie hochwertiger Recyclingmaßnahmen zur Abnahme des Aufkommens an schadhafter Shredderleichtfraktion sowie zur Zunahme sortenreiner, wieder- oder weitereinsetzbarer Redukte. Eine Voraussetzung für eine entsprechende Aufgabenerfüllung sind detaillierte Montageinformationen der Produzenten; hier können bereits die in PPS-Systemen vorliegenden Stücklisten oder eine generelle Kennzeichnungspflicht aussagekräftig sein. Neben einer größeren Demontagetiefe sind die Aufbereitungsverfahren der Shredderleichtfraktionen hinsichtlich stofflicher und energetischer Verwertung zu optimieren. Hierzu wurde bereits eine (Pilot-)Sortiertechnik des Unternehmens R-plus Recycling GmbH, Eppingen, entwickelt, die in mehreren Verfahrensschritten zunächst die Fraktionen zerkleinert und dann mit sogenannten Zickzack-Sichtern in die folgenden Fraktionen separiert:¹

- Fraktion aus Kunststoff, Textilfasern, Gummi, die über eine von den Reduzenten zu zahlende Verwertungsgebühr als Ersatzbrennstoff in Zement-, Kalk- und Kraftwerken² und als Reduktionsmittel in Hochöfen eingesetzt wird;
- Fraktion aus Glas, Steinen, Hartgummi und Aluminium, aus der mittels Wirbelstromsichtern das Aluminium zum Weitereinsatz abgetrennt werden kann und
- Fraktion aus weiteren NE-Metallen wie Kupfer, die am Markt veräußert werden können.

Über diese Prozesse ist gegenüber den Produktverantwortlichen ein lückenloser Nachweis über den Verbleib des Reduzendums bis zum Redukt bzw. Vorredukt zu führen, der nur durch ein EDV-gestütztes Monitoring des gesamten Reduktionsprozesses zu gewährleisten ist. Rückkoppelnd können diese Informationen, u. U. in RPS-Systemen verankert, in die

¹ Vgl. Küffner (1999); S. T 2. Neueren Datums ist ein noch zu erprobendes Verfahren, das mechanische und thermische Reduktionsschritte kombiniert. Vgl. Schmid, Chr. (2000); S. B 5.

² Der Einsatz solcher Brennstoffe befindet sich in der technischen Erprobung. Für Reduzenten ist demnach diese Absatzmöglichkeit noch nicht mittel- bis langfristig gesichert. Beschlußfassungen zur Standardisierung solcher Brennstoffe auf europäischer Ebene können hierbei Aufschluß geben.

bestehenden PPS-Systeme eingebunden werden.¹ Sofern existierende Reduzenten diese Standards nicht erfüllen können, sind erhebliche Investitionen notwendig, die Nachrüstinvestitionen bestehender, Ersatzinvestitionen stillzulegender und/oder Erweiterungsinvestitionen neu zu errichtender Reduktionsanlagen betreffen können. Trotzdem spannt sich nach Angaben des BMU seit Inkrafttreten der Verordnung ein Reduktionsnetz von 15.000 Altfahrzeug-Annahmestellen, mehr als 1.000 Demontagebetrieben sowie 65 Shredderanlagen auf, die zusammengenommen ca. 250 Mio. EUR investiert haben.² Da eine solches Netz aus Verwertungs- und Shredderunternehmen bereits seit Jahrzehnten zur Wiedergewinnung der eingesetzten Metallanteile in der BRD existiert, wird aufgrund der gesetzten Standards und der erheblichen Investitionskosten davon ausgegangen, daß nur ein Drittel der vor April 1998 tätigen Verwertungsunternehmen ihre Marktposition sichern konnten.³ Insbesondere die noch nicht vorhandenen Märkte für die unterschiedlichen Redukate untermauern diese Annahme.

Das Beispiel eines komplexen Produktes verdeutlicht noch einmal, daß der Pfad von der Produktion über die Konsumtion bis zur Reduktion nicht linear verläuft, sondern stark verzweigt ist. Eine Anbindung des mehrstufigen Reduktionsprozesses an den ehemaligen Produktionsprozeß ist nicht ausreichend, um einen markt- und ökologiebezogenen Kreislauf zu entwickeln. Vielmehr wird nochmals die Notwendigkeit einer fraktalen, spiralförmigen Kreislaufstruktur, die durch eine Vielzahl von Akteuren getragen wird, unterstrichen. Im Falle der Altfahrzeugreduktion stehen die Reduzenten durch die Pflichtenwahrnehmung in einem Abhängigkeitsverhältnis zu den Produzenten. Sowohl der Umfang des nachgefragten Dienstleistungsspektrums auf der Input- als auch die Absatzmöglichkeiten hochwertiger Sachleistungen auf der Outputseite des Reduktionssystems werden weitestgehend durch die Produzenten determiniert.

d) Ergänzende Verwaltungsvorschriften

Verwaltungsvorschriften spielen für Reduzenten nicht nur mittelbar aufgrund des Gebahren der zuständigen Behörden hinsichtlich Überwachung, Nachweis und Genehmigung

¹ In diesen Zusammenhang sind die von CORSTEN entwickelten PRPS-Systeme, allerdings hier mit intersystemischem Bezug, einzuordnen. Vgl. Corsten/Reiß (1991).

² Vgl. BMU (2000a); S. 1. Anderen Angaben zufolge existieren ca. 3.500 anerkannte Annahmestellen, ca. 760 anerkannte Demontage- u. ca. 56 anerkannte Shredderbetriebe. Vgl. Lohse/Sander/Wulf-Schnabel (1999); S. 49.

³ Vgl. Schenk (1999); S. 2 f.; Zimmermeyer (1999); S. 1 f. Nach Schätzungen des bvse konnten zum Zeitpunkt des Inkrafttretens nur 10 % der betroffenen Recyclingunternehmen den Standards genügen, so daß aufgrund des hohen Investitionsvolumens nur von 12,5 % der gesamten Recyclingunternehmen eine langfristige Existenzsicherung erwartet wird. Vgl. o. V. (1998); S. 15.

oder aufgrund der Vorgaben der ERL zur Zertifizierung eine tragende Rolle, sondern auch dann, wenn private Reduzenten im Auftrage öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger die Pflichten der Beseitigung übernehmen oder außerhalb des öffentlich-rechtlichen Einzugsbereiches als Deponiebetreiber für Gewerbeabfälle auftreten.¹ Von Bedeutung sind hier die TA Abfall und die TA Siedlungsabfall, die zur Konkretisierung der im KrW-/AbfG geforderten umweltverträglichen Beseitigung neben Vorgaben zur Zulassung von Beseitigungsanlagen deren Organisation sowie Dokumentationspflichten verankern. Die TA Abfall regelt gemäß § 12.II KrW-/AbfG für die Bereiche besonders überwachungsbedürftiger Abfälle in sehr umfassender Weise die technischen und organisatorischen Mindestanforderungen an (Zwischen-)Lagerung, chemisch/physikalische oder biologische Behandlung, Verbrennung und Ablagerung. Den Grundsätzen dieser Vorschrift folgend sind Abfälle, sofern sie nicht verwertbar sind, gegebenenfalls mit Vorbehandlung in solchen Anlagen zu beseitigen, in denen eine umweltverträgliche Beseitigung gewährleistet ist. Eine freie Wahl der Beseitigungsanlage besteht demnach nur noch eingeschränkt.² Kernstück der TA Abfall bildet eine lückenlose Nachweiskette, die ehemals durch die AbfRestÜberwV, mittlerweile durch die BestbÜAbfV und die NachwV geregelt wird. Analog für den Bereich überwachungsbedürftiger Siedlungsabfälle - Sammelbegriff für in ihrer Beschaffenheit ähnliche Abfälle wie Hausmüll, Sperrmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Garten- und Parkabfälle, Straßenkehricht, Bauabfälle, Klärschlamm und andere organische Abfälle - setzt die TASI ebenfalls technische und organisatorische Anforderungen an Behandlung, Lagerung sowie Beseitigung fest. Im Vordergrund dieser seit 1993 geltenden Verwaltungsvorschrift stehen die Übergangsvorschriften für die Anpassung der Deponietechnologien an eine möglichst nachsorgearme Deponie nach dem Stand der Technik. Neben Abdichtungssystemen führt ein Weg über die Forderung einer *erdkrusten- oder erzähnlichen* Beschaffenheit der zu deponierenden Redukte dorthin.³ Danach dürfen mineralische Redukte ab 2001 und organische Redukte ab 2005 nur noch auf Altdeponien abgelagert werden, wenn sie nicht weiter verwertbar sind und bestimmte Zuordnungskriterien einhalten (Nr. 12, Anhang B TASI). Mit anderen Worten: Die biologischen Abbau- und Zersetzungsprozesse der or-

¹ Vgl. noch einmal den Eingang von Kap. III.B.2 sowie Schink (1998); S. 23 f. Durch die Ablösung des AbfG durch das KrW-/AbfG konzentrieren sich die VwV auf die Beseitigung, so daß Anforderungen zur Verwertung ausschließlich durch Gesetz gedeckt werden. Vgl. Versmann (1996); S. 164 f.

² Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 15.

³ Die TASI fußt auf dem sog. Multi-Barrieren-Konzept, das neben Beschaffenheit der Redukte Anforderungen an Standort, Abdichtungssysteme u. Einbautechnik stellt. Vgl. Versmann (1996); S. 150; Schink (1998); S. 21; Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 142 f. Vorgaben zur Beschaffenheit finden sich bereits bei SRU (1991); Tz. 2006.

ganischen¹ Redukte müssen zur Vermeidung von schadstoffbelastetem Sickerwasser und klimaschädigendem Deponiegas durch Vorbehandlungsprozesse in eine reaktionsträge, weitestgehend inerte Form überführt werden. Demgemäß ist die Deponierung der Shredderleichtfraktion angesichts des Gehalts an organischen Kohlenstoffen ab 2005 ohne entsprechende Vorbehandlung nicht mehr zulässig.² Diese Anforderungen an die Entsorgung von Siedlungsabfällen erlangten durch die im Dezember 2000 verabschiedete *Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen* sowie *Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung* Rechtsverbindlichkeit.³ Mit Verabschiedung von Verordnungen wird im Vergleich zu einer Verwaltungsvorschrift der Rechtsbestand modifiziert. Besteht über das *Ob* einer Vorbehandlung Konsens in Wissenschaft und Praxis, wird hingegen das *Wie* einer sachgemäßen Vorbehandlung kontrovers diskutiert. Generell gilt, daß sowohl thermische als auch mechanisch-biologische Behandlungsprozesse in Betracht gezogen werden können, wenn die ökologiebezogene Gleichwertigkeit dieser Prozesse hinsichtlich Behandlung und Deponierung sichergestellt werden kann (Nr. 9 TASI). Neben Pyrolyse, Hydrierung/Hydrolyse und Trocknungsverfahren wird mit Abstand das stärkste Gewicht auf die Verbrennung als thermisches Verfahren gelegt.⁴ Thermische Prozesse genießen die Vorteile, die organischen Schadstoffe der Reduzenden zu zerstören und damit das Reaktionspotential und die Emissionsmengen bei der anschließenden Deponierung sowie die Menge der zu deponierenden Redukte zu verringern. Zugleich werden im Zuge der thermischen Behandlung Strom und Wärme gewonnen.⁵ Neben erhöhten Abprodukten wie anorganischen Stoffen, Schwermetallen und anderen organischen Verbindungen bleibt noch zu prüfen, ob diese Vorteile auch in einer Langfristbetrachtung haltbar sind.⁶ Wenngleich eine Gleichstellung von thermischen und mechanisch-biologischen Vorbehandlungsprozessen derzeit wegen der komplexen und heterogenen Abfälle vielerseits ausgeschlossen wird, hat sich die Bundesregierung durch oben genannte Verordnungen entschlossen, Wettbewerb und Innovation zwischen Behandlungsalternativen zu stär-

¹ Der - zulässige - organische Gehalt bestimmt sich u. a. durch die besonders hoch angesetzten Glühverluste u. TOC-Werte. Vgl. Schink (1998); S. 21. Siehe die Zuordnungskriterien der TASI zu den Deponieklassen in Tab. 9 im Anhang.

² Vgl. Dirks (1997); S. 262. Nach TA Abfall wird die Shredderleichtfraktion aufgrund ihres hohen Schadstoffgehalts als Sonderabfall deklariert. Erst Ausnahmegenehmigungen der Länder haben eine Deponierung als Siedlungsabfall ermöglicht; vgl. SRU (2000); Tz. 889.

³ Vgl. BMU (2000b); S. 1. Zudem hat sich die Bundesregierung das ehrgeizige Ziel gesetzt, bis 2020 Verwertungsoptionen für Siedlungsabfälle so auszubauen, daß eine Deponierung nicht mehr notwendig ist. Vgl. BMU (1999); S. 1.

⁴ Eine detaillierte Beschreibung einzelner Prozesse geben Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 221 ff. Laut KrW-/AbfG Anh. II B Nr. R 9 ließe sich die Pyrolyse auch als Verwertungsverfahren deklarieren; vgl. Fluck (1995); S. 235.

⁵ Vgl. SRU (1991); Tz. 1972.

⁶ Vgl. Brenck (1996); S. 20.

ken.¹ Von anderer Seite wird von einer Aufweichung der strengen Anforderungen an die Deponierung von Redukten gesprochen, da höhere organische Anteile zulässig sein werden. In diesem Sinne wird eine Kombination thermischer und mechanisch-biologischer, aber nicht ausschließlich mechanisch-biologische Behandlungsprozesse als Vorbereitung für die Deponierung akzeptiert.² Eine Verquickung dieser Prozesse kann bspw. zunächst eine Absonderung heizwertreicher Redukte von organischen Anteilen durch mechanisch-biologische Prozesse und eine anschließende Zuführung dieser volumenreduzierten Fraktionen zu energetischen Prozessen vorsehen. Diese Verfahrenskombination wird sich aus wirtschaftlichen Erwägungen voraussichtlich bei der Behandlung von Hausmüll etablieren. Begleitend werden damit die Ansprüche an die Deponietechnologie erhöht sowie indirekt eine mögliche Verwertung angestoßen, so daß eine Neuverteilung der Gewichte zwischen Verwertung und Beseitigung auf allen Marktstufen zu erwarten ist.

Mit dem Bemühen um eine Verbesserung der abzulagernden Redukte ebnet sowohl die Verwaltungsvorschriften als auch die Verordnungen den Weg, nur unbedenkliche, inerte Redukte dem ökologischen System zu überantworten. Mit der durch die TASI erfolgten Neubewertung des Deponieraumes verbinden Betreiber von Deponien, die den Anforderungen der TASI nicht entsprechen, einen Anreiz, vor Ablauf der Übergangsfrist bis 2005 mittels einer Preisdifferenzierungsstrategie über die andienungspflichtigen Mengen hinaus das Deponievolumen zu verfüllen. Im Falle gewerblicher Abfälle, die keiner Überlassungspflicht unterliegen, werden die vorhandenen Kapazitäten kurzfristig zu Preisen unterhalb der Durchschnittskosten angeboten, wohingegen die Beseitigung von überlassungspflichtigen Abfällen aus privaten Haushalten mit höheren Preisen belastet werden, um den hohen Fixkostenanteil durch die Deckungsbeiträge decken zu können.³ In Anlehnung an die Rechtsauslegung des Verwertungsbegriffes deklarieren öffentlich-rechtliche Reduktions-träger teilweise in ihren Satzungen Reduzenden mit verwertbaren Bestandteilen als Abfälle zur Beseitigung. Diese Zuweisung zur Beseitigung gelingt nicht nur im Zuge einer restriktiven Begriffsauslegung, sondern auch bei einer Qualifizierung von Misch-Reduzenden.⁴ Im Gegenzug sind bereits bestehende, technisch hochwertige thermische Behandlungsanla-

¹ Vgl. BMU (2000b); S. 1. Aufgrund des Stoffbezugs des KrW-/AbfG wird diese VO dem anlagenbezogenen BImSchG zuzuordnen sein. Unterschiedliche MBAs beschreibt Thomé-Kozmiensky (2000b); S. 98 ff. Gegenwärtig werden die Anforderungen der TASI nur von der thermischen Behandlung erfüllt; vgl. o. V. (1996); S. 74 f. Entsprechend prognostiziert der BDE einen Bedarf von 30 zusätzlichen MVA bis 2005; vgl. BDE (1997b); S. 1. Kritisch hierzu Versmann (1996); S. 162 f.

² Vgl. Gerhold (2000); S. 22.

³ Vgl. SRU (1998); Tz. 449 u. Tz. 706; Busch/Voss (2000); S. 21 f. Um die Auslastung der Deponien gewährleisten zu können, werden Preisabschläge bis zu 80 % realisiert; vgl. Heymann (2000); S. 6.

⁴ Vgl. Clemens (1999); S. 6. Im Gegenzug geben Misch-Reduzenden auch den Weg für eine Scheinverwertung frei.

gen nicht ausgelastet. Infolge eines hohen Fixkostenanteils bei diesen Verfahren werden bei sinkender Auslastung die steigenden Kosten über die Gebühren überwältigt.¹ Entsprechend ist ein Wettbewerb um Abfallmengen zwischen den unterschiedlichen Reduktionsalternativen, insbesondere Vorbehandlung und Deponierung nach neuem Standard gegenüber Deponierung nach altem Standard, entfacht. Ein hieraus resultierendes verzerrtes Preisgefüge widersetzt sich der Zielsetzung, ökologisch bedenkliche Abfälle zu vermeiden, zu verwenden oder zu verwerten.² Bei unverändertem Aufkommen an zu beseitigenden Reduzenden wären trotz der gegenwärtigen Unterauslastung der Anlagen ab 2005 zusätzliche Müllverbrennungsanlagen oder alternativ mechanisch-biologische Anlagen vonnöten, um die Vorgaben der TASI einhalten zu können. Maßgebend für eine weitere Anlagenplanung ist die regionale Verteilung der derzeitigen Kapazitäten: Während Müllverbrennungsanlagen vornehmlich in Bayern, Baden-Württemberg, Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen vertreten sind, existieren in den neuen Bundesländern keine Verbrennungsanlagen.³

Die Reduktionswirtschaft zählt mit zu den am stärksten regulierten Branchen in Deutschland. Nahezu 800 Gesetze, 2.800 Verordnungen sowie 4.700 Verwaltungsvorschriften, die häufig nicht aufeinander abgestimmt sind, determinieren das Branchen- und Marktgeschehen.⁴ Reduzenten sehen sich somit nicht einem statischen, sondern einem dynamischen umweltpolitischen und -rechtlichen Umfeld gegenüber. Märkte für Reduktionsleistungen können als politisch gestaltete Märkte, sogenannte *state-guaranteed markets* verstanden werden, auf denen sich die Rechtslage für die Ausprägung der Marktentwicklung, aber auch neuer Marktsegmente verantwortlich zeichnet. Die Kennzeichnung KONRADS eines übergeordneten *Streßfaktors* für die Wirtschaft scheint dann nur bedingt Gültigkeit zu haben.⁵ Denn letztlich leitet sich aus diesem Bündel der an die Reduzenten gestellten Anforderungen deren Gestaltungsspielraum von der reinen Pflichterfüllung bis zur eigenständigen Maßnahmenwahl ab.⁶ Es ist an dieser Stelle noch einmal zu betonen, daß die Durchsetzung einer Kreislaufwirtschaft im ökologiebezogenen Sinne nicht ausschließlich durch die Reduktionswirtschaft geleistet werden kann, sondern erst eine Trans-

¹ Vgl. Heymann (2000); S. 6.

² Einer Studie zufolge werden in baden-württembergischen Regionen mit geringen Beseitigungskosten das 7fache an Gewerbeabfällen (ausgedrückt in t/a je Erwerbstätigen) gegenüber Regionen mit den höchsten Beseitigungskosten deponiert. Vgl. Huter/Bleicher (1998); S. 158.

³ Vgl. Heymann (2000); S. 9 f.

⁴ Vgl. Heymann (2000); S. 5.

⁵ Vgl. Konrad (1994).

⁶ Hiervon ausgeschlossen werden illegale Anpassungsstrategien in Form von wilder Deponierung, illegaler Verbringung ins Ausland, Zahlung von Bestechungsgeldern etc.

formation und Integration ökosystemarer Zusammenhänge, die mehrere Akteure in die Verantwortung zieht, zielführend ist. Entsprechend beziehen sich die jeweils anzusprechenden Zielgruppen eines Reduzenten sowohl auf die Produzenten und Konsumenten als auch auf die öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger. Vor diesem Hintergrund bildet sich auch hier nicht ausschließlich eine lineare Verlängerung der originären Wertschöpfungskette ab. Welche Gestaltungskompetenzen Reduzenten aus einem solchen Spielraum entwickeln, gilt es schlußendlich zu erarbeiten.

C. MARKTSTRUKTUREN - STATUS QUO

Die vorgehenden Ausführungen haben gezeigt, daß die ordnungsrechtlich geprägten Strukturen der gegenwärtigen Reduktionswirtschaft nicht ausreichend sind, damit sich eine kreislaufgerichtete Reduktionswirtschaft im hier vorgestellten Sinne etablieren konnte, respektive kann. Dennoch können diese Strukturen als der Impetus einer Kreislaufwirtschaft genannt werden. Mittlerweile sollte aufgrund der hohen Intensität und der wechselseitigen Einflußnahme zwischen einem Reduktionssystem und seinen umgebenden Märkten den Marktbeziehungen eine gleichgewichtige Bedeutung zukommen. Nunmehr gilt es die hier als relevant erklärten Marktkräfte näher auf deren Wirkung auf die Kreislauf- und Reduktionswirtschaft hin zu untersuchen. Es wird also nach Ökologie-Pull-Faktoren gefragt, die einen nachfrage-, aber auch angebotsinduzierten Druck auf die Reduktionswirtschaft ausüben. Diese Marktkräfte bestimmen sich gemäß einer klassischen Marktanalyse aus den Determinanten:¹

- Marktpotential,
- Marktstruktur und
- Beschaffenheit des Gutes.

Letztgenannter Determinante wurde in den vorhergehenden Kapiteln ausreichend Raum geschenkt. Mit Rückblick auf die Vielzahl der in Kapitel II aufgezeigten In- und Outputkategorien und den daraus ableitbaren Wechselbeziehungen zwischen einem Reduktionssystem und seinen umgebenden Systemen zeigt sich, daß sich ein solcher Marktbezug nicht alleine auf einen, sondern auf eine ebensolche Vielzahl an Märkten richtet. Generell bildet ein Markt die Gesamtheit der wechselseitig verlaufenden wirtschaftlichen Vernetzungen zwischen Anbietern und Nachfragern eines bestimmten Gutes, einer bestimmten Güter-

¹ Vgl. Bea/Haas (1997); S. 83 ff.

gruppe bzw. einer bestimmten Leistung ab.¹ Es muß demnach stets eine 'kritische Menge' an Anbietern und Nachfragern nach einem bestimmten Gut auftreten, damit sich ein Markt bildet und erhalten werden kann. Im hier vorliegenden Fall wird unter Zugrundelegung ökologischer, wirtschaftlicher wie tatsächliche Mengenströme, Kapazitäten, Erlöse und Kosten, sowie rechtlicher Prämissen neben einer solchen sachlichen häufig eine räumliche Marktabgrenzung herangezogen. Räumliche Teilmärkte entstehen aufgrund hoher logistischer sowie standortbezogener Kosten und/oder gesetzlich abweichender Regelungen zwischen den Gebietskörperschaften. Nach dem Kriterium der Schädlichkeit lassen sich darüber hinaus Märkte für überwachungsbedürftige und besonders überwachungsbedürftige Reduzenden aufschlüsseln, die weiter nach ihrer Herkunft in Märkte für Reduzenden aus Konsumtions- und Produktionssystemen oder nach ihrer Erfassung in Märkte für unterschiedliche Reduzendenarten unterteilt werden können. Entsprechend können Märkte für Redukzte nach deren Eigenschaftsprofilen oder Zielsystemen bzw. -prozessen differenziert werden. Ausgehend vom Reduktionssystem lassen sich die hier zu betrachtenden Marktstrukturen - wie eingangs erwähnt - institutionell weiter nach Mitbewerbern, Lieferanten und Abnehmern untergliedern. Die Verbindungen zu den Lieferanten beziehen sich generell auf einen Beschaffungsmarkt, die zu den Nachfragern auf einen Absatzmarkt. Allerdings zeigen sich für das Reduktionssystem sowohl auf der Input- als auch der Outputseite nachfrage- und angebotsinduzierte Marktkräfte, da reduktive Aktivitäten von Dienst- und Sachleistungen zugleich getragen werden. Zugrundegelegt wird demnach die Gesamtheit der die Reduktionswirtschaft betreffenden Märkte, die sich aus originären und derivativen Reduktionsdienstleistungen sowie aus den entsprechenden Sachleistungen ableiten.² Bedingt durch Angebot und Nachfrage setzen sich die einzelnen Marktstufen dann aus den in Kapitel II aufgeführten Prozeßfolgen oder als Prozeßkombination daraus zusammen. Die Aufspaltung in Teilmärkte und der Wechsel von Marktteilnehmern ist demnach an eine bestimmte Prozeßstufe gebunden. Entsprechend vielfältig sind die sich ausbildenden Wettbewerbsbeziehungen, so daß sich ein Reduktionssystem differenzierten Absatz- und Beschaffungsmärkten gegenüber sieht, die sich *in Summe* dadurch auszeichnen, daß die sie durchlaufenden Stoff-, Energie- und Informationsflüsse komplementär und rückwärtsgerichtet zu den Märkten für Produktionsleistungen erfolgen. Auf diesen Märkten werden Reduzenten gegenüber den eigenen Mitbewerbern bestrebt sein, mittels der angebotenen

¹ Vgl. Bea/Haas (1997); S. 79. Damit ist der Terminus Marktstruktur mit der hier in Kap. III.A getroffenen allgemeinen Strukturdefinition kompatibel.

² Eine Aufstellung von Reduktionsleistungen geben Tab. 11/12 u. Abb. 8/9 im Anhang wieder.

Marktleistungen Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Wettbewerbsvorteile gründen sich aus Kundensicht auf wesentlichen, wahrnehmbaren und dauerhaft verteidigbaren Leistungseigenschaften, die einen Nutzenvorteil gegenüber Wettbewerbsleistungen bieten.¹ Neben der Leistungseigenschaft 'wirtschaftlich attraktiv' kann unter ökologiebezogenen Gesichtspunkten ebenso ein Beitrag zur Vermeidung oder Verminderung ökologischer Probleme herangezogen werden. Daß Märkte damit generell keine statischen Gebilde sind, sondern entstehen und sich kontinuierlich wandeln, liest sich für das Beispiel eines Reduktionsmarktes in den letzten Jahren an der hohen Resonanz der Messen *Entsorga*, *Envitec* und *Ifat* ab. Ausgedrückt durch das Marktpotential, das durch die gegenwärtige Marktgröße und das zukünftige Marktwachstum determiniert wird, zeigen sich die Marktstrukturen und deren weiterer Entwicklungsverlauf empfänglich für auf sie Einfluß nehmende Gestaltungsprozesse. Welche konkreten Marktstrukturen unter diesen Gesichtspunkten für ein Reduktionssystem auszumachen sind, wird fortfolgend näher zu erarbeiten sein.

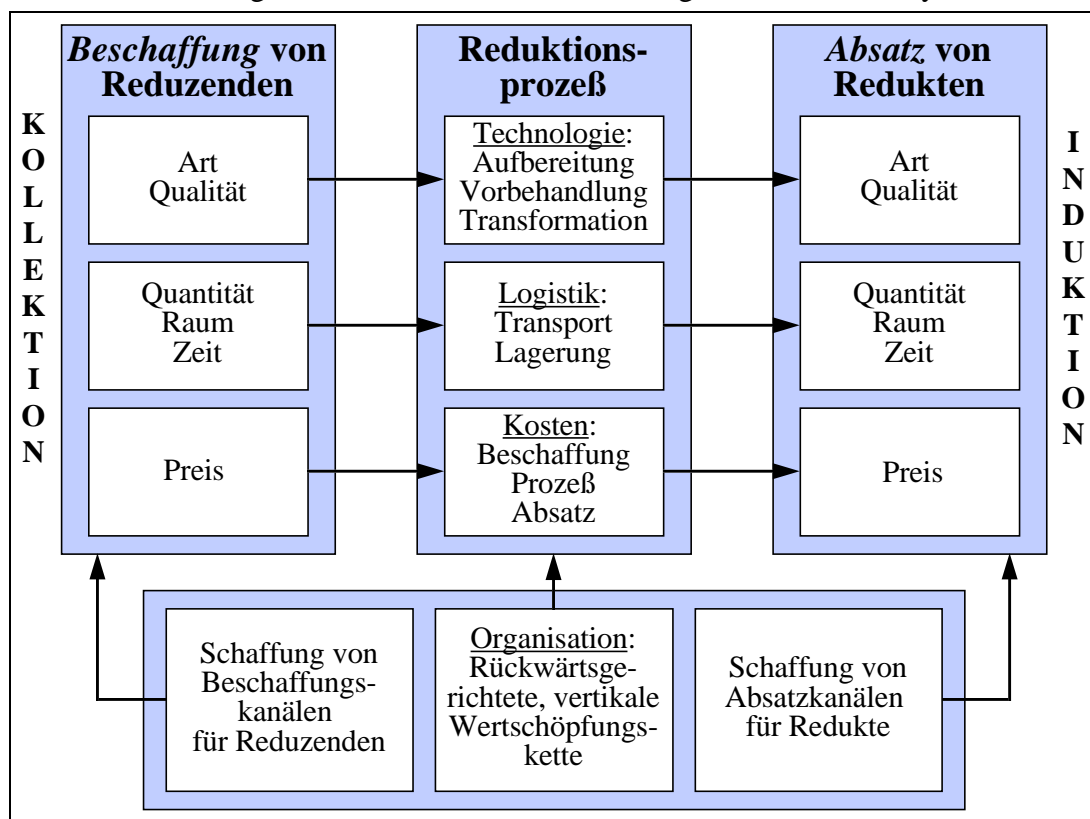
1. Marktdaten

Ein Reduzent hat die Beschaffungs- und Absatzseiten seines Systems gleichgewichtig in sein Kalkül zu ziehen. Auf der Beschaffungsseite - als traditionelle Orientierungsrichtung - offeriert ein Reduzent durch sein umfassendes Leistungsangebot neben der alleinigen Annahme von Reduzenden aus dem Produktions- und Konsumtionssystem ein breites Spektrum an derivativen Dienstleistungen, während zusätzlich oder ausschließlich auf der Absatzseite die Sachleistung Redukt zur Veräußerung steht. Auch eine Sachleistung kann dann wiederum mit derivativen Dienstleistungen kombiniert werden. Dienstleistung und Sachleistung stehen in engem Bezug zueinander, da zumeist einer Sachleistung eine Dienstleistung vorausgeht. Vor diesem Hintergrund bilden planungsrelevante Informationen über die Reduzenden und Redukte, die Pate für die hier zu betrachtenden Marktkräfte stehen, eine wesentliche Grundlage für die letztlich zu erarbeitende strategische Dimension eines Reduktionssystems. Bevor diese planungsrelevanten Informationen näher betrachtet werden, ist rückblickend in Erinnerung zu rufen, daß die faktische Ausführung der Planungsdaten der Reduzenden in beachtlichem Maße von den vorhergehenden Produktions- und Konsumtionsprozessen determiniert werden, so daß sie nur bedingt durch Reduzenten beeinflußt werden können. Eine ebensolche Wirkkraft besitzen die Ansprüche der Produzenten und Konsumenten auf den Grad der Wieder-/Weiternutzbarkeit der Redukte bzw.

¹ Vgl. Kirchgeorg (1999); S. 120.

Produkte im Vergleich zu konkurrierenden Primärmaterialien. Der Kreislauf schließt sich demnach auch unter Planungsgesichtspunkten. Gemäß Abbildung III-9 werden mit JAHNKE die Planungs determinanten Art, Qualität, Quantität, Raum-Zeit und Preis als relevant erachtet.¹ Eine alleinige Charakterisierung von Märkten durch Mengen- oder Kapazitätsangaben ist zu kurz gefaßt, um die Marktkräfte abbilden zu können.² Die hier gewählten Planungs determinanten stellen auf die wesentlichen Grundgrößen für den strategischen Gestaltungsspielraum eines Reduktionssystems ab, somit sie auch als Gestaltungsparameter bezeichnet werden können.

Abb. III-9: Planungs determinanten eines marktbezogenen Reduktionssystems



Quelle: In Anlehnung an Hammerschmid (1990); S. 27.

Die Art der Reduzenden bestimmt sich entweder nach der ehemaligen Produktart, nach dessen stofflichen oder energetischen Hauptbestandteilen oder nach der Herkunft. Gegenüber Reduzenden aus dem Produktionssystem werden die Reduzendenarten aus dem Konsumtionssystem weitestgehend unter dem Terminus Siedlungsabfälle zusammengefaßt. Wie bereits definiert zählen hierzu in ihrer Beschaffenheit ähnliche Abfälle wie Haushaltsabfälle bzw. hausmüllähnliche Abfälle, Sperrmüll, Gartenabfälle, Straßenkehricht, Klär-

¹ Vgl. Jahnke (1986); S. 35. Siehe hierzu auch Schultheiß (1978); S. 123 ff. u. Kleinaltenkamp (1985); S. 74 ff.

² Diese Determinanten wählt RUTKOWSKY zur Kennzeichnung der Abfallmärkte. Vgl. Rutkowsky (1998); S. 6.

schlamm und andere organische Abfälle.¹ Bezogen auf das Konsumtionssystem sind zusätzlich noch Reduzenden, die separat gesammelt werden und generell einer Verwertung zugeführt werden können, wie Textilien, Metall, Weiße Ware, E-Schrott, Altholz etc., zu beachten. Vergleichbar kann die Reduktart ebenfalls gemäß ihrer Bestandteile, aber auch nach den anschließenden abnehmenden Reduktions- oder Produktionsprozessen spezifiziert werden. Aus Ökosystemsicht wäre auch eine Einteilung nach ökologischen Grenzwerten bzw. nach dem ökologischen Konfliktpotential denkbar. Mittels des Reduktionsprozesses können von den Reduzendenarten abweichende Reduktarten entstehen, so daß im Hinblick auf den jeweiligen Leistungs- und Marktbezug eine getrennte Dokumentation sinnvoll erscheint. Unabhängig von der letztlich gewählten Einordnung wird eine Wahl grundsätzlich eine arbeitsteilige Organisation der Reduktionsprozesse und damit den Blick für die Strukturen einer Reduktionswirtschaft insgesamt erleichtern. Unter der *Qualität* der Reduzenden wird die Summe der Eigenschaften verstanden, die sie einem bestimmten anschließenden Reduktionsprozeß zuweisen. Hierunter zählen Angaben über chemisch-physikalische und technische Eigenschaften wie Toxizität, Sortenreinheit und -konzentration, Trennbarkeit und Lagerfähigkeit. Diese Qualitätsparameter werden durch technisch-konstruktive Aspekte sowie das Nutzungsverhalten entlang der gesamten Produktlebensdauer im Produktions- und Konsumtionssystem determiniert.² So stellen Reduzenden aus dem Produktionssystem aufgrund einer genauen Identifikation sowie eines hohen Reinheits- und Konzentrationsgrades relativ geringe technische Anforderungen an einen Reduktionsprozeß. Hingegen liegen Reduzenden aus dem Konsumtionssystem zumeist in verschmutzter und zugleich komplexer Struktur vor, was erheblicher Aufbereitungsprozesse bedarf. Enthalten bspw. Kunststoffgemische PVC, kann während eines Reduktionsprozesses Chlorwasserstoffgas freigesetzt werden, das zu einer Korrosion der jeweiligen Anlagen führt. Gleichfalls können bei der stofflichen Verwertung von Kunststoffen toxische Substanzen freigesetzt werden; diese Gefahr gilt insbesondere für das gegenwärtige und zukünftig erwartete Aufkommen an langlebigen, beschichteten Kunststoffprodukten. Insofern sind an eine vorausgehende Trennung und Reinigung der Reduzenden hohe Anforderungen gestellt, die zumeist unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten nicht umsetz-

¹ Zu den Siedlungsabfällen zählen auch hausmüllähnliche Gewerbe-, Baustellen-, Markt- u. Krankenhausabfälle, die nicht dem Konsumtionssystem zuzuordnen sind, von der Zusammensetzung aber den Reduzendenarten aus dem Konsumtionssystem gleichen.

² Vgl. Bönker/Eckerth/Schmidt (1998); S. 268.

bar sind.¹ Eine energetische Verwertung wird demnach propagiert, wenn ungeachtet einer Deklaration als thermische Behandlung oder energetische Verwertung vorhergehende Sortiermaßnahmen vernachlässigbar sind.² Der so zu erzielenden Qualität der Redukte steht einerseits die Konkurrenzfähigkeit zu Primärmaterialien, andererseits die unbedenkliche Wiedereinbringung in das Ökosystem entgegen. Werden z. B. die aus dem Altfahrzeugrecycling gewonnenen Schrotte betrachtet, die an die Stahlindustrie zur erneuten Rohstahlproduktion veräußert werden, sind genaue Kenntnisse hinsichtlich der Zusammensetzung, Abmessungen und Gewichte der Schrotte vonnöten, um mittels daraufhin gut abgestimmter Chargierungen die gewünschten Qualitäten des neu zu produzierenden Rohstahls zu erreichen.³ Ebenso führt die Substitution von Frischfasern durch Altpapierfasern in der Papierherstellung zu optisch und mechanisch nachteiligen Papiereigenschaften, die sich angesichts des derzeit relativ hohen Farbanteils bei der Herstellung verschärfen.⁴ Allgemein gilt, daß Altpapier-Redukte aus Mehrkomponentenerfassungen nicht geeignet sind für den Einsatz in der Papierindustrie. Die Gefahr papierfremder Bestandteile, die durch Sortierprozesse nicht ausgeschleust werden können, und damit einer Wertminderung der Fertigprodukte ist hierbei zu hoch. In einer erweiterten Sichtweise bestimmt die Qualität unter sozial-psychologischen Aspekten gemäß den Kundenanforderungen die Einsatzmengen an Redukten, so daß die Qualitätsanforderungen an die Redukte seitens der Produzenten relativ hoch ausfallen können.⁵ Im Falle einer Zurückführung in das Ökosystem sind qualitative Anforderungen hinsichtlich der zu erwartenden Reaktionsmuster im (Erd-)Ökosystem zu berücksichtigen. Vorbehaltlich qualitativer Eigenschaften der Reduzenden kann der gezielte Einsatz von Reduktionstechnologien Redukte in wünschenswerten Qualitäten hervorruhen.

Unter der *Quantität* eines Reduzendums wird die gesamte anfallende Menge an einer Reduzendenart verstanden. Gleichfalls definiert sich die Quantität eines Reduktes als die gesamte, wiedereinzubringende Menge einer Reduktart in industrieökonomische und ökologische Kreisläufe. Die quantitative Verfügbarkeit der Reduzenden und die quantitative

¹ Vgl. Rohn (2000); S. N 4. Aus diesem Grunde werden in manchen Einteilungen die Eigenschaften der Sortenreinheit (homogen, heterogen) mit dem Verschmutzungsgrad kombiniert. Vgl. Schikora (1989); S. 14.

² Vgl. Thomé-Kozmiensky (1997); S. 26. Daß Sortiermaßnahmen im Falle dieser Reduktionsmaßnahmen überflüssig sind, gilt nicht zwingend, sondern ist auch durch die Reduzendenart u. deren Qualität, insbesondere durch die daran gebundene Schadstoffbelastung bedingt.

³ Vgl. Härdtle et al. (1994); S. 33; Rentz et al. (1996); S. 12 f.

⁴ In einer Studie des französischen Centre Technique du Papier (CTP) wurden unterschiedliche Drucktechniken auf ihre Auswirkungen auf ein späteres Papierrecycling hin überprüft. Im Ergebnis ist eine Abstimmung zwischen Produktion u. Reduktion unumgänglich, um Redukte in der gewünschten Qualität erreichen zu können. Vgl. o. V. (2002a); S. 46.

⁵ Vgl. Staudt/Auffermann/Schroll (1999); S. 16.

Verfügbarkeit der Redukte können in zwei gegenläufigen Positionen zueinander stehen. Bestärkt durch die umfassenden Begriffsdefinitionen des KrW-/AbfG überwiegt gegenwärtig insgesamt gesehen die Menge anfallender Reduzenden den erneuten Redukteeinsatz in industrieökonomische Kreisläufe; mit Blick auf etablierte Reduktionsnetzwerke kann sich regional oder stoffspezifisch ohne weiteres ein gegenteiliges Verhältnis einstellen. Zeigt sich hingegen ein Markt für Redukte, ist bestenfalls deren quantitative Verfügbarkeit zu gewährleisten, um die Nachfrage dauerhaft befriedigen zu können. Generell sollen gesetzlich festgeschriebene Recyclingquoten hier Abhilfe schaffen.¹ Welche Mengen letztlich in nachfolgenden Prozessen zum Einsatz kommen, hängt maßgeblich von der Nachfrage der Produzenten ab. In Fortführung des gewählten Beispiels Altfahrzeug wird u. a. der Einsatz von Altreifen als Ersatzbrennstoff in der Zementindustrie von technischen Parametern wie Kapazitätsauslastung, immissionsschutzrechtliche Zulässigkeit oder Produktqualität sowie von ökonomischen Parametern wie Preisgefüge der Konkurrenzmaterialien oder Nachfrageverhalten nach den Produkten der Zementindustrie determiniert.² Die gemäß dem Massenerhaltungssatz verbleibenden Redukte, die keinem erneuten industrieökonomischen Prozeß zugeführt werden können, gelangen auf unterschiedlichen Wegen ungeachtet ihrer qualitativen Eigenschaften in das Ökosystem.

Um unter ökonomischen, ökologischen und technologischen Motiven Reduktionsprozesse planungsrelevant gestalten zu können, dürfen die Quantitäten keinesfalls als aggregierte Größen, sondern hinsichtlich der räumlichen und zeitlichen Verfügbarkeit angegeben werden. Die *raum-zeitliche Verfügbarkeit* der Reduzenden in bestimmter Qualität und Quantität legt die *raum-zeitliche Verfügbarkeit* der Redukte in bestimmter Qualität und Quantität fest. Bedingt durch die Produktart, unterschiedliche Zusammensetzungen im Zeitablauf und die Länge der Produktlebensdauer wird die zeitliche und räumliche Verfügbarkeit der Reduzenden als auch die zukünftige Notwendigkeit der Redukte schwanken, gegebenenfalls invers verlaufen. Damit definiert sich die Inhomogenität der Reduzenden nicht nur durch die qualitativen Eigenschaften, sondern auch durch den zuweilen stochastischen Anfall der Reduzenden in Menge, Zeit und Raum. KLEINALTENKAMP nimmt unter produktionswirtschaftlichen Aspekten die zeitlichen Fallunterscheidungen:³

- diskreter Anfall der Reduzenden versus kontinuierlicher Einsatz der Redukte,

¹ Eine Beurteilung von Quoten, die an ganz bestimmte Verwertungsarten gebunden sind, wurde bereits in Kap. III.B angeführt.

² Vgl. SRU (1991); Tz. 638.

³ Vgl. Kleinaltenkamp (1985); S. 81 f.

- kontinuierlicher Anfall der Reduzenden versus diskreter Einsatz der Redukte sowie
- identische zeitliche Taktung

vor. Langanhaltende Produktlebenszyklen können für den Reduzenten Unsicherheiten hinsichtlich der verfügbaren Kollektions- und Induktionslogistik, zukünftiger Reduktionstechnologien, -kapazitäten und -kosten verursachen. Einflußgrößen wie rechtliche Weichenstellungen, Innovationen im Produktionssystem sowie Nutzungsintensität, Verschleiß, Wartungs- und Reparaturhäufigkeit im Konsumtionssystem verstärken diese Problemstellung.¹ Laut Schätzung der EU wird u. a. der hohe Einsatz von PVC in den 70er Jahren im Jahre 2020 zu einem geschätzten Aufkommen von ungefähr 6,2 Mio. t an PVC-Reduzenden führen², die angesichts des Schadstoffpotentials durch ein Recycling und der bereits heute bestehenden beschränkten Einsatzmöglichkeiten in Produktionsprozesse nur teilweise in marktfähige Redukte überführt werden können.³ Ebenso existiert hinsichtlich des Wiedereinsatzes von Redukten aus Demontageprozessen der Altfahrzeugreduktion eine begrenzte Nachfrage, sofern die Redukte nicht den gegenwärtigen (nationalen) Standards entsprechen; u. a. sind die in den 80er Jahren produzierten Motoren nicht mit Katalysatoren ausgerüstet. Existieren für die gewonnenen Schrotte aus der Altfahrzeugreduktion bereits heute Märkte, muß für die darüber hinaus gewonnenen Redukte zumeist erst ein Marktpotential geschaffen werden. Sofern keine gesetzlichen Quoten festgelegt wurden, wird die Reduktionstiefe bzw. deren Erhöhung dann unterlassen, wenn die so gewonnenen Redukte kein Marktpotential besitzen.⁴ Im Falle kurzer Produktlebenszyklen können ohne weiteres aus technischen und/oder ökonomischen Gründen zum Zeitpunkt des Anfalls von Reduzenden die erforderlichen Reduktionsprozesse weder zeitnah entwickelt noch bis zur Marktreife getrieben worden sein. Generell sind die unterschiedlichen Zeitdimensionen mit der ökosystemaren Realität vergleichbar, dernach Kreisläufe zwischen zeitlichen Größenordnungen von einem Jahr bis zu 1.000.000 Jahren variieren.⁵ Ist ein Reduktionsprozeß im Produktionssystem verankert, können aufgrund kurzer Wege Kreisläufe relativ schnell geschlossen werden. Im Falle langer Kreisläufe kann unter zeitlichen Gesichtspunkten das Konsumtionssystem als ein stoffliches (Zwischen-)Lager angesehen werden, in dem kurzlebige Produkte wie Waschmittel zumeist Tage oder Wochen, langlebige Produkte wie

¹ Vgl. Spengler (1998); S. 53 ff.

² Vgl. Dreifert (2001); S. T 12.

³ Noch heute wird die Produktion von PVC in der BRD auf rund 2 Mrd. t pro Jahr geschätzt. Im Hinblick auf die Reduktionsalternativen wird lediglich über Optionen nachgedacht. Vgl. Schulz (2001); S. 83 ff.

⁴ Vgl. Stadelbauer (1998); S. 95.

⁵ Vgl. SRU (1991); Tz. 25 f.

Pkws hingegen durchschnittlich 13 Jahre verbleiben.¹ Im Hinblick auf die Zurückführung der Redukte in ökologische Kreisläufe sind die Reaktionsmuster der Ökosysteme auch unter zeitlichen und räumlichen Gesichtspunkten zu überprüfen. Unter räumlichen Gesichtspunkten fallen Anfallort der Reduzenden und Reduktionsstandort sowie Reduktionsstandort und erneuter Einsatzort der Redukte nicht notwendigerweise zusammen; werden zudem Art und reduktive Wertschöpfungstiefe herangezogen, ließen sich diese räumlichen Diskrepanzen gedanklich ausbauen. Die zeitliche und räumliche Trennung aufeinanderfolgender Prozesse im industrieökonomischen System stellen für Reduzenten nicht ausschließlich ein Fixum dar, sondern können jeweils bewußt herbeigeführt werden, so daß Angaben und Zuordnungen der Raum- und Zeitkoordinaten zur optimalen Gestaltung des Reduktionsprozesses beitragen. Diese Informationen sind einerseits für die logistische Beschaffungs-, Prozeß- und Absatzplanung sowie für die technologische und organisatorische Ausrichtung der Prozesse, andererseits für die Schließung von Kreisläufen dienlich.

Die Gesamtheit der hier skizzierten Fälle und ihre Planungsrelevanz werden maßgeblich durch Erwartungen und Einschätzungen der zukünftigen Entwicklungen geprägt. Insgesamt gesehen legt der Grad der Deckungsgleichheit von Eigenschaftsprofilen der Reduzenden mit den Anforderungsprofilen an die Redukte als Inputfaktoren von Produktionsprozessen die Grundlage für die Tiefe einer rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette. SCHULTHEISS faßt diese beiden Profile in einem Profil-Report zusammen, der als Entscheidungsgrundlage für ökonomische Erfolgsgrößen dienen kann.² Der *Preis*, als eine solche ökonomische Erfolgsgröße, fungiert auf Beschaffungs- und Absatzmärkten als Lenkungs-, Koordinations- und Kommunikationsmechanismus zwischen Angebot und Nachfrage. Demnach bildet ein Preisgefüge u. a. die Rahmenbedingungen für die Marktkräfte und damit für deren Entwicklung ab, da es den maßgeblichen Entscheidungsparameter für den Umgang mit Reduzenden und Redukten darstellt. Das Preisgefüge von Reduzenden auf der Beschaffungsseite eines Reduktionsprozesses ist heterogen und in erheblichem Maße an die vorausgehend geschilderten politischen Entscheidungen hinsichtlich der Kreislaufwirtschaft gebunden. In einer modellhaften Leistungszerlegung kann konstatiert werden, daß ein Reduzent für die Rückstandsabnahme einen Preis erhält, während im Gegenzug eine Reduktionsdienstleistung angeboten wird. Im Falle eines regulierten Marktes werden u. a. von den öffentlich-rechtlichen Reduktionsträgern für die Kollektion und Reduktion der überlas-

¹ Vgl. Baccini/Brunner (1991); S. 17.

² Vgl. Schultheiß (1978); S. 121 ff.

sungspflichtigen Reduzenden Gebühren für diese Leistungen erhoben, die bei Drittbeauftragung an die ausführenden Reduzenten übertragen werden. Hier haben sich in den letzten Jahren kommunalspezifische Gebührensysteme durchgesetzt, die von einfachen bis zu leistungsgebundenen Gebührensystemen reichen. Konkret werden Pauschalbewertungen über Wertmarken pro entleerter Erfassungsgefäße bis zu verursachergerechten Mengenbewertungen vorgenommen.¹ Aufgrund der daran geknüpften Schwankungsbreite der Gebühren- und -systeme wird ein Preisvergleich für Reduktionsdienstleistungen generell erschwert, da ein solcher Preisvergleich nur auf Basis identischer Leistungen hinsichtlich Leistungsangebot und Reduzendenart zu belastbaren Aussagen führen kann. Gebietskörperschaften besitzen einen preisrechtlichen Gestaltungsspielraum, der in manchen Fällen den Preis von seiner Funktion als Indikator für die Kosten enthebt.² Die Körperschaften, die ihre Gebührensysteme marktreakibel gestaltet haben, konnten die Reduktion der nicht mehr zwingend in ihren Zuständigkeitsbereich fallenden Gewerbeabfälle weiterhin für sich gewinnen. Vor diesem Hintergrund kann lediglich eine große Schwankungsbreite der Preise konstatiert werden.³ Die an späterer Stelle zu beschreibenden marktteilnehmerbezogenen Organisationsformen werden diesen Sachverhalt verdeutlichen. Die Preisbildung für Reduktionsleistungen auf freien Märkten spiegelt das Verhältnis von Angebot und Nachfrage wider. Bedingt durch Quantität und Qualität der Reduzenden besteht bei deren Beschaffung und Bearbeitung sowohl die Möglichkeit einer Vergütung als auch einer Zuzahlung durch den Reduzenten. Die jeweiligen Zahlungsmodalitäten können hierbei auch durch die Gesetzeslage bestimmt werden. Während die Verbrennung von Redukten in der Zementindustrie oftmals an eine Zuzahlung seitens des Reduzenten gebunden ist, hat die kurzfristig vorgeschriebene Verbrennung von Tierkörpermehl hingegen zu einer Vergütung geführt. Der Reduktionsprozeß finanziert sich im letztgenannten Fall dann über die Vermarktung der erzielten Redukte auf freien Märkten. Trotz einer zunehmenden Bedeutung des Recyclings ist die Vermarktung von Redukten an anderweitige industrieökonomische Prozesse unter ökonomischen Aspekten bislang das schwächste Glied in der Prozeßkette der Kreislaufwirtschaft; zumal sich je nach Standort und Marktsituation die Erlöse für identische Re-

¹ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 675 ff.

² Ausführlich hierzu Baum/Cantner (1999); S. 84 ff. Eine Leistungsbewertung auf Basis der erhobenen Gebühren erschwert sich dann, wenn Quersubventionierungen über nicht leistungsgebundene Steuern erfolgen.

³ Diese Aussage ist das Ergebnis einer Analyse der Gebührensysteme öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger. Vgl. Behrens/Maydell (1998); S. 2-1 f. Es ist offensichtlich, daß mit dieser Breite an Systemen die ökologiebezogene Lenkungs-funktion von Preisen verfehlt wird.

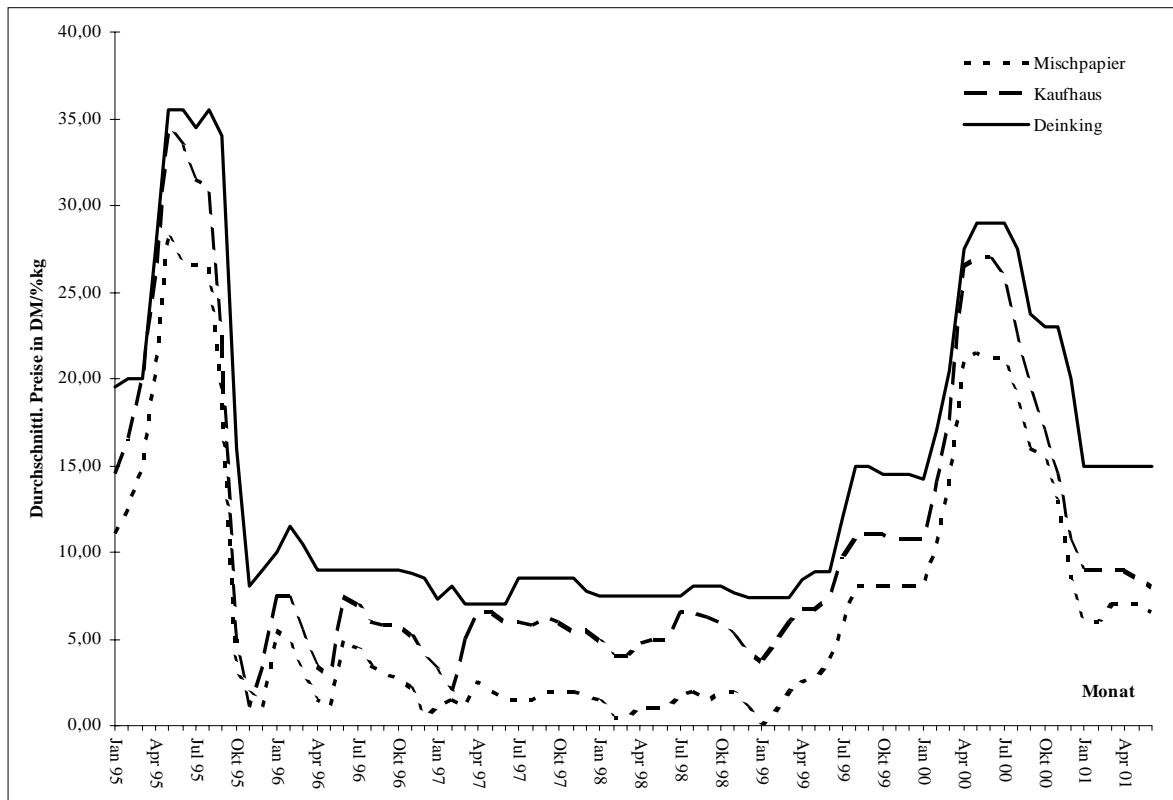
dukte nennenswert unterscheiden können.¹ Strenggenommen finanziert sich ein Kreislaufsystem nicht selbst, wenn die durch die Vermarktung der Redukate erzielten Erlöse nicht die gesamten Prozeßkosten decken. Die Reduktvermarktung setzt das Vorhandensein regionaler, überregionaler oder auch internationaler Märkte voraus, die die Redukate in vorhandener Qualität und Quantität aufnehmen können und möchten. Insofern sind die Märkte für Redukate weitestgehend Käufermärkte. Für Metall und Papier konnten sich solche Märkte etablieren. Ebenso konnten Redukate aus thermischen bzw. energetischen Verfahren wie Heißwasser, Dampf, elektrischer Strom, HCl, NaCl, Gips und Schlacke ihre Marktfähigkeit unter Beweis stellen.² Generell stehen die Marktpreise für Redukate in einem konkurrierenden Verhältnis zu denen der Primärmaterialien. Bspw. konnten in der Vergangenheit die Kokereigase der Stahl- und Eisenindustrie fast ausnahmslos an die chemische Industrie veräußert werden. Mittlerweile werden diese Vorredukte durch qualitativ bessere und kostengünstigere Produkte der petrochemischen Industrie ersetzt.³ Unter der Voraussetzung, daß qualitativ gleichwertige Redukate und Primärmaterialien vorliegen, können mit Preissteigerungen für Primärmaterialien auch höhere Preise für Redukate erzielt werden.⁴ Nachstehende Abbildung III-10 gibt die Preisentwicklung für ausgesuchte Altpapier-Redukate, sogenannte untere Sorten, für die Jahre 1995 bis 2001 wieder.

¹ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 469.

² Vgl. Thomé-Kozmiensky (1997); S. 34. Eine Gegenüberstellung von Schlacken zu Konkurrenzinputfaktoren im Straßen- und Tiefbau geben Rentz et al. (1996); S. 415 ff.

³ Vgl. Rentz et al. (1996); S. 41 ff.

⁴ Vgl. Thomé-Kozmiensky (1997); S. 23.

Abb. III-10: Marktpreisentwicklung für untere Sorten Deutschland 1995 bis 2001

Quelle: EUWID-Preise, mitgeteilt durch Trienekens Rohstoff GmbH & Co. KG.

Als mögliche, das Preisgefüge für Redukzte beeinflussende Faktoren für den Altpapier-redukt-Markt können angeführt werden:¹

- Art, Qualität und Quantität der gesammelten Reduzenden,
- existierende Lagerbestände bei Reduzenten und Produzenten,
- Nachfrage(-elastizität) nach (Vor-)Redukten der Produzenten in Verbindung mit der Einsatzquote bei der Produktion,
- Nachfrage(-elastizität) nach Neuprodukten,
- regionale Rahmenbedingungen und Jahreszeit sowie
- Marktpreise konkurrierender Inputfaktoren sowie Altpapierex- und -importe.

In Anlehnung an die bisher genannten Planungs determinanten wird das Preisgefüge durch die Infrastruktur der Reduktionswirtschaft, im weitesten Sinne durch logistische, technologische und organisatorische Anforderungen beeinflusst. Die Erfüllung dieser Anforderungen finden sich in *Kostengrößen* entlang der gesamten rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette von der Kollektion bis zur Induktion wieder, die bestenfalls mittels der erzielten Preise überwältigt werden. Die Trockenlegung von Altfahrzeugen beschreibt u. a. den ko-

¹ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 475 f.

stenintensivsten Schritt bei der gesamten Altfahrzeugreduktion, ohne daß für die so gewonnenen (Zwischen-)Redukate derzeit ein Markt existiert. Aufgrund ihres Gefährdungspotentials sind diese Redukate darüber hinaus kostenintensiv zu beseitigen. Bspw. fallen für die Beseitigung einer Tonne FCKW-haltigen Kühlmittels Kosten in Höhe von ca. 500 EUR an.¹ Vergleichsweise aufwendig fällt auch die manuelle Demontage der Karosserien aus, allerdings, bedingt durch die Marktkapazitäten, mit einer positiven Marktlage der Redukate. Die Tiefe der dem eigentlichen Reduktionsprozeß vorausgehenden Behandlungsprozesse der Reduzenden kann als ausschlaggebender Kostentreiber identifiziert werden. Mit steigendem Reinheits- und Sauberkeitsgrad der Reduzenden sinken diese Aufwendungen. Die Aufwendungen der Reduktionsprozesse orientieren sich zudem an der vom Markt- und Ökologiebezug geforderten Qualität und Quantität der Redukate. Eine zunehmend differenziertere Kollektion und Induktion erfordert den Aufbau differenzierter Logistiksysteme, die die Logistikkosten insgesamt steigen lassen werden, wenn neben dem physischen Transport sowohl Transporttechnologie, Informationsgewinnung, -verarbeitung als auch -dokumentation in die Betrachtung einbezogen werden.² Die stoffspezifischen Logistiksysteme wären dann an dezentrale Reduktionsstandorte zu koppeln, um möglichst kurze Wege sowie geringe Lagerungs- und Umladeprozesse zu beschreiben. Demgegenüber kann eine Kapazitätsauslastung der unterschiedlichen Anlagen überregionale Logistiksysteme erfordern. Eine Unterauslastung der Kapazitäten wirkt sich bei rückläufigen Mengen an Reduzenden kostentreibend aus, da die Anlagenfixkosten nur durch eine optimale Auslastung bzw. eine bestimmte Durchsatzmenge ökonomisch optimal getragen werden können. In einer Müllverbrennungsanlage mit einem hohen Fixkostenblock kann die Halbierung der Durchlaufmengen zu einer Verdopplung der spezifischen Kosten je Tonne führen.³ In diesen Fällen werden u. U. zur Anlagenauslastung oder zur Erfüllung von erworbenen Anlagenkontingenten zusätzliche Reduzenden am Markt akquiriert. Generell werden mit zunehmender Komplexität der Reduktionstechnologie die Investitions- und Betriebskosten steigen. Neben der ökonomischen Sinnhaftigkeit der Reduktionsprozesse ist ebenso deren ökologische Sinnhaftigkeit gegenüber der Neuproduktion von Faktoren und Produkten ins Kalkül zu ziehen; statt der Forderung nach steigenden Reduzendenzahlen erscheinen flexible Kapazitätsauslastungen unter diesen Gesichtspunkten sinnvoller. Ein kontinuierlicher, qualitativ

¹ Vgl. Lohse/Sander/Wulf-Schnabel (1999); S. 72.

² Vgl. Thomé-Kozmiensky (1997); S. 39. Im Rahmen der Beseitigung wird ein Kostenanteil von 30-40 % geschätzt; vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 75. Inwieweit diese Kosten am Markt weitergegeben werden, ist im Einzelfall zu untersuchen.

³ Vgl. Clemens (1999); S. 12.

und mengenmäßig geringfügig schwankender Zustrom an Reduzenden mag in gewissen Grenzen planbar sein, zumindest unter der Prämisse Vermeidung sind qualitative und quantitative Veränderungen unabwendbar. Diese unterschiedlichen Nennungen zeigen, daß die Anbieter und Nachfrager entlang der vorwärts- und rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette über ein System relativer Preise miteinander verbunden sind, das nach Ausmaß der jeweiligen Planungsdeterminanten Anpassungs- und Gestaltungsaktivitäten hervorrufen kann.¹

Nach diesen in Grundzügen geschilderten Planungsdeterminanten ist die Gestaltung eines Reduktionssystems an dem sachlichen, zeitlichen und räumlichen Werdegang der jeweiligen Beschaffungs- und Absatzseite zu orientieren, der wiederum rückwirkend durch ebendiese Gestaltungsprozesse beeinflußt werden kann. Entsprechend gilt es nunmehr eine Konkretisierung durch die Betrachtung der realen Ausprägungen ausgewählter Determinanten anzuschließen. Um zunächst die Entwicklung der Reduzenden- und Reduktströme nachzeichnen zu können, erscheint auf den ersten Blick das Jahr 1972 als geeigneter Ausgangspunkt, da in diesem Jahr mit dem Abfallbeseitigungsgesetz eine eigenständige Abfallgesetzgebung in Kraft trat. Zudem führten zunehmende Entsorgungsprobleme Ende der 80er Jahre, die sich durch kontinuierlich steigende, unspezifische Abfallmengen auf der einen und unterentwickelte Entsorgungs- und Recyclinginfrastrukturen auf der anderen Seite auszeichneten, zu dem eingangs beschriebenen grundlegenden Umdenkprozeß in der hier benannten Reduktionwirtschaft. Werden die hierzu parallel verlaufenen Entwicklungslinien der Abfallgesetzgebung nochmals in Erinnerung gerufen, läßt der Zeitraum von 1972 bis zur Gegenwart erhebliche Inkonsistenzen im erfaßten Datenmaterial erwarten. Unter anderem hat die veränderte Nomenklatura der letzten Jahre Brüche in vorhandene Zeitreihen gezogen und uneinheitliche Klassifizierungen hervorgerufen. Somit erforderte bspw. der neue Abfallbegriff des KrW-/AbfG umfangreiche Veränderungen in der Erhebungsmethodik. Während die Statistiken über Rückstandsdaten der letzten Jahre grundsätzlich über Reduzenden bzw. über die Seite der Verursacher informierten, werden nunmehr die erstellten Abfallbilanzen auch an der Reduktionwirtschaft und dessen Output orientiert. Vorausgehend wurde mit Verabschiedung des Umweltstatistikgesetzes von 1994 ein Zugang zu Daten öffentlich-rechtlicher sowie gewerblich betriebener Reduktionsanlagen eröffnet, die bis dato einer mangelhaften Erhebungspraxis unterlagen. Diese Daten sind insgesamt gesehen als Bewertungsrahmen für den Erfolg von Reduktionsmaßnahmen im

¹ Ausführlich hierzu vgl. SRU (1998); Tz. 705.

allgemeinen bzw. Recyclingmaßnahmen im speziellen zu werten. Der zusätzliche Rückgriff auf die durch das KrW-/AbfG festgelegten sekundärstatistischen Daten wie Verwertungs-, Beseitigungsnachweise und Abfallwirtschaftspläne haben den Datenraum darüber hinaus erweitert.¹ Dennoch können die im Produktionssystem bzw. im Verantwortungsbereich des Produktionssystems befindlichen Reduzenden lediglich in Trendgrößen wiedergegeben werden, da die faktisch anfallenden Mengen an Ab- und Beiprodukten von außen zumeist nicht nachvollziehbar sind; Datenmaterial über eine interne Kreislaufführung bleibt somit weitestgehend unberücksichtigt. Der Geltungsbereich der Erhebung bezieht sich zudem ausschließlich auf nationales Gebiet und damit im Zuge der globalen Ausrichtung der Produktion lediglich auf einen Ausschnitt der im internationalen Vergleich anfallenden Gesamtmengen. Generell kann angenommen werden, daß mit zunehmendem Veredelungsgrad der Produkte die anfallenden Rückstandsmengen tendenziell ab-, die negativen Qualitäten an Abfällen bzw. deren Schadenspotential tendenziell zunehmen.² Auf Grund dessen verbleiben die bei der Rohstoffgewinnung - nicht unerheblichen - Mengen an Rückständen im Ursprungsland und entlasten formal die Statistiken der Importländer.³ Die qualitative Verteilung der Abfälle auf internationalem Parkett verhält sich konsequenterweise dazu invers. Um vor diesem Hintergrund die Diskussionskraft über die Zukunft der Reduktionswirtschaft auf politischem und marktlichem Terrain verstehen zu können, wird eine grobe Lageeinschätzung der 90er Jahre intendiert, die ausreichenden Aufschluß für strategische Erfolgfelder der Reduktionswirtschaft liefert.⁴ Eine differenzierte Analyse unterschiedlicher Reduzenden- und Reduktarten wird hier unterlassen, obwohl erst eine solche Datenbasis für ein spezielles Reduktionssystem Aufschluß über strategische Gestaltungsspielräume einzelner Geschäftsfelder en détail gäbe.

Die nachstehenden Abbildungen geben die Ergebnisse der vom Statistischen Bundesamt erhobenen Abfallbilanzen für die Jahre 1990, 1993 und 1996 wieder. Aufgrund der oben erwähnten Erhebungsproblematik zeigen diese Abbildungen keinen vollständigen Rückblick auf die Entwicklung der Rückstandsströme in den 90er Jahren, sondern lassen Tendenzaussagen zu; dies gilt insbesondere für die Bilanz des Jahres 1996. Zudem ist die Veröffentlichung dieser Daten wenig zeitnah, so daß auch unter diesem Aspekt nur der Trend

¹ Vgl. SRU (2000); Tz. 820.

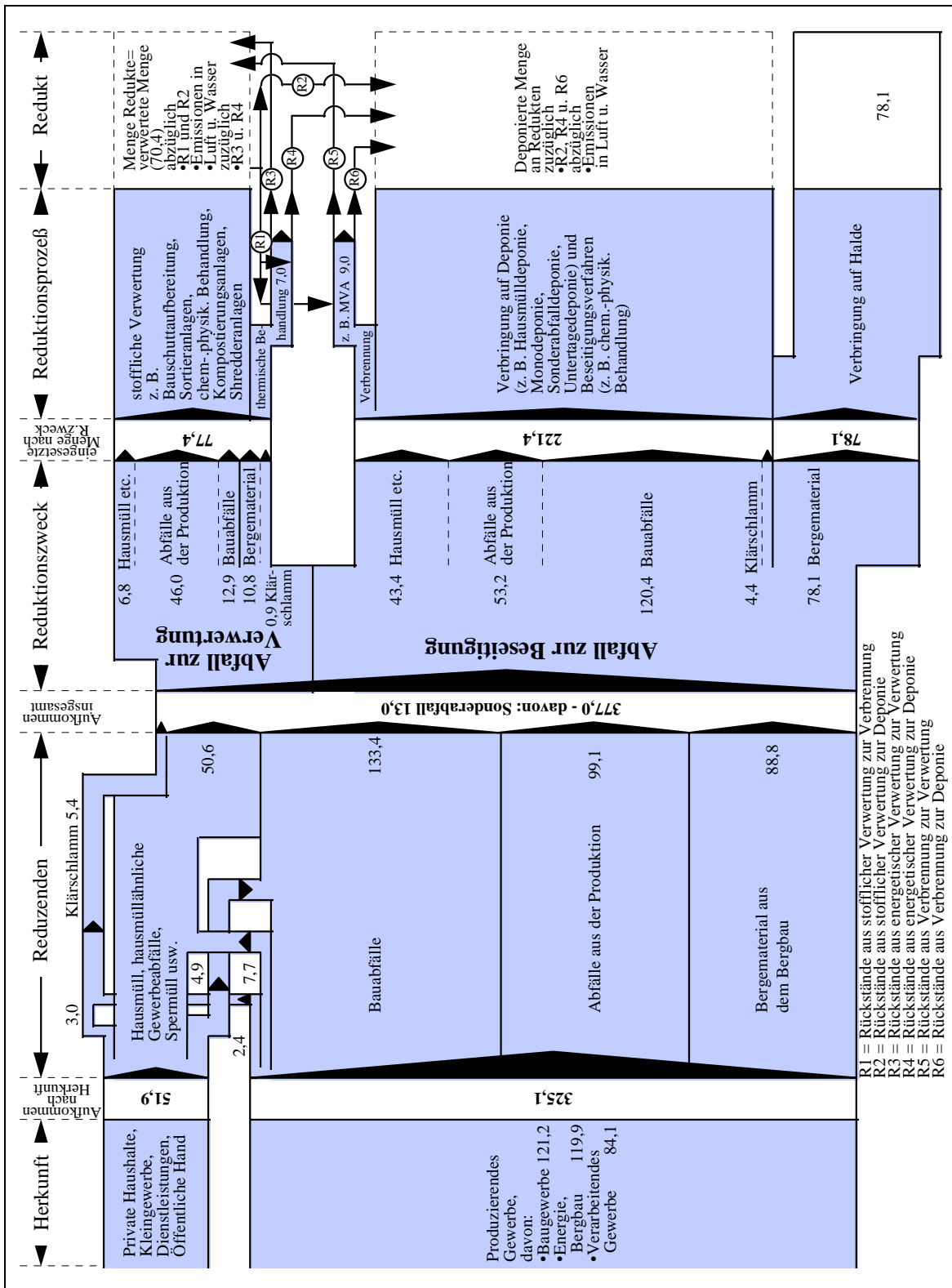
² Vgl. Sutter (1993); S. 14.

³ Auf die Bedeutung dieser Mengen hat insbesondere Schmidt-Bleek mit dem Konzept der ökologischen Rücksäcke der Produktion hingewiesen; vgl. Schmidt-Bleek (1998); S. 164 ff.

⁴ Die Daten beruhen ausschließlich auf Sekundärquellen. Diese statistischen Daten beziehen sich auf die tatsächlich entsorgten Abfallmengen. Das langfristige Potential, das noch im industrieökonomischen System verweilt bzw. die tatsächlich produzierte Menge an Produkten bleibt aus Erhebungsschwierigkeiten unberücksichtigt.

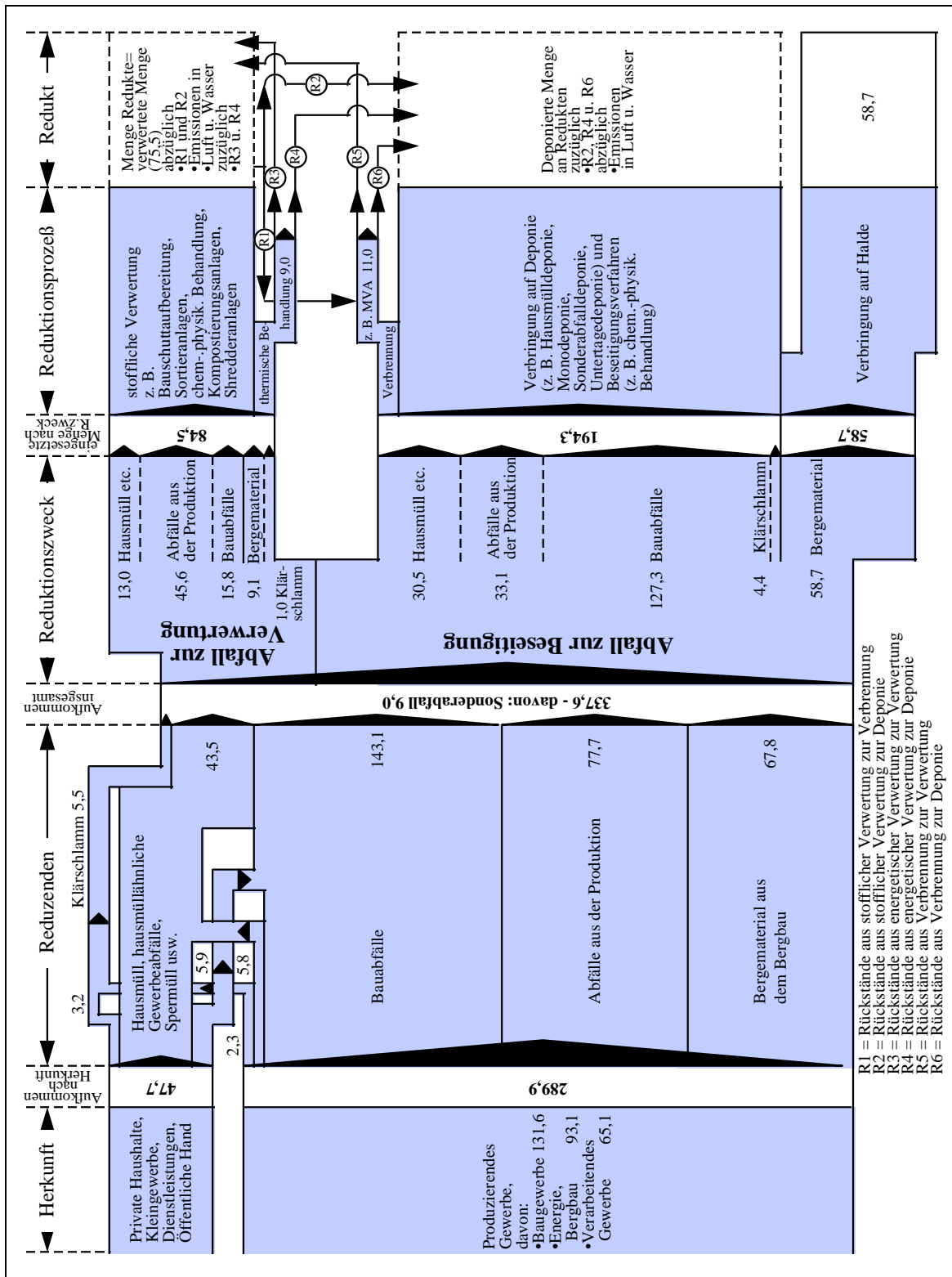
und die Zusammensetzung der Ströme aufgezeigt werden können. Konsequenzen aus dem 1996 in Kraft getretenen KrW-/AbfG für die Stoffflüsse lassen sich demnach auch nicht eindeutig aufzeigen. Entlang der Flußdarstellung kann das Abfallaufkommen nach der Herkunft einerseits sowie der Reduktionsweg und der Verbleib der Redukate andererseits verfolgt werden. Da das Aufkommen am Eingang eines Reduktionsprozesses gemessen wird, handelt es sich fast ausschließlich um Reduzenden. Insofern sind die Begriffe Abfall, Rückstand, Reduzendum hier synonym verwendbar.

Abb. III-11: Reduktionsfluß vom Reduzendum zum Redukt für das Jahr 1990 [in Mio. t]



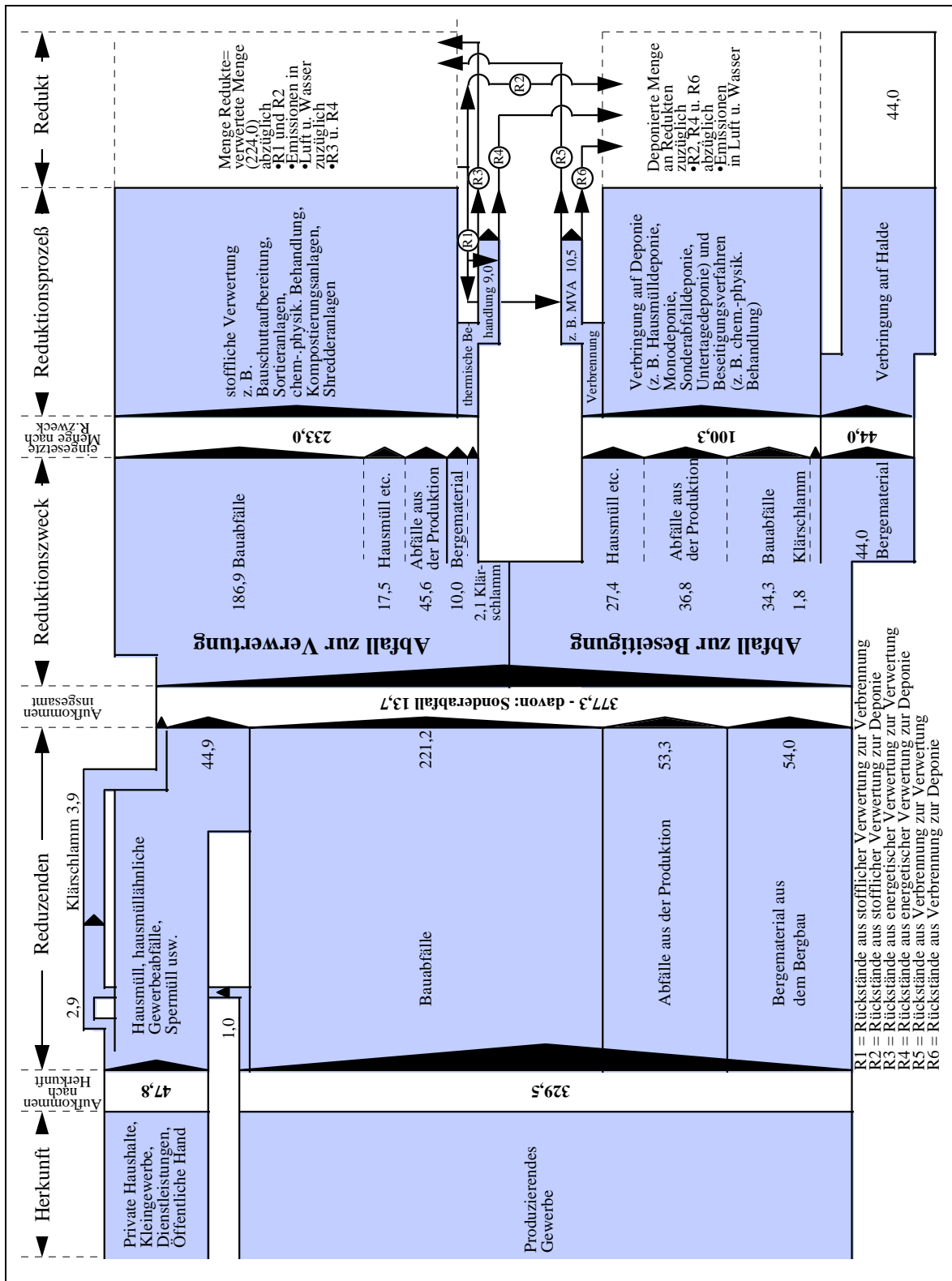
Quelle: Leicht modifiziert nach SRU (2000); S. 351.

Abb. III-12: Reduktionsfluß vom Reduzendum zum Redukt für das Jahr 1993 [in Mio. t]



Quelle: Leicht modifiziert nach SRU (2000); S. 352.

Abb. III-13: Reduktionsfluß vom Reduzendum zum Redukt für das Jahr 1996 [in Mio. t]



Quelle: Leicht modifiziert nach SRU (2000); S. 353.¹

¹ Die Daten 1996 beruhen auf Berechnungen u. Schätzungen des SRU auf Basis vorläufiger Ergebnisse der Abfallstatistik 1996.

Das gesamte Aufkommen an Reduzenden in der BRD lag 1993 mit insgesamt 337,6 Mio. t ungefähr 10 % unter dem Niveau von 1990. Dieser Rückgang ist auf erste Vermeidungs- und Reduktionsbemühungen im Zuge des AbfG, aber auch auf eine allgemein rückläufige Wirtschaftsentwicklung zurückzuführen.¹ Die wiederum bis 1996 in den obigen Abbildungen verzeichnete 10 %ige Zunahme an Reduzenden insgesamt begründet sich allerdings in der erstmaligen umfassenden Erhebung für den Bauabfallbereich und nicht in vergleichbaren Veränderungen der einzelnen Abfallströme;² alle anderen Posten sind in Summe entsprechend dem erklärten Ziel einer Kreislaufwirtschaft seit 1993 stagnierend oder rückläufig. Im speziellen notiert das Aufkommen an Hausmüll und hausmüllähnlichen Abfällen³ von 1990 bis 1996 nur eine geringfügige Abnahme um ungefähr 11 %, wohingegen direkt im Produktionsbereich ein Aufkommensrückgang um nahezu 46 % erreicht werden konnte; im Gegenzug sind die Sonderabfallmengen aus diesem Bereich bis 1996 gestiegen. Die Produktionsrückstände werden größtenteils durch die Metallherzeugung und -bearbeitung und durch das Holz-, Papier- und Druckgewerbe verursacht. Darüber hinaus stammen nennenswerte Mengen aus der chemischen Industrie, der Mineralölverarbeitung, der Kunststoff- und Gummiwarenherstellung sowie dem Ernährungsgewerbe.⁴ BILITEWSKI ET AL. erkennen eine signifikante Korrelation zwischen der Höhe der erzeugten Abfallmengen und den Beschäftigtenzahlen; im produzierenden Gewerbe verhalten sich diese Kenngrößen komplementär, im Falle von Dienstleistungsunternehmen konkurrierend.⁵ Vordergründig läßt die Tendenz abnehmender Mengen an Reduzenden aus Sicht der Reduktionswirtschaft einen lautlosen Wunsch nach steigenden Mengen erwarten, wenn bei unveränderten technologischen und gesetzlichen Prämissen der alleinige Marktbezug im Vordergrund stünde. Eine differenziertere Stoffstrombetrachtung könnte mit den sich daraus eröffnenden Geschäftsfeldern einer solchen Entwicklung bereits entgegengewirken. In Kombination mit einer Ausrichtung an ökologischen Belangen und der daraus resultierenden Marktentwicklung sind zudem neue, innovative Wege zu beschreiten, die sich in neuen Geschäftsfeldern manifestieren können, die weder dem Markt- noch dem Ökologiebezug

¹ Vgl. Clemens (1999); S. 8 f.

² Vgl. SRU (2000); Tz. 838.

³ Diese in den Bilanzen verwandten Bezeichnungen weichen von dem in der TAsI verwandten Begriff Siedlungsabfall insofern ab, als daß nicht Teilmengen aus Bauabfällen, Klärschlämmen u. Kläranlagenrückständen einbezogen werden. Somit umfaßt der Begriff Hausmüll Hausmüll i. e. S. bzw. Restmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, getrennt erfaßte Abfälle wie Verpackungen, Altglas, Altbatterien u. Sperrmüll, Straßenkehricht u. Marktabfälle. Vgl. SRU (2000); Tz. 828.

⁴ Vgl. SRU (2000); Tz. 836.

⁵ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 35. Die Definition des produzierenden Gewerbes ist aus der in Tab. 1 im Anhang aufgezeigten Wirtschaftszweigsystematik ableitbar.

zuwiderlaufen. Erste strukturelle Ansatzpunkte zeigen sich in der differenzierten Entwicklung der Abfälle zur Beseitigung zugunsten derer zur Verwertung. Während 1990 ein Aufkommen von 299,5 Mio. t und 1993 von 253,0 Mio. t des oben angegebenen Gesamtabfallaufkommens auf Abfälle zur Beseitigung entfielen, wurde nach einem 52 %igen Rückgang im Jahr 1996 nur noch eine Menge von 144,3 Mio. t verzeichnet.¹ Nahezu 70 % dieser Beseitigungsmenge wurde der Deponierung zugeführt. Demgegenüber erhöhte sich der Anteil an Abfällen zur Verwertung von 1990 bis 1993 um 7,1 Mio. t auf 84,5 Mio. t und von 1993 bis 1996 um 148,5 Mio. t auf 233,0 Mio. t, so daß insgesamt gesehen eine Zunahme um 201 % erzielt werden konnte. Bereits 1996 wurde demnach ein Verwertungsanteil in Höhe von ca. 60 % des erfaßten Abfallaufkommens erzielt. Es wird erwartet, daß sich diese dynamischen Steigerungsraten im Verwertungsbereich zunehmend abschwächen werden (v. a. bei Glas, Papier, LVP, Metallen); nur bei den organischen Abfällen zeigt sich ein steigender Trend.² Diese Entwicklung beruht einerseits auf den mittlerweile greifenden gesetzlichen Impulsen, andererseits, angestoßen durch die Begriffsauslegungen des KrW-/AbfG, auf dem zunehmend deklarierten Aufkommen an Abfällen zur Verwertung. Dabei überwiegt erwiesenermaßen bislang die stoffliche gegenüber der energetischen Verwertung. Inwieweit hierbei nach Gesetzeslaut ökologiebezogene Verfahrensentscheidungen den Ausschlag für die Verwertungsart gegeben haben bzw. geben, ist nicht eindeutig nachzuziehen. Im Vergleich zu der absoluten Entwicklung dominiert im Produktionssystem die Beseitigung vor der Verwertung. Während die zu beseitigenden Mengen in den Jahren 1990 bis 1996 um ungefähr 31 % auf 36,8 Mio. t abgenommen haben, haben sich innerhalb des gleichen Zeitraumes die zu verwertenden Mengen um ca. 64 % auf 16,5 Mio. t reduziert. Positive Effekte sind in diesem Bereich demnach in erster Linie auf Vermeidungsaktivitäten zurückzuführen. Mit Wirkung des KrW-/AbfG sind darüber hinaus größere Verwertungsanstrengungen im Produktionsbereich und damit eine Verschiebung zugunsten von Verwertungsverfahren zu erwarten. Entsprechende Leistungen und Kapazitäten sind dann gegebenenfalls von den Reduzenten anzubieten. Obwohl sich Hausmüll und hausmüllähnliche Fraktionen in den zu betrachtenden Jahren insgesamt gesehen nahezu aufkommensneutral verhielten, wurde in Relation zu den gesamten Reduzendenmengen auf der Outputseite ein zurückhaltender Zugewinn von Abfällen zur Verwertung gegenüber dem weiterhin überwiegenden Anteil an Abfällen zur Beseitigung hervorgerufen. Es wird

¹ Hierbei wird das Bergematerial den Abfällen zur Beseitigung zugewiesen.

² Vgl. prognos (2000); S. 1.

prognostiziert, daß sich dieser Trend sukzessive fortsetzen wird.¹ Für das Jahr 2005 werden nahezu 21-22 Mio. t an Siedlungsabfällen zur Beseitigung noch zu erwarten sein.² Das durch die heterogene Zusammensetzung dieser Fraktion bedingte Schadstoffpotential wird unter Ökologiebezügen entweder eine Beschleunigung dieses Trends oder eine frühere Umsetzung der TAsi-Anforderungen an zu beseitigende Mengen erfordern, wie es u. a. von der Bezirksregierung Düsseldorf für das Jahr 2003 vorgegeben wurde. Auch hier müssen Reduzenten vorausschauend agieren. Die nachstehende Tabelle III-2 belegt noch einmal, daß der bei privaten Haushalten eingesammelte sogenannte Restmüll kontinuierlich abnahm, wohingegen die über gesonderte Sammelsysteme erfaßten Fraktionen vergleichsweise zunahm, wie insbesondere Tabelle III-4 für die gesondert erfaßten Verkaufsverpackungen belegt.

Tab. III-2: Eingesetzte Mengen ausgesuchter Reduzendengruppen in öffentlich-rechtlichen Reduktionsanlagen in Mio. t [1990 bis 1996]

Gruppen	Jahr	1990	1993	1996
Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll, Straßenkehricht, Marktabfälle (über öffentlich-rechtliche Reduzenten)		33,8	24,7	20,6
hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (gesondert erfaßt)		15,2	7,8	5,7
Sperrmüll, Straßenkehricht, Marktabfälle (gesondert erfaßt)		4,2	4,6	3,6
kompostierbare, organische Abfälle (gesondert erfaßt)		1,9	2,8	5,3

Quelle: Leicht modifiziert nach SRU (2000); S. 356.

Einen Überblick über die durch das Duale System in separaten Sammelsystemen erfaßte Fraktion Verkaufsverpackungen gibt der in Tabelle III-4 dargestellte sogenannte Mengenstromnachweis für die Jahre 1995 bis 2000. Im Vorgriff auf die Organisationsstrukturen sei erwähnt, daß das hinter dem System stehende Unternehmen Duales System Deutschland AG gemäß der in der VerpackV vorgegebenen Verwertungsquoten³ im Namen von Herstellern und Betreibern den Aufbau und Betrieb einer privatwirtschaftlich organisierten Reduktionsinfrastruktur zur haushaltsnahen Kollektion und Reduktion gebrauchter Verkaufsverpackungen zum Unternehmenszweck hat. Produzenten und Handel haben sich mit der Einrichtung eines solchen flächendeckenden Systems in deren Einzugsgebiet von der Rück-

¹ Vgl. Verheyen/Spangenberg (1998); S. 32 ff.; Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 30 f.

² Vgl. prognos (2000); S. 2.

³ Die Verwertungsquoten werden auf Basis der Gesamtheit der in das Duale System eingebrachten Verkaufsverpackungen ermittelt. Alle im Auftrag des Dualen Systems operierenden Reduktionsunternehmen melden zum einen monatlich die Sammelmengen an Glas u. PPK sowie LVP, die über den Gelben Sack/Tonne u. in Depotcontainern erfasst werden. Zum anderen werden monatlich alle einer Verwertung zugeführten Mengen mitgeteilt.

nahme- und Pfanderhebungspflicht befreit. Der Aufbau eines flächendeckenden, haushaltsnahen Systems wird über Lizenzgebühren¹ für den *Grünen Punkt* auf Verpackungen bei nahezu 18.000 Systemteilnehmern finanziert. Mit einem Angebot auf dem bundesweiten Markt an kompletten Reduktionslösungen für Erfassung, Sortierung und Verwertung von Verkaufsverpackungen, die beim Endverbraucher anfallen, ist die Duales System Deutschland AG als einziges Rücknahmesystem im Sinne der Freistellungsklausel nach § 6.III VerpackV mit einem Marktanteil von über 98 % marktbeherrschend und hat quasi ein Anbietermonopol inne; die verbleibenden 2 % werden durch sogenannte Selbstentsorgungssysteme gehalten. Zugleich tritt das Unternehmen durch die Bündelung der Nachfrage der Systemteilnehmer nach diesen Reduktionsleistungen gegenüber privaten und öffentlich-rechtlichen Reduzenten als quasi-monopolistischer Nachfrager auf. Diese Marktstellung wird auch durch die Konsumenten unterstützt, die als Zwischenglied zwischen Produzent und Reduzent für das Volumen an erfaßten Verpackungen Verantwortung tragen. Die Ausdehnung auf den Bereich Transportverpackungen und großgewerbliche Verkaufsverpackungen wurde 1993 vom Bundeskartellamt aus diesem Grunde untersagt.² Aus ähnlichen Motiven prüft die europäische Wettbewerbskommission derzeit eine mögliche Ausnutzung der beherrschenden Marktposition.

Gab die VerpackV von 1991 für ausgesuchte Fraktionen noch zeitlich gestaffelte Kollektionsquoten für die einzelnen Bundesländer vor, wurden in der novellierten Fassung von 1998 für ebendiese Fraktionen bundesweit geltende Verwertungsquoten festgeschrieben.³ Die nachstehende Tabelle III-3 stellt die auf die Verwertung bezogene Quotenentwicklung im Zeitablauf dar.⁴ Während nur für Kunststoffe eine werkstoffliche Verwertung vorgegeben wird, sind die verbleibenden Verpackungen nach Maßgabe des KrW-/AbfG einschließlich einer werkstofflichen, rohstofflichen oder energetischen Nutzung umweltverträglich zu verwerten. Nicht zu verwertende Stoffe werden auf Deponien oder in Müllverbrennungsanlagen entsorgt. Bei Nichterfüllung der Quoten werden Sanktionen, wie derzeit in der Öffentlichkeit diskutiert und in der VerpackV in Form eines Zwangspfandes bei Nichteinhaltung der vorgeschriebenen Mehrwegquote verankert, eingeleitet.

¹ Diese Lizenzgebühren könnten als eine Art private Abgabe aufgefaßt werden, da damit die externen Kosten teilweise internalisiert werden.

² Beschluß vom 24.06.1993 „Entsorgung von Transportverpackungen“, WuW/E BKartA 2561.

³ Der Bezug zur Bundesebene im Falle der Verwertungsquoten wurde gewählt, um den Aufwand bei der Ermittlung der Landesquoten zu schmälern.

⁴ Die Verwertungsquoten für die Jahre 1993 u. 1995 wurden aus den Kollektionsquoten ermittelt.

Tab. III-3: Quoten für die stoffliche Verwertung [in Gew.-%]

Fraktionen	nach VerpackV von 1991		nach VerpackV von 1998
	ab 1. Jan. '93	ab 1. Jul. '95	ab 1. Jan. '99
Glas	42 %	72 %	75 %
Papier/Pappe/Karton (PPK)	18 %	64 %	70 %
Kunststoff	9 %	64 %	60 % (davon mindestens 60 % werkstofflich)
Weißblech	26 %	72 %	70 %
Aluminium	18 %	72 %	60 %
Getränke- u. sonst. Verbunde	6 %	64 %	60 %

Quelle: SRU (2000); Tab. 2.4.5-5 u. 2.4.5-6; S. 363.

Zur Erfüllung der Quoten werden in Abstimmung mit den Gebietskörperschaften ausschließlich Dritte, die sich wiederum Subunternehmern bedienen können, mit der Leistungserfüllung beauftragt. Die eigentliche Reduktion wird über Garantiegeber, zumeist Produzenten oder Branchenorganisationen, in Form pauschaler Abnahmegarantien gewährleistet. Von den beauftragten Dritten entfallen rund zwei Drittel auf privatwirtschaftliche und nochmals etwa 15 % auf private Unternehmen mit kommunaler Beteiligung.¹ Reduzenten können entsprechend als Leistungsgeber für die Kollektion und/oder die Reduktion auftreten. Für Aluminium, Weißblech, Glas und Papier, neuerdings auch für PET ist eine direkte Weitergabe an einen Garantiegeber nicht zwingend, so daß nach Durchlauf von Reduktionsprozessen diese Redukate auch von den beauftragten Reduzenten direkt am Markt veräußert werden können. Gegenüber dem Garantiegeber und damit gegenüber den eigentlichen Reduktionsverantwortlichen ist dann nur die Gewähr über die ordnungsgemäße Reduktion der Verpackungsrückstände gemäß VerpackV zu dokumentieren.² In diesem Sinne treten die Produzenten nur indirekt als Marktpartner der Reduzenten auf.

¹ Vgl. Heymann (2000); S. 11. Zu den unterschiedlichen Rechtsformen siehe Kap. III.C.2.

² Vgl. u. a. Wagner/Vogel (1992); S. 219 ff.; Römer/Feld (1994); S. 205 ff.; Flanderka (1996); Fischer (1999); S. 59 ff.

Tab. III-4: DSD-Mengenstromnachweis [in Mio. t]

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Kollektion insgesamt (inkl. Fehlwürfe)	5,362	5,828	6,051	6,215	6,382	6,426
<i>davon:</i>						
Aufkommen an gebrauchten Verkaufsverpackungen in Behältern mit dem Grünen Punkt	5,014	5,458	5,618	5,623	5,711	5,672
Reduktionsmengen	4,923	5,324	5,453	5,484	5,554	5,475
<i>davon:</i>						
Glas	2,57	2,687	2,736	2,705	2,709	2,664
Papier/Pappe/Karton (PPK)	1,26	1,319	1,372	1,416	1,485	1,506
Kunststoff	0,504	0,535	0,603	0,600	0,610	0,570
Weißblech	0,26	0,302	0,295	0,375	0,322	0,318
Aluminium	0,032	0,036	0,039	0,043	0,037	0,041
Getränke- u. sonst. Verbunde	0,297	0,445	0,408	0,345	0,391	0,376

Quelle: Zusammengestellt aus BDE (1998); S. 84 ff.; BDE (1999); S. 163 ff.; BDE (2000); S. 146 ff.; BDE (2001); S. 205 ff. u. Mitteilungen der Duales System Deutschland AG.

Sofern keine Rückgabepflichten gesetzlich statuiert sind, wird der Erfassungs- und Reinheitsgrad und die Art der Anbindung des Reduktionssystems an das Konsumtionssystem von der Bereitschaft der Konsumenten getragen, bestimmte Fraktionen getrennt zu sammeln, ggf. an eine ausgewiesene Sammelstelle zu liefern. Insofern sind materielle und immaterielle Anreize zu schaffen, um die Reduktion vorausgehend zu unterstützen. Materielle Anreize können bspw. durch Abgabelösungen, immaterielle durch umfassende Informationen seitens der Reduzenten über die ökologiebezogenen Ziele und Ergebnisse der Reduktion sowie den Organisationsablauf geschaffen werden.¹ Trotz eines rückläufigen Pro-Kopf-Verbrauchs an Verpackungsmengen konnten die durch das duale System erfaßten Mengen ausgeweitet werden.² Die jeweilige Zusammensetzung bzw. die raum-zeitliche Verfügbarkeit wird neben dem Konsumverhalten auch durch die regionale Siedlungsstruktur bestimmt. Der sich gegenwärtig abzeichnende Rückgang der durch das Duale System erfaßten Glasmengen ist u. a. auf die zunehmende Bedeutung von PET-Verpackungen zurückzuführen. Das diskutierte Pflichtpfand auf Einweg-Getränkeverpackungen könnte dem Dualen System ebenso erhebliche Glasmengen und Lizenzentgelte entziehen.

Entsprechend der eingesammelten Fraktionen sind unterschiedliche Reduktionswege zu gestalten, die den Markt- und Ökologieanforderungen Rechnung zu tragen haben. So haben u. a. Innovationsschübe in der Sortier- und Recyclingtechnik differenzierte Outputmengen der DSD-Mengen erzielt, die zugleich in deutlich höheren Outputqualitäten resultieren.³ Im

¹ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 114 f.

² Von 1991 bis 1998 sank die Verpackungsmenge pro Kopf um 13 %. Vgl. Heymann (2000); S. 11.

³ Siehe hierzu die Abb. 3 über eine Sortieranlage im Anhang.

Abgleich der Tabelle III-5 mit den Abbildungen III-11 bis III-13 nimmt für den Produktions- und Konsumtionsbereich dennoch die Deponierung vor alternativen Reduktionsmaßnahmen weiterhin eine bedeutende Stellung ein. Die in Verbrennungsanlagen eingesetzten Reduzenden sind angesichts des angedeuteten Verdrängungswettbewerbs zwischen den Anlagen derzeit leicht rückläufig. Allerdings gilt diese Aussage nicht für alle Reduzenden gleichermaßen, wie die Entwicklung für Bauabfälle zeigt. Hier ist eine weitaus größere Beschickung von Recyclinganlagen zu konstatieren.

Tab. III-5: Einsatz von Reduzenden in ausgewählten Reduktionsanlagen 1996 [1.000 t]

Reduktionsanlagen	Reduzenden insgesamt	davon Reduzendenart		
		Hausmüll und hausmüllähnliche Reduzenden	Baureduzenden	Industrielle und sonstige Reduzenden
Ausgewählte Reduktionsanlagen insgesamt	264.924	24.163	149.922	90.839
Reduktionswirtschaft				
Deponie	55.620	14.815	29.201	11.604
Verbrennungsanlage	8.970	6.936	1	2.033
Kompostierungsanlage	6.555	2.412	64	4.079
Eigenreduktion				
Deponie	18.326	-	6.582	11.744
Verbrennungsanlage	585	-	-	585
Kompostierungsanlage	-	-	-	-
Sonstige				
Untertägige Verbringung	1.429	-	-	1.429
Übertägige Verbringung	73.305	-	68.248	5.057
Rekultivierungsmaßnahmen	45.826	-	45.826	-
Naturbelassene Stoffe	54.308	-	-	54.308

Quelle: Mitteilung des Statistischen Bundesamtes.¹

Generell sollte eine reduktionswirtschaftliche Planung auf sinkende Rückstandsmengen und ausgelastete Reduktionsanlagen ausgerichtet sein. Bislang sind die anfallenden Mengen an Reduzenden gemäß der Abbildungen III-11 bis III-13 insgesamt nicht in nennenswertem Umfang rückläufig; lediglich die Wahl der Reduktionswege hat sich verschoben. Die Vermeidung spielt in diesem Zusammenhang eine untergeordnete Rolle. Welche konkreten Anlagenkapazitäten diesen Mengen gegenüberstehen, wird an späterer Stelle genauer erörtert. Für die weitere Entwicklung ist von ausschlaggebender Kraft, daß sich das Abfallaufkommen stabilisiert hat, Recyclingkapazitäten ausgebaut wurden bzw. sich Reduktionsanlagen in Planung befinden und ein hohes Verwertungspotential besitzen sowie nach TASI eine Volumenreduzierung der Deponiekapazitäten sowie ein Ausbau der Behand-

¹ Aufgrund der voneinander abweichenden Datengrundlage können die Tabellen im Vergleich nur Tendenzaussagen bieten.

lungskapazitäten zu erwarten ist.¹ Inwieweit diese Entwicklungen auch den zukünftigen Marktanforderungen gerecht werden, wird später diskutiert. Zunächst ist zu untersuchen, wie sich diese dynamischen Marktbewegungen auf die organisatorischen Strukturen ausgewirkt haben und weiterhin noch auswirken werden.

2. Marktteilnehmerbezogene Funktionsweisen kreislaufgerichteter Märkte - Organisatorische Strukturen der Reduktionswirtschaft

So wie in den vorausgehend vorgestellten Marktdaten spiegelt sich auch in den teilnehmerbezogenen Funktionsweisen kreislaufgerichteter Märkte die Entwicklung der Reduktionswirtschaft wider. In Anlehnung an die Abbildung III-9 fungieren die organisatorischen Strukturen einer Reduktionswirtschaft u. a. als doppelseitiges Glied zwischen der beschaffungs- und absatzseitigen Anbindung eines Reduktionssystems an ein Produktions- und/oder Konsumtionssystem. Auf der Inputseite werden entweder Reduzenden geliefert oder Kunden davon *ent*-sorgt; auf der Outputseite werden Redukate wieder auf dem Markt angeboten oder an weitere Reduzenten geliefert. Welche Systemseite für den einzelnen Reduzenten von größerem Stellenwert sein wird, hängt von den individuellen Entwicklungspfaden, aber auch von der Marktentwicklung der einzelnen Fraktionen ab. Eine solche vereinfachte Darstellung ist real nur dann haltbar, wenn die einzelnen Systeme und die ihnen zugrundeliegenden Funktionen auch eindeutig voneinander abgrenzbar sind. Die Ausführungen zum Gestaltungsmodell sowie die zum Anspruchsgruppenkonzept konnten belegen, daß die Strukturen einer Kreislaufwirtschaft vornehmlich in den letzten Jahren von erheblichen Querverbindungen getragen und gestaltet wurden und weiterhin auch werden. Die Vielzahl unterschiedlicher interagierender Akteure, die direkt oder indirekt auf das Parkett kreislaufgerichteter Märkte treten, leisten für die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft sowie für die bestehenden und potentiellen Geschäftsfelder einer Reduktionswirtschaft sowohl ermöglichende als auch beschränkende Beiträge. So determinieren im Marktumfeld einerseits die gesetzlichen Grundlagen die Zuständigkeiten bzw. Grenzen unterschiedlicher Organisationsstrukturen, fördern aber andererseits ausnahmslos die Entwicklung der Reduktionswirtschaft. Wurde die Reduktionswirtschaft in ihren Anfängen ausschließlich durch öffentlich-rechtliche, insbesondere kommunale Strukturen geprägt, gewinnen dem dualen Prinzip des KrW-/AbfG folgend zunehmend privatwirtschaftliche

¹ Vgl. Ewers et al. (1997); S. 4 f.

Strukturen an Bedeutung.¹ Außerhalb der Marktstrukturen konzentrieren sich die öffentlich-rechtlichen Reduzenten generell auf die gesetzlich an sie gerichteten Mindestaufgaben, die sie dann für den Markt öffnen, wenn sie diese auf Dritte übertragen. Ebenso können Produzenten sowohl Reduktionsleistungen nachfragen als auch diese dem Markt entziehen, wenn sie in Eigenregie Reduktionsaufgaben erfüllen, oder sogar selbst als Anbieter auf den Markt treten. Gleichfalls können Konsumenten den Märkten zu kompostierende Grünabfälle und die daraus zu gewinnenden Redukste entziehen, wenn eine Eigenkompostierung vorliegt. Entsprechend wird die Funktionenverteilung nachdrücklich durch die Art der Reduzenden und Redukste sowie die zu erbringende Reduktionsleistung und die dadurch zu erwartenden Erlösen bestimmt. Insgesamt gesehen kann eine intersystemische Funktionenverteilung zwischen Produktions- und Reduktionssystem, bedingt auch zwischen Konsumtions- und Reduktionssystem sowie eine intrasystemische Funktionenverteilung zwischen unterschiedlichen Reduktionssystemen angenommen werden. In beiden Fällen können wiederum horizontale Verknüpfungen zwischen kompetitiven Unternehmen wie auch vertikale Verknüpfungen zwischen Unternehmen unterschiedlicher Wertschöpfungsstufen auftreten.² Zur Sicherung und Gestaltung von Wettbewerbsvorteilen sind generell alle Marktpartner sowie gesellschaftlichen Anspruchsgruppen zu berücksichtigen. Unter diesen Gesichtspunkten werden die relevanten Märkte zum Wettbewerbsfeld verschiedener Marktteilnehmer, die sich nach den Ausführungen zum KrW-/AbfG insbesondere aus öffentlich-rechtlichen und privaten Reduktionsträgern bzw. Reduzenten und Produzenten zusammensetzen. Die Akteure, die nahezu substituierbare Sach- oder Dienstleistungen erbringen, können als Branche der Reduktionswirtschaft bezeichnet werden. Als Nachfrager nach reduktionswirtschaftlichen Leistungen treten Konsumenten sowie auch öffentlich-rechtliche und private Reduzenten und Produzenten auf. Wie oben beschrieben wird dieser Bedarf dann nicht über den Markt gedeckt, wenn eine Eigenreduktion vorliegt.

Das Markteintrittsinteresse von *Produzenten*, sich abweichend vom originären Unternehmenszweck Reduktionsaufgaben anzunehmen, ist entweder durch Diversifikationsstrategien des Geschäftsfeldspektrums oder durch die Eigenerfüllung der an sie gestellten kreislaufspezifischen Anforderungen intendiert. Im ersteren Fall werden neue Sparten in die bestehende Aufbauorganisation integriert, die unterschiedliche Marktsegmente abdecken können. Diese Sparten werden fast ausschließlich durch Beteiligungen an der der Re-

¹ Ausführlich zu den Aufgaben- u. Zuständigkeitskonstellationen siehe Kap. III.B.2.b.

² Vgl. Bönker/Eckerth/Schmidt (1998); S. 269; Schreiner (1999); S. 225 f.

duktionswirtschaft bereits zugehörigen Unternehmen fundiert; in den wenigsten Fällen werden die Geschäftsfelder durch Gründung von Tochterunternehmen ausgebaut. In den vergangenen Jahren sahen sich insbesondere Energieversorgungsunternehmen wie RWE AG, VEBA AG, VIAG AG und VEW AG veranlaßt, sich neben dem Ausbau des Kerngeschäftes Energie aktiv in die Märkte für Reduktionsleistungen einzubringen.¹ Begründet wurde diese Diversifikationsstrategie in erster Linie durch den gesetzlich ausgelösten Wettbewerbsdruck auf den Versorgungsmärkten sowie die wirtschaftliche Situation der Energieversorger, die durch die in der Vergangenheit herrschende Monopolstellung über eine hohe Finanzkraft verfügten und auch weiterhin noch verfügen. Darüber hinaus können als weitere Gründe das erwartete, durch die Gesetzgebung unterstützte Marktwachstum für Reduktionsleistungen, der Ausbau und die Festigung bestehender Versorgungsgebiete und Kundenbeziehungen sowie Synergien in der Anlagentechnik und in der Standortnutzung angeführt werden.² Manche Energieversorgungsunternehmen sind bestrebt, in allen Ver- und Entsorgungsbereichen wie Strom, Wasser, Gas, Telekommunikation, Abwasser und Abfall als Anbieter aufzutreten, um einerseits eine hohe Kundenbindung, andererseits Synergieeffekte sowie ein Abwehren des Marktdrucks zu erzielen.

Im oben genannten zweiten Fall bilden die direkt über die eigene Produktionstätigkeit sowie die indirekt über den Konsumenten verursachten Rückstände bzw. die gesetzlich festgeschriebenen Rücknahmepflichten den Ausgangspunkt für Reduktionsaktivitäten der Produzenten. Damit ziehen Produzenten zunächst Konsequenzen aus den Vorgaben des KrW-/AbfG, können aber ebenso ein Markteintrittsinteresse entwickeln, wenn u. a. geschwächte Wettbewerbspositionen in den Kernaktivitäten Diversifizierungsentscheidungen in expandierende Märkte erfordern.³ Als Reaktion auf die Vorgaben des KrW-/AbfG neigen insbesondere Großunternehmen beim Anfall von Abprodukten zu einer eigenständigen, um die Unternehmensfunktion der Reduktion *verlängerten* Produktion, wenn bspw. die für die Produktion installierte Infrastruktur auch für die Reduktion ökonomisch sinnvoll einsetzbar erscheint.⁴ Insbesondere die Wiederverwendung wirkt profitabel, da die Kollektions- und Induktionsphasen sowohl technisch als auch marktlich entfallen. Weitere Grün-

¹ Die VEW AG ist mit Wirkung zum 1. Juli 2000 auf die RWE AG verschmolzen u. tritt nicht mehr als eigenständiger Rechtsträger auf. Die VIAG AG wurde im Juni 2000 mit der VEBA AG zur E.ON AG verschmolzen.

² Vgl. Fischer (1999); S. 77 ff.

³ FISCHER führt für diese strukturelle Entwicklung die Unternehmen Ruhrkohle AG u. Thyssen AG an; vgl. Fischer (1999); S. 65 ff.

⁴ Vgl. Appel (1999); S. 3.

de, die für einen innerbetrieblichen Reduktionsweg sprechen, sind (Opportunitäts-)Erlöse aus:¹

- Einsparung externer Reduktionskosten;
- Substitution anderer, entgeltlich erworbener Faktoren;
- Erzielung von Erlösen durch die Erfüllung gesetzlicher Verwertungs- und Verwendungsgebote sowie
- Erzielung von Erlösen durch Veräußerung von Reduktionstechnologie bzw. Know-how.

Doch auch hier hat sich gezeigt, daß angesichts der hohen Anforderungen an eine Kreislaufwirtschaft eine solche komplexe Aufgabenstellung insbesondere dann in Kooperation mit Reduzenten gelöst wird, wenn das Reduktionsergebnis bei einer Vielzahl von Rückstandsarten nicht zum Erlös-, sondern zum Kostenträger wird. Denn neben den notwendigen Änderungen des Produktions- und Produktprogramms sind hieran Umstrukturierungen hinsichtlich Ablauf- und Aufbauorganisation gebunden, die ein erhebliches, oftmals idiosynkratisches Investitionsvolumen voraussetzen.² Sobald ein Produkt mehrere Handels- und Konsumstufen durchläuft, ist es nahezu unmöglich, den Weg des Produktes zu steuern. KMU besäßen u. a. weder die finanziellen noch die personellen Ressourcen, um die Reduktionsaufgaben in Eigenregie bewältigen zu können, noch stellten sich bei den KMU die erforderlichen Economies of Scale ein, um Reduktionsaktivitäten ökonomisch sinnvoll betreiben zu können.³ Daher übernimmt die schon frühzeitig entwickelte und bis in die Gegenwart kontinuierlich verbesserte, kompetente externe Reduktionsinfrastruktur seither Reduktionsaufgaben unterschiedlicher Art für Verursacher. Hier sind Kooperationsalternativen denkbar, die sich in der Kooperationstiefe, differenziert nach den Leistungen Kollektion, Reduktion und Induktion, erheblich unterscheiden können. Mithin kann ein Reduktionssystem von einem externen Reduzenten vollständig innerhalb oder außerhalb eines Produktionssystems oder in Kombination beider Modelle betrieben werden. Im ersten Fall regelt ein externer Reduzent im Produktionssystem sowohl Kollektion als auch Induktion; im zweiten Fall werden die Abprodukte des Produktionssystems vom dortigen Personal oder dem des Reduzenten gesammelt und in ein externes Reduktionssystem verbracht. Die Kooperationstiefe zwischen Produzenten und Reduzenten erhöht sich im Zuge der Reduktionsanforderungen an im Konsumtionssystem weitgestreuten Altprodukten. In der Auto-

¹ Vgl. Steven (1994); S. 74; (1998); S. 92.

² Idiosynkratische Investitionen werden nur für spezielle Aufgaben eingesetzt. Vgl. Beuermann/Halfmann (1998); S. 75.

³ Zu der besonderen Situation von KMU im Umweltschutzbereich vgl. die Arbeit von Enseling (2001).

mobilitätsindustrie, die mit einer Rücknahmepflicht der Altprodukte belegt ist, wird bspw. eine Kooperation zwischen Produzenten und Reduzenten angestrengt, da aufgrund des erheblichen logistischen Aufwandes ein zentrales Reduktionssystem zugunsten eines dezentralen Reduzenten-Netzwerkes verworfen wurde.¹ So betreibt die BMW Group ein Reduktionsnetz für Abprodukte aus Pkw-Reparaturwerkstätten gemeinsam mit einem spezialisierten Unternehmen der Reduktionsbranche; VW bedient sich des von der Preussag Recycling GmbH aufgebauten Reduktionsnetzwerkes mittelständischer Verwertungsunternehmen.² Allerdings können solche gemeinsamen Rücknahmesysteme den Wettbewerb verzerren, wenn eine Bündelung der Reduktionskosten die Preisbildung vereinheitlichte. Da der Automobilmarkt ein global weitläufiger Markt ist, ist des weiteren eine Zusammenarbeit mit Reduzenten für importierte Pkws aus Japan, Südkorea oder Amerika, die im Zielland der Produkte der nationalen Gesetzgebung unterliegen, wahrscheinlich.³ Bezogen auf eine andere Produktart wird die Notwendigkeit einer Kooperation zwischen Produzenten, Konsumenten und Reduzenten für die Kollektion und Reduktion von Verkaufsverpackungen gemäß VerpackV evident. In Anbetracht der Vielzahl von Konsumgüterproduzenten und der Streuung der damit verwendeten Verkaufsverpackungen im Konsumtionssystem wäre eine ebensolche Vielzahl an Rücknahmesystemen parallel zu installieren, wenn ein Produzent bestrebt wäre, die gesetzlichen Anforderungen individuell zu lösen. Aufgrunddessen wurde das bereits skizzierte Duale System ins Leben gerufen. Letztlich wird die Eigenreduktion vermieden, wenn die Produzenten ihre angestammten Märkte verlassen müssen und nennenswerten Transaktionskosten gegenüberstehen.

Auf der Outputseite eines Reduktionssystems sind der Absatz von und die vorausgehende Nachfrage der Produzenten nach Redukten von der Marktsituation des Produzenten bzw. den in der vorwärtsgerichteten Wertschöpfungskette nachfolgend gelagerten Akteuren abhängig. Somit wird bspw. die Zementindustrie, die unter anderem Redukte einsetzt, erheblich von der konjunkturellen Lage der Baubranche beeinflusst. Ist aufgrund der konjunkturellen Lage mit einem langfristigen Absatzrückgang zu rechnen, ist es aus Sicht des Reduzenten empfehlenswert, neue Marktpotentiale zu eröffnen. In diesem Sinne determiniert sich die Funktionsweise nicht durch das direkt nachfolgende System, sondern durch die aufeinander aufbauende Kette von Systemen.

¹ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 420. Siehe zu ökologiebezogenen Kooperationsformen in der Automobilindustrie allgemein die Arbeit von Krcal (1999).

² Vgl. Fried/Scheucher (2000); S. 32 f.

³ Vgl. Appel (1999); S. 3.

Grundsätzlich ist bei einer vorgegebenen Verteilung von Kernkompetenzen davon auszugehen, daß ein Produzent die Partnerschaft zu einem Reduzenten sowie ein Reduzent zu einem Produzenten suchen wird, wenn sich beide Parteien davon eine win-win-Situation versprechen. Hierbei sind vier mögliche Organisationsformen von Produktion und Reduktion denkbar:¹

- *Geschlossene Systeme*: Die vollständige Eigenreduktion im Produktionssystem symbolisiert nach oben Gesagtem einen theoretischen Fall. Für eine Isolation des Reduktionssystems kann gleiches konstatiert werden.
- *Integrierte Systeme*: Begleitet durch Reduzenten erfolgt die Reduktion im Produktionssystem oder, in visionärer Sicht gemäß dem in Kapitel II skizzierten Gestaltungsmodell, die Produktion begleitet durch Produzenten im Reduktionssystem. Die Durchführungsmodalitäten werden zumeist durch die Art des Produktions- und Reduktionsprozesses und die Art der eingesetzten Technologien bestimmt.
- *Additive Systeme*: Die Fremdreduktion vollzieht sich ausschließlich im Reduktionssystem, indem dem Produktionssystem additiv technologiegebundene Problemlösungen angefügt werden, sowie die Fremdproduktion ausschließlich im Produktionssystem erfolgt. Der Produzent überläßt demnach auf der einen Seite die Ab- und Altprodukte einem Reduzenten, der nach gesetzlichen und wirtschaftlichen Erwägungen die Reduzenden aufbereitet und geeigneten Verwertungs- oder Beseitigungsanlagen zuführt. Auf der anderen Seite werden die Redukate vom Reduzenten unter ähnlichen Gesichtspunkten an die Produzenten übergeben.
- *Teilintegrierte bzw. teiladditive Systeme*: Solche hybriden Organisationsformen sehen eine den Gegebenheiten angepaßte Verquickung der zuvor genannten Organisationsformen vor und stellen eine realitätsnahe Variante dar. Hierbei werden nur Teilaktivitäten wie Aufbereitung, Recycling i. e. S., Beseitigung, Kollektion oder Induktion, aber nicht die gesamten rückwärtsgerichteten Wertschöpfungsaktivitäten fremdvergeben.

Für den Reduzenten ist es folglich von Interesse, unter Erfüllung welcher Kriterien ein Produzent, der als Erzeuger nach § 16.I KrW-/AbfG weiterhin die Verantwortung trägt, die Zusammenarbeit im Sinne einer vollständigen oder teilweisen Übertragung der Reduktionsaufgaben forciert. Im Werk Rastatt der DaimlerChrysler AG werden bspw. Kriterien wie stabile wirtschaftliche Lage, Rechtskonformität, ökologiebezogene Risikominimie-

¹ Zu einzelnen Punkten siehe Schreiner (1999); S. 225 f.

nung, gesicherte Kapazitäten bei Lagerung und Sortierung, Überwachungsaufwand, transparente Reduktionswege sowie Fähigkeiten zum Systemreduzenten zur externen Vergabe von Reduktionsaktivitäten herangezogen.¹

Um die derzeitige organisatorische Rolle der *öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger* in einer Kreislaufwirtschaft abwägen zu können, ist nochmals ein Blick auf deren Stellung im Marktumfeld in der historischen Entwicklung ratsam. Neben den Lumpensammlern und Schrotthändlern sind die öffentlich-rechtlichen Reduzenten seit jeher, unterstützt durch den Überlassungs- und Andienungszwang, mit der Beseitigung sowie der vorausgehenden Kollektion von Reduzenden betraut. Aber bereits im Zuge des Abfallbeseitigungsgesetzes bedienten sich die Kommunen zur Bewältigung ihrer Reduktionspflichten teilweise privater Dritter, ohne die Pflichten auf diese Dritten zu übertragen. Da im Zuge differenzierterer Stoffströme sowie eines Ökologiebezuges die Anforderungen an Technologie und Handlungsfähigkeit zunahmen und auch weiterhin zunehmen werden, werden bis in die Gegenwart Dienstleistungen privater Reduzenten durch die öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger in Anspruch genommen. Das nachgefragte Leistungsspektrum umfaßt mittlerweile thermische, mechanisch-biologische und sonstige Behandlungsleistungen sowie Leistungen in nachgelagerten Beseitigungs-, aber auch Verwertungsschritten. Insbesondere die hohen Investitionen und Aufwendungen für einen hochtechnologischen Betrieb von Deponien und Müllverbrennungsanlagen hat zu einer Partnerschaft zwischen öffentlich-rechtlichen und privaten Reduzenten geführt. Die Erzeugung einer Sachleistung bzw. deren Veräußerung spielt angesichts der zugrundeliegenden Reduzendenarten für die öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger bislang eine untergeordnete Rolle.

Der Weg hin zu privatwirtschaftlichen Lösungen wurde nicht nur durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen, sondern auch durch die generelle finanzielle Situation der kommunalen Haushalte sowie den zunehmenden Druck der Öffentlichkeit aufgrund erheblicher Gebührensteigerungen forciert. Weiterführend hat sich unter Gewährleistung der Daseinsvorsorge² zunehmend die Forderung nach einer vollständigen Privatisierung der seither öffentlich-rechtlich zu erfüllenden Reduktionsaufgaben und -pflichten verbreitet. Kooperationsmodelle zwischen öffentlich-rechtlichen und privaten Reduzenten, die eine Aufgabenteilung entlang der rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette beschreiben, scheinen diese

¹ Vgl. Käst/Winkelbauer (2000); S. 19. Theoretisch durch den Transaktionskostenansatz haben BEUERMANN/ HALFMANN den Vorzug der bereits in der Praxis etablierten Kooperationsmodelle auch für die Forschung untermauert; vgl. Beuermann/Halfmann (1998); S. 72 ff.

² Daseinsvorsorge bringt die vermehrte Tätigkeit von Staat u. Kommunen zur Versorgung der Bevölkerung und Wirtschaft mit lebensnotwendigen Gütern zum Ausdruck.

Forderung aufzunehmen. Insgesamt gesehen konkretisieren sich die durch öffentlich-rechtliche Reduzenten geprägten Organisationsformen in der Eigenreduktion im Rahmen öffentlich-rechtlicher Organisations- und Rechtsformen, in der Kooperation und in der Privatisierung. Eine Umfrage bei öffentlich-rechtlichen Reduktionsträgern in Bayern ergab ein heterogenes Organisationsbild unter den Gebietskörperschaften, das sich, begründet durch regionale Strukturen, geographische Gegebenheiten sowie sonstige Umstände, zwischen den einzelnen Bundesländern noch verstärkt.¹ Angesichts der Vielzahl an Organisationsoptionen sind die Schnittlinien zwischen privaten und öffentlich-rechtlichen Reduzenten sehr ausgeprägt. Letztlich eröffnen sich folgende Organisationsformen, an denen maßgeblich die öffentlich-rechtlichen Reduzenten beteiligt sind und deren Ausgestaltung durch die Landesgesetze determiniert wird:²

- *Regiebetrieb*: Rechtlicher und organisatorischer Teil des kameralistischen Systems der Verwaltungsorgane. Finanzierungsfragen sind im allgemeinen Verwaltungshaushalt verankert, es besteht weder eine Steuerpflicht³ noch dürfen Gewinne erzielt werden.
- *Eigenbetrieb*: Rechtlich unselbständiger Teil des Verwaltungsapparates mit selbständiger Organisation, autonomer Unternehmensführung sowie finanzwirtschaftlich ausgewiesenem Sondervermögen. Unter dem Druck zur Sanierung öffentlicher Haushalte sind Eigenbetriebe zur Verfolgung optimaler Strategien aufgefordert.
- *Zweckverband*: Verbundorganisation mehrerer Gebietskörperschaften zu einer eigenständigen Körperschaft des öffentlichen Rechts. Unter Nutzung von Synergien wird gemeinsam u. a. der Betrieb einer bestimmten Reduktionsanlage zum 'Zweck' erhoben.
- *Eigengesellschaften*: Wahrnehmung öffentlich-rechtlicher Reduktionspflichten durch selbständige öffentliche Unternehmen in privatrechtlicher Rechtsform mit betriebswirtschaftlicher Rechnungslegung.
- *Gemeinschaftliche Gesellschaften*: Neugründung oder Teilprivatisierung der Eigengesellschaften zur Erschließung von Know-how und kapitalintensiven Investitionsalternativen. Die Anteile werden von einem oder mehreren öffentlich-rechtlichen sowie einem

¹ Vgl. Coenberg/Baum/Wagner (1998); S. 8.

² Vgl. Himmelmann (1991); S. 37 ff.; Souren (1996); S. 22; Rutkowsky (1998); S. 389. Während in den alten Bundesländern Regie- u. Eigenbetriebe dominieren, setzen sich in den neuen Bundesländern Eigengesellschaften sowie gemischtwirtschaftliche Organisationsformen durch. Vgl. Behrens/Maydell (1998); S. 4-5.

³ Eine Steuerfreiheit besteht bei Erfüllung hoheitlicher Aufgaben.

oder mehreren privaten Reduzenten, zumeist noch mit Minderheitsbeteiligung privater Reduktionsunternehmen, gehalten.¹

Die Beauftragung Dritter bei der Erfüllung der Pflichtaufgaben öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger bezieht sich sowohl auf private Reduzenten, Eigengesellschaften der öffentlich-rechtlichen Reduzenten als auch auf gemeinschaftliche Gesellschaften. Da demnach eine Beteiligung privatwirtschaftlicher Unternehmen zur Erfüllung von Teilaktivitäten nicht ausgeschlossen ist, erscheint der Weg zur Privatisierung fließend. Allerdings ist eine Privatisierung nicht zwingend mit Deregulierung gleichzusetzen.² Während die Aufgabewahrnehmung dezentral durch die Privatwirtschaft erfolgen kann, kann zugleich die (De-)Regulierung als reines zentrales Steuerungsinstrument dienen. Legitimiert durch die Gefahr von Marktversagen bei unterschiedlichen Reduktionsprozessen unterbleibt trotz privatwirtschaftlicher Aufgabenerfüllung eine vollständige Aufhebung regulativer Instrumentarien, wenn ökologische, soziale und ökonomische Zielkriterien sowie Spielregeln zu deren Erreichung zwingend festzulegen sind.³ In diesen Fällen liefern die Marktpreise bzw. Marktkräfte noch keine hinreichende Steuerungsfunktion, um Innovationen in jene Bereiche zu lenken, die eine effiziente Nutzung von Faktoren aus dem ökologischen Umsystem gewährleisten. Generell wirkt die mögliche Schädlichkeit von Reduzenten und Redukten nur dann auf das Marktgeschehen ein, wenn sie kostenwirksam wird. Die derzeitigen Entwicklungen auf dem Markt für zu beseitigende Reduzenten zeugt unter ökologischen Gesichtspunkten von einer mangelhaften Steuerung, die sich erst nach Ablauf der Übergangsfrist der TAsi und der Ablagerungs-Verordnung nivellieren wird. Mit einer Kombination aus Deregulierung und Regulierung verschiebt sich die politische Einflußnahme unter einer minimalen Rahmenordnung in Richtung eigenverantwortlichen Handelns mit einem Höchstmaß an Wettbewerb. Mit anderen Worten: Einer Privatisierung geht in aller Regel eine Deregulierung bzw. Liberalisierung voraus.⁴

Die Abstufungen einer Privatisierung sind genau zu differenzieren, denn einer Privatisierung im Sinne einer absoluten Liberalisierung der Reduktionswirtschaft bis hin in den Bereich der Siedlungsabfälle wird von einer zum Teil ideologisch geführten Debatte be-

¹ Vgl. u. a. Kaminski/Figgen (2000); S. 47. Das Haushaltsrecht des Bundes u. der Länder erlaubt die Beteiligung an einem oder die Gründung eines privatrechtlichen Unternehmens nur, wenn ein wichtiges Interesse vorliegt u. wenn sich der angestrebte Zweck nicht besser u. wirtschaftlicher auf andere Weise erreichen ließe (§ 65 BHO/LHO).

² Eine definitorische Fallunterscheidung legt ENSELING vor; vgl. Enseling (2001); S. 83 f.

³ Vgl. Ewers et al. (1997); S. 14 f. Große Reduktionsunternehmen, BDE sowie SRU fordern die Aufhebung der Daseinsvorsorge u. damit die Übergabe sämtlicher Aufgaben in private Hände. Die Forderung nach einer abgeschwächten Privatisierung geht zumeist von KMU aus. Vgl. Baum/Wagner (2000); S. 330.

⁴ Vgl. Rutkowsky (1998); S. 390.

gleitet, die in naher Zukunft eine solche Entwicklung nicht eindeutig vorzeichnet.¹ Strenggenommen bezeichnet die Privatisierung eine Übertragung öffentlich-rechtlichen Eigentums in private Hände. Bei hier vorliegendem Sachverhalt wird dann von Privatisierung gesprochen, wenn nach Maßgabe des KrW-/AbfG die noch im Aufgabenbereich öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger verbleibenden Aufgaben bzw. deren Erfüllung an Private übergeben werden. Eine Übertragung der zwischen dem öffentlich-rechtlichen Reduzenten und dem Abfallbesitzer bzw. -erzeuger bestehenden Rechtsbeziehungen auf den privaten Reduzenten ist nicht zwingend daran geknüpft.² Bezögen sich 'Private' allein auf rechtlich und wirtschaftlich selbständige Unternehmen, fielen die Gründung von Eigengesellschaften zwar nicht unter die Privatisierung, könnte aber als eine Vorstufe zur Privatisierung erachtet werden. Gleiches wäre für die gemeinschaftlichen Unternehmen zu konstatieren, bei denen aufgrund der Mehrheitsbeteiligung der öffentlich-rechtlichen Partner die Befugnisse der Gebietskörperschaften unangetastet bleiben, so daß weiterhin dort die Satzungs- und Gebührenhoheit liegt sowie zumeist das öffentlich-rechtliche Tarifrecht weiterhin Geltung besitzt.

Während nach dem KrW-/AbfG der im Rahmen der dualen Strukturen zunehmende Verantwortungsbereich der Privatwirtschaft unter die obligatorische Privatisierung fällt, wird entsprechend hier auf die fakultative Privatisierung abgestellt.³ Generell lassen sich mit FISCHER zwei Grundformen der Privatisierung unterscheiden, die 'echte' Privatisierung und sogenannte Public-Private-Partnerships (PPP).⁴ Im Falle einer 'echten' Privatisierung werden die hoheitlichen Reduktionsaufgaben ganz oder teilweise an privatwirtschaftlich organisierte Dritte übertragen. Im Rahmen der PPPs werden zwischen öffentlich-rechtlichen und privatwirtschaftlichen Institutionen unter Kooperationsgesichtspunkten die bereits oben erläuterten Gemeinschaftsunternehmen gegründet. Gemäß einem konzentrativen Zusammenschluß agiert das Gemeinschaftsunternehmen für die beteiligten Gesellschafter ausschließlich auf den betroffenen Reduktionsmärkten. Hingegen treten nach einem kooperativen Zusammenschluß die 'Partners' jenseits ihres Gemeinschaftsunternehmens auf denselben sachlich und räumlich relevanten Reduktionsmärkten weiterhin als

¹ Vgl. Reichard (2000); S. 393. Die seitens der öffentlich-rechtlichen Reduzenten vorgebrachten Argumente wurden bereits im Zuge der Darstellung des KrW-/AbfG genannt.

² Vgl. Wiczorek (1997); S. 57 f.

³ Vgl. Kahl (1995); S. 1331.

⁴ Vgl. Fischer (1999); S. 40. Zum Begriff 'PPP' in weiter Fassung vgl. Schneidewind (1997); S. 70 ff.

Anbieter auf.¹ Insgesamt können folgende Formen der Privatisierung unterschieden werden:²

- *Formelle Organisations-Privatisierung*: Ohne Veränderung der bestehenden Auftrags- und Eigentumsverhältnisse formelle Wahrnehmung der Aufgaben öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger durch Eigengesellschaften.³ Die öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger schaffen sich demnach ihre eigenen Erfüllungsgehilfen in der Form des Privatrechts. Eine Tendenz zur formellen Privatisierung zeigt sich in NRW für die kommunale Entsorgung der Siedlungsabfälle.⁴ Laut OLG Düsseldorf dürfen die von den Gemeinden geführten Eigengesellschaften sogar an Ausschreibungen anderer Gemeinden im gesamten Bundesgebiet teilnehmen, so daß eine Binnenkonkurrenz der vorhandenen Beseitigungsanlagen zu erwarten ist.⁵
- *Funktionale Aufgaben-Privatisierung*: Vollständige oder teilweise, dauerhafte oder zeitlich befristete Ausgliederung operativer Aufgaben der öffentlich-rechtlichen Träger an private Reduzenten (Contracting-Out). Eine zeitliche Befristung liegt bspw. vor, wenn eine Beseitigungsanlage im Besitz des öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger verbleibt, Planung, Bau, Finanzierung und Betrieb dieser Anlage hingegen übertragen werden (Betreibermodell). Voraussetzung für solche Betreibermodelle sind zumeist langfristige Verträge mit vertraglich zugesicherten Mindestmengen an Reduzenden.⁶ Eine funktionale Aufgaben-Privatisierung berücksichtigt auch die VerpackV, dernach die Reduktionsleistungen auszuschreiben sind.⁷ Da zugleich Lenkung und Kontrolle im Aufgabenbereich der öffentlich-rechtlichen Träger verbleiben, verringert sich ohne Veränderung der staatlichen Gewährleistungsverantwortung lediglich deren Reduktionstiefe.

¹ Vortrag von Karin Gollan auf der Euroforum Konferenz 'Privatisierung in der Abfallwirtschaft - Modetrend oder Zwangsläufigkeit?' am 24.11.2000 in Bad Homburg.

² Vgl. Schink (1994); S. 256 f.; Fuchs (1997); S. 94 f.; Reichard (2000); S. 389 f.; Enseling (2001); S. 84. Die formelle Privatisierung wird von anderer Seite als Privatisierungsform abgelehnt; vgl. Wieczorek (1997); S. 57 f.

³ RUTKOWSKY unterscheidet von dieser formell-rechtlichen noch die formell-finanzwirtschaftliche Privatisierung, da Eigenbetriebe finanzwirtschaftlich als Sondervermögen getrennt verwaltet u. ausgewiesen werden; vgl. Rutkowski (1998); S. 389 sowie Weidemann (1998); S. 43 f.

⁴ Vgl. Ewers et al. (1997); S. 17.

⁵ Vgl. Weidemann (1998); S. 32. Im hier vorliegenden Fall wurde eine der Stadt Düsseldorf gehörende Gesellschaft 1999 von der Stadt Wülfrath nach einer Ausschreibung für 10 Jahre mit der Entsorgung des Siedlungsabfalls beauftragt. Eine Tochtergesellschaft der Trienekens AG hat hierzu Verfassungsbeschwerde eingereicht. Vgl. o. V. (2000c); S. 24.

⁶ Vgl. Bünemann/Menke-Glückert/Rachut (1997); S. 66 ff.

⁷ Vgl. Sanden (1999); S. 232. Voraussetzung für eine Teilnahme an Ausschreibungen sind der Nachweis der Fachkundigkeit durch Vorlage von Referenzen u. die Zertifizierung als Entsorgungsfachbetrieb gemäß § 52.I KrW-/AbfG oder nach ISO 9000 ff.

- *Materielle Aufgaben-Privatisierung*: Veräußerung staatlicher Unternehmen oder im staatlichen Eigentum befindlicher Unternehmensanteile an Private (PPP). So gesehen ist die Aufgaben-Privatisierung eine typische Make or buy-Entscheidung. In Reaktion hierauf suchen private Reduzenten mittlerweile nicht nur Beteiligungsmöglichkeiten an den kommunalen Müllverbrennungsanlagen, sondern auch an Stadtwerken.¹

Im Vergleich zur Organisations-Privatisierung geht bei der Aufgaben-Privatisierung die öffentliche Aufgabe dauerhaft oder vorübergehend zur Erledigung in den privaten Sektor über. Mit einer Privatisierung verfolgen die daran beteiligten Partner eindeutige Ziele. Allgemein hin liegt die Intention zugrunde, eine durch Knappheitspreise bestimmte Leistungserstellung der Reduktionswirtschaft insgesamt flexibler, dynamischer und effizienter zu gestalten. Aus Sicht der öffentlich-rechtlichen Reduzenten können Finanzierungsmotive angeführt werden. Der Erlaß der TASI hat u. a. die kommunalen Gebietskörperschaften vor neue und qualifiziertere Aufgaben gestellt, die oftmals weder durch das technische Know-how noch durch ausreichende finanzielle Ressourcen gedeckt werden konnten und können. Aus diesen Gründen wird die Ausschreibung des Betriebs von Anlagen zunehmend durch eine Kapitalbeteiligung ersetzt, da daran positive fiskalische Effekte für die öffentlich-rechtlichen Haushalte geknüpft sind.² Andernfalls wird die Organisationsform der Eigengesellschaft gewählt, wenn das Angebot an Entsorgungsleistungen die Nachfrage übertrifft und über eine privatrechtliche Organisationsform Gewerbeabfälle in den öffentlichen Zuständigkeitsbereich eingeschlossen werden sollen. Rekommunalisierungsbestrebungen solcher Art greifen in bestehende freie Märkte ein, da einerseits die wirtschaftliche Kraft nicht aus eigener Substanz, sondern aus dem Finanzvolumen der Gebietskörperschaften stammt, andererseits der Kapazitätssituation keine entsprechenden Kalkulationsrechnungen bzw. Preise gegenüberstehen. Knappheiten oder Überkapazitäten schlagen sich dann nicht in ökonomisch sinnvoller Weise in den Preisen nieder - insofern ist auch nur bedingt von Privatisierung zu sprechen. Zudem ist das Ziel einer Anlagenauslastung im Sinne der Prioritätenfolge der Kreislaufwirtschaft generell nicht zielführend, wenn daran nicht das ökonomisch und ökologisch vorteilhaftere Verfahren gebunden ist. Private Reduzenten verfolgen zumeist Strategien zur Marktanteilssicherung und Marktgestaltung bzw. -entwicklung. Trotz der sich gegenwärtig abzeichnenden Privatisierungstendenzen befindet sich dieser

¹ Erstmals hat sich das private Reduktionsunternehmen Trienekens AG, Viersen, an den Stadtwerken beteiligt, um das Leistungsspektrum um Versorgungsleistungen erweitern zu können; vgl. Trienekens AG (2000); S. 1.

² Motive öffentlich-rechtlicher Reduzenten werden von SCHINK wiedergegeben; vgl. Schink (1994); S. 252 ff.

Prozeß noch in den Anfängen, so daß eine konkrete Entwicklung, insbesondere in der Fortführung der PPPs, nicht absehbar ist.

Den strukturellen Veränderungen des Marktes bzw. Marktumfeldes folgten im Zeitablauf ebensolche Veränderungen der Branche, insbesondere des Zuständigkeits- und Betätigungsfeldes der *privaten Reduktionswirtschaft*. Anfang der 90er Jahre war die private Reduktionswirtschaft durch mittelständische Unternehmen geprägt, die sich verstärkt im Zuge der ersten Verantwortungsübertragung kommunaler Aufgaben auf Dritte sowie spezialisiert auf einzelne marktfähige Fraktionen im Recyclingbereich in den 70er Jahren gegründet hatten. Bezogen auf bestimmte Reduzenden eröffneten sich aufgrund der abfallrechtlichen Gesetzgebung gegenüber den Märkten für Entsorgungsleistungen zunehmend Märkte für Reduktionsleistungen bis zur Vermarktung der erzielten Redukate. Daraufhin erwirkten die fakultativen und obligatorischen Privatisierungstendenzen eine Nachfrage nach großräumigen, gesamthaften sowie auch spezifischen Reduktionslösungen, so daß sich das bestehende Geschäftsfeld- und Kundenspektrum der privaten Reduzenten erheblich erweiterte. Mit den zunehmenden verfahrenstechnischen Anforderungen an eine stoffstromspezifische und zugleich ökologiebezogene Reduktion waren umfangreiche Investitionen in Sammel-, Aufbereitungs-, Recycling- und Beseitigungskapazitäten notwendig, die nur mittels eines effizienten Stoffstrommanagements durch Größenvorteile und Kosteneinsparpotentiale (Economies of Scale) zu tragen waren. Es fand eine Konzentration auf stoff-, kunden- und leistungsbezogene Expansionsstrategien statt.¹ Infolge der sachlichen Marktveränderungen dehnten sich die räumlich relevanten Märkte von der überwiegend lokalen bzw. regionalen Ebene auf einen bundesweiten, für manche Leistungen auf einen internationalen Markt aus; der Zugang zu internationalen Märkten bei der Vermarktung von Redukaten existiert schon seit längerem und wird stetig ausgebaut. Für kleine und mittelständische Reduzenten kam eine räumliche Ausdehnung des Leistungsgebietes selten in Betracht; die dazu notwendigen Investitionen stellten Markteintrittsschranken dar, die das räumliche Tätigkeitsfeld einiger Akteure stark eingrenzte.

Diese intensiven Aktivitäten im Aus- und Umbau der Flächen-, Sparten- und Technologiepräsenz führten zu einer zunehmenden Bündelung der Marktaktivitäten und damit zu erheblichen Konzentrationseffekten in der Branche. Neben den externen Wachstumspfaden

¹ Die Konzentrationsprozesse werden an ausgewählten Bsp. von FISCHER analysiert; vgl. Fischer (1999); S. 131 ff. Die Fusion von RWE u. VEW zeigen neuerlich das Ausmaß der Konzentrationen in der Reduktionswirtschaft. In diesem Falle fügten sich die RWE-Tochtergesellschaft RWE Umwelt AG mit der VEW-Tochtergesellschaften Edelhoff AG zusammen.

der Energieversorgungsunternehmen und anderer produzierender Unternehmen suchten auch die in der Branche und auf den Märkten unabhängig operierenden, privaten Reduktionsunternehmen mittels Konsolidierung ursprünglicher Mitbewerber durch ein breites Leistungsspektrum eine ausreichend kritische Größe in den jeweils relevanten Märkten darzustellen. Die Entwicklung der ehemals stark fragmentierten Branche hin zu oligopolistischen Strukturen in der Reduktionswirtschaft belegen folgende Daten: In den Jahren 1991 bis 1994 waren in der Reduktionswirtschaft bis zu 539 Zusammenschlüsse zu verzeichnen; allein in den Jahren 1993 bis 1994 war der RWE-Konzern an 67 Zusammenschlüssen beteiligt; das Kartellrecht hat hier in manchen Fällen seinen Ansatz gefunden.¹ Auf den Reduktionsmärkten sind mittlerweile regional weit verzweigte oder sogar flächendeckend operierende Reduzenten vorherrschend, die mit einem umfassenden Angebot an Dienstleistungen, gekoppelt mit Sachleistungen, sowohl öffentlich-rechtlichen Reduzenten als auch Produzenten gegenüberreten. Die Nachfrage produzierender Unternehmen wird mittlerweile mit umfangreichen Reduktionsleistungsangeboten für ganze Industriestandorte und zentralen Managementleistungen aus einer Hand mit bundesweiter Präsenz bedient. Zusammenfassend können nachstehende strategische Positionen eines privaten Reduzenten in den relevanten Märkten angenommen werden:²

- *Horizontale Geschäftsfeldausrichtung*: Ein Reduzent hält einen hohen Marktanteil in einem Geschäftsfeld, der bestenfalls zur Marktführerschaft ausgebaut wird.
- *Vertikale Geschäftsfeldausrichtung*: Ein Reduzent deckt mehrere getrennte Geschäftsfelder ab, die in maximaler Ausprägung die gesamte rückwärtsgerichtete Wertschöpfungskette bedienen.
- *Laterale Geschäftsfeldausrichtung*: Neben einem Hauptgeschäftsfeld werden noch Geschäftsfelder in vertikaler Richtung, die entweder den bisherigen Aktivitäten ähnlich oder vollkommen abweichend davon sind, abgedeckt.
- *Nischen*: Ein Reduzent erzielt Wettbewerbsvorteile, indem der Fokus auf bestimmte Reduzenten, auf die (Wieder-)Gewinnung und Vermarktung ganz spezifischer Redukture und/oder ausgewählte derivative Leistungen gelegt wird.

Mit zunehmendem Leistungsspektrum eines Reduzenten werden über die Festigung und den Ausbau der Kernkompetenzen entsprechend der oben beschriebenen Konzentrations-tendenzen Kooperations- und Beteiligungsmodelle gewählt. Die mittelständisch gewachse-

¹ Vgl. bvse (2000a).

² Vgl. Fischer (1999); S. 80 f.

nen Reduzenten treten mittlerweile in einem privatwirtschaftlich und öffentlich-rechtlich geprägten Beteiligungsgeflecht auf. Die Gefahr einer Marktmacht¹ liegt dabei ausschließlich auf regionalen Märkten für Siedlungsabfälle vor. Entsprechend erzwingen die zunehmend an Bedeutung gewinnenden PPPs nicht nur eine Einigung unter den Partnern, sondern auch eine kartellrechtliche Zustimmung. Auf den Märkten für Gewerbe- und Industrieabfälle wird ein Wettbewerbsdruck durch den Preiswettbewerb induziert, der keine Marktmacht erwarten läßt. Mancherseits wird angenommen, daß der Wettbewerb um Marktanteile nach der Marktaufteilung in ein Ruhe-Oligopol münden wird.² Zugleich werden Stimmen laut, daß die mit der Liberalisierung des Strommarktes einzuhaltende Rückbesinnung der Energiekonzerne auf Kernkompetenzen zu einer Rückbesinnung auf mittelständische Strukturen der Reduktionswirtschaft führen, die einen erneuten Verdrängungswettbewerb entfachen werden.³

Die organisatorischen Strukturen einer Reduktionswirtschaft zeigen indirekt die komplexen Vernetzungen der Branche mit anderen Märkten sowie der relevanten Märkte für Reduktionsleistungen untereinander auf. Mit zunehmender Unterteilung einer Reduktionsleistung in Leistungsschritte auf die unterschiedlichen organisatorischen Einheiten steigt die Komplexität. Zudem folgen die letztgenannten Märkte, unterteilt nach Reduzendum-, Reduktions- und Reduktart, voneinander abweichenden Mechanismen. Diese bereits im Gestaltungsmodell dargestellte Komplexität resultiert aus einer Vielzahl an Akteuren, deren aktive Beteiligung entlang der vorwärts- und rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette erforderlich ist, bevor ein kohärentes Kreislaufsystem initiiert werden kann. Dennoch gilt es mit Blick auf das System einer idealtypischen Kreislaufwirtschaft, die zugleich marktbezogen und ökologieorientiert ist, „*Chancen wahrzunehmen, Schwächen auszuräumen und die Diskussion um die Ziele zu versachlichen*“⁴. Die plurale Struktur eines Reduktionssystems als Teil eines solchen Kreislaufsystems ist demnach auf effiziente, untereinander abgestimmte, aber selbstorganisierende Prozesse hin auszurichten. Ein solches Zusammenspiel ist in einem Mix aus werkstofflichen, rohstofflichen und energetischen Verwertungsverfahren sowie Beseitigungsverfahren zu erreichen, bei dem unter Zugrundelegung von Kosten-Nutzen-Relationen das jeweils ökologiebezogen vorteilhaftere den Vorzug erhält. Der Fokus nur auf Recyclingsysteme oder nur auf Entsorgungssysteme und die

¹ Ausführlich zur marktbeherrschenden Stellung Rutkowsky (1998); S. 457 ff. u. Fischer (1999); S. 140 ff.

² Vgl. Baum (2000); S. 385.

³ Diese Vermutung ergab sich aus einem Gespräch mit einer Vertreterin der Trienekens AG.

⁴ SRU (1998); Tz. 410.

jeweils daran Beteiligten erscheint nicht zielführend, da zumeist diese Systeme ineinander verschachtelt agieren. Sofern funktionsfähige, effiziente Reduktionssysteme existieren, sind diese unabhängig von den beteiligten Akteuren zu bewahren. Dennoch haben die Entwicklungen der organisatorischen Strukturen offengelegt, daß private Reduzenten bzw. eine Beteiligung derer zu einer effizienten, leistungsorientierten, kostengünstigen und flexiblen Erbringung von Reduktionsleistungen führen. Unter diesen Gesichtspunkten sind die umweltpolitischen und -rechtlichen Prämissen des Marktes so auf ein Maß einzustellen, daß die selbstorganisierenden Prozesse zu einem ökologieverträglichen Ergebnis führen. Das Maß definiert dann nicht Art und Umfang der Reduktion, sondern die damit verfolgte Zielsetzung.

Der geschätzten Mengenentwicklung der Siedlungsabfälle bis zum Jahre 2005 folgend sind die öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger aufgefordert, in Kooperation mit der Privatwirtschaft Konzepte zu entwickeln, die dem Bedarf an eine TASI-gerechte Behandlung durch Müllverbrennungs- und mechanisch-biologische-Anlagen ebenso gerecht wird wie einer verstärkten Kreislaufführung recyclingfähiger Reduzenten. Die in diesem Sinne gegründeten PPPs können sich auf das Gesamtsystem wettbewerbsverzerrend auswirken, wenn alle Aufträge einer Gebietskörperschaft an den einen bereits vertraglich gebundenen Partner übergehen. Aufgrund der unscharfen Grenzen zwischen öffentlicher und privater Reduktion ist unter den oben aufgeführten Gründen eine 'echte' Privatisierung zu favorisieren. Das Verständnis eines Systemdualismus nach dem KrW-/AbfG als selbstorganisierende Recyclingpflicht des Erzeugers und Besitzers einerseits sowie als Überlassungspflicht zu beseitigender Reduzenten aus privaten Haushalten an öffentlich-rechtliche Träger andererseits ist nicht zielgerichtet. Die Prozesse des Recyclings und der Beseitigung sowie die entsprechenden vorbereitenden Prozesse sind so eng verflochten, daß eine gesetzliche Entflechtung nicht die ökologisch vorteilhaftere Lösung herbeiführt. Die Vorteile privatwirtschaftlicher Lösungsmodelle liegen nicht ausschließlich in der höheren Effizienz und in dem ausgeprägteren Kostenbewußtsein, vielmehr wirkt fehlender Wettbewerb auf Innovationsprozesse kontraproduktiv. Ein solcher Wettbewerb sollte demnach auch zwischen alternativen Anlagen stattfinden, um Reduktionsleistungen kostenminimal und ökologiebezogen anbieten zu können. Um Größenvorteile realisieren und ein Ansteigen von Kosten vermeiden zu können, wären die Prinzipien der Entsorgungsnähe und der Gebietsbezogenheit der Entsorgung demzufolge aufzuheben.¹ Für flächendeckend operierende

¹ Vgl. SRU (1998); Tz. 462.

Reduzenten ist es notwendig, dann die regionalen Disaggregationen ins Blickfeld zu nehmen, um Investitionsentscheidungen strategisch richtig plazieren zu können; einem Mißverhältnis zwischen Kapazitäten und Aufkommen an Reduzenden könnte entgegengewirkt werden. In letzter Konsequenz wären die Aufgaben der öffentlich-rechtlichen Reduktions-träger in einer Sekundärverantwortlichkeit so zu definieren, daß die Gestaltung der Rahmenbedingungen durch Setzung ökologischer und technischer Standards eine öffentlich-rechtliche Aufgabe bliebe, während die operative Durchführung der Reduktionsaufgaben durch den Markt und Wettbewerb bestimmt wäre. In einem solchen neuen Selbstverständnis staatlicher Institutionen verstünde sich die moderne Daseinsvorsorge nicht als Ausgleich reiner Markt- und Wettbewerbsinteressen, sondern als Interventions- und Steuerungsinstrumentarium. Der Grundsatz der Reduktionsverantwortung wäre gemäß dem Verursacherprinzip durchgängig auf Produzenten und Konsumenten anzuwenden und nicht von Ausnahmen durchbrochen.¹ Die öffentlich-rechtlichen Träger können sodann die Aufgabe der Daseinsvorsorge mit geringerem eigenen Aufwand in größerer Effizienz erfüllen. Unter Zustimmung der Reduktionspflichtigen sind teilweise die damit verbundenen Aufgaben bereits erfolgreich in die Privatwirtschaft und somit in regulativen Grenzen in Marktsysteme für alle Reduzendenarten sowie für logistische Vorleistungen entlassen worden. In diesen Märkten haben Überkapazitäten, die zunehmende Kapitalintensität, Akquisitionen innerhalb der Branche sowie die Markteintritte von Akteuren außerhalb der Branche die Wettbewerbsintensität erheblich erhöht. Dennoch ist das heute absehbare Marktpotential damit nicht vollends ausgeschöpft. Gehen mittel- bis langfristig Wachstumsimpulse von der TAsi und der Ablagerungs-Verordnung aus, sind mit zunehmender Stoffstromdifferenzierung in rezyklierenden Prozessen noch erhebliche Potentiale erkennbar, die sich nach entsprechenden Verordnungserlassen im Rahmen der Produktverantwortung auf Markt- und Wettbewerbsdruck oder nach Marktentstehung entfalten werden. Auch zukünftig werden Wettbewerbsvorteile durch ein breites Dienstleistungsspektrum und ganzheitliche Systemlösungen genutzt werden können. Dabei können Kompetenzen hinsichtlich ausgesuchter Stoffströme oder ausgesuchter Branchen aufgebaut werden. Hierzu zählen im einzelnen Angebote von Komplettlösungen zur Reduktion, Verbrennung mit Energierückgewinnung, Vermarktung von Redukten, Mitwirkung an branchen- und unternehmensindividuellen Lösungen, die auch Beratungen in allen technologiegebundenen Problemlösungen beinhalten, stoffliche Verwertung, Demontage/Zerlegung, Entwicklung von Reduktionstechnolo-

¹ Vgl. Busch/Voss (2000); S. 30.

gien sowie komplette Leistungen entlang der prozessualen rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette.¹ Bislang ist die Branche noch erheblich von Entsorgungs- statt umfassenden Reduktionsprozessen geprägt. Der Abgleich der bestehenden mit den in Kapitel II optionalen Strukturen wird vor diesem Hintergrund schlußendlich weitere Wachstumspfade offenlegen.

3. Hypothetische Marktentwicklung

Eine Marktentwicklung vorausdenken ist mit hohen Unsicherheitsfaktoren behaftet, da Reduzenten sowohl auf der Beschaffungs- als auch der Absatzseite einer Vielzahl unterschiedlicher Märkte mit unterschiedlichen Marktmechanismen und voneinander abweichenden Beschaffungs- und Absatzstrukturen gegenüberstehen. Mit den derzeitigen Marktumfeldstrukturen zusammengenommen sind die für Reduktionsleistungen neu entstehenden oder bereits bestehenden Märkte sowohl input- als auch outputseitig von umfangreicheren Unsicherheitsfaktoren geprägt als die traditionellen Märkte für Dienstleistungen und Produkte. Denn neben allgemeinen Faktoren wie Konjunktorentwicklung und Wettbewerbsverhalten liegt den umweltpolitischen und -rechtlichen Prämissen eine Dynamik zugrunde, die Unternehmen stets vor neue Anforderungen und damit neue Herausforderungen stellt. Verließ die Branchen- und Marktentwicklung der Reduktionswirtschaft in der Vergangenheit parallel zur gesetzlichen Entwicklung, werden auch zukünftig die gesetzlichen Entwicklungen auf kommunaler, Landes- und Bundesebene, in zunehmendem, bisher verkanntem Maße ebenfalls auf EU-Ebene diese Entwicklungen nachhaltig gestalten. Der skizzierte, zukünftig degressiv verlaufende Rückgang der Reduzendenmengen zur Beseitigung, intensive Maßnahmen zum Recycling sowie jüngst die damit verbundenen hohen Investitionen in kostenintensive Sortiertechnologien sowie alternative Reduktionsverfahren zur Erzielung differenzierterer Stoffströme zeugen von diesen Entwicklungen. Die Übergangszeit der TASI hat u. a. zu Überkapazitäten, Preis- und Mengendruck sowie im Zuge des KrW-/AbfG die generelle Befreiung der Gewerbeabfälle von der Überlassungspflicht zu einem Preiswettbewerb auf diesen Märkten geführt. Der Preis- und Wettbewerbsdruck nimmt ebenfalls auf dem Markt für gebrauchte Verpackungen zu, da auf Forderung der EU-Kommission eine Kürzung der bestehenden DSD-Vertragslaufzeiten ab 2004 und ein Markteintritt ausländischer Mitbewerber zu erwarten ist. Mit der Mahnung der EU-Kommission öffnet sich in Konkurrenz zum Dualen-System der Markt für Verkaufsverpak-

¹ Vgl. Schmid (1996b); S. 75; Meffert/Kirchgeorg (1997); S. 54.

kungen sogenannten Selbstentsorgersystemen, die auf die eigenverantwortliche Durchsetzung des Mengenstromnachweises gemäß VerpackV abzielen.¹ Zusehends könnte der Konzentration auf der Anbieterseite eine Konzentration auf der Nachfragerseite folgen, wenn global agierende Produzenten zunehmend Reduktionskonzepte nicht für ausgesuchte Standorte, sondern für die gesamten Regionalvertretungen aus einer Hand nachfragten. Inwieweit die im KrW-/AbfG angelegten Impulse zur Entwicklung eines freien Marktes und zu einer stärkeren Selbstorganisation der Wirtschaft führen, ist auch vor dem Hintergrund der Rekommunalisierungsbestrebungen einiger Gebietskörperschaften bislang nicht vorhersehbar.² Diese Beispiele verdeutlichen, daß Märkte generell einer Dynamik des Entstehens und Rückgangs unterliegen, die eindeutige Aussagen über die Entwicklungen nur vage zulassen. Dennoch ist für die Gestaltungsaufgabe dieser Arbeit ein Blick auf bestehende und die Erkundung neuer Märkte sowie deren Entwicklungsstufen unumgänglich, da sich darin ein möglicher Strukturwandel der gesamten Branche oder bestimmter Marktsegmente widerspiegelt. Erst auf Basis dieser Aussagen läßt sich die strategische Dimension eines Reduktionssystems abschätzen.

Jeder fundierten Prognose ist eine Analyse des Ist-Zustandes sowie der Entwicklung hin zu diesem Ist-Zustand voranzustellen. Neben den bereits erläuterten Planungsprämissen wird das Marktvolumen zunächst durch die Umsatzzahlen der Branche belegt. Bedingt durch unzureichende und voneinander abweichende Datenbasen kann das Marktvolumen allerdings nur durch geschätzte Größen beziffert werden.³ Laut Schätzungen des BDE hat die Reduktionsbranche in den vergangenen Jahren eine Umsatzentwicklung gemäß nachstehender Abbildung III-14 erzielt. Verzeichnete die Branche seit Mitte der 80er Jahre zweistellige Umsatzzuwächse, fielen zu Beginn der 90er Jahre die jährlichen Umsatzzuwächse zunehmend niedriger aus. Mit Inkrafttreten des KrW-/AbfG 1996 erwirtschaftete die Reduktionsbranche ihr höchstes Umsatzvolumen von 41 Mrd. EUR. In den Folgejahren nahmen die Umsätze kontinuierlich ab und stagnieren nun; während 1993 die Wachstumsrate noch bei 20 % und 1994 bei 18 % lag, ist gegenwärtig eine Rate von 0 % zu beobachten.⁴ Der bvse, der seit 1996 in den Bereichen Erfassung, Sortierung und Vermarktung von Redukten keine Steigerung der Umsatzzahlen bei seinen Mitgliedsunternehmen verzeich-

¹ Vgl. o. V. (2001); S. 24. Eine Selbstentsorgerlösung sieht nach VerpackV für Verpackungen von Wasch-, Putz-, Reinigungsmitteln und Dispersionsfarben eine Pfanderhebungspflicht vor.

² Rekommunalisierungsbestrebungen können auch ohne Zustimmung der Gebietskörperschaften im Zuge eines Bürgerbegehrens durchgesetzt werden.

³ Vgl. Fischer (1999); S. 136.

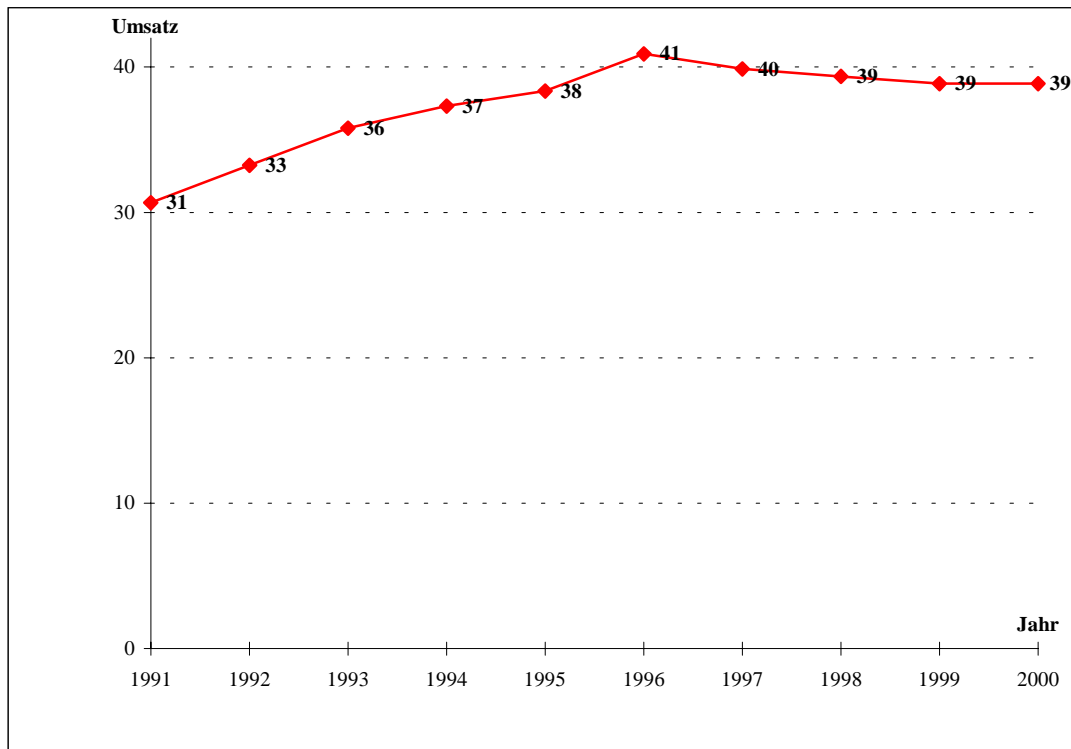
⁴ Vgl. auch Clemens (1999); S. 11; Heymann (2000); S. 4 f.

net, konstatiert erstmals für das Jahr 2000 ein durchschnittliches Umsatzwachstum von rund 3 %; während für das Jahr 2001 die Umsatzerwartung weiter auf eine Umsatzsteigerung von 0,5 % nach unten korrigiert wurde, wird für 2002 ein Umsatzrückgang von einem halben Prozent erwartet.¹ Angesichts der gesamtwirtschaftlichen Konjunkturlage, die auf eine Rezession hindeutet, wird sich insgesamt gesehen ein stagnierendes Umsatzvolumen einstellen. Das Marktvolumen verteilt sich auf private und öffentlich-rechtliche Reduzenten sowie selbstreduzierende Produzenten. Für das Jahr 1995 ermittelt FISCHER für ein Marktvolumen von 38 Mrd. EUR folgende Marktanteilsverteilung: 47 % (17 Mrd. EUR) BDE- und VBS-Mitglieder, stellvertretend für private Reduzenten, 27 % (10 Mrd. EUR) Selbstreduzenten, 20 % (8 Mrd. EUR) kommunale Gesellschaften, die dem Verband der Kommunalen Entsorgungswirtschaft und Stadtreinigung (VKS) angehören, sowie 6 % (3 Mrd. EUR) Sonstige.² Ausgehend von einem geschätzten Gesamtumsatzvolumen in Höhe von 39 Mrd. EUR für das Jahr 2000 ist unter Zugrundelegung der organisatorischen Strukturen davon auszugehen, daß sich die Anteilsverteilung zugunsten der Privatwirtschaft bzw. privatrechtlicher Gesellschaften verschieben wird. Die sich dann über einen zumeist langfristigen Zeitraum erstreckenden Verträge zwischen privaten und öffentlich-rechtlichen Partnern werden die Marktverteilung festigen. Veränderungen werden sich dann nur über einen intensiven Verdrängungswettbewerb realisieren lassen.

¹ Vgl. bvse (2001) u. o. V. (2002b). Der Gesamtumsatz der mehr als 600 Mitgliedsunternehmen des bvse beläuft sich derzeit auf 20 Mrd. DM.

² Vgl. Fischer (1999); S. 137.

Abb. III-14: Geschätzte Umsatzentwicklung der Reduktionsbranche in den Jahren 1991 bis 2000 [in Mrd. EUR]



Quelle: Mündliche Auskunft des BDE am 7.6.2001.

Im Vergleich zur Mitte der 90er Jahre, als die Konkurrenzsituation noch auf die erwarteten Erfolgspotentiale der Branche zurückgeführt wurde, sind mittlerweile die stagnierenden Umsatzzahlen hierfür ursächlich. Generell abschwächend wirken sich nicht die erwarteten rückläufigen Mengen an Reduzenden, sondern hohe Aufwendungen bei deren Separation, Behandlung und Aufbereitung gegenüber einem Preisverfall in der Mehrzahl der Marktsegmente aus. Das sich in den Märkten darstellende hohe Wettbewerbsniveau unterbindet im Falle schwacher Marktteilnehmer den Markteintritt oder erzwingt deren Marktaustritt. Ein Umsatzwachstum einzelner Reduzenten setzt sich dann neben externem Wachstum durch einen intensiven Leistungs- und Qualitätswettbewerb, der neue Stoffströme bzw. Geschäftsfelder erschließt, durch. Mit einem zunehmenden Ausbau der Stoffströme werden zugleich neue Reduktionsstufen angesprochen, so daß bedingt durch die Preis- und Mengenentwicklungen der Reduzenden und Reduktee ein solcher Leistungswettbewerb qualitative und quantitative Faktoren fokussiert, die Aufwendungen in alternative Technologien und entsprechende Kapazitäten voraussetzen. Nur mittels eines differenzierten Leistungsspektrums und den daraus gewonnenen qualitativ hochwertigen Redukten können unterschiedliche Absatzwege für Reduktionsleistungen erschlossen werden. Szenarien, die dahingehend Entwicklungen abstecken, deuteten sich bereits in vorausgehenden Ausführungen an. Zusammenfassend werden ausgesuchte Impulse skizziert, die mögliche Marktent-

wicklungen und damit ein zukünftiges Marktpotential umreißen. Dabei ist weiterhin genauer zwischen den Märkten für originäre und derivative Reduktionsdienstleistungen sowie den Märkten für Redukate zu unterscheiden.

Die Forderung, die noch in den Händen öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger liegenden Zuständigkeits- und Aufgabenbereiche weitestgehend durch private Reduzenten erfüllen zu lassen, öffneten für die privaten Reduzenten bislang nur bedingt zugängliche Marktsegmente.¹ Demzufolge werden Konsumenten von der Überlassungspflicht entbunden und zur selbständigen Kontraktspflicht mit zertifizierten Reduzenten aufgefordert. Im Rahmen einer Umfrage des Forsa-Institutes vom Oktober 2000 signalisierten rund 72 % der Privathaushalte aufgrund des zu erwartenden Preiswettbewerbs eine hohe Wechselbereitschaft - ungeachtet der hohen Zufriedenheit mit den bislang erbrachten privaten und kommunalen Leistungen der heute zuständigen Reduzenten. Voraussetzung ist allerdings eine nach außen kommunizierte Gewährleistung der Reduktionssicherheit.² Ähnliche Entwicklungen auf dem Markt für Telekommunikation und Strom zeigen auf, welche zusätzlichen Transaktionskosten dem Konsumenten damit überantwortet werden: Suche nach günstigen Reduzenten, Preisvergleiche, Analyse des eigenen Reduktionsverhaltens, Vertragsabschluß, Abwicklung des Vertrages etc.³ Entsprechend wird die Funktionsfähigkeit einer solchen Liberalisierung letztlich vom Verhalten der Konsumenten bestimmt. Es ist zu vermuten, daß sich homogene Konsumentengruppen zu einer Zweckgemeinschaft zusammenschließen, um Komplettangebote über alle Reduzendenarten, abgestimmt über einen Makler, vertraglich auszuhandeln.⁴ Aus einem solchen Wettbewerb um einen Markt erschlossen sich für den beauftragten Reduzenten Verbundvorteile bei der Kollektion sowie auch bei den Reduktionsprozessen. Unter Berücksichtigung marktlicher bzw. wettbewerblicher Suchprozesse wären Regulierungseingriffe nur bei Marktversagen erforderlich.

Im ökonomischen Entscheidungskalkül wird die Verwertung der Beseitigung vorgezogen, wenn sie individuell vorteilhafter ist; die jeweiligen Kosten zu den jeweiligen Leistungen quantifizieren den Opportunitätsschaden. Mit anderen Worten: Steigen die Beseitigungskosten, steigt generell die Nachfrage nach Verwertungsleistungen und v. v. Entsprechend ist mit Eintritt der Regelungen zur TAsi und zur Ablagerungs-Verordnung zu erwarten, daß die weiterhin abnehmenden Beseitigungsmengen durch eine differenziertere Kol-

¹ So Bundeswirtschaftsminister Müller bei der Öffnung des Verbandsgebäudes des Bundesverbandes öffentlicher Banken u. des Deutschen Landkreistages in Berlin. Vgl. o. V. (2000a); S. 19.

² Nach mündlicher Mitteilung; die Forsa-Umfrage erfolgte im Auftrag des BDE.

³ Vgl. Baum (2000); S. 385.

⁴ Vgl. Rutkowsky (1998); S. 467; Baum (2000); S. 385.

lektion zusehends in die Verwertung umgeleitet werden. Flankierend wird voraussichtlich die am 26. April 2002 durch den Bundesrat verabschiedete Gewerbeabfall-Verordnung präventiv die zu beseitigenden Mengen über einen Ausbau der Recyclingschiene reduzieren.¹ Diese Verordnung gibt klare Vorgaben über die Getrennthaltung bestimmter Fraktionen wie PPK, Glas, Metall, Kunststoff, Textilien und Biorückstände bereits an deren Anfallstelle, um eine Vermischung von verwertbaren Materialien mit Schad- und Störstoffen von vornherein zu unterbinden und zugleich ein hochwertiges Recycling zu ermöglichen. Die Reduzenten sind dann nicht nur aufgefordert, ihre Logistiksysteme daran anzupassen sowie ihre Prozeßkette noch weiter zum Produzenten hin auszudehnen, sondern auch die Reduktionstiefe der Anlagen zu erhöhen, um die vorgegebenen Quoten zu erfüllen. Bestehende sowie neue Märkte für separierte Reduzenten werden eine starke wirtschaftliche Potenz erlangen, sofern die entsprechenden Verordnungserlasse ergehen und/oder Produkte aus Redukten eine hohe Marktakzeptanz erlangen. Zugleich werden die Märkte für thermische, mechanisch-biologische und sonstige (Vor-)Behandlungsprozesse vor einer Deponierung ab 2005 eine neue Dynamik erlangen. Bis dahin wird sich der Mengen- und Preiswettbewerb zwischen Deponien und Anlagen mit hohem technischen Standard fortsetzen, so daß Reduzenten erhöhte Aufwendungen bei Unterauslastung der Kapazitäten zu überwinden haben. Mit Blick auf das Stichjahr 2020, ab dem auch Inertdeponien gesetzlich verboten und die zu beseitigenden Reduzenten ausschließlich als Roh- oder Brennstoffe genutzt werden sollen, ist der Forschungs- und Entwicklungsbedarf an Verfahren zur Trennung, Vorbehandlung, stofflichen und energetischen Verwertung sowie an daraufhin abgestimmten Logistiksystemen relativ hoch. Durch das dann gewonnene Know-how können hiesige Reduzenten durch einen Know-how-Transfer ins Ausland von dortigen Wachstumspotentialen profitieren. Die Harmonisierungsbestrebungen der EU werden den Ausbau an Wachstumspotentialen im europäischen Ausland unterstützen.

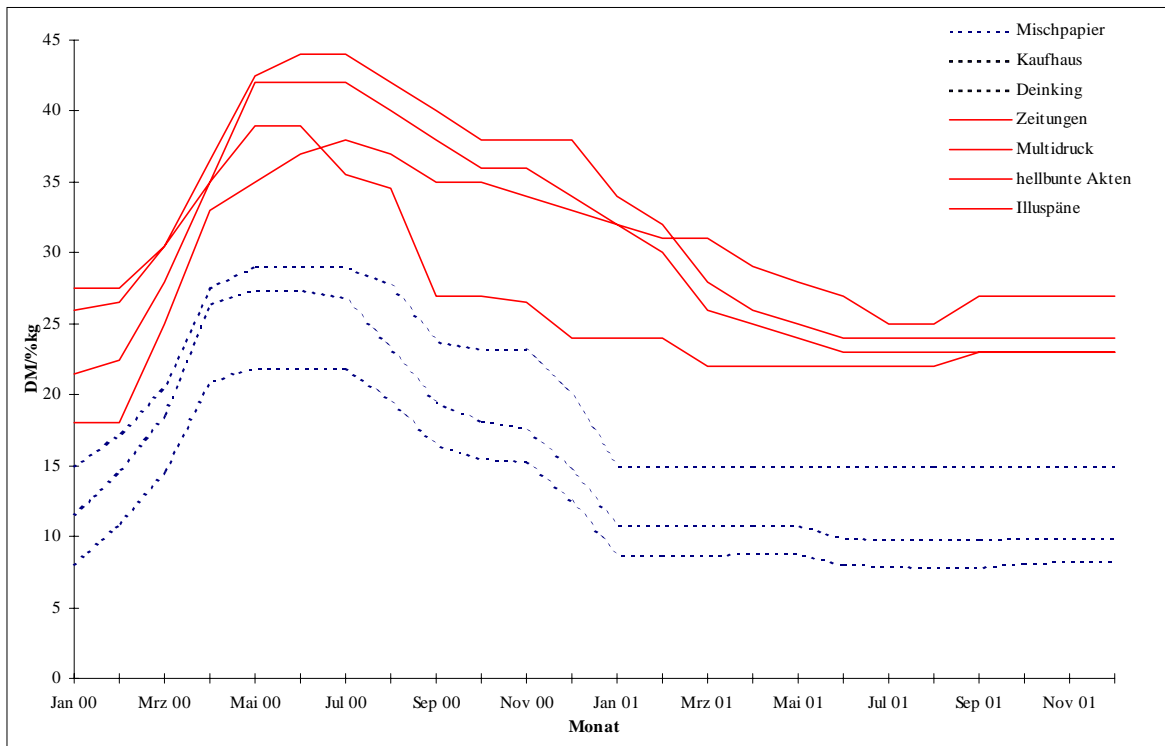
Nach dem bisher Gesagten sind die Reduzenten aufgefordert, im Zuge einer stärkeren Differenzierung der Stoffströme marktbezogen auf die unterschiedlichen Gesetzesanforderungen zu reagieren. Erste Einblicke in die Marktdynamik und mögliche Entwicklungslinien erneut in industrieökonomische Systeme einzubringender Redukte gewährt die Unterscheidung zwischen den Recyclingformen Material- und Produktrecycling. Im Zuge des Materialrecyclings werden am Ende des Reduktionsprozesses Sekundärrohstoffe erzielt, wohingegen das Produktrecycling mit Sekundärkomponenten oder -bauteilen endet. Diese

¹ Ein Entwurf der Verordnung liegt seit dem 24. Juli 2001 vor.

Redukte können zum einen an die Industrie, die Rohstoffe darüber hinaus an Rohstoffhändler, die Komponenten an Ersatzteile-, Gebrauchtwarenhändler oder Reparaturbetriebe veräußert werden. Die Märkte für gegenwärtig vermarktungsfähige Sekundärrohstoffe sind aufgrund der Historie wesentlich transparenter; zudem können im Vergleich zu Sekundärkomponenten Sekundärrohstoffe einem breiteren Produktionsprozeßspektrum zugeführt werden. Über die Struktur eines Absatzmarktes für Sekundärkomponenten sowie die Anforderungen der Marktteilnehmer existieren zumeist keine vergleichbaren Informationen.¹ Dennoch genießt das Produktrecycling die Vorteile, daß die Wertschöpfung auf höherem Niveau vollzogen werden kann, so daß geringe Energieverluste bzw. ein geringerer Energieeinsatz daran gebunden ist. Die maximale Hervorbringung marktfähiger Redukte setzt zumeist aufwendige Reduktionsprozesse voraus, die in einer Kombination aus Material- und Produktrecycling Fraktionen oder Stoffe in unterschiedlichen Qualitäten aus den Reduzenden generieren. Im Rückschluß werden Investitionen in Technologien, gegebenenfalls mit einer höheren Reduktionstiefe, steigen, wenn sowohl die Anzahl an Absatzmärkten als auch die dort erzielten Erlöse zunehmen. Unter Beachtung der unterschiedlichen und stets veränderbaren Länge von Produktlebenszyklen ist Voraussetzung hierfür ein reduktionsfähiges Produktprogramm der Produzenten sowie eine reduktionsverträgliche Nutzungsintensität der Konsumenten. Die Abstimmung mit anderen Marktteilnehmern wird demnach zum wesentlichen Bestandteil einer zukünftigen Gestaltungsaufgabe. Bezogen auf Altpapier-Redukte können untere und bessere Sorten sowie Papierverbunde unterschieden werden, die in ganz bestimmten Produktionsprozessen einsetzbar sind und damit in diesen Märkten für Redukte auch unterschiedliche Preise erzielen.

¹ Vgl. am Bsp. Weißer Ware Baumgarten/Ivisic (2000); S. 64 ff.

Abb. III-15: Beispielhafte Preisentwicklung für bessere und untere Altpapier-Sorten in 2000/2001 [in DM/% kg]¹



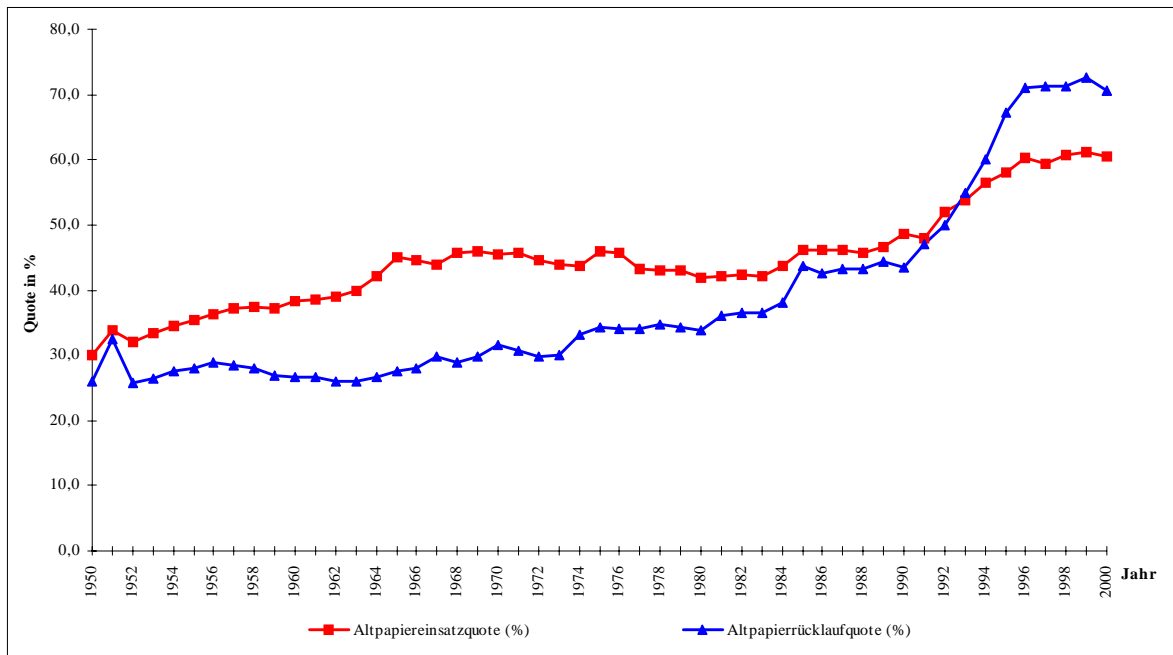
Quelle: Werkspreise der Trienekens Rohstoff GmbH & Co. KG.

Wird dieser Preisentwicklung die Einsatz- und Rücklaufmengenentwicklung in der Papierindustrie aus Abbildung III-16 gegenübergestellt, zeigen sich operative Zusammenhänge zwischen diesen Größen.²

¹ Siehe zur Erläuterung der einzelnen Sorten die Tab. 13 im Anhang. Bei Altpapier werden nahezu 70 Sorten in 5 Qualitätsstufen unterschieden. Ein großer Teil des insgesamt anfallenden Altpapiers ist von minderer Qualität, eignet sich daher nicht für hochwertige Papierprodukte u. bedarf einer besonderen Behandlung, wie Deinking u. Bleichen. Die gestrichelt dargestellten Fraktionen zählen zu den unteren Sorten.

² Für die Jahre 1999 und 2000 ist eine genaue Gegenüberstellung der Altpapiereinsatzmengen ausgewählter Sorten in der Papierindustrie im Anhang, Tab. 14 wiedergegeben.

Abb. III-16: Altpapiereinsatzquote in der Papierindustrie im Vergleich zur Altpapierrücklaufquote für die Jahre 1950 bis 2000 [in %]



Quelle: Schriftliche Mitteilung des bvse (2001).

Die Zunahme der Einsatzmengen von Altpapierprodukten in der Papierindustrie ist auf einen kontinuierlichen Abstimmungsprozeß zwischen Reduktion und Produktion zurückzuführen. Motivatoren für die Papierindustrie liegen zum einen in der Einsparung von Energie und Wasser bei der Aufbereitung von Holz zu Zellstoffen, zum anderen in der Einsparung der Transportkosten der Zellstoffe aus Skandinavien oder Nordamerika. Trotz zunehmender Einsatzmengen in der Papierindustrie begründet sich der Preisverfall in einem Angebotsüberhang am Markt für Altpapier. Denn während im Jahre 2000 nahezu 11 Mio. t Altpapier von der Papierindustrie eingesetzt wurden, konnten die Reduzenten 13 Mio. t Altpapier bei privaten Haushalten und in der verarbeitenden und gewerblichen Industrie einsammeln. Der abnehmende Einsatz in der Inlandsproduktion erklärt sich in einer abnehmenden Nachfrage nach Recyclingprodukten durch die Endkonsumenten. Die Differenzmengen wurden bislang ins Ausland zur stofflichen Verwertung exportiert. Aufgrund eines Preisverfalls in den USA und der geringen Transportkosten wird der Bedarf im Ausland derzeit durch die amerikanischen Mengen gedeckt.¹ Um den klassischen Verlauf einer Preis-Absatz-Funktion beibehalten zu können, ist die Inlandsnachfrage nach Altpapier zu stabilisieren bzw. zu erhöhen, indem bei den Endkonsumenten wieder das Bewußtsein für den Kreislaufgedanken geweckt wird. Ein solches Bewußtsein für die engen Vernetzungen

¹ Vgl. bvse (2000b).

zwischen den Systemen ist auf andere Märkte zu übertragen, um daraus Reaktionsmuster seitens der Reduzenten ableiten zu können.

Aus der derzeitigen Marktlage und der zukünftigen -einschätzung ist die zukünftige Gewichtsverteilung zwischen Beseitigung und Verwertung nicht eindeutig festzulegen. Mit dem Wegfall der Deponien wird die Verknappung der Entsorgungskapazitäten zu alternativen, dann wirtschaftlich attraktiveren Entsorgungs- und Recyclingoptionen führen, die eine Neuverteilung der Gewichte zwischen Verwertung und Beseitigung auf allen Marktstufen bewirken wird. Die Neuverteilung wird sich aus dem Zusammenspiel mehrerer, je nach Marktlage und veränderter Rechtslage variabler Faktoren bilden. Es ist zu erwarten, daß zunehmende Verbrennungs- und Deponiekosten einen positiven Recyclinganreiz geben werden, wenn sich dann die hohen Aufwendungen für vorgeschaltete Aufbereitungs- sowie anschließende stoffliche und energetische Recyclingprozesse rentieren werden. Denn den Mehraufwendungen stehen für manche Reduktarten bessere Vermarktungswege respektive höhere Erlöse gegenüber, wenn im Falle eines attraktiven Preisgefüges Vorredukte konkurrierende Inputfaktoren des Produktionssystems substituieren können. Die mit den Substitutionsmöglichkeiten zunehmenden Absatzwege werden die Konkurrenzsituationen in den einzelnen Märkten entfrachten. Die unsichere Marktlage wird sich dann in einen Wettbewerbsvorteil wandeln, wenn Reduzenten flexibel und kreativ auf Änderungen im Markt und im Marktumfeld reagieren. Voraussetzung ist ein antizipativer Gestaltungsspielraum, der stark durch technologische und logistische Entwicklungen determiniert wird. Die gegenwärtig in der Reduktionsdienstleistung liegende Kernkompetenz der Reduktionswirtschaft wird dann zwangsläufig prozeß- und systembedingt so unterfüttert, daß die Reduktionssachleistung an Stellenwert gewinnt. Zugleich sind damit die Produzenten aufgefordert, nicht nur Komplettlösungen nachzufragen, sondern sich an kooperativen oder individuellen Systemlösungen aktiv zu beteiligen, um den Kreislaufgedanken auch umsetzen zu können. Damit entwickelt sich die reine Entsorgung zu einer Versorgung fort. Inwieweit die technologischen Entwicklungen diesen Marktanforderungen gerecht werden, wird nachstehend erörtert.

D. TECHNOLOGISCHES UMFELD

Technologische Entwicklungen waren in den letzten Jahren die Reaktion auf dynamische Veränderungen im Umfeld und im Reduktionssystem selbst. Aufgrund der daraus hervorgehenden, mehrfach angesprochenen technologiegebundenen Leistungen der Redu-

zenten wird nun ein kurzer Blick auf das technologische Umfeld eines Reduktionssystems geworfen. In Abgrenzung zu dem bisher verwandten Begriff Technik bzw. technisch werden „unter Technologie [...] die in einem Unternehmen eingesetzten Werkzeuge, Maschinen, Werkstoffe, Techniken, Verfahren und Methoden sowie, im weiteren Sinne, das daraus abgeleitete Know-how“¹ verstanden. Über die eigentlichen Reduktionsinstrumente, -techniken und -methoden hinaus beschreiben Technologien demnach auch das Wissen und den Wissenseinsatz darüber. Mit technologischen Fragestellungen rücken dann nicht nur die entsprechenden Anforderungen an ein Reduktionssystem, sondern auch die selbsterkannten und -gestellten technologischen Herausforderungen und deren Umsetzung in den Vordergrund. Neben verfahrenstechnischen Strategien gewinnen der Vernetzung der Systeme folgend zunehmend logistische Strategien entlang differenzierter Stoffströme an Bedeutung.

Vor Inkrafttreten des KrW-/AbfG wurde die quantitativ und qualitativ mangelhafte Infrastruktur der Reduktionswirtschaft beanstandet.² Die Notwendigkeit, Rückstände in ihrer Qualität und Quantität zu reduzieren, führte zu Fragen, mit welcher Anlagentechnologie eine Reduktion durchgeführt werden kann, welche Kapazitäten existieren und wie flexibel bzw. kreativ mit dieser Technologie auf Markt- und Marktumfeldänderungen reagiert werden kann. Die vorausgehenden Ausführungen haben bereits angedeutet, daß dabei die Wirtschaftlichkeit einer Technologie entscheidenden Einfluß auf die gesamte Erlös/Kosten-Struktur eines Reduktionsprozesses und somit auf die Preisentwicklung der daran gebundenen Leistungen nimmt. Einflußreiche Größen sind hierbei Anlagengröße, Auslastung, Infrastruktur, Anpassungscharakter an den Stand der Technik sowie Lerneffekte (Erfahrungskurveneffekt). Während mit zunehmender Komplexität einer Technologie zumeist die Investitions- und Betriebskosten einer Anlage steigen, stellen langfristige technologische Innovationen ein hohes Potential zur Kostenminimierung dar, sofern die daran gebundene Leistung ein Marktpotential eröffnet und hält. Unter diesen Gesichtspunkten wird fortfolgend die technologische Entwicklung durchleuchtet und auf zukünftige Erfordernisse hin abgetastet.

Im Entsorgungsbereich existierten 1972 nahezu 50.000 Ablagerungsplätze, 130 geordnete Deponien, 16 Kompostwerke sowie 30 Verbrennungsanlagen für eine Menge von schätzungsweise 9-18 Mio. t an zu beseitigenden Reduzenden aus Konsumtions- und Pro-

¹ Probst (1992); S. 188.

² Vgl. Hofmann-Hoepfel (1997); S. 95.

duktionssystemen. Mit diesem Kapazitätsumfang konnten allerdings nur 37 % dieser Reduzenden auch näherungsweise *geordnet* entsorgt werden. Mit Eintreten des Abfallbeseitigungsgesetzes 1972 wandelten sich die Kapazitäten an geordneten Deponien zu Lasten der Ablagerungsplätze¹ auf 530 geordnete Deponien mit abnehmender Tendenz; bereits 1984 bestanden nur noch 385, 1999 hingegen 310 Deponien, die 70 % der angefallenen Mengen an Reduzenden entsorgen konnten. Angesichts unzureichender Qualitätsstandards der zulässigen Deponiefractionen und -techniken waren oftmals erhebliche Beeinträchtigungen des Grundwassers an diese Art der Entsorgung gebunden. Mit den im Laufe der Jahre zunehmenden Verbrennungskapazitäten, die sich 1981 auf 42, 1987 auf 46 sowie 1999 auf 55 Verbrennungsanlagen summierten, sind die rückläufigen Deponiekapazitäten u. a. zu erklären. Doch auch hier führten zunächst unzureichende Qualitätsstandards der Reduzenden und der Technologien zu einer Beeinträchtigung des Mediums Luft. Erst in den Folgejahren wurden die Verbrennungsanlagen gemäß der 17. BImSchV mit Schritten zur kostenintensiven Rauchgasreinigung optimiert.² Der Verbrennung als thermischem Behandlungsprozeß kommt in erster Linie die Aufgabe der Schadstoffzerstörung bzw. Schadstoffkonzentrierung sowie der Volumenreduktion zu, erst in zweiter Linie ist eine Energienutzung oder die Nutzung der stofflichen Eigenschaften von Bedeutung (§ 4.IV KrW-/AbfG). Die Beeinflussung der qualitativen Eigenschaften eines Reduzendums für fortführende Prozesse wäre entsprechend durch einen solchen thermischen Prozeß gewährleistet. Die eingesetzte Energie geht gemäß der Entropie verloren; allein die chemisch gebundene Energie wird durch die Verbrennung zurückgewonnen.³ Pyrolyseanlagen nehmen nur eine untergeordnete Rolle bei der Entsorgung ein, da nur bestimmte Reduzenden, wie Kunststoffe (z. B. Gummi) oder Leder, erneut sinnvoll eingesetzt werden können.⁴ Die bei der Verbrennung verursachten Beiredukte wie Aschen und Schlacken werden wiederum der Deponierung zugeführt. Obwohl die Verbrennung allgemein die Identität und Integrität eines Stoffes zerstört, sind unter Umständen vorhergehende Aufbereitungsprozesse der Reduzenden vonnöten; mechanisch-biologische Anlagen stellen u. a. solche Prozesse dar. Die letztgenannten Anlagen unterziehen die Reduzenden einer Vorbehandlung, die je nach technischem Stand der Anlage derzeit im Ergebnis sehr unterschiedlich ausfallen kann. Im Jahr 2000 lagen Kapazitäten an qualitativ unterschiedlichen Behandlungsanlagen

¹ Ca. 10 % dieser Ablagerungsplätze waren als sanierungsbedürftige Altlasten einzustufen. Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 4.

² Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 3 f.

³ Vgl. Förstner (1995); S. 362 ff.; Weidemann (1998); S. 14.

⁴ Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 132.

in Höhe von ungefähr 14,6 Mio. t in Müllverbrennungsanlagen und ca. 1,55 Mio. t in mechanisch-biologische Anlagen vor.¹ Die Deponien für Siedlungsabfälle wiesen 1999 noch ein Restverfüllungsvolumen von 100-125 Mio. t auf, daß mittels eines Preisverfalls gegenwärtig zu Lasten alternativer Behandlungsanlagen beschleunigt bedient wird. In Summe hat diese Entwicklung in den Bundesländern, in denen alternative Behandlungstechnologien zur Verfügung stehen, insgesamt zu einem Überhang auf der Angebotsseite von Beseitigungskapazitäten gegenüber den Beseitigungsmengen geführt. Die Zusammensetzung des zur Kompostierung angedienten Siedlungsabfalls führte zu einer getrennten Sammlung und Kompostierung des organischen Biomülls und des mit Schwermetallen belasteten Komposts. 1993 bestanden 10 Anlagen zur Hausmüllkompostierung und ca. 80 Anlagen zur Biomüllkompostierung, die sich mit zunehmender technologischer Ausstattung insgesamt bis 1999 auf 558 erhöhten.² Der Stellenwert der jeweiligen Behandlungsanlagen kann nachstehender Tabelle III-6 entnommen werden.

Tab. III-6: Entsorgungsmethoden für Siedlungsabfälle in der BRD für 1984 und 1990 (alte Bundesländer) bis 1999 (gesamt)

Entsorgungsprozeß		Entsorgungsanlagen [Anzahl]				
		1984	1990	1993	1996	1999
Thermische Behandlung	MVA	46	48	56	51	55
	Pyrolyse	1	1	1	1	1
Biologische Behandlung	Kompostierung	27	75	288	383	558
Sortierung		3	45	228	522	530
Deponie		372	295	560	426	310

Quelle: UBA (1990/98), übernommen nach Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 132.

Im Zuge der TAsi, unterstützend durch die Ablagerungs-Verordnung werden bis zum Stichjahr 2005 zunehmend Investitionen in Verbrennungsanlagen als auch in mechanisch-biologische Behandlungsanlagen vorgenommen werden, um die Entsorgungsalternative Deponie zu kompensieren. Unter Zugrundelegung der derzeitigen Planungen sind in den nächsten Jahren näherungsweise Kapazitäten in Höhe von 16,4 Mio. t in Müllverbrennungsanlagen und 2,6 Mio. t in mechanisch-biologische Anlagen zu erwarten. Trotz eines prognostizierten rückläufigen Aufkommens an Siedlungsabfällen in den Jahren 2005 und 2010 (siehe Tabelle 10 im Anhang) eröffnet sich damit eine Deckungslücke von ca. 3,0 Mio. t zusätzlicher Kapazitäten an Behandlungsanlagen. Von anderer Seite wird prognostiziert, daß bis 2005 32 weitere Müllverbrennungsanlagen mit einem Fassungsvermögen von jeweils 150.000 t/a sowie 96 mechanisch-biologische Anlagen mit einer Kapazität

¹ Vgl. Thomé-Kozmiensky (2000a); S. 40; siehe auch prognos (2000).

² Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 3 f.

von 50.000 t/a benötigt werden.¹ Belaufen sich je nach Durchsetzungsmenge die Kosten für eine Müllverbrennungsanlage auf ca. 150 bis 325 Mio. EUR, wäre alleine für die zusätzlichen Müllverbrennungsanlagen mittelfristig ein Investitionsvolumen von mindestens 5 Mrd. EUR notwendig. Vergleichsweise könnten in geringerem Umfang für eine mechanisch-biologische Anlage Kosten in Höhe von 100 bis 275 Mio. EUR zugrunde gelegt werden, so daß daraus mindestens ein Investitionsvolumen von nahezu 9,5 Mrd. EUR resultierte.² Im Deponiebereich werden zumindest bis 2020 Inertdeponien existieren, in denen vorbehandelte Reduzenden in mengenmäßig reduzierter und reaktionsfreier Form abgelagert werden.³ Folglich wird die Deponierung in den kommenden Jahren erheblich teurer werden, so daß eine Zunahme der in Tabelle III-7 aufgeführten Sortierungsanlagen sowie Anlagen zur thermischen, mechanisch-biologischen sowie sonstigen (Vor-)Behandlung zu erwarten ist. In Sortierverfahren können Schadstoffe separiert, in biologischen Behandlungsprozessen das Volumen der Abfälle durch den Entzug von Wasser deutlich verringert und bestenfalls kann eine direkte Ablagerungsfähigkeit im Einklang mit den gesetzlichen Vorgaben erreicht werden. Der dafür notwendige Aufwand wird unter den derzeitigen Marktbedingungen noch zu hoch eingeschätzt. Weitere technologische Modifikationen werden sich ergeben, wenn die Vorhaben der derzeitigen Bundesregierung für das Jahr 2020 Umsetzung finden sollten.

¹ Vgl. Thomé-Kozmiensky (2000a); S. 40 ff.

² Diese monetären Größen können nur eine grobe Einschätzung widerspiegeln, da einer genauen Kalkulation Rahmenbedingungen bzw. Einflußmöglichkeiten hinterlegt werden müssten.

³ Derzeit bestehen daneben Verdichtungs-, Rotte-, Ballen-, Mono- u. Sonderabfalldeponien. im letztgenannten Fall werden nach Verfestigung und Immobilisation der Reduzenden oberirdische oder Untertagedeponien herangezogen. Vgl. Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 136 f.

Tab. III-7: Reduktionskapazitäten im Jahre 2000

	Beseitigung	Aufbereitung
Kapazitäten	371 Deponien für Siedlungsabfälle	450 PPK-Sortieranlagen
	58 MVA	330 LVP-Sortieranlagen
	25 MBA	26 Glasaufbereitungsanlagen
		81 Altholzaufbereitungsanlagen
		30 Bauschutttaufbereitungsanlagen
		83 Baustellenabfall-Sortieranlagen
		63 Zerlegeanlagen für E-Schrott
		43 Aufbereitungsanlagen für E-Schrott
		50 Altfahrzeug-Shredderanlagen
		104 Aufbereitungsanlagen für Stahlschrott
		194 Aufbereitungsanlagen für NE-Metalle
		9 Altkleider-Sortieranlagen
		570 Kompostanlagen

Quelle: Billigmann (2000); Vortrag auf der EUROFORUM Konferenz 'Privatisierung in der Abfallwirtschaft - Modetrend oder Zwangsläufigkeit?' am 24.11.2000 in Bad Homburg.

Wie sich dieses Szenario auf die Anlagenplanung auswirken wird, hängt streng von der Veränderung gesetzlicher Vorgaben ab. Denn die derzeit am Markt angebotenen Kapazitäten an Müllverbrennungsanlagen konzentrieren sich auf bestimmte Bundesländer. Bei einem abnehmenden Aufkommen zu behandelnder Reduzenden bestünde hier die Gefahr, daß sich die langfristig geschaffenen Kapazitäten negativ auf die Preisentwicklung niederschlägen. Hingegen bestünde bei Wegfall der Überlassungspflicht die Alternative, die Reduzendenströme zwischen den Anlagenkapazitäten der Bundesländer und deren Gebietskörperschaften abzustimmen. Ausgehend von den Reduktionskapazitäten im Jahre 2000 sind zur sicheren und sinnvollen Planung eindeutige Zeichen der Politik zu setzen.

Mit der vorstehend skizzierten Entwicklung der Beseitigungsverfahren können unter Umständen ökologisch vertretbare Lösungen ohne Stoff-, Energie- und Informationsverluste herbeigeführt werden. Voraussetzung für Reduktionstechnologien, beseitigender oder verwertender Natur, ist die Separation von Stoffen direkt bei der Kollektion oder im Zuge eines dem eigentlichen Reduktionsprozeß vorgeschalteten Prozesses. Bereits diese Prozesse nehmen eine Umwandlung des originären Reduzendums vor, da durch Trenn- und Sortierverfahren aus der Gesamtmenge Teilmengen an Stoffen gewonnen werden, die dann die Basis anschließender beseitigender oder verwertender Prozesse bilden. Demnach existieren zwischen Prozessen Substitutionsbeziehungen dergestalt, daß logistische Prozesse Aufbereitungsprozesse ersetzen können und umgekehrt. Die Art bzw. die Zusammensetzung der Reduzenden ist bestimmender Faktor für die Konzeption der technologischen Reduktionsbausteine und damit für die Outputströme eines Reduktionsprozesses, die womöglich den

Inputstrom für anknüpfende Reduktionsprozesse bilden. Entsprechend können nicht zu verwertende Teilfraktionen einem thermischen oder biologischen Verfahren zugeführt werden. Den vorgeschalteten Reduktionsprozessen wird durch erhöhte Anforderungen an die Reduktionstiefe dabei zunehmend Gewicht verliehen. Reduktionsprozesse bauen sich zunehmend als Mehrstufenprozesse auf, die sowohl durch Konsumtions- und Produktionssysteme als auch durch das Reduktionssystem selbst gespeist werden. Die Unterscheidung von Einzelleistungen nach Kollektion, Reduktion und Induktion erscheint vor diesem Hintergrund um so dringender. Das dem Reduktionssystem zunächst zugeführte Reduzendum durchläuft nach Komponenten gesplittet unterschiedliche Reduktionswege, die in voneinander abweichenden Prozessen oder Systemen enden. Der technologische Entwicklungsgrad einzelner separierender und verwertender Reduktionsprozesse ist unterschiedlich ausgelegt. Generell können nachstehende Verfahren differenziert werden:¹

- *Manuelle Verfahren:* Zerstörungsfreie Trennung von Baugruppen und Bauteilen sowie möglicherweise Absonderung schadstoffhaltiger Komponenten. Voraussetzung hierfür ist eine daraufhin abgestimmte Verbundtechnik bzw. ein Mischungsgrad der das Reduzendum konstituierenden Komponenten. Während manuelle Verfahren zeit- und personalintensiv sind, kann u. a. auf Marktpreisschwankungen von Redukten ohne Umrüstkosten flexibel reagiert werden.
- *(Teil-)Automatisierte Verfahren:* Automatisierte Erkennung, Sortierung, Separation und Fraktionierung der Reduzenden durch eigenständige Technologien oder Kombination bewährter mechanisch-physikalischer, biologischer, chemischer oder thermischer Technologien. Rationalisierung und Automatisierung spielen sowohl bei der Kollektion als auch bei der Reduktion und Induktion eine maßgebliche Rolle. Im Falle (teil-)automatisierter Verfahren ergeben sich ebenso höhere Energie-, Reparatur- und Instandhaltungskosten wie Durchsatzleistungen.

Die hinter diesen beiden Typen stehenden einzelnen Verfahren treten überwiegend in unterschiedlichen Entwicklungsstufen auf. Welcher Technologiegrad und welche Technologie zu wählen ist, wird weitestgehend von der verfügbaren Menge, Art und Qualität der Reduzenden sowie der Absatzwege der Redukte determiniert. Insbesondere die zu verwertenden DSD-Mengen werden mittlerweile vollautomatischen Separationsprozessen zugeführt, um bei einer hohen Durchsatzleistung eine maximale Reduktvielfalt zu erreichen. Im

¹ Siehe Ackermann (1996); S. 132 ff. u. detailliert zu einzelnen Verfahren Bilitewski/Härdtle/Marek (2000); S. 355 ff.

Ergebnis wird ein Höchstmaß an sortenreinen Reduktfraktionen hervorgebracht, die entweder direkt einem Produktionsprozeß zugeführt oder werk-, rohstofflich, energetisch verwertet oder ökologiebezogen beseitigt werden können. Zumeist bauen diese Verfahren aufeinander auf, da der Wieder- oder Weiterverwendungsgrad effektive und zerstörungsfreie Separationsprozesse in unterschiedlichen Tiefen voraussetzt. Die Demontage von Altfahrzeugen vereinigt in der Regel manuelle und teilautomatisierte Prozesse ohne oder mit geringfügiger Aufbereitung der so gewonnenen Redukate. Im Falle der *Inselmontage* wird das Altfahrzeug an einer Stelle fixiert von einem Team zerlegt. Konkret durchläuft ein Altfahrzeug mehrere Stationen, in denen zunächst eine EDV-Erfassung vorgenommen, das Altfahrzeug vorbehandelt und auf die Funktionsfähigkeit der einzelnen Baugruppen geprüft, in einem nächsten Schritt trockengelegt und dann demontiert wird. Die Inselmontage gestattet einen hohen Grad an Komplettdemontage. Die durch die Demontage gewonnenen ersatzteilfähigen Bauteile werden einer Qualitätskontrolle unterzogen und zur späteren Vermarktung katalogisiert. Weitere Redukate werden nach Stoffklassen sortiert, die Restkarosse wird dann der Shredderanlage zugeführt. Die Inselmontage zeichnet sich durch ihre Flexibilität aus, die Demontagetiefe an Art und Qualität des Reduzendums anzupassen.¹ Demgegenüber orientiert sich die *Fließdemontage* an der (teil-)automatisierten Fließmontage des Produktionsprozesses mit einem festgelegten Zeittakt. Im Gegensatz zur Inselmontage erfolgt hier eine Zerlegung in Förderstraßen, so daß hohe Anschaffungs- und Betriebskosten vorliegen. Der Vorteil einer Fließdemontage liegt in Korrelation zur gewählten Taktzeit in der hohen Durchsatzfähigkeit - allerdings zu Lasten der Qualität der Redukate, da häufig zur Verbindungstrennung zerstörende Technologien eingesetzt werden. Qualitative Mängel wirken sich gegebenenfalls negativ auf den Marktzugang der erzielten Redukate aus. Gleichzeitig bedeutet eine hohe Durchsatzfähigkeit entgegen dem primären Ziel des KrW-/AbfG auch die Notwendigkeit einer hohen Rücklaufquote an Altfahrzeugen. Der Einsatz der Fließdemontage bei der Altfahrzeugdemontage ist erst bei einem Durchsatz von 40.000 Stück p. a. rentabel. Solche Mengen können nur bedient werden, wenn diese Reduktionsprozesse zentral organisiert werden. Die hierzu notwendigen logistischen Voraussetzungen für die Kollektion ziehen gegebenenfalls hohe Logistikkosten nach sich, wenn ein weitfassendes Einzugsgebiet zugrunde liegt.² Allerdings ist hierbei zu beachten, daß Transportkosten für nicht überwachungsbedürftige oder überwachungsbedürftige Re-

¹ Vgl. Härdtle et al. (1994); S. 29 f.

² Vgl. Schenk (1999); S. 8 f.

duzenden in den letzten Jahren rückläufig sind, sofern sie über die Straße erfolgten. Selbst die im Zuge der Ökosteuer gestiegenen Kraftstoffkosten konnten hierbei noch keine Trendwende einleiten. Hingegen sind die Kollektionskosten aufgrund getrennter Sammel- und Sortiersysteme erheblich gestiegen.¹ Ferner läuft den notwendigen Mengen entgegen, daß die Fließdemontage an bestimmten Typen und Modellen auszurichten ist.² Dem kann entgegengewirkt werden, wenn die Reduzenden normiert werden, indem serienfremde oder durch die Nutzung entfremdete Teile eines ehemaligen Produktes vor Einbringung in eine Fließdemontage demontiert werden.³ Insofern sind intelligenter, flexiblere Technologiesysteme gefordert, die das wirtschaftlich Machbare nicht vom technisch Möglichen entkoppeln, sondern durch kontinuierliche Technologieentwicklungen den wirtschaftlichen Anforderungen gerecht werden.⁴

Ausgehend von einem bestimmten Reduzendenstrom ist die Abgrenzung zwischen Aufbereitungs- und Recyclingprozessen gemäß der vorliegenden Definition in Kapitel II fließend. Ähnlich werden auch anschließende Recyclingtechnologien und deren Entwicklungsgrad durch die nachstehenden technischen, logistischen und wirtschaftlichen Problemkreise bestimmt, damit sie wirtschaftlich und ökologisch zugleich eingesetzt werden können:⁵

- Reduktionsfähigkeit durch bewußtes Produktions- und Konsumtionsverhalten;
- Informationsaustausch statischer und dynamischer Daten;
- quantitativ und qualitativ verfügbare Reduzenden durch prozeßorientierte Kollektionsprozesse;
- Aufbereitung und Recycling mit hohem Qualitäts- und Quantitätsniveau der Redukate;
- effizienter Faktoreinsatz und effektiver Reduktoutput der Reduktionstechnologien gegenüber alternativen Reduktionstechnologien;
- wirtschaftliche und ökologische Konkurrenzfähigkeit der Reduktionstechnologie gegenüber der Rohstoffgewinnung bzw. der Redukate gegenüber alternativen Faktoren.

In vielen Fällen befindet sich die Reduktionstechnologie auf der Suche nach ökonomisch, technologisch und ökologisch sinnvollen Lösungen gegenwärtig noch im Aufbau.⁶ Gemäß

¹ Vgl. Ewers et al. (1997); S. 26.

² Vgl. Härdtle et al. (1999); S. 26.

³ Vgl. Souren (1996); S. 47.

⁴ Vgl. BDE (1997a). Bsp. für die Fließdemontage von Altfahrzeugen liefern Härdtle et al. (1994); S. 28 f.

⁵ Vgl. Förstner (1995); S. 406.

⁶ Am Beispiel Behandlung von Shredderleichtfraktionen führt DIRKS technologische Alternativen an; vgl. Dirks (1997); S. 261.

den Planungs determinanten wird die technologische Systemauslegung eines Reduktionssystems beidseitig von einer quantitativen (Mengen an Reduzenden und Redukten), von einer qualitativen (Differenziertheit der Reduzenden und Redukten) sowie von einer raumzeitlichen Komponente (Schwankungen bei Beschaffung und Absatz) determiniert. Insofern ist ein ebenso heterogenes Prozeß-, Kosten- und Preisspektrum zu erwarten, wie es bereits den heterogenen Produktionsstrukturen inhärent ist. Aus diesem Grunde konzentriert sich die komprimierte Auflistung möglicher Reduktionstechnologien in Tabelle III-8 auf mögliche Prozeßtypen der Reduktion. Hinsichtlich anderer Differenzierungsmöglichkeiten der Reduktionsprozesse muß auf die einschlägige Literatur verwiesen werden.¹

¹ Neben Prozeßtypen wird nach Produkt- u. Programmtypen sowie nach Potentialeinsatztypen unterschieden. Vgl. Kern (1992); S. 83 ff., Zahn/Schmid (1996); S. 129 ff.

Tab. III-8: Typen industrieökonomischer Reduktionstechnologie

Merkmal	Ausprägung				
Input	Merkmalsausprägungen von Reduzendentypen				
Art der Reduzenden	Abfall	Abwasser		Abgas	
Aggregatzustand	fest, pastös	flüssig		gasförmig	
Anzahl der Reduzenden	Ein-Reduzendum-Reduktion		Mehr-Reduzenden-Reduktion		
Komponententyp	Einkomponentenredukt		Mehrkomponentenredukt		
Intensität des Faktoreinsatzes	arbeitsintensiv	betriebsmittelintensiv		energieintensiv	
Throughput	Merkmalsausprägungen von Prozeßtypen				
Vernetzungstyp	Einstufige Reduktion	Mehrstufige Reduktion		Zyklische Reduktion	
Zeitlicher Anordnungstyp	Wechselreduktion		Parallelreduktion		
Kontinuität des Materialflusses	Kontinuierliche Reduktion	Quasikontinuierl. Reduktion (Taktreduktion)		Diskontinuierl. Reduktion (Chargenreduktion)	
Repetitionstyp	Einzelreduktion (Losgröße = 1)	Serienreduktion (Losgröße > 1)		Massenreduktion (Losgröße ≈ ∞)	
Räumlicher Anordnungstyp	(örtlich gebundene) Werkstattreduktion	Gruppenreduktion	Reihenreduktion	Fließreduktion	
Vorherrschende Technologie der Reduktion	Physikalische/mechanische Technologie	Chemische Technologie	Biologische Technologie	Energetische Technologie: • elektrisch • thermisch • magnetisch	Geistige Technologie
Entwicklungsgrad der Technologie	Manuelle Reduktion	Mechanische Reduktion	Teilautomatisierte Reduktion	Vollautomatisierte Reduktion	
Verhältnis zur Produktion	FOP	IP	EOP	Entsorgung	Recycling
Veränderung der Reduzenden	Abtrennung (quantitativ)		Hinzufügung (quantitativ)		Umwandlung (qualitativ u. quantitativ)
Vergenztyp	Analytische, divergierende Reduktion (Abtrennung, Umwandlung)	Synthetische, konvergierende Reduktion (Hinzufügung, Umwandlung)		Durchgängige, glatte Reduktion (Umwandlung)	Austauschende, umgruppierende Reduktion (Abtrennung, Hinzufügung, Umwandlung)
Output	Merkmalsausprägungen von Redukttypen				
Auftragstyp	Kundenindividuelle Reduktion		Standardreduktion		
Anzahl der Redukte	Einredukt-Reduktion		Mehrredukt-Reduktion		
Sachzielbezug des Outputs	Zweckredukte: • Endredukt • Zwischenredukt • Nebenredukt		Rückstände: • Abredukt • Beiredukt		
Art der Rückführung	Wiederverwendung	Weiterverwendung	Wiederverwertung	Weiterverwertung	Beseitigung
Aggregatzustand	fest, pastös	flüssig		gasförmig	

Quelle: In Anlehnung an die produktionswirtschaftlichen Ausführungen bei Kern (1992); S. 94; Zahn/Schmid (1996); S. 130; Souren (1996); S. 48 ff. u. S. 115 ff.; Dyckhoff (1996a); Sp. 1464 f.

Einem unter ökonomischen und technologischen Gesichtspunkten effizienten Reduktionssystem gehen Informationen über Quantität und Qualität voraus. Daraufhin abgestimmte Kollektionsprozesse könnten unter der Prämisse der Wirtschaftlichkeit bei einem lücken-

losen Strom homogener Reduzenden erhöhte Losgrößen¹ realisieren. Damit ist die Inputgröße eine maßgebende Gestaltungsgröße. Hierbei können zwei Tendenzen ausgemacht werden: Bei relativ komplexen Reduzenden, die unregelmäßig in kleinen Stückzahlen anfallen, sind individuelle, flexible Reduktionsprozesse erforderlich, die bei relativ hohen Prozeßkosten qualitativ hochwertige Redukture hervorbringen, gegenüber vergleichsweise allgemeinen, standardisierten Reduktionsprozessen mit qualitativ minderwertigeren Redukturen. Die Installation flexibler und kostenintensiver Prozeßalternativen unterbleibt, wenn aufgrund eines stark diversifizierten Marktes keine kostendeckende Auslastung der Kapazitäten gewährleistet ist. Entsprechend bildet sich der wirtschaftliche Erfolg durch die Outputorientierung ab. Vor diesem Hintergrund kann die zunehmende Differenzierung von Stoffströmen zu einer Stoffflußsteuerung, gegebenenfalls zu einer Stoffflußminimierung führen. Kreislaufgerichtete und technologisch optimale Lösungen erfordern eine stärkere Anbindung der Produktions- an die Reduktionssysteme, so daß Produkt- sowie Produktionsentwicklung und Entwicklung geeigneter Reduktionstechnologien parallel erfolgen sollten. Bislang bezieht sich die Art der Anbindung ausschließlich auf die Reduzenden und Zweckredukte statt auf die Gesamtheit der gegenüberstehenden Systeme und Prozesse. In engem Bezug zu den bereits vorgestellten Organisationsformen eines Produktionsprozesses ließen sich folgende Prozeßkombinationen unterscheiden:²

- *Front-of-Pipe-Reduktionsprozesse* (FOP): Reduktionsprozesse greifen additiv zu Prozeßbeginn, um vorgeschaltet eine Rückstandsentstehung vermeiden oder minimieren zu können. Ein solcher Eingriff kann auch informativ sein, wenn die Reduktionsfähigkeit herzustellender Produkte zur Disposition steht. Solche Informationen beziehen sich sowohl auf die Wahl der Einsatzfaktoren als auch auf deren Kombination.
- *In-Pipe-Prozesse* (IP): Reduktionsprozesse setzen am Produktionsprozeß (PIUS) oder Produktionsprozesse am Reduktionsprozeß (RIUS) selbst an. In diesen Fällen ist eine Trennung zwischen Produktion und Reduktion nicht mehr möglich.
- *End-of-Pipe-Reduktionsprozesse* (EOP): Dem Produktionsprozeß werden reduktive technologiegebundene Problemlösungen additiv nachgeschaltet, um eine Rückstandswirkung von Beiprodukten oder um ein Schadenspotential eines Abproduktes im vor-

¹ Losgrößen stellen diejenigen marktbezogenen Stückzahlen einer Reduktart dar, die unter Kostengesichtspunkten innerhalb eines Zeitraumes geschlossen - ohne Leerzeiten u. Umrüstvorgänge - zurückzuführen sind. Als relevante Kosteneinflußgrößen werden die Lagerhaltung u. die Umrüstvorgänge bestimmt. Vgl. Busse v. Colbe/Laßmann (1991); S. 306 ff.; Kern (1992); S. 234 ff.; Zahn/Schmid (1996); S. 405 ff.

² Begrifflichkeiten gehen auf BELLMANN zurück. Vgl. Bellmann (1996); Sp. 1317 f. Siehe auch Steven (1998); S. 96 f.

hinein zu entschärfen. Die hierbei durch Filter aufgefangenen Stoffe werden einem weiteren Reduktionsprozeß zugeführt.

Zu den EOP-Reduktionsprozessen zählen strenggenommen auch anschließende Entsorgungs- und Recyclingprozesse, die der Zielsetzung folgen, Reduzenden bzw. Redukte auf die Einbringung in andere Systeme vorzubereiten. Insgesamt werden neben additiven integrierte Technologien sowie Maßnahmen zu deren Regelung und Steuerung in der ganzheitlichen Betrachtung von Prozessen langfristig stabile Lösungen herbeiführen und festigen; insbesondere dann, wenn die Integration der Prozesse auch als eine Integration in natürliche Prozesse verstanden wird. In diesem Sinne ist der Ökologiebezug zwingend an die zum Einsatz kommende Technologie gebunden. Im Idealfall wäre eine solche Unterscheidung zu vernachlässigen, da die einzelnen Prozesse so unsichtbar ineinandergriffen, daß Planungsdeterminanten unterschiedlicher Systeme obsolet wären. Die Grenzen zwischen System und Umsystemen wären damit fließend; die produktiven, konsumtiven und reduktiven Funktionen aufeinander abgestimmt. Um damit die technologischen Strukturen in Zukunft optimieren zu können, ist ein Weg des Technologietransfers entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu beschreiben. Das Reduktionssystem wird dann zum mitgestaltenden Faktor für das technologische Umfeld.

Vor diesem Hintergrund leiten sich Wachstumspfade und damit Wettbewerbsvorteile eines Reduzenten u. a. aus den eingangs geschilderten Prinzipien einer stabilen *Industriellen Reproduktionswirtschaft* ab. Dem Prinzip der Standardisierung und Modularisierung folgend erlangen Reduzenten einen technologischen Vorsprung, wenn neben Fragen der Anlagensicherheit, Betriebserfahrung auch der Innovationsgrad bzw. dessen Fortschreibung diskutiert werden. Allerdings besitzen Technologien ähnlich dem Produktlebenszyklus einen Technologie-Lebenszyklus, der eine stete, evolutive Weiterentwicklung des einmal erreichten Technologiestandards erzwingt.¹ Eine gezielte gesetzliche Regulierung über die Genehmigung und Führung von Reduktionstechnologien könnte u. a. eine solche stete Fortschreibung der Technologien erwirken.² Ähnliche Konsequenzen könnten aus den reduktionswirtschaftlichen Marktbedingungen sowie möglicher Veränderungen der Wettbewerbssituation abgeleitet werden. Reduktionstechnologien sollten vor diesem Hintergrund wie ein breites, mit jedem Stoffstrom korrespondierendes Qualitätsspektrum krea-

¹ Vgl. Steinmann/Schreyögg (1997); S. 160 f.

² Bspw. schreibt die Dynamisierungsklausel des § 5 Abs. 1 Nr. 2 als Betreiberpflichten eine Anpassung der dort vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte an die Fortschreibung des Standes der Technik vor. Vgl. Schulte (1999); S. 64 f.

tiv und flexibel so gestaltet werden, daß sich die Kombinationsmöglichkeiten entlang der sich verzahnenden Wertschöpfungsketten erhöhen. Das heißt Reduktionstechnologien sollten in einem Technologieverbund einem modular aufgebauten Baukasten aus standardisierten Bausteinen gleichen. Je nach Marktsituation sind die technologischen Konfigurationen den qualitativ und quantitativ verfügbaren Reduzenden bzw. notwendigen Redukten respektive nachgefragten Leistungen anzupassen. Solche Technologien müssen sich nicht auf einen Reduzenten konzentrieren, sondern können in einem Kooperationsmodell interagierender Akteure wahlweise anvisiert werden. Technologie wird in diesem Sinne nicht nur prozeßbedingt, sondern auch systembedingt verstanden, da sie sich auch auf organisatorischer Ebene mit der Realisierung unterschiedlicher Reduktionsprozesse als Beitrag einer Kreislaufwirtschaft auseinandersetzt. In Fortführung wird die 'Abfallfabrik' der Zukunft vergleichsweise hochtechnologisch wie die 'Produktfabrik' gestaltet sein. Um dieses Bild in die Realität zu entlassen, verlangt *„die häufig feststellbare »Lücke« zwischen tatsächlichem und für die Bewältigung der Zukunft notwendigem Verhalten [...] den Entwurf eines »Zukunftsfits« von Umwelt- und Unternehmensentwicklung“*¹. Im nachfolgenden Kapitel IV wird schlußendlich aufgezeigt, durch welche Ansatzpunkte Reduzenten ihren Zukunftsfit interaktiv mitgestalten können. Damit stellt sich die Frage, wie ein komplexes Reduktionssystem mit seiner Umfeldkomplexität umgeht und wie die Umfeldkomplexität wiederum auf diesen Umgang reagiert. Ein Unternehmen ist dann kein passives Element im Marktgeschehen, das auf exogene Umweltprozesse reagiert, sich anpaßt, sondern ein 'Koproduzent' des strukturellen Umfeldes, der reagiert, agiert und proagiert.² In systemischer Sichtweise handeln Unternehmen in Abhängigkeit externer und interner Gestaltungsbedingungen autonom hinsichtlich ihrer Gestaltungsentscheidungen; sie besitzen einen autonomen Gestaltungsspielraum. Mit den Worten LIESEGANGS wird dieser Gestaltungsspielraum strategisch genutzt, *„wenn nicht nur die momentan zu umsteuernden Klippen im Blickfeld sind, sondern wenn es auch eine Vorstellung über einen langfristig einzuschlagenden Kurs gibt“*³.

¹ Bleicher (1994b); S. 21.

² Vgl. Milling (1991); S. 11 f.

³ Liesegang (1999); S. 181.

E. GESTALTUNGSSPIELRÄUME EINES KREISLAUFSTRATEGISCHEN UND MARKTBEZOGENEN REDUKTIONSSYSTEMS

Die indirekt skizzierten interaktiven Rückkopplungsschleifen zwischen dem Reduktionssystem und seinen Umsystemen haben die vielfältigen Wechselwirkungen eines komplexen und dynamischen Reduktionssystems zu seiner Systemumgebung, aber auch innerhalb des Systems selbst aufgezeigt. Bevor diese faktischen Strukturdaten im Hinblick auf eine strategische Neuausrichtung mit der in Kapitel II formulierten Leitvision konfrontiert werden, gilt es zuvor, die Eckpunkte der faktischen Reduktionswirtschaft zusammenzufassen. Dabei wird insbesondere auf die umfeldspezifischen Problembereiche, die Schwachstellen des Marktsystems sowie auf die Handlungsmöglichkeiten auf Reduzenten- und Produzentenseite eingegangen. Der sich daraus entwickelnde Gestaltungsspielraum der Reduktionswirtschaft gegenwärtiger Prägung wird den Ausgangspunkt der zu erörternden Entwicklungs- und Zukunftsfähigkeit einer ökologieorientierten und zugleich marktbezogenen Reduktionswirtschaft legen.

Die die Kreislaufwirtschaft, Reduktion und Entsorgung betreffenden gesetzlichen Regularien haben zweifelsohne den Gedanken einer ökologiebezogenen Kreislaufführung von Stoffen in Gesellschaft und Wirtschaft bestärkt. Insbesondere für die Reduktionswirtschaft hat dieses Umdenken einen Spielraum von der reinen Pflichterfüllung bis zur eigenständigen Maßnahmenwahl gefestigt. Dennoch treten aufgrund fehlender bzw. inhaltlich mangelhafter oder mehrdeutiger Gesetzestexte und Verordnungen bei den betroffenen Unternehmen Planungsunsicherheiten auf, die eine bestmögliche Kreislaufwirtschaft behindern. Kritisch wird hierzu angemerkt, daß das KrW-/AbfG letztlich ein Leegerüst darstellt, dessen inhaltliche Füllung mittels Verordnungen - wenn überhaupt - unzureichend vorangetrieben wird.¹ Solange das untergesetzliche Regelwerk des KrW-/AbfG noch keine klare Gestalt angenommen hat, besitzt es größtenteils deklaratorischen Charakter. Gleichfalls bieten unscharfe Begriffsfestlegungen konterkarierende Interpretationsalternativen. Die Begriffsauslegungen von Produkt und Abfall einerseits sowie von Abfällen zur Verwertung und Abfällen zur Beseitigung andererseits wirken sich sowohl auf den Aus- und Umbau organisatorischer Strukturen als auch auf die technologische Verfahrenswahl aus. Aus der Industrie werden Stimmen laut, die sich vehement gegen die Umbenennung von Abprodukten wie Schrotten oder Eisenhüttenschlacken in Abfälle wehren, da hier bereits seit Jahren

¹ Laut § 7 KrW-/AbfG wird die Bundesregierung ermächtigt, die Anforderungen an eine Kreislaufwirtschaft durch Rechtsverordnungen zu determinieren.

Reduktionswege mit Anbindung an Produktionsprozesse erfolgreich beschriftet werden.¹ Diese Kritik gründet sich insbesondere auf einen möglichen Imageverlust durch einen negativ belegten Abfallbegriff. Wenngleich in diesen Fällen ein Produkt mit dem Übergang zu einem Alt- oder Abprodukt zunächst aus dem klassischen Fluß der Wirtschaftsgüter ausscheidet, gelingt eine Rückführung nur im Zuge einer (Wieder-)Erlangung der Eigenschaften von Wirtschaftsgütern. Andernfalls müssen Redukate den Eigenschaften ökologischer Kreisläufe genügen. Entsprechend hochtechnologische Prozesse werden zur Erfüllung der Qualitätsanforderungen eingesetzt bzw. entwickelt, die einen Imageverlust nicht mehr sachlich begründen. Um den proklamierten Ökologiebezug in der Regelungsmaterie des KrW-/AbfG konsequent zu hinterlegen, sollte weniger das Ende eines Prozesses bzw. des Produktlebensweges, sondern vielmehr Ressourcenschonung auf der einen Seite sowie Kreislaufschließung auf der anderen Seite in den Blickpunkt des Interesses gerückt werden. Die Abgrenzung zum Produkt beibehaltend mag hier das Verständnis von Abfall, Reduzendum und Redukt Abhilfe schaffen. Darüber hinaus ebnet die in gewissen Grenzen variable Auslegung von Abfällen zur Beseitigung gegenüber denen zur Verwertung den in der Diskussion um Rekommunalisierung oder Privatisierung respektive Liberalisierung geführten Zielkonflikt zwischen privaten und öffentlich-rechtlichen Reduzenten. Die in den Landesgesetzen unterschiedlich gewählten Begriffsinhalte erhöhen gegebenenfalls diesen Auslegungsspielraum. In erster Linie bezieht sich dieser Zielkonflikt auf die Abgrenzung von Reduzenten aus Gewerbe und Industrie gegenüber denen aus privaten Haushaltungen. Statt eine ökologisch vorteilhafte Anbindung an industrieökonomische und ökologische Kreisläufe in den Vordergrund zu stellen, stehen die Zuständigkeitsbereiche für eine Reduktion im Vordergrund. Denn die Abgrenzung zwischen Verwertung und Beseitigung entscheidet über die Verantwortlichkeiten und Pflichten der Erzeuger, Besitzer und Reduzenten. Als Lösungsalternativen wurden bspw. auf Bundesebene Ende 2001 eine Modifikation des KrW-/AbfG gegenüber einer Verabschiedung der Gewerbeabfall-Verordnung abgewogen. Die mittlerweile verworfene Novellierung des KrW-/AbfG zielte auf eine gesetzlich fixierte Ausdehnung der Überlassungspflichten von Reduzenten an öffentlich-rechtliche Reduzenten ab. Das Bemühen öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger, einen Zugriff auf die bislang im Verantwortungsbereich der Produzenten liegenden Abfälle zu erlangen, wäre demnach rechtlich legitimiert gewesen. Im Zuge dessen wären die privaten Reduzenten bestrebt gewesen, Kooperationsmodelle im operativen Bereich mit den öffentlich-rechtlichen Re-

¹ Vgl. Püchert (1996); S. 51; Spengler (1998); S. 21.; VDM (2000); S. 5 sowie Kap. II.C.2.c).

duktionsträgern weiterhin zu forcieren. Die Europäische Kommission fordert hingegen eine Abschaffung der Andienungs- und Überlassungspflichten zum Ausbau wettbewerbsfähiger Unternehmensstrukturen. Ähnlich werden bei Inkrafttreten der Gewerbeabfall-Verordnung neben einer intensiven Getrennthaltung und Vorbehandlung einzelner Fraktionen die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle größtenteils der Überlassungspflicht entzogen. Mit der Aufforderung zur Getrennthaltung wird zum einen der sogenannten Scheinverwertung entgegengewirkt, die bislang eine durchgehend hochwertige Verwertung konterkarierte.¹ Zum anderen werden mit dem Übergang dieser Reduzendenart in den privatwirtschaftlichen Verantwortungsbereich durch eine stärkere Differenzierung der Siedlungsabfälle hohe Anforderungen an alternative stoffliche und energetische Reduktionswege sowie logistische Verbindungslösungen zwischen den Verfahrensalternativen gestellt. Es wird erwartet, daß die Verordnung insbesondere der Verbrennung sowie den dazu notwendigen Vorbehandlungsmaßnahmen einen hohen Stellenwert einräumt. Werden entsprechend Reduzenden zunächst durch Vorbehandlung in sogenannte Sekundärbrennstoffe transformiert, können diese Zwischenredukte der Verbrennung, aber ebenso der energetischen Verwertung in Kraftwerken zugeführt werden. Denn mit zunehmender Homogenisierung der Reduzenden steigt der Heizwert. Wenngleich mit alternativen Aufbereitungstechnologien deren Kosten steigen, verknappen sich auf der anderen Seite die Entsorgungskapazitäten und mit den hervorgebrachten Redukten können Erlöse erzielt werden. Die aus der Verwertung gewonnenen Redukte schafften einen neuen Wachstumsmarkt der Reduktionswirtschaft. Entsprechend wird der Bezug zu den verantwortlichen Produzenten weiterhin ausgebaut. Ebenfalls können die Vorgaben der EU zur wettbewerbsbeherrschenden Position des Dualen Systems mittelfristig zu einer Modernisierung der Reduktionsstrukturen führen. Mit der Wettbewerbsöffnung werden die existierenden Reduktionsnetze aus Kollektion, Reduktion und Induktion neben den bereits bestehenden Selbstentsorgersystemen weiterhin ihre Funktionsfähigkeit unter Beweis stellen können, lediglich die zentrale Steuerung durch die DSD AG wird sich voraussichtlich durch dezentrale Strukturen ersetzen. Entsprechende Modifikationen in der VerpackV sowie in den Vertragsverhandlungen zwischen der DSD AG und den Reduzenten Ende 2003 bleiben abzuwarten. Im Zuge dessen wird derzeit weiterer Druck auf Kosteneinsparungen bzw. Leistungsverbesserungen erwartet. Ebenso wird mit Verabschiedung des Altfahrzeug-Gesetzes ein hohes Innovationspotential freigesetzt, das

¹ Scheinverwertung tritt auf, da unzulässigerweise Mischabfälle zu Verwertungsabfällen deklariert, aber dennoch ohne Nachweiskontrollen einer kostengünstigen Beseitigungsalternative, ggf. im Ausland zugeführt wurden. In Kombination mit der TASI und Ablagerungs-Verordnung wird eine hochwertige Verwertung bestärkt.

mit marktgerechten Lösungen eine effiziente und effektive Reduktionsinfrastruktur schaffen kann. Generell werden sich Unsicherheiten aus Auslegung und Modifikation des KrW-/AbfG und den daraus resultierenden, nicht absehbaren Markt- und Wettbewerbsstrukturen zu Lasten der organisatorischen und technologischen Innovationskraft auswirken. Solange solche Signale nicht eindeutig gesetzt werden, wird die Entscheidungsfindung sowie die aktive Nutzung des Gestaltungsspielraumes zeitlich verzögert. Eine Kreislaufwirtschaft benötigt hingegen Konsistenz in der politischen Position.

Die dynamische Fortschreibung von Gesetzen und Verordnungen auf landesgesetzlicher und nationaler Ebene sowie der Richtlinien auf supranationaler Ebene erfordert nicht nur einen hohen Abstimmungsbedarf, sondern auch einen hohen Informationsaustausch zwischen diesen Institutionen und denen, an die die gesetzlichen Regularien adressiert sind. Erst dann wird dem umweltpolitischen Kooperationsprinzip folgend ein intrinsisches Engagement angestoßen, das nicht nur das Vermeidungs-, sondern zweitrangig auch das Verwertungs- und Beseitigungspotential ausschöpft. Dieses Engagement könnte zusätzlich untermauert werden, indem die bestehenden und entworfenen Bestimmungen dahingehend modifiziert werden, daß die jeweils öffentlich-rechtlich fixierten aktiven Reduktionssysteme durch selbstverantwortliche und selbstorganisierende Wirtschaftsstrukturen ersetzt werden. Ohne die Reduktionssicherheit zu gefährden, könnten sich sodann flexible Markt- und Wettbewerbsprozesse innerhalb einer Reduktionswirtschaft sowie zwischen einer Produktions- und Reduktionswirtschaft etablieren.¹ Flexibilität setzt auch voraus, daß die Gefahr marktbeherrschender Strukturen unterbunden wird. Mit der Schaffung marktwirtschaftlicher Strukturen wird die im KrW-/AbfG manifestierte Einschränkung durch die technische Möglichkeit und die wirtschaftliche Zumutbarkeit relativiert. Die eigenverantwortliche Gestaltung des Zielerreichungsprozesses im Rahmen der staatlichen Zielvorstellungen wird zu einem effektiven Ergebnis gegenüber der alleinigen, womöglich im Zeitablauf wechselnden Gestaltungsvorgabe führen.

Die technologischen Forschungs- und Entwicklungsbemühungen in den letzten Jahre haben unterschiedliche Reduktionsalternativen, teilweise auf hohem Niveau, ermöglicht. Die Wirtschaftlichkeit solcher Technologien ist bislang umstritten, da einerseits die Planungssicherheit seitens des Gesetzgebers nicht gewährleistet ist, andererseits nicht die quantitativen und marktlichen Bedingungen ausgereift sind, um eine marktgebundene Refinanzierung der Investitionen zu gewährleisten. Unter dieser Schwerpunktsetzung nehmen

¹ Vgl. SRU (1996); Tz. 387.

Kriterien der Schadlosigkeit und Umweltverträglichkeit nur begrenzt Einzug in Rechnungen der Verhältnismäßigkeit von Reduktionsmaßnahmen. Den erklärten Zielen des KrW-/AbfG folgend, die natürlichen Ressourcen zu schonen und eine umweltverträgliche Beseitigung zu sichern, läßt sich die ökologische Vorteilhaftigkeit einer Technologie nur als Saldo reduktionsbedingter Umweltent- und -belastungseffekte ableiten. Reduktionsprozesse selbst rufen Umweltbeeinträchtigungen hervor, da einerseits Inputfaktoren eingehen, andererseits der Prozeß selbst zu stofflichen und energetischen Rückständen führt. Werden bspw. heute Reduzenden direkt der Entsorgung zugeführt, wird zukünftig eine Vorbehandlung zur Schadstoffentfrachtung vorgeschaltet sein. Reduktion ist aber unter einem Ökologiebezug vorteilhaft, wenn insgesamt die Entnahme natürlicher Ressourcen sowie die Abgabe an schädlichen Rückständen in ökologische Kreisläufe rückläufig ist. Aus dem (Teil-)Saldo einzelner Prozesse kann zwar die einzelwirtschaftliche, aber nur bedingt die gesamtwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit belegt werden. Integrierte Technologien bzw. der zuvor konstatierte Technologieverbund werden hier von vornherein den höchsten Aussagegehalt erlangen, da sie wiederum auf einem intensiven Informationsfluß beruhen. Einen solchen Informationsfluß unterstützend könnten u. a. die in der EU-Altautorichtlinie geforderten Demontageinformationen für die Reduzenten auf ebensolche Informationen für die Produzenten ausgeweitet werden. In dem von der europäischen Automobilindustrie entwickelten Demontageinformationssystem (IDIS - International Dismantling Information System) könnten dann sowohl Daten der Produzenten als auch der Reduzenten zusammengeführt werden, um Erkenntnisse zur reduktionsgerechten Konstruktion in die Entwicklung neuer Fahrzeuggenerationen einfließen zu lassen.¹ Dennoch bleibt zu berücksichtigen, daß unter ökologiebezogenen Gesichtspunkten die Intention eines Kreislauf-Wirtschaftsgesetzes nur dann seine Wirkung entfalten wird, wenn die daraus abgeleiteten Maßnahmen nicht nur auf europäischer, sondern auch auf internationaler Ebene in vergleichbarer bzw. abgestimmter Weise eingeführt werden. Im Falle einer arbeitsteiligen und global ausgerichteten Wirtschaftsweise kann bspw. eine auf den nationalen Raum beschränkte Produktverantwortung nicht von der Wiege bis zur Bahre greifen.² Wird weitestgehend eine an die Kreislaufführung von Stoffen gebundene Kreislaufführung von Informationen zwischen den Systemen installiert, wird ein Maximum an Redukten einen erneuten Einsatz in industrieökonomische Prozesse finden. Solange aus technologischen und wirtschaftlichen, aber

¹ Zum IDIS siehe Volkswagen AG (1999); S. 86.

² Vgl. Kloepfer (1998); S. 1221.

auch ökologiebezogenen Gründen Reduzenden nicht recycelt werden können, werden Entsorgungsprozesse unumgänglich sein. Die Entsorgungsprozesse verlieren dann an Brisanz, wenn die Qualität ökologiebezogen einwandfreie Lösungen garantiert. Unter diesem Blickwinkel sind ähnlich der in Tabelle III-9 aufgeführten Bewertungskategorien für Reduktionstechnologien zu generieren. Diese Bewertungskriterien unterstreichen die Notwendigkeit zu einem kontinuierlichen Stoff-, Energie- und Informationsabgleich zwischen unterschiedlichen Systemen und Prozessen.

Tab. III-9: Bewertungskategorien von Reduktionstechnologien (Ökobilanz)

	Bezeichnung	Wirkungskategorie
Prozeßorientiert	Substitutionsrate der (Primär-)Materialien	Stoffstromgüte/ Ressourcenschonung
	Wasserverbrauch	
	Luftverbrauch	
	Energierate	
	Outputrate/Verwertungsanteil der Produkte in den Redukten	Stoffstromgüte/Kreislaufführung
	Produktqualität/Reduktionsqualität	
	Rückstandsrate der Reduktion	Stoffstromgüte/Schädlichkeit
	Rückstandsqualität der Reduktion	
	Umwelthaftpflichtversicherungssumme	Sicherheit
	Reduktionskosten	Ökonomie
Reduktionserlöse		
Problemorientiert	Treibhauseffekt	Ökologie
	Stratosphärischer Ozonabbau	
	Bodennahe Ozonbildung	
	Säurebildung	
	Eutrophierung	
	Toxische Belastung	
	Kanzerogenität	

Quelle: Leicht modifiziert nach Dirks (1997); S. 263.

Die Schwachstellen des skizzierten Marktsystems sind unmittelbar an die umfeldspezifischen Bedingungen und daraus hervorgehende Unsicherheitsfaktoren sowie Widerstände geknüpft. Die Veränderungen der Marktbedingungen, herbeigeführt durch geänderte politische und gesetzliche Prämissen, Konjunktorentwicklung, Wettbewerbsverhalten, Preis- und Mengenveränderungen, deuten auf zu bewältigende Marktrisiken hin. Zum einen sind auf der Beschaffungsseite eines Reduktionssystems aufgrund der unterschiedlichen Produktlebenszyklen enorme Beschaffungsschwankungen möglich, die nicht mit den Reduktionskapazitäten korrespondieren. Zum anderen sind auf der Absatzseite angesichts der hohen Volatilität der Marktpreise starke Absatzschwankungen auszumachen, die nicht zwingend zu einem ökonomischen Erfolg führen.¹ Auf regulierten Märkten zeigen zudem die jeweils durch die öffentlich-rechtlichen Reduktionsträger fixierten, erheblich voneinander

¹ Diese Schwankungen wurden am Altpapiermarkt nachvollzogen. Vgl. Seidel/Liebehenschel (1996); S. 26 ff.

abweichenden Gebühren und Reduktionskosten einzelner Abfallkategorien ineffiziente Strukturen auf. Die Gestaltung eines Reduktionssystems ist entsprechend am sachlichen, zeitlichen und räumlichen Werdegang der jeweiligen Beschaffungs- und Absatzseite zu orientieren. In einer Marktwirtschaft bilden Preise das Lenkungsinstrument, das neben den gesetzlichen Rahmenbedingungen über die Entscheidungen von Produzenten und Reduzenten befindet. Der vielzitierte Kernspruch VON WEIZSÄCKERS - „*die Preise müssen die ökologische Wahrheit sagen*“¹ - läßt auch beim hier abgebildeten Preisgefüge die Frage aufkommen, welche ökologische und ökonomische Wahrheit sich hinter diesen Preisentwicklungen verbirgt. Diese Aussagen gewinnen insbesondere dann an Komplexität, wenn bei insgesamt stabilen Reduzendenmengen die Breite an unterschiedlichen Stoffströmen und Reduktionswegen sowie das diesen zugrundeliegende Preisgefüge zunehmen. Etablieren sich für unterschiedliche Arten von Reduzenden und die daran gebundenen Reduktionsleistungen sowie für die Reduktarten voneinander abweichende Preisgefüge, erhöht sich entlang der Wertschöpfungsketten im System relativer Preise die Breite miteinander verbundener Preisgefüge. Entsprechend sind die einzelnen Systeme und Prozesse in Gänze zu betrachten, um Aussagen über Ökologie- und Marktbezug sowie Gestaltungsmöglichkeiten treffen zu können.

Indes die realen Marktpreise nicht in ausreichendem Maße die externen Effekte und damit die sozialen Kosten internalisieren, läuft deren hohe Volatilität der Kreislaufwirtschaft entgegen.² Wurde unter anderem Anfang bis Mitte der 90er Jahre prognostiziert, daß angesichts knappen Deponierungsraums, hoher Anforderungen an die Deponierungstechnologie sowie etwaiger Rekultivierungsmaßnahmen eine Verdopplung der Deponierungsgebühren zu erwarten ist, ist mittlerweile das Gegenteil eingetreten.³ Werden die anfallenden Reduzenden in Reaktion auf die Preisentwicklung zwischengelagert, wird gleich der in der Humusschicht des Ökosystems verweilenden Stoffe eine mögliche Kreislaufführung lediglich zeitlich verzögert. Unter Zuzug dieser Kosten wird die Verwertung dann zur bevorzugten Alternative gegenüber der Beseitigung, wenn die gesamten effektiven Beseitigungs- die gesamten effektiven Verwertungskosten übersteigen. Eine solche Steuerung ist nur dann wünschenswert, wenn mit jedem Recyclingprozeß zwingend positive Effekte verbunden sind. Die starke Vermischung der Komponenten beim Ge- und Verbrauch werden dann die Möglichkeiten einer Rückgewinnung mit vertretbarem Aufwand einschränken,

¹ Weizsäcker (1990); S. 143.

² STEPHAN schlägt vor, Preisen eine Ressourcen-, Umwelt- u. Abfallkomponente beizufügen; vgl. Stephan (1995); S. 151.

³ Vgl. Strebel/Schwarz/Prattes (1994); S. 167.

wenn ein negativer Effekt durch den Energieaufwand solcher Technologien ungleich höher als ein positiver Effekt durch die eigentliche Rückgewinnung ausfällt. Das bestehende Entwicklungspotential an Trenn- und Aufbereitungstechnologien ist unter diesen Gesichtspunkten auszuschöpfen. Mit Rückblick auf die genannten Bewertungskategorien ist unter ökologischen Gesichtspunkten die Zielsetzung zu verfolgen, den thermodynamisch nicht vermeidbaren Entropiezuwachs zeitlich zu strecken und marktlich abzubilden. Wenngleich aus betrieblicher Sicht die Konzentration auf die *eigene* Unternehmung zunächst zweckmäßig erscheint, erfordert eine kreislaufstrategische Gestaltung den Blick auf Systemzusammenhänge. Bezugnehmend auf die Reduktionswirtschaft sind dementsprechend produktive, konsumtive und reduktive Prozesse aufeinander abzustimmen, um Ressourcenschonung, Kreislaufführung und Beseitigung zugleich ins Kalkül ziehen zu können.

Wenngleich die Entsorgungswirtschaft einer langen Tradition folgt, kann in Weiterentwicklung die Reduktionswirtschaft als eine relativ junge Branche aufgefaßt werden. Unternehmen dieser jungen Branche stehen nach einer rapiden Wachstumsphase vor Fragen wie Auslagerung oder Eingliederung, Kooperation oder Konkurrenz, Fokussierung oder Diversifikation.¹ Eine auf die Belange der Marktwirtschaft konsequent umstrukturierte Reduktionswirtschaft wird marktbezogene Chancen zur Diversifikation und damit einen Strategiefächer offenlegen. Die Ausprägungen staatlicher Pushfaktoren als auch marktlicher Pullfaktoren werden den Ausschlag darüber geben, welche Partner sich auf öffentlich-rechtlicher und privatwirtschaftlicher Seite an ein Reduktionssystem binden und welche bewußt gebunden werden sollen. Während die verantwortlichen Reduktionsträger Dritte mit der Reduktion von Reduzenden aus ihrem Verantwortungsbereich autorisieren, kommt dem privaten Reduzenten die Aufgabe zu, diese Marktpartner von seinem Leistungsspektrum zu überzeugen. SIESTRUP/HAAASIS favorisieren hier den Ansatz des Partnership Sourcing, wonach eine langfristige Zusammenarbeit nur dann sichergestellt werden kann, wenn beide Seite von dieser Zusammenarbeit unter ökonomischen und technologischen Aspekten profitieren.² In anderer Lesart orientieren sich die relevanten Akteure mit ihrem jeweiligen Gestaltungsspielraum an einer gemeinsamen Zielsetzung.

Nicht nur ein Vergleich mit dem Referenzsystem Ökosystem, sondern auch die vorhergehenden Ausführungen konnten belegen, daß ein intensiver Informationsaustausch zwischen Produzenten und Reduzenten sowie eine intensive strategische Abstimmung der da-

¹ Vgl. Haupt (2000); S. 85.

² Vgl. Siestrup/Haasis (1997); S. 153 f.

mit verbundenen Prozesse vonnöten ist, um einen ersten Schritt in die Richtung einer industriellen Reproduktionswirtschaft machen zu können. Fragen der strategischen Planung treten um so drängender auf, wenn sich im Zeitablauf die rechtlichen, marktlichen oder technologischen Strukturen, durch die Systemumgebung oder das System selbst angestoßen, verändern. Entsprechend sind einzelne Leistungsbausteine sowohl der Produzenten als auch der Reduzenten anzupassen und zu gestalten. Im Hinblick auf eine Anbindung an das Produktionssystem sind - gemäß dem IDIS - klare input- und outputorientierte Anforderungen an die Produkt- und Prozeßgestaltung zu stellen, um einerseits eine ökologiebezogene Reduktion sowie andererseits eine Substitution von Primär- durch Sekundärmaterialien unter der Prämisse der Sicherheit und Funktionsfähigkeit der Produkte zu forcieren. In erster Linie richten sich diese Anforderungen an eine reduktionsgerechte Konstruktion durch:¹

- Miniaturisierung bzw. Dematerialisierung im Sinne einer minimalen Vielfalt an eingesetzten Werkstoffen, Werkstoffkombinationen und Werkstoffveredlungen.
- Standardisierung und Vereinfachung der Materialzusammensetzung in einem modularen Aufbau, der den Einsatz von Redukten eindeutig hervorhebt.
- Stoff- und Materialkennzeichnung der eingesetzten Werkstoffe zur Identifikation und Fraktionierung bei der Reduktion.
- Kennzeichnung der Trennpunkte sowie adäquate und reduzierte Vielfalt an Verbindungstechniken, so daß (teil-)automatisierte Verfahren zur Anwendung kommen können.

Hier greifen Produktion und Reduktion eng ineinander, denn die reduktionsfähigen Reduzenden sind sodann in hochwertige Redukte zu überführen. Redukte, die wieder in Produktionsprozesse eingesetzt werden sollen, müssen nicht nur für das zu produzierende Produkt in geeigneter Qualität und Quantität vorliegen, sondern müssen auch mit der Konstruktion und Verarbeitungstechnik abgestimmt sein. Ein Einsatz entlang eines Tertiärkreislaufes in andere Produktionsprozesse setzt allerdings dann langwierige Such- und Abstimmungsprozesse seitens der Reduzenten voraus. Wie bereits eingangs erwähnt, ist bei der Akzeptanz von Redukten zu beachten, daß es sich hierbei um ökonomische, technologische sowie sozial-psychologische Problemkomplexe handelt: Gründe für eine Inakzeptanz können sowohl auf funktionelle Aspekte wie die Langlebigkeit der zu produzierenden

¹ Vgl. Ackermann (1996); S. 167 ff. sowie SRU (1991); S. 268; Seidel (1994); S. 151 ff.

Produkte, mögliche Imageverluste als auch gesundheitliche Aspekte wie bei aus Altpapier zu erstellenden Hygienepapieren zurückgeführt werden.¹ Gleichfalls wird die Rohstoffgewinnungs- und Zuliefererindustrie diese Punkte aufgreifen, da sie ein geringeres Produktions- und damit Umsatzniveau befürchtet. Neben diesen Widerständen werden Produzenten in Reaktion auf knappe Know-how-, Personal-, Sachmittel- und Finanzressourcen die Aufgabenerfüllung der Kollektion, Reduktion sowie Induktion an einen oder mehrere Reduzenten übertragen. Obschon aus ökologiebezogener Sicht die Institutionalisierung von Reduktionsprozessen unerheblich erscheint, zeigen doch die Kernkompetenzen dieser Marktpartner hinsichtlich rechtlicher Reduktionslösungen, Informationen und Wissen über potentielle Reduktionsmöglichkeiten sowie geeigneter Kanalisierung der hervorgebrachten Reduktionen deren Erfordernis. Insgesamt gesehen ist der Bezug zwischen Produktions- und Reduktionssystem in beiden Systemen sowohl zweiseitig als auch prozeßbezogen zu hinterlegen.

Generell ist die Neuausrichtung von Prozessen, Produkten und Redukten an Forschungs- und Entwicklungsleistungen hinsichtlich Konstruktion und Technik gebunden, die zunächst einen hohen Investitionsbedarf erfordern und gegebenenfalls bestehende Erfahrungseffekte der alten Technologie zunichte machen. Pioniere sehen sich dann der sogenannten Technologie-Falle gegenüber, in der sie die Risiken des *first movers* zu bewältigen haben.² Die Suche nach technologischen Reduktionsalternativen muß stets von der ökonomischen und ökologischen Zweckmäßigkeit begleitet werden. Um Fragen der langfristigen Existenzsicherung einer Reduktionswirtschaft nicht auf eine Forderung nach steigenden Mengen an Reduzenden zu reduzieren, ist das Prinzip der räumlichen Nähe im Kontext optimaler Technologiestrukturen von Reduktionsanlagen neu zu interpretieren. Im Sinne einer marktbezogenen Reduktionswirtschaft konnten bereits AYRES/AYRES am Beispiel von zwölf Stofffamilien belegen, daß „*closing the materials cycle can take the form of creating internal markets for low-value byproducts by upgrading them to standard marketable commodities.*“³ Wenngleich im Einzelfall eine Neustrukturierung Verluste hervorrufen kann, werden an anderer Stelle wiederum neue Potentiale aufgebaut. Seitens der Reduktionswirtschaft kann ein solches Potential in der stärkeren Ausrichtung auf die Versorgung gesehen werden. Wachstumsbereiche eröffnen sich nicht nur in Kooperationen mit Stadtwerken, sondern auch in einer Verbesserung der Sortierleistung sowie Trennungs- und

¹ Vgl. SRU (1996); Tz. 397.

² Vgl. Liesegang (1998); S. 25 ff.

³ Ayres/Ayres (1996); S. 278. Vgl. auch Ayres/Ayres (1996); S. 6 ff.

Recyclingverfahren. Bedingt durch Reduzendenart, räumlicher und zeitlicher Verfügbarkeit sowie daran gebundener logistischer und verfahrenstechnischer Aufwendungen werden sich die räumlichen Bezüge ausdehnen oder einengen.

Innerhalb der Reduktionswirtschaft ist neben Sach- und Dienstleistungen immer mehr das Wissen um Technologien, Marktanforderungen, Kundenbedürfnisse bzw. Bedürfnisse der jeweiligen Kooperationspartner, Beschaffenheit der Reduzenden und Redukate sowie mögliche Innovationen wettbewerbsentscheidend. Wird der Umgang mit dem Objekt Abfall als hochtechnologischer Prozeß angesehen, werden damit unterschiedliche Aufgabebereiche eines Reduzenten angesprochen. Im Rahmen der operativen Planung sind die kurzfristigen Aspekte der Rückführung von Reduzenden und Wiedereinbringung von Redukaten zu regeln. Hier sind u. a. Fragenkomplexe hinsichtlich konkreter Reduktionsprozeßparameter, der Konzeption der Reduktionslogistik für Reduzenden und Redukate, der Standortplanung für Reduktionszentren und entsprechender Genehmigungen zu diskutieren.¹ Im Hinblick auf die taktische Planung sind die vorhandenen Reduktionskapazitäten mit dem mittelfristigen Aufkommen an Reduzenden abzustimmen. Kooperationen sind, soweit sie nicht Bestandteil der strategischen Planung sind, kontinuierlich zu überprüfen. Unter strategischen Gesichtspunkten sind Fragen hinsichtlich zukünftig notwendiger Reduktionskapazitäten, technologischer Entwicklungen, zentraler oder dezentraler und damit logistischer Organisationsformen, gesetzlicher Entwicklungen, vertikaler, lateraler und horizontaler Kooperationserfordernisse etc. zu stellen. Neben externen Faktoren zeigen damit die im Reduktionssystem eingesetzten Prozesse interne Gestaltungsmöglichkeiten auf. Ein Prozeß stellt sich hier als Kette von Aktivitäten mit einem bestimmten Anfangs- und Endzeitpunkt dar. Werden Kernprozesse betrachtet, könnte ein Prozeß durch eine bestimmte Technologie abgebildet werden; Unterstützungsprozesse erbringen hingegen eine Wertschöpfung für die Kernprozesse. Diese Aktivitäten sind so zu gestalten, daß ein kreislaufstrategisches und marktbezogenes Reduktionssystem in Verzahnung mit den umgebenden Systemen unterstützt wird. Unter diesen Voraussetzungen können isolierte Lösungen mit dem Ziel systemübergreifender Wertschöpfungskreisläufe zu integrativen Netzwerkstrukturen führen. In einer solchen Organisationsform integrierter Strukturen erscheinen Reduzenten als ein wichtiges Bindeglied, als Koproduzenten, die aufgrund ihres unverzichtbaren Know-hows innovative und ökologiebezogene Kreislaufkonzepte liefern

¹ Vgl. Püchert (1996); S. 138 ff.; Spengler (1998); S. 57 ff.

können. Den Reduzenten obliegt dann die Aufgabe, in Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Partnern ein Netz an Stoffströmen zu schaffen.

Die Notwendigkeit, die weitverzweigte Verzahnung von der Produktion über die Konsumtion bis zur Reduktion bewußt zu gestalten, untermauert das Verständnis einer Kreislaufwirtschaft als Reproduktionswirtschaft. Diesem Verständnis folgend kann nur ein Strategiefit, eine gemeinsame Zielsetzung dieser Systeme zu einer Implementierung des entworfenen Gestaltungsmodell führen. Bislang blieben Anbindung an ökologische Kreisläufe sowie fraktale Strukturen noch unberücksichtigt. Aus diesem Grunde gilt es die zwischen der theoretisch anvisierten Reduktionswirtschaft einerseits sowie der faktischen Reduktionswirtschaft andererseits existierende Lücke schlußendlich unter ökologieorientierten, -bezogenen und marktbezogenen Aspekten zu gestalten. Die im Kapitel II formulierte strategische Leitvision ist den zuvor erörterten Strukturdaten gegenüberzustellen, um Schwachpunkte und Verbesserungspotentiale erschließen zu können. Das Schließen von Kreisläufen rückt im Sinne eines Regelkreises auf unterschiedlichen, miteinander vernetzten Ebenen industrieökonomischer und ökologischer Systeme stets eine dynamische Betrachtung in den Mittelpunkt des Interesses. Ergebnisse des sich anschließenden Soll-Ist-Vergleichs können demnach nur eine Momentaufnahme darstellen, die sich aus der Ausprägung des derzeitigen Ist-Zustandes ableitet. Somit verlaufen die Gestaltungspfade eines Reduktionssystems nicht zeitlich punktuell, sondern es besteht ein zeitlicher Trade-off von der Wahrnehmungs- über eine Planungs-, Konzeptions- bis zur Realisationsphase. Dieses Bild wird den Grund für etwas Zukünftiges legen.

IV. DIE STRATEGISCHE DIMENSION EINER REDUKTIONSWIRTSCHAFT - ENTWICKLUNGSFÄHIGKEIT EINER ÖKOLOGIEORIENTIERTEN UND MARKTBEZOGENEN REDUKTIONSWIRTSCHAFT

There is not one future but hundreds.

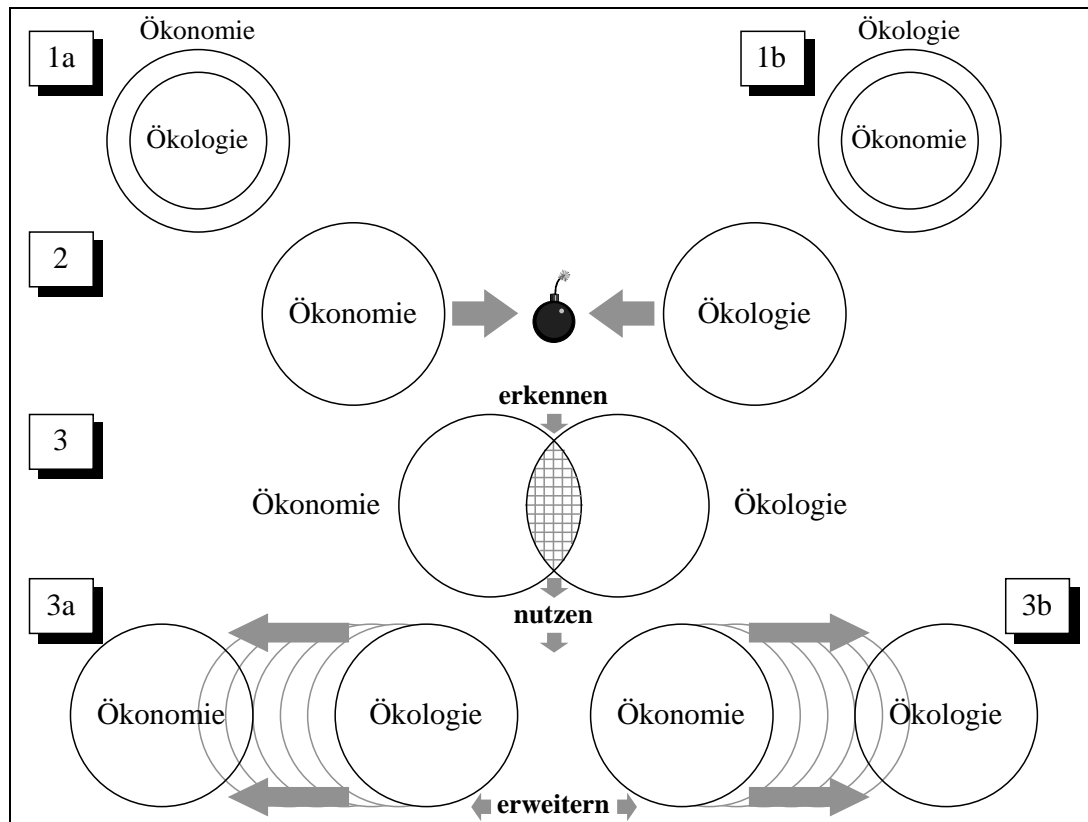
HAMEL/PRAHALAD, 1994

Eine strategische Dimension beschreibt generell den „... *Prozeß, in dem eine rationale Analyse der gegenwärtigen Situation und der zukünftigen Möglichkeiten und Gefahren zur Formulierung von Absichten, Strategien, Maßnahmen und Zielen [erfolgt]. Absichten, Strategien, Maßnahmen und Ziele geben an, wie das Unternehmen unter bestmöglicher Ausnutzung der vorhandenen Ressourcen die durch die Umwelt bedingten Chancen wahrnimmt und die Bedrohung abwehrt.*“¹ Ausgehend von einer Zielsetzung oder einer Vision umfaßt die strategische Dimension dementsprechend die Einzelschritte strategische Analyse, Strategieformulierung sowie letztlich deren Umsetzung. Neben der bereits erfolgten strategischen Analyse der Strukturen zur Implementierung einer Reduktionswirtschaft schließt sich nunmehr eine Strategieformulierung an. Gemäß dem hier vorgestellten ökologieorientierten Gestaltungsmodell werden demnach Anhaltspunkte für eine ökologiebezogene Reduktion als Wettbewerbsfaktor im Markt so diskutiert, daß eine komplementäre Zielbeziehung zwischen ökonomischen und ökologischen Zielen auf- und ausgebaut werden kann. Mit anderen Worten: Der Marktbezug soll eine doppelte Dividende hinsichtlich ökonomischer und ökologischer Zielsetzungen entfalten. Die ökologische Dividende betrifft die Vermeidung oder Verminderung der Schadschöpfung im Sinne einer Reduktion des Ressourceneinsatzes auf der Inputseite und des Emissionsaufkommens auf der Outputseite, wohingegen sich die ökonomische Dividende auf die durch Reduktionsmaßnahmen zu erzielende Wertschöpfung bezieht. Damit muß ein fortschrittfähiges Unternehmen neben den traditionellen wettbewerbsentscheidenden Markt- bzw. Leistungsanforderungen wie u. a. Preis, Qualität, Quantität, Zeit, Innovations- und Lernfähigkeit auch den ökologiebezogenen Anforderungen kreativ und flexibel begegnen. Während die entscheidenden Funktionsparameter Produktion und Reduktion allemal auf ähnlichen wirtschaftlichen Grundlagen und Triebkräften beruhen, werden nunmehr ökologische Grundlagen und Triebkräfte gleichfalls als Ausgang für eine strategische Dimension zur Kreislaufschliessung herangezogen. Im Miteinander einer funktionsfähigen Kreislaufwirtschaft nehmen sowohl die in der Schadschöpfungskette niedergelegten Schadschöpfungspotentiale entlang

¹ Kreikebaum (1984); S. 23.

der industrieökonomischen Wertschöpfung als auch die Wertschöpfung selbst einen unabdingbaren Entscheidungsbestandteil unterschiedlicher Unternehmen ein.

Abb. IV-1: Beziehungstypologien zwischen Ökonomie und Ökologie



Quelle: Leicht modifiziert nach Pfriem (1995); S. 93; Freimann (1996); S. 359.

Dem ökologischen und industrieökonomischen Gedanken der vorstehenden Abbildung IV-1, Punkte 3a und 3b, folgend sollte den ökosystemaren Zusammenhängen und Gesetzmäßigkeiten demnach bei der Strategieformulierung der gleiche Stellenwert eingeräumt werden wie den Gesetzen des Marktes. Unternehmen fungieren letztlich dann nicht nur als *Keimzellen* wirtschaftlicher Prosperität und Dynamik, sondern auch als unverzichtbare Gestaltungsträger und -promotoren auf dem Weg in eine Kreislaufwirtschaft. Im Fokus der abschließenden Ausführungen zu dieser Arbeit steht entsprechend nicht ein Unternehmen, sondern eine Vielzahl unterschiedlicher Unternehmen, die die Anforderungen an eine Kreislauf- und Reduktionswirtschaft gemeinsam zu lösen versuchen. Für die relevanten Akteure gilt es somit eine gemeinsame Zielsetzung bzw. unterschiedliche Zielsetzungen mit gemeinsamer Wirkkraft vorzuschlagen. Die dann aus den Zielen abzuleitenden Strategien symbolisieren die daraus resultierende Handlungsfolge, die über einen bestimmten Zeithorizont für die Aktivitäten und Strukturen eine eindeutige Orientierung erlauben. Mit Rückblick auf die strukturelle Dimension einer Reduktionswirtschaft bedingen sich

dann Strategie und Struktur wechselseitig - so wie Strategien Einfluß auf die Gestaltung von Strukturen nehmen, ermöglichen Strukturen deren Umsetzung.¹

Besonderes Augenmerk wird in diesem Zusammenspiel wiederum dem Reduktionssystem respektive den Reduzenten und deren Gestaltungsalternativen geschenkt, da unter Beibehaltung komplexer Strukturen Akzente auf dem Weg in eine Kreislaufwirtschaft zu setzen sind. Die aus der Sicht eines Reduktionssystems abzuleitende Gestaltungsalternative kann nach ihrer Ursache sowie nach ihrer Wirkung beschrieben werden. Da die dafür ursächlichen Determinanten bereits eingehend erörtert wurden, stehen zur Darstellung eines Wandels abschließend die Wirkung bzw. die Wirkungsmöglichkeiten eines Reduktionssystems unter den strukturellen Prämissen zur Disposition. Ein Wandel im Sinne der Gestaltung wird als notwendig erachtet, wenn

- Informationen aus dem Umfeld und der Umwelt auf tiefgreifende Veränderungen hindeuten und die bestehenden Strukturen den neuen Anforderungen nicht mehr genügen und
- mittels Strategien auf die relevanten Umsysteme eingewirkt werden soll.²

Ungeachtet strategischer Gestaltungspotentiale mit Innenwirkung werden aus den zuvor erörterten strukturellen Bedingungen Strategien im Hinblick auf eine Kreislaufwirtschaft formuliert, so daß zum bisher Gesagten in umgekehrter Blickrichtung mögliche strategische Antworten auf die Systemumgebung erörtert werden. Wirkung begrenzt sich damit nicht nur auf unterschiedliche Beweggründe, sondern schließt auch die Wahrnehmung von außen mit ein. Die den Strategien immanenten langfristigen Zeiträume lassen die Resultate einzelner strategischer Maßnahmen allerdings nicht in Gänze absehen - zumal die Aktion und Reaktion der Umfeldler lediglich zu erwarten, aber nicht vorherzusagen sind -, so daß einzelne Gestaltungsinstrumente weder inhaltlich noch in ihrer Wirkungstiefe vollends umrissen werden können. Insbesondere die Gleichzeitigkeit von Ökologieorientierung einerseits sowie Ökologiebezug andererseits ist auf Basis unternehmerischer Entscheidungskalküle in der Praxis nicht konfliktfrei operationalisierbar. Die sich anschließende Gefahr, eine ideale Zukunftslandschaft aus der Vogelperspektive zu entwerfen, ist auch für diese

¹ Dieses wechselseitige Verhältnis zwischen Strategie u. Struktur folgt aus dem im Strategischen Management diskutierten Diktum nach CHANDLER 'structure follows strategy'. Siehe Chandler (1962). Aus der Erkenntnis, daß Zusammenhänge zwischen Strategie u. Struktur bzw. zwischen Strategie, Struktur u. anderen Variablen wie Kultur oder Verhalten in einer Organisation existieren, entwickelte sich das strategische Management, das neben dem eigentlichen strategischen Problem stärker auch diese Dimensionen in die Betrachtung mit einbezog. Vgl. Scheurer (1997); S. 43 ff. Ähnlich führt auch der interaktionale Ansatz der Organisationstheorie wechselseitige Beziehungen zwischen System u. Umsystemen an. Siehe zur Entwicklung der Organisationstheorie Schreyögg (1998); S. 325 ff.

² Vgl. Probst (1992a); S. 189 ff.

Arbeit nicht ganz von der Hand zu weisen.¹ Dennoch kann entgegnet werden, daß sich vornehmlich die Vogelperspektive um neue, langfristige Sichtweisen bemüht, die wiederum Anstoß für neue Operationen darstellen können. Zukunft wird damit zur Herausforderung und zum Bestandteil der Problemlösung. Aus diesem Grunde wird der Ansatz des *Backcastings* herangezogen. Dieses Konzept „uses a successful outcome as a point of departure for the planning process. Such a process is designed to generate sustainable future strategies by connecting the desired end result with the implications on system functions“². Die im Vergleich zu ökologischen Systemen vorhandene Fähigkeit industrieökonomischer Systeme bzw. der dort handelnden Personen zu proagieren, wird hierbei zum entscheidenden Instrumentarium. Ausgehend von einer vorgegebenen Vision bzw. einem gewünschten Zukunftszustand wird die geöffnete Lücke zwischen dem heute und morgen aus der Zukunftsperspektive gelöst. Die Lücke ist damit kein Symptom der Vergangenheit, sondern eine Herausforderung zur Erreichung der Vision durch rückwärtsschreitendes Planen bzw. *backcasting*.³ Hierzu werden Etappenziele formuliert, die sukzessive den Weg vom gewünschten Zustand in die Gegenwart beschreiben. Wird demnach das entwickelte Gestaltungsmodell als Vision und die zuvor beschriebene faktische Reduktionswirtschaft als Ausgangspunkt gesetzt, sind nunmehr robuste Arbeitsschritte von der Vision aus abzuleiten. Die strategische Dimension einer Reduktionswirtschaft dient dann als Bindeglied zwischen dem theoretischen Bezugsrahmen und der Gestaltung und Entwicklung eines ökologieorientierten und marktbezogenen Reduktionssystems innerhalb einer Kreislaufwirtschaft.

Auch hier wiederholt sich der Anspruch an eine anwendungsorientierte Wissenschaft, daß die entwickelten Schritte einerseits der Vision folgen, andererseits aber operationalisierbar sein sollten. Das praxisgerichtete Interpretationsangebot sollte dann einen möglichen Weg in eine ökologieorientierte und -bezogene sowie marktbezogene Reduktionswirtschaft derart aufzeigen, daß bei der Formulierung dieser Schritte keine Verunsicherung über die Frage verbleibt, wie sich Reduzenten oder Produzenten einen Platz in einer Kreislaufwirtschaft suchen und sichern können. Insbesondere aus der Sicht eines Reduzenten sollen mit der Strategiewahl generell neue Geschäftsbereiche und damit Redukt- und Dienstleistungskonfigurationen erschlossen werden, die einen langfristigen Markterfolg unter den genannten Rahmenbedingungen befördern und sichern. Hierzu müssen u. a.

¹ Vgl. Staudt/Schroll/Auffermann (2001); S. 57.

² Johnson (2001); S. 1.

³ Vgl. Österreichisches Institut für Nachhaltige Entwicklung (2001); S. 3, nach Leo Jansen.

komplementär zu den Funktionen eines Produktionssystems unter stofflichen, energetischen und informationellen Aspekten die durch ein Reduktionssystem zu erfüllenden Funktionen zur Kreislaufschließung abgeleitet werden. Den Vorschlag SCHMIDS noch einmal aufgreifend, zunächst innerhalb des industrieökonomischen Systems eine bestmögliche Kreislaufführung zu verankern, um zeitlich versetzt eine (Re-)Integration in die natürlichen Kreisläufe umzusetzen, erscheint hierbei erfolgversprechend.¹ Das heißt, nach der Entwicklung des Weges müssen wiederum strategische Schritte für die Umsetzung in der Gegenwart konzipiert und konkretisiert werden. Daß diese Schritte noch keine ausformulierten Strategien darstellen, die von jedem betroffenen Unternehmen in gleicher Weise übernommen und umgesetzt werden können, ist selbstredend. Unter Zugrundelegung des hier formulierten Gestaltungsmusters bedarf es der system- und prozeßspezifischen Auswahl, Modifikation und Gewichtung, zumal strukturelle Umbrüche bei der Umsetzung wiederum ein kurzfristiges Umlenken der gewählten Schritte erzwingen könnten. Im Zuge der Umsetzung können kontinuierliche Beobachtung und Mitgestaltung ein gewisses Maß an Vorausschau gewährleisten, so daß der Gestaltungsentwurf einen Bewegungsrahmen des industrieökonomischen Systems für den Kurswechsel von einer Durchfluß- zur Kreislaufwirtschaft absteckt. In summa stellt sich dann die Aufgabe einer Kreislaufwirtschaft als gesellschaftliche und nachhaltige Gesamtentwicklung dar, an der alle relevanten Akteure aus Wissenschaft und Praxis beteiligt sein werden. Die relevanten Akteure werden damit auch nicht aus ihrer Verantwortung, sondern in einen konstruktiven Diskurs entlassen.

Bereits die Ausführungen zum Gestaltungsmodell ließen Anhaltspunkte für die Formulierung der Etappenziele erkennen. Zur Formulierung der Etappenziele ist aus diesem Grunde vorausgehend noch einmal resümierend zu erfassen, welche faktischen Reduktionsstrukturen existieren bzw. innerhalb welcher Spielräume sich Gestaltungsalternativen bewegen und welche vor dem Hintergrund des erarbeiteten Gestaltungsmodells weiterhin zu verfolgen oder auszuschließen sind. Daraus resultiert dann der Gestaltungsentwurf, der sich zur Etablierung einer entwicklungsfähigen industrieökonomischen Kreislaufwirtschaft von ökosystemaren Zusammenhängen leiten läßt und dabei der Reduktionswirtschaft nicht nur eine unverzichtbare Stellschraube bei der Gestaltungsaufgabe zuweist, sondern ebenfalls die Dringlichkeit einer Reduktionswirtschaft zur Etablierung einer Kreislaufwirtschaft unterstreicht.

¹ Vgl. noch einmal Schmid (1996a); S. 22 sowie Kap. II.C.

A. GESTALTUNGSHERAUSFORDERUNG ZWISCHEN ANSPRUCH UND WIRKLICHKEIT - HANDLUNGSBEDARF AUF PRODUZENTEN- UND REDUZENTENSEITE

Die aus der Gegenüberstellung des ökologischen und des industrieökonomischen Systems ableitbaren (Un-)Ähnlichkeiten konkretisieren sich im entworfenen Gestaltungsmodell. Den ökosystemaren Zusammenhängen folgend gewinnt ein Kreislaufsystem durch den funktionellen Zusammenschluß von Produktions-, Konsumtions- und Reduktionssystemen seine Identität. Demnach zeigt sich jedes System als komplexes Gebilde, das nur systemisch bzw. ganzheitlich, im Kontext seiner kreislaufgerichteten Umsysteme zu betrachten und zu verstehen ist. Unbeschadet der Autonomie der einzelnen Systeme integrieren sich die innerhalb der offenen Produktions-, Konsumtions- und Reduktionssysteme ablaufenden Prozesse zusammengenommen so zu einem interdependenten Netz, daß sich durch die Einheit produktiver, konsumtiver sowie reduktiver Funktionen insgesamt ein Kreislauf schließt. Diese fraktalen Strukturen im Sinne einer einheitlichen Mehrfunktionalität der Systeme bewirken zugleich, daß nur die Stoffe, zur Verfügung stehenden Energiekapazitäten und Informationen von vorausgehenden Systemen aufgenommen sowie an nachfolgende Systeme weitergegeben werden, die jedes einzelne System in seinem eigenen Tun fördern und sichern. Systeme bilden dann untereinander bzw. mit ihrer jeweiligen Umgebung durch energetische, stoffliche und informationelle Wechselwirkungen ein funktionell zusammenhängendes Wirkungsgefüge. Industrieökonomische und ökologische Systeme sind dementsprechend auch nicht isoliert voneinander zu betrachten. Vielmehr weisen ökologische Systeme die Voraussetzungen für industrieökonomische aus, so daß ihnen ein erheblicher Wertbeitrag in ökonomischer Hinsicht zukommt. Unter diesen Gesichtspunkten sind Kreislaufwirtschaft und Beseitigung auch keine parallel verlaufenden Prozesse, wie der Titel des KrW-/AbfG zu suggerieren scheint, sondern die Beseitigung ist Teil der Kreislaufwirtschaft. Die Betrachtung von ökosystemaren Zusammenhängen im Rahmen dieser Arbeit dient demgemäß als Orientierung und Grenzziehung der Adaption ökologischer Kreisläufe. Ähnlich leiten IMMLER/HOFMEISTER in ihrem Konzept des Reproduktionsringes daraus die unmittelbare Verbundenheit zwischen ökologischen und industrieökonomischen Prozessen ab. Eine gedankliche Trennung der innerhalb und zwischen den Systemen stattfindenden Prozesse wäre damit nicht nur aufzuheben, sondern in ein kooperatives Verhältnis zu überführen. Die einzelnen Systeme sind im Kontext ihrer Systemumgebung Durchflußsysteme, die erst in einer prozessualen Verbindung mit den Umsystemen einen geschlossenen Kreislauf abbilden. Basis hierfür wäre eine gleichgewichtige Stellung eines

Reduktionssysteme als autonomer Funktionsträger in einer Kreislaufwirtschaft wie auch in jedem System. Die Gleichzeitigkeit von Produktion, Konsumtion und Reduktion spiegelte sich dann konsequenterweise nicht ausschließlich in ökologischen Prozessen und Systemen, sondern sowohl in industrieökonomischen Prozessen sowie in jedem Produktions-, Konsumtions- und Reduktionssystem als auch im gesamten Kreislaufsystem wider. Dennoch unterbleibt in Abfolge zum ökologischen System bei IMMLER/HOFMEISTER, wie hingegen im Konzept der Circular Economy angedeutet, neben Konsumtion und Produktion die Installation der Reduktion als tragende Säule des industrieökonomischen Systems. Infolgedessen wird ebenso die beim Konzept des Reproduktionsringes für ein System installierte Managementfunktion nicht in allen industrieökonomischen Systemen als Gestaltungsaufgabe hinterlegt. Nach dem Verständnis dieser Arbeit bezieht sich Management auf den (ko-)evolutiven Prozeß der Anpassung, Gestaltung und Entwicklung, der zielgerichtet und bewußt auf die eigenverantwortliche Umsetzung fraktaler Strukturen innerhalb des Systems sowie auf die Einbindung der eigenen Strukturen in die fraktalen Strukturen höherer Systemordnung hinwirkt. Erst dann fügt sich im Zuge eines kontinuierlichen Informationsaustausches ein System so in seine Umgebung ein, daß sich im Resultat Produktion, Konsumtion und Reduktion gegenseitig anpassen und sich gegenseitig zu einem umfassenderen System der Kreislaufwirtschaft gestalten und weiterentwickeln.

Bislang hat sich eine solche Spielart aus Autonomie und Integration noch nicht in der faktischen Kreislauf- und Reduktionswirtschaft etablieren können. Entsprechend hat sich ein Bewußtsein für fraktale Strukturen und damit das Stadium effizienter Kreislaufstrukturen im industrieökonomischen System noch nicht ausreichend verankert. Vielmehr werden weiterhin Strukturen und Funktionen aufgebaut, die nicht hinsichtlich einer gemeinsamen kreislaufwirtschaftlichen Zielsetzung aufeinander abgestimmt sind. Systeme mit den jeweiligen In- und Outputbeziehungen werden zwar in die Betrachtung einbezogen, doch die daran anschließenden Ströme sowie deren Folgewirkungen in anknüpfenden Systemen ausgeschlossen. Damit erhalten sich die industrieökonomischen (Sub-)Systeme in Koexistenz zu den ökosystemaren Bedingungen durch die Nutzung niederentropischer Ressourcenquellen und hochentropischer Rückstandssenken im umgebenden Ökosystem. Alle Inputfaktoren, die keinen weiteren Nutzwert für das industrieökonomische System besitzen, werden über einen energetischen und stofflichen Rückstandspfad entweder in ein vorgealtetes industrieökonomisches Entsorgungssystem oder direkt ins ökologische System verbracht. Bei den in Recyclingprozesse verbrachten Stoffen wird in einer isolierten Be-

trachtung oftmals der verhinderte abnehmende stoffliche Nutzwert durch einen überproportional abnehmenden energetischen Nutzwert irreversibel erkaufte. Um aber alle an eine Kreislaufführung gebundenen Energie- und Stoffentropieveränderungen erfassen zu können, sind nicht nur ausgewählte Prozesse, sondern im Idealfall alle Wirkungszusammenhänge zu beobachten und auf eine moderate Entropiezunahme in der Systemumgebung sowie im System selbst hin zu lenken. So wie sich entgegen einer industrieökonomischen Prozeßvorstellung jeder erste Schritt in Richtung einer Kreislaufführung keineswegs in der Produktion, sondern im vorgelagerten Ökosystem vollzieht, ist jeder vorhergehende und jeder nachfolgende Prozeß mit ins Kalkül zu ziehen. Denn die Funktionsweise von Kreislaufsystemen wird durch die aufeinander aufbauende Kette von Systemen determiniert. Gleichfalls äußern sich versäumte Maßnahmen respektive isolierte Betrachtungsansätze letztlich als Lebenszyklusproblem. Mit diesem Bewußtsein stünden neben Ressourcenverknappung und effizienten Recyclingtechnologien die Vereinigung von Stoff-, Energie- und Informationsflüssen zu einem geschlossenen, sich selbst erhaltenden und entwickelnden System im Blickpunkt der Debatten. Die hier aufgestellten Sollgrößen für eine hochentwickelte Reduktionsinfrastruktur sind allerdings nur zu bewerkstelligen, wenn sich alle am Kreislaufprozeß beteiligten Akteure aktiv einsetzen.

Der Verflechtungsgrad zwischen den unterschiedlichen Akteuren spiegelt sich u. a. in der komplexen Regelungsmaterie des KrW-/AbfG wider. Diese Gesetzeslage hat in den vergangenen Jahren einen Umdenkprozeß initiiert, der einen Wandel in der bis dahin existierenden Entsorgungswirtschaft sowie in der abfallpolitischen Vollzugspraxis anstieß. Die unterschiedlichen Zuständigkeits- und Aufgabenkonstellationen haben im Zuge dessen eine Vielzahl an unterschiedlichen Organisationsformen hervorgebracht. Das Zusammenspiel der in unterschiedlicher Weise an reduktionswirtschaftlichen Prozessen beteiligten Akteure bildet mittlerweile einen Teil einer rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette von der Kollektion über die eigentliche Reduktion bis hin zur Induktion ab. Hierbei treten privatwirtschaftliche Produktions- und Reduktionsunternehmen mit unterschiedlichen Leistungskonzepten konkurrierend *und* kooperierend neben die öffentlich-rechtlichen Reduktionsunternehmen. Zusehends verschiebt sich unter Einflußnahme der Gesetzgebung der Grad der horizontalen und vertikalen Organisationsverflechtung zwischen privaten und öffentlich-rechtlichen Reduzenten zugunsten des Verantwortungsbereiches der Privatwirtschaft. Um die Leistungserstellung der Reduktionswirtschaft insgesamt flexibler, dynamischer und effizienter zu gestalten, sollte weiterführend durch eine dualistische Aufgaben-

verteilung eine verursachergemäße Selbstverantwortung und partielle Selbstorganisation der Privatwirtschaft bei gleichzeitiger Daseinsvorsorge öffentlich-rechtlicher Institutionen forciert werden. Während im öffentlichen Sektor die Inhalte der Daseinsvorsorge definiert und Anreize zu deren Umsetzung hinterlegt werden, obliegt der Privatwirtschaft die operative Umsetzung. Eine solche Forderung richtet sich auch an einen konsequenten Übergang der PPP in ausschließlich privatwirtschaftliche Organisationsformen.

Die faktische Reduktionswirtschaft hat die zunehmende Bedeutung unterschiedlicher Reduzenten im Wirtschaftskreislauf aufgezeigt; eine gewisse Anbindung der Reduktions- an die Produktionswirtschaft ist bereits heute zu konstatieren. Dennoch dient dabei eine integrative funktionelle Verzahnung, die eine Abgrenzung zwischen Produktion und Reduktion nicht mehr erfordert, noch nicht als Diskussionsgrundlage. Entsorgungs- und Recyclingprozessen bzw. den jeweiligen Prozeßschritten wird zwar mittlerweile ein hoher Stellenwert eingeräumt, der Ganzheit dieser Prozesse entlang der Wertschöpfungsketten hingegen nicht ausreichend Rechnung getragen. Eine Begründung hierfür findet sich u. a. in einem vernachlässigten Ökologiebezug sowie in der fehlenden ökonomischen Entscheidungsrelevanz unterschiedlicher Faktoren. Reduzenten werden bspw. weiterhin ihren Sachzielbezug auf die zuweilen kurzfristige Rückstandsbewältigung konzentrieren, solange die Reduktvermarktung keinen ökonomisch attraktiven Gegenpol bildet. Exemplarisch am Beispiel der Altfahrzeugreduktion wurde verdeutlicht, daß für die potentiell aus einem Altfahrzeug gewinnbaren Redukta aufgrund fehlender oder unerkannter Marktpotentiale häufig keine wirtschaftlich zumutbaren Recyclingschienen existieren und damit reduktive Sachleistungen folglich unterlassen werden; gleichwohl die Vorrangstellung der Verwertung vor der Beseitigung im Gesetzestext umgekehrten Sachverhalt fordert. Infolgedessen fällt das Engagement der Reduzenten in diesem Geschäftsfeld verhalten aus. Gleichermaßen weisen auch die Produzenten trotz einer prozeßspezifischen Unverzichtbarkeit nur bedingt allen prozeßrelevanten Faktoren einen ökonomischen Wert zu. Die Produktkonstruktion im Hinblick auf eine spätere Reduktion sowie auf den Einsatz von (Vor-)Redukten zählt ebenfalls zu den marginalen Anforderungen. Vor diesem Hintergrund erscheinen Kooperationsbeziehungen zwischen Produzenten und Reduzenten vornehmlich als isolierte Satelliteninseln. Die technisch-industriell gewählte Terminologie Abfall hat damit weiter Bestand. Erst wenn die Systeme und deren Prozesse in einer relationalen Verbundenheit ein geschlossenes Kreislaufsystem abbilden und systemgerechte Eingriffe erfolgen, erscheinen die hier gewählten Begrifflichkeiten zweckmäßig. Denn die begriffli-

chen Abgrenzungen von Reduzendum und Redukt sowie von Produktionsfaktor und Produkt wecken einerseits Verständnis für Systeme in ihrer Größenstruktur durch die lückenlose Darstellung der ökologischen und industrieökonomischen Stoff-, Energie- und Informationsströme und schaffen damit andererseits prozessuale Anbindungen, wenn die Prozesse in ihrer Abfolge betrachtet sowie Standardisierung und Modularisierung aufeinander abgestimmt werden. Die insgesamt im industrieökonomischen System eingesetzten und weitergeleiteten Stoffe sollten grundsätzlich ein bekanntes Spektrum umfassen, das uneingeschränkt deren Konvertibilität für jeden nachfolgenden Prozeß gewährleistet. Die Anknüpfung der Produktions- an die Reduktionssysteme sollte sich demnach nicht auf ausgewählte Fragestellungen begrenzen, sondern ist auf die Gesamtheit der sich gegenüberstehenden Systeme, Strukturen und Prozesse zu übertragen. Reduktionswirtschaft versteht sich dann als ernstzunehmender Partner der Produktionswirtschaft, der innerhalb dieser Partnerschaft reduktive Dienst- und Sachleistungen erbringt.

AYRES/SIMONIS haben den Prozeß- konzeptionell um einen Marktbezug erweitert, da sich Marktbeziehungen zwischen Marktteilnehmern durch eine wechselseitige Einflußnahme auszeichnen. Hierbei werden Märkte in ihrer Umgebung betrachtet, so daß ein Markt als Transmitter gesellschaftlicher Präferenzstrukturen auftritt. Das gesamte industrieökonomische System bildet dann erst über den Markt mit seinen Instrumentarien Preis und Nachfrage einen metabolisch funktionierenden Regulationsmechanismus ab. Daß hierbei nicht ausschließlich Marktstrategien zum Tragen kommen können, hat die Darstellung der strukturellen Beziehungen eingehend veranschaulicht.¹ Vielmehr sind auch gesetzliche Impulse auf diese Zusammenhänge hin auszurichten, da wiederum Märkte über ihre Akteure und Mechanismen Gestaltungsimpulse hinsichtlich einer geordneten Struktur und Funktionenverteilung anstoßen können. Das präskriptive Ordnungsrecht ergänzte sich somit um eine ökonomische Komponente, mittels der marktwirtschaftliche und ökologiebezogene Gestaltungsprinzipien für die Gestaltungsprozesse einer Reduktionswirtschaft vereinnahmt werden könnten. Die Marktpreise bzw. Marktkräfte sind dann in der Zusammenführung von Angebot und Nachfrage als Steuerelemente so auszurichten, daß Produzenten, Konsumenten und Reduzenten gemeinsam ihren stofflichen und energetischen Grundumsatz auf das *richtige und auch ermittelbare Maß zurückführen*.² Vorausgehend ist die Kreislaufführung von Stoffen auf ihre wirtschaftliche, technologische und auch logistische Durchführ-

¹ Eine Zusammenstellung möglicher Strategien gibt die Tab. 15 im Anhang wieder.

² Die komplizierten u. vielfältigen Wirkungszusammenhänge vom Ressourceneinsatz über die Produktion bis zum Konsum u. zur Reduktion einzelner Produkte beleuchten die Schwierigkeit dieser Forderung in der Umsetzung.

barkeit hin zu untersuchen sowie auf ihre ökologische Schadschöpfung hin zu überprüfen. Märkte mit einer hohen Informationseffizienz, dernach alle relevanten Informationen unverzüglich allen Beteiligten zur Verfügung gestellt werden, die wiederum diese zur Verfügung gestellten Informationen verwerten, werden daraufhin die Steuerungsrichtung einstellen. Für den Reduzenten ist hier insbesondere der doppelte Marktbezug auf der Beschaffungs- und Absatzseite hinsichtlich unterschiedlicher Reduzenden und Redukte bzw. hinsichtlich unterschiedlich involvierter Kreisläufe maßgebend. Während sich auf der Inputseite der Marktbezug primär im Bedarf nach einer Rückstandsbewältigung begründet, liegt hingegen auf der Outputseite der Marktbezug in einem Wieder- oder Weitereinsatz der Redukte. Mit Blick auf die Vielzahl möglicher unterschiedlicher Reduzenden und Redukte bzw. aufeinander aufbauender Leistungen zeichnet sich dann ein weitreichendes heterogenes, komplexes Geflecht relevanter Märkte und Akteure ab. Ähnlich der beschriebenen Prozeßverbindungen ist die Preisbildung auf den einzelnen Märkten dann über ein System relativer Preise miteinander verbunden. Die in den Abbildungen III-10 sowie III-15 dargestellte Papierpreisentwicklung durchdringt mit den genannten Einflußfaktoren die gesamte Wertschöpfungskette. Verzerrungen zeitlicher, qualitativer und quantitativer Art treten dann auf, wenn die Einflußfaktoren entlang der Wertschöpfungsketten nicht in einem Preis reflektiert werden und daraus keine Anpassungen bei Angebot und Nachfrage resultieren. Diese marktlichen Kausalzusammenhänge werden u. a. durchbrochen, wenn die jeweiligen Verantwortungsbereiche nicht unter marktwirtschaftlichen Bedingungen erweitert werden, und Strukturentscheidungen letztlich der Zustimmungspflicht öffentlich-rechtlicher Reduktionsträger unterliegen. Der Übergang vom 'Entsorgungsnotstand' zum 'Müllnotstand' zeugt aufgrund unzureichender Marktmechanismen von einer solchen zeitlichen Verzögerung. Entsprechend treten auch Lebenszyklusprobleme unter ökonomischen Gesichtspunkten erst in den Vordergrund, wenn sich die gesamte Prozeßbetrachtung im System relativer Preise widerspiegelt, wohingegen die unter dem Primat einer Kreislaufwirtschaft intendierten state-guaranteed markets oftmals ohne die Betrachtung aller aufeinanderfolgenden Prozeßstufen und -verzweigungen aufgebaut wurden. Solange entlang der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungskette die Prozesse nicht paßgenau aufeinander abgestimmt werden, werden Primär- und Sekundärkreisläufe ansatzweise, Tertiär- und Quartärkreisläufe geringfügig ins Kalkül gezogen. Die betroffenen Akteure stehen diesen Regeln und Mechanismen allerdings nicht ohnmächtig gegenüber, sondern können sich aktiv einbringen. Neben dem Gesetzgeber, der im Zuge der Gesetzgebung verstärkt ökonomische Anreize setzen sollte,

können die betroffenen Akteure insgesamt neben abgestimmten Reorganisations- und Restrukturierungsmaßnahmen sowie Innovationen durch eine effiziente Nutzung von Faktoren unter ökologischen und ökonomischen Bedingungen kreislaufgerichtete Strukturen forcieren.

Das immerwährende Spannungsverhältnis zwischen Ökonomie und Ökologie wird auf keine Branche in einer solchen Deutlichkeit und Intensität projiziert wie auf die der Reduktionswirtschaft. Mögen Funktionen der Beseitigung und Verwertung diskutiert werden, steht die Forderung der Vermeidung zumeist isoliert davon in der Fachöffentlichkeit; insbesondere die konkrete Umsetzung von Gesetzesvorgaben der Kreislaufwirtschaft verschleiert häufig den Blick auf die Vermeidung und konzentriert sich auf die Verwertung oder die Beseitigung. Aber mit LIESEGANG schließt gerade die Reduktion die Beseitigung, Verwertung und Vermeidung als zu erfüllende Funktionen zugleich mit ein. Denn Vermeidung im Sinne einer Ressourcenschonung und abnehmender Rückstandseinbringung in ökologische Systeme ist jedem Reduktionssystem immanent. Neben einer ökologiebezogenen Zunahme an marktfähigen Redukten wird damit die Vermeidungswirkung der Reduktion zur Kernkompetenz eines Reduktionssystems. Reduzenten als Akteure im großen Getriebe Kreislaufwirtschaft können hierbei u. a. innovative Konzepte liefern. Inwieweit sich im Zuge dessen die existierenden Reduzentenstrukturen dem entworfenen Aufgabenspektrum von vereinzelt wahrgenommenen Kollektionsleistungen hin zur Koordination der Rückstandsvermeidung, der Sammlung, Behandlung, Aufbereitung und Aufarbeitung sowie Beseitigung von Reduzenden sowie Rückführung von Redukten über die Entwicklung technologisch notwendiger Lösungskonzepte bis hin zur Reduktion zunehmender Gefährdungspotentiale durch Rückstände und Reduzenden angenähert hat, wurde im Kapitel III erörtert. Maßgebend hierbei ist die Gesetzgebung, die durch ihre Einflußnahme seit jeher einen Verantwortungsträger bei der Entwicklung der Reduktionswirtschaft stellt. Den derzeit größten Stellenwert wird innerhalb der Branche der Umsetzung der Vorgaben der TA-Si sowie der Ablagerungsverordnung, der Zukunft des Dualen Systems sowie der gerade verabschiedeten Gewerbeabfall-Verordnung eingeräumt. Gemeinsam zeigen diese gesetzlichen Modifikationen einen Trend zur erhöhten Material- und Stoffdifferenzierung und damit zur zunehmenden Vielfalt an stofflichen sowie energetischen Reduktionswegen auf. In der Konsequenz könnte der Einsatz herkömmlicher Inputfaktoren in industrieökonomische Prozesse zunehmend durch Redukten substituiert werden. Für die Reduzenten verlagerte sich damit sukzessive das primäre Sachziel auf die Hervorbringung von Redukten, so daß

sich auch mit der Artenvielfalt an Redukten der marktbezogene Gestaltungsspielraum erweitern könnte. Inwieweit eine solche Substitution sowie die Technologiegestaltung auch ökologischen Anforderungen Genüge leisten, wird erst eine ganzheitliche Betrachtung eröffnen. Trotz der Priorisierung von Vermeidungs- und Recyclingstrategien werden Deponierungsprozesse unverzichtbare Bestandteile der Reduktionswirtschaft bleiben. Die Deponierungsleistungen lassen sich in der Lagerung von Reduzenden zusammenfassen. Handelt es sich um eine Zwischenlagerung, werden die befristet deponierten Reduzenden einer Verwertung zugeführt. Hier ist vorauszusetzen, daß die Reduzenden sortenrein und getrennt mit guten Möglichkeiten der Wiederverwertung gelagert werden. Eine solche Zwischenlagerung ist dann sinnvoll, wenn entsprechende Recyclingtechnologien zu erwarten sind. Im Falle einer Endlagerung sind diese sowie die Redukate ab 2005 reaktionsfrei zu gestalten. Auch hier sind technologische Entscheidungen zu treffen, die eine Anbindung des industrieökonomischen an das ökologische System im Sinne des Quartärkreislaufs unterstützt. Ein zunehmendes Spektrum an Reduzenden fordert technologische Lösungen, die bestehende Technologien im Hinblick auf Systemverknüpfungen ergänzen oder ersetzen. Dennoch darf im Zuge dieses Wandels die wirtschaftliche und technische Durchführbarkeit nicht der im KrW-/AbfG verankerten Umweltverträglichkeit übergeordnet werden. Gleichwohl in einer Kurzfristbetrachtung eine Prozeßgestaltung technisch unmöglich sowie wirtschaftlich unzumutbar erscheint, kann eine Langfristbetrachtung inklusive aller Folgewirkungen und volkswirtschaftlichen Kosten zu einem gegenteiligen Ergebnis gelangen. Alleine die Reaktionsgeschwindigkeit wie auch der Reaktionsverlauf ökologischer Systeme belegt hierfür die Notwendigkeit. Wie bereits die Abbildung II-8 zur Schadschöpfungskette andeutete, bewegt sich das Schadenspotential entlang einer Wertschöpfungskette in einer Größenordnung, die prozeßorientiertes Denken über die eigene Prozeßgestaltung hinaus erfordert. Um unter Zugrundelegung aufeinander abgestimmter produktiver, konsumtiver und reduktiver Funktionen die technologischen Strukturen in Zukunft optimieren zu können, ist ein Weg des Technologietransfers entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu beschreiben. Produkt- und Produktionsentwicklung sowie die Entwicklung geeigneter Reduktionstechnologien sollten parallel verlaufen. Gleichfalls stellen sich an die Reduktionstechnologien die Anforderungen, Kombinationen entlang der rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette zu ermöglichen, mit denen auf jeden Stoff- und Energiestrom kreativ und flexibel reagiert werden kann. Neben von außen gesetzten Anreizen wird das Reduktionssystem dann zum mitgestaltenden Faktor für das technologische Umfeld.

Damit deuten die Eckpunkte einer faktischen Reduktionswirtschaft zwar auf die hier skizzierte Vision hin, die einzelnen Prozesse, Strukturen und Strategien sind aber keineswegs aufeinander abgestimmt. Produktion, Konsumtion und Reduktion müssen wesentlich stärker in die eigentlichen Kernprozesse eingepaßt werden und inhaltlich wesentlich stärker als bisher an strategischen Zielen der Kreislaufwirtschaft orientiert werden. Ein Denken in Kreisläufen sollte alsdann nicht allein zu dem pauschalen Urteil führen, die Entsorgungswirtschaft in gleichem Maße wie die Versorgungswirtschaft industrieökonomisch zu organisieren. Vielmehr sind entlang der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungskette von der Gewinnung über die Stufen der Veredlung bis zum Ge- und Verbrauch und letztlich zur Verwendung, Verwertung oder Beseitigung die jeweiligen Input-, Prozeß- und Outputprogramme paßgenau aufeinander zu entwickeln. Nicht ein Hintereinanderschalten, sondern ein kontinuierliches Ineinandergreifen der Systeme, Prozesse und Prozeßschritte zeigt dann die Komplementarität von Produktion und Reduktion an. Zugleich muß das Verständnis von Recycling versus Entsorgung dem der Reduktion weichen. Reduktion faßt Entsorgung und Recycling als reduktive Aktivitäten mit werterhaltender bzw. -erneuernder Funktion zur Bedarfsdeckung Dritter auf. Das Mitdenken von Systemtransformation sowie -integration auf unterschiedlichen Systemebenen gilt es dabei als festen Bestandteil industrieökonomischer Entscheidungen zu etablieren. Solche Leitgedanken werden nur dann von einer ausschlaggebenden Zahl an Unternehmen ins Kalkül gezogen, wenn der strategische Erfolg offensichtlich ist.

B. GESTALTUNGSENTWURF: DAS REDUKTIONSSYSTEM ALS KOMPLEMENT ZUM PRODUKTIONSSYSTEM

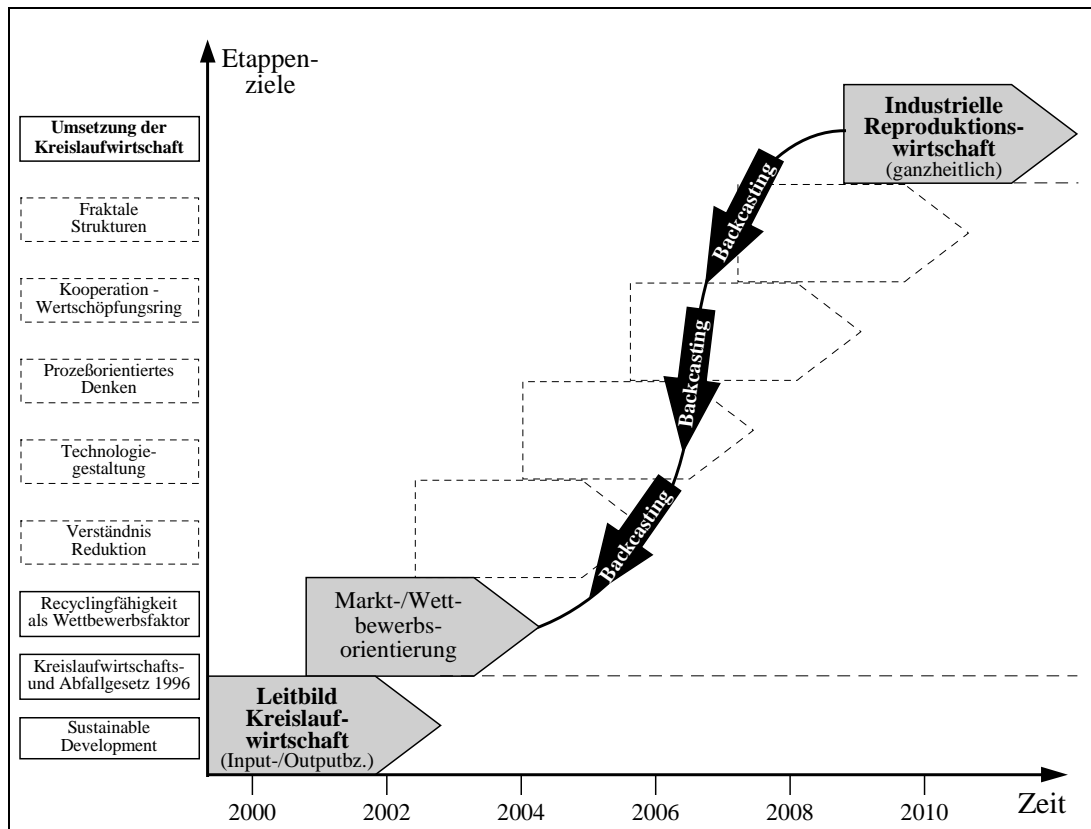
Die bisherigen Ausführungen konnten nachdrücklich aufzeigen, daß zweifelsohne erste Anhaltspunkte für die Gestaltung eines Reduktionssystems existieren, die allerdings bei weitem noch nicht so ausgereift sind, daß von einem Reduktionssystem im Sinne des hier vorgestellten Gestaltungsmodells gesprochen werden könnte. Die Entwicklungen der vergangenen zehn Jahre haben zwar maßgeblich den Weg in eine Kreislaufwirtschaft geebnet, mittlerweile aber einen Zustand erreicht, der sich eher durch eine Bestandswahrung statt durch eine Fortentwicklung auszeichnet. Ein sich wandelndes Zusammenspiel aus Ökologie-Push- und Ökologie-Pull-Faktoren erfordert hingegen neue Denk- bzw. Wirkungsansätze zur Umsetzung einer Reduktionswirtschaft. Dem Bild der industriellen Reproduktionswirtschaft folgend ist eine besondere strategische Lücke in der Komplementarität von Produktions- und Reduktionssystem auszumachen. Zumeist wird Reduktion als ein an das

Produktionssystem anknüpfender (Teil-)Prozeß verstanden und nicht als ein Prozeß, der *komplementär* zum Produktionssystem verläuft und damit selbst ein autonomes System bildet. Solange diese Komplementarität nicht vollzogen bzw. entworfen wird, wirkt die Bezeichnung Reduktion oder Reduktionssystem inhaltlos. Eine Verzahnung vorwärts- und rückwärtsgerichteter Wertschöpfungsketten führte hingegen zu einem kooperativen Wertschöpfungsring, der unter Berücksichtigung der jeweiligen Schadschöpfungspotentiale die Vorstufe für fraktale Strukturen liefern wird. Solche Schritte zur Erweiterung und Veränderung der Strukturen, die auf einer stärkeren Anbindung der Prozesse, Akteure und damit Systeme gründen, leiten unweigerlich eine prozeßorientierte Denkweise ab, die ebenso eine Technologiegestaltung implizierte. Ein neues Verständnis der Entsorgung und des Recyclings im Sinne der hier definierten Reduktion wäre die Konsequenz dessen. Diese strategische Grundrichtung bzw. die jeweils zugrundeliegenden strategischen Schritte in eine ökologieorientierte und marktbezogene Reduktionswirtschaft werden gebündelt in der Abbildung IV-1 wiedergegeben. Obschon diese einzelnen Schritte als Abfolge isoliert darstellbar sind, werden sie sich in der Umsetzung wechselseitig bedingen. Damit wird letztlich nicht eine Strategie, sondern ein Strategie-Portfolio abgeleitet.¹ Ein solches Strategie-Portfolio kann sich generell aus adaptiven Strategien, die destruktive oder defensiv-konstruktive Reaktionen vorziehen, aus innovativen Strategien, die sich auf eine (pro-)aktive Umsetzung mit umfassenden und tiefgreifenden strategischen Lösungsansätzen konzentrieren, sowie aus interaktiven Strategien, mittels derer koevolutiv auf die Umgebung eingegangen wird, zusammensetzen.² Die beiden letztgenannten Strategien stützen hier die Umsetzung der Vision einer Reproduktionswirtschaft.

¹ Vgl. Hamel/Prahalad (1994); S. 24 ff.

² Vgl. Matschke/Lemser (1992); S. 95 sowie Dyllick (1986); S. 376 f. u. ders. (1989); S. 258 ff.

Abb. IV-2: Strategische Schritte in eine ökologieorientierte und marktbezogene Reduktionswirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung.

Der Pfad von der Produktion über die Konsumtion bis zur Reduktion verläuft nicht linear, sondern stark verzweigt. Damit sind zwei Anknüpfungspunkte eines mehrstufigen Reduktionsprozesses an den vorausgehenden Produktionsprozeß nicht ausreichend, um ein markt- und ökologiebezogenes Kreislaufsystem zu entwickeln. Vielmehr wird nochmals die Notwendigkeit einer fraktalen, spiralförmigen Kreislaufstruktur, die durch eine Vielzahl von Akteuren, Prozessen und Systemen getragen wird, unterstrichen. Unter diesen Gesichtspunkten erhält die Komplementarität erst dann eine kreislaufgerichtete Bedeutung, wenn auch eine einfache Prozeßfolge um Querverbindungen erweitert wird. Ein solches Ineinandergreifen werterzeugender und -erhaltender Produktions- und Reduktionssysteme kann am Bild des Wertschöpfungsringes verdeutlicht werden. In der betriebswirtschaftlichen Forschung zeichnet sich mittlerweile ein starker Trend weg von der Gestaltung von Wertschöpfungsketten hin zu zirkulären Wertschöpfungsringen sowie Produktlebenszyklen ab.¹ An die Stelle der traditionellen unternehmerischen Funktionsbereiche Beschaffung, Produktion und Absatz tritt eine phasenorientierte Betrachtung von Produktlebenszyklen,

¹ Vgl. hierzu u. a. Meffert/Kirchgeorg (1993); S. 39; Kirchgeorg (1997a); Rutkowsky (1998); S. 55 ff.

entlang derer ein produzierendes und reduzierendes Unternehmen Produkt- und Reduktverantwortung hinsichtlich möglicher ökologiebezogener Auswirkungen sowie kreislaufgerichteter Gestaltungsoptionen trägt. Mit anderen Worten: Die Gesamtheit der Kreislaufprozesse wird für Produzenten und Reduzenten entscheidungsrelevant.

Das von PORTER entwickelte Wertkettenmodell¹ stellt ein Planungsinstrumentarium dar, mit dem einzelne Aktivitäten innerhalb eines Prozesses, prozeßübergreifend und über die Systemgrenzen hinaus abgebildet werden können. Neben einer Horizontalbetrachtung öffnet dieses Instrument zugleich den Blick für vertikal und lateral vernetzte Strukturen. Denn nach PORTER ist „jedes Unternehmen [...] eine Ansammlung von Tätigkeiten, durch die sein Produkt entworfen, hergestellt, vertrieben, ausgeliefert und unterstützt wird. All diese Tätigkeiten lassen sich in einer Wertkette darstellen“². Der Wert der hervorgebrachten Leistungen eines Unternehmens resultiert demnach zunächst aus der Summe der dazu notwendigen Tätigkeiten innerhalb des Unternehmens. In erster Linie wollen Unternehmen mit Hilfe der Wertketten bzw. deren Analyse Wettbewerbsvorteile schaffen oder Wettbewerbsnachteile beseitigen, indem die genannten Tätigkeiten so gestaltet werden, daß die zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhandenen Handlungsalternativen ausgeschöpft werden können. Hierzu legen Wertketten ein prozessuales Bild eines Unternehmens offen. Gleichfalls können auch die Tätigkeiten eines Reduzenten mittels einer Wertkette abgebildet werden, so daß das im Kapitel II dargestellte Prozeßmodell um weitere zu berücksichtigende Aktivitäten detailliert werden kann. Auf übergeordneter Ebene zeigt sich dann in der Prozeßbetrachtung ein Ineinandergreifen der vorwärts- und rückwärtsgerichteten Wertschöpfungsketten zu einem Wertschöpfungsring. Der Grundstein für den Wert einer Leistung wird dann nicht nur im Unternehmen selbst, sondern bereits in den vorhergehenden Unternehmen bzw. Prozessen gelegt. Die in ihre Bestandteile zerlegten Wertschöpfungsringe eröffnen dabei unweigerlich Anknüpfungspunkte zwischen den einzelnen Systemen, die den Angebots- und Nachfrageumfang an Reduktionsleistungen dokumentieren. Über die materiellen und immateriellen Verflechtungen entlang eines Wertschöpfungsringes wird entsprechend ein Bezug zu den relevanten Märkten und Marktprozessen hergestellt. Im Zuge dessen müssen darüber hinaus über laterale Verflechtungen die Beziehungen zu den öffentlich-rechtlichen Reduktionsträgern sowie generell zu gesellschaftlichen Anspruchs-

¹ Vgl. Porter (1986); S. 59 ff. Das Wertkettenmodell entspringt dem Market-based-Ansatz nach PORTER, demnach ein Unternehmen als Wertkette strategisch relevanter Tätigkeiten aufgefaßt wird. Nach PORTER können die primären Aktivitäten Beschaffung, Produktion, Absatz und Reduktion von sekundären Aktivitäten wie Forschung und Entwicklung, Controlling etc. unterschieden werden.

² Porter (1986); S. 63.

gruppen gezogen werden. Durch die Kenntnis der Beziehungen bzw. Schnittstellen der Systeme untereinander sowie durch eine intelligente Verknüpfung der einzelnen Wertschöpfungsringe können sodann strukturelle und technologische Gestaltungspotentiale für eine Kreislaufwirtschaft erschlossen werden.

Damit ist das strategische Konzept als Gesamtlösungspaket zu verstehen, das Prozeßverbindungen schafft, die in Richtung einer idealen Reduktions- und Kreislaufwirtschaft konvergieren. Die Trennung einzelner Phasen gemäß dem Wertkettenmodell ist dann aber nur noch rein gedanklicher Natur, da Phasen faktisch untrennbar miteinander verknüpft sind. Dem fraktalen Modell folgend sollte dort, wo u. a. produziert wird, die Reduktion vorausgedacht werden, wie auch gleichermaßen bei der Reduktion die anschließenden Prozesse vorausschauend ins Kalkül gezogen werden sollten. Die Aufspaltung von Unternehmen in Prozesse oder Phasen darf demnach nicht den Blick für Zusammenhänge, Beziehungen oder Kausalketten verschleiern. Das heißt, erst ein gemeinsames Wirken unterschiedlicher Systembausteine auf unterschiedlichen Systemebenen entfaltet ein schlüssiges Gesamtkonzept einer Kreislaufwirtschaft. Somit sind in die Kausalketten ebenso die ökologischen Prozesse einzubeziehen, so daß simultan zum Wertschöpfungsring ein Schadschöpfungsring zu berücksichtigen ist. Die betroffenen Unternehmen sehen sich dann vor der Aufgabe, die tradierten Planungsfelder um weitere, eng miteinander verzahnte zu ergänzen, denen zudem längere Planungshorizonte durch den Zyklus- und Ökologiebezug zugrunde liegen. Denn alle mit dem betrachteten Lebensweg in Verbindung stehenden materiellen und immateriellen Ströme sind nach Möglichkeit bereits im Vorfeld mit anderen Kreislaufprozessen zu verbinden. Die Divergenz zwischen Markt- und Ökologiebezug gilt es dann zu überwinden.

Zeitgleich werden die Prozesse auf den einzelnen Wertschöpfungsstufen immer komplexer und in der Regie eines einzelnen Unternehmens nicht weiter lenkbar. Statt Fragen der vertikalen Vorwärts- und Rückwärtsintegration werden sich Reduzenten auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren und Kooperationen anstreben. Denn der Zusammenschluß von Unternehmen zur Durchführung gemeinsamer Vorhaben dient auch zur stärkeren Konzentration auf die eigenen Kernkompetenzen. Mit SYDOW stellen Netzwerke *„eine auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende Organisationsform ökonomischer Aktivitäten dar, die sich durch [...] komplex-reziproke, eher kooperative denn kompetitive und relativ stabile Beziehungen zwischen rechtlich selbständigen, wirtschaftlich jedoch zumeist*

*abhängigen Unternehmungen auszeichnet*¹. Die einzelnen Teilnehmer eines Netzwerkes begrenzen ihre Wertschöpfungstiefe auf den Teil, der für den einzelnen Teilnehmer wettbewerbsstrategische Vorteile bringt. Die umfangreichen Anknüpfungspunkte von Produktion und Reduktion haben u. a. aufgezeigt, daß es in vielen Fällen nicht alleine in der Verantwortung eines Produzenten liegen kann, die Reduktion als Unternehmensfunktion in seinen Wertschöpfungsablauf zu integrieren. Die Logik immer größere Unternehmen, größere Effizienz durch Volumenvorteile und größere Effektivität durch Verstärkung der eigenen Fähigkeiten zu erreichen, wird damit auf ein funktionales Netzwerk übertragen, während die mit Größe zunehmende Komplexität wiederum durch das Prinzip von Integration und Autonomie entfrachtet wird. Dieser Gedanke überträgt sich im hier vorliegenden Modell auf ein Produzenten-Konsumenten-Reduzenten-Netzwerk, das durch den Zusammenschluß von Kernkompetenzen die Voraussetzungen für fraktale Strukturen auf dieser Systemebene schafft.

Eine Konzentration auf die jeweiligen Kernkompetenzen drückt eine Funktionenverteilung unter den relevanten Marktakteuren aus. Nach HAMEL/PRAHALAD bilden Kernkompetenzen „... *a bundle of skills and technologies rather than a single discrete skill or technology. ... A core competence represents the sum of learning across individual skill sets and individual organizational units. ... Core competencies are the skills that enable a firm to deliver a fundamental customer benefit.*“² Während sich autonome Systeme im Hinblick auf eine gemeinsame Zielsetzung in ein System bzw. Netzwerk integrieren, lenken sie zugleich den Fokus auf eindeutig definierte Kerngeschäftsfelder. Ein Reduzent positioniert sich somit im Netzwerk bzw. in den jeweiligen Wertschöpfungsringen durch strategisch gesetzte Kerngeschäftsfelder. Zwischen den produzierenden und reduzierenden Unternehmen können sich Funktionsbeschreibungen dergestalt etablieren, daß die Aufgaben der Reduktion ausschließlich in die Hände der Reduzenten gelegt werden. Reduzenten sind in diesem Sinne keine Generalisten, sondern werden sich auf eine Phase der rückwärtsgerichteten Wertschöpfungskette konzentrieren und ggf. über Kooperationen das gesamte Leistungsspektrum anbieten. Insofern kann der von DYCKHOFF in die Diskussion gebrachte Hauptzweck der Vernichtung als eine mögliche strategische Ausrichtung eines Reduzenten gewertet werden.³ Den Reduzenten als Teil der Kreislaufwirtschaft kann dabei die Aufgabe zukommen, einerseits als Dienstleister Reduzenden zu übernehmen, andererseits Redukte

¹ Sydow (1992); S. 79.

² Hamel/Prahalad (1994); S. 223 f.

³ Vgl. Dyckhoff (1993); S. 99 ff.; (1994); S. 10; (1995b); S. 220 ff.; (1996a); Sp. 1461 f. u. die Ausführungen in Kap. II.

hervorzubringen, die je nach Beschaffenheit sowohl industrieökonomischen als auch ökologischen Kreisläufen zugeführt werden können, sowie Teilprozesse der Kollektion und Induktion bereitzustellen. Gleichzeitig können Reduzenten als *Systemreduzenten* auftreten, die aufgrund ihres umfangreichen Know-hows in der Lage sind, ein Agentensystem zu schaffen, das zwischen den vielschichtigen Bedürfnissen der Marktakteure Prozeßverbindungen derart herstellt, daß sowohl Vermeidung als auch Recycling und Beseitigung ins Kalkül gezogen werden.¹ Ein solches System ist als flexible Verkettung standardisierter Teilprozesse modular aufzubauen, so daß unterschiedliche Technologien im Sinne markt- und ökologiebezogener Redukte kombinierbar sind. Durch eine solche Komplementaritätskompetenz bündelt u. a. ein Reduzent Kernkompetenzen mehrerer Marktakteure zu einer Kunden-Problemlösung.² Die Kernkompetenzen eines Reduzenten liegen dann nicht nur in dem prozessualen und technologischen Wissen, sondern auch in dem Wissen um politische Entwicklungen und den daraus resultierenden Ansprüchen.³

Während sich Produzenten im Zuge der Eigenreduktion auf den eigenen Faktorbedarf konzentrieren, betreiben Reduzenten die höchste Form der Wertschöpfung von Kreislaufprozessen, wenn unterschiedliche Reduzenten hinsichtlich einer maximalen Eingliederung produktions- bzw. produktfähiger Redukte, aber auch hinsichtlich einer Eingliederung in ökologische Kreisläufe bearbeitet werden. Vorausgehend sind Fragen zur

- technisch-konstruktiven Produktlebensdauer,
- marktlichen Produktgesamtlebensdauer bzw. Produktnutzungsdauer,
- Marktpositionierung der Produkte sowie
- Kundenakzeptanz und Marktchancen im Vergleich zu Substituten

zu beantworten. Damit legt sich auch auf dieser Systemebene der Gedanke einer fraktalen Funktionenverteilung nieder. Die Reduzenten haben damit einen veränderten Informationsbedarf, der durch die traditionellen Informationskanäle zwischen den Systemen nicht gedeckt werden kann. Der Erfolg eines Reduzenten und zugleich eines Produzenten in einer Kreislaufwirtschaft wird von der Qualität, Quantität und Intensität ihrer Beziehungen zum Umfeld bestimmt. Die Berücksichtigung statischer und dynamischer Informationen unterstützen dabei eine kontinuierliche Fortentwicklung technologischer und logistischer Lösungsalternativen, die wirtschaftlich attraktiv sind und zugleich Ökologiebezug und Ö-

¹ An anderer Stelle wird auch von einem Konfektionär gesprochen; vgl. Brühl-Saager (1997); S. 183 f.

² Vgl. Bellmann/Hippe (1996); S.71.

³ DYLLICK hat ein Lebenszyklusmodell entwickelt, das die Phasen der Entwicklung politischer Ansprüche strukturiert; vgl. Dyllick (1989); S. 241 ff.

kologieorientierung miteinander vereinen. Das heißt auch, daß die Entwicklungen von Produkten und Produktionstechnologien und damit Reduzenden sowie von Reduktionstechnologien und damit Redukten komplementär verlaufen sollten. Die Partner sind zugleich gegenseitige Impulsgeber für technologische, organisatorische, ökonomische und ökologieorientierte Innovationen. Informations-, Wissens- und Innovationsnetzwerke entlang der Wertschöpfungsringe unterstützen die Implementierung ökologiebezogener Stoff- und Energieströme.¹ Die Verbindung von Kooperation und Kernkompetenz bildet sich dann als eine Form der Organisation von Dialogen aus, dernach Leistungen in den Um- systemen eines Systems mobilisiert und in den Wissensfluß des Systems internalisiert und rückkoppelnd externalisiert werden können.²

Eingangs wurde die Behauptung aufgestellt, daß eine ökologieorientierte und zugleich marktbezogene Reduktionswirtschaft strategische Weichenstellungen in ökologischer und ökonomischer Hinsicht erwarten läßt. Bislang konnten bei weitem nicht alle Reduktionsleistungen als Wettbewerbsvorteil bzw. Wettbewerbsfaktor am Markt positioniert werden. Vor diesem Hintergrund kommt den Reduzenten die Aufgabe zu, unter Beachtung aller relevanten Anspruchsgruppen und Marktstrukturen selbstverantwortlich eine kritische Menge an Nachfragern bzw. Bedürfnissen für ihre Leistungen zu schaffen und zu festigen, um aktiv an der Bildung von Märkten mitzuwirken. Die strategische Herausforderung liegt damit in neuen Geschäftsfeldern, die bislang nicht operativ bearbeitet wurden. Desto größer dann ein outputseitiges Marktpotential ausfällt, um so eher kann die Wirtschaftlichkeit der dahinter stehenden Technologien demonstriert werden. Die Ausrichtung kann dann sowohl horizontal, vertikal und lateral als auch in einem Nischengeschäftsfeld für den einzelnen Reduzenten erfolgen. Auf den Märkten könnten dann originäre und derivative Reduktionsdienstleistungen um Reduktionssachleistungen angereichert werden. Im Idealfall kombinieren die jeweiligen, primär an der Input- oder Outputseite ausgerichteten Leistungen zwei Erlössituationen. Langfristig sollte dem industrieökonomischen Kreislaufgedanken folgend den Erlösen aus der Reduktvermarktung der höhere Stellenwert zukommen, um wettbewerbsverzerrenden Strukturen vorzubeugen. Die Inhomogenität der Reduzenden sowie die Unsicherheit über die zukünftigen Kosten und Erlöse entlang des Kreislaufzyklus stellen dabei nach wie vor entscheidungsrelevante Planungsparameter dar. Die mit den Anforderungsprofilen der Redukte korrespondierenden Eigenschaftsprofile der Reduzenden

¹ Vgl. Malinsky (1999); S. 195.

² Vgl. Krück (1998); S. 306.

werden vor diesem Hintergrund eine aktive Mitgestaltung untermauern. Mit zunehmender Diskrepanz zwischen diesen beiden Profilen erhöht sich die Reduktionstiefe, vorausgesetzt die technologischen und ökonomischen Parameter halten einer Bewertung stand. Die Wettbewerbsvorteile eröffnen sich dann aus den Leistungseigenschaften gegenüber den Mitbewerbern, aber auch gegenüber den eigentlichen Kunden, die eine Eigenreduktion zunächst ins Kalkül ziehen. Die reine Auflagenbefolgung der vergangenen Jahre muß demnach durch eine eigenständige Chancensuche und damit Maßnahmenwahl abgelöst werden.

Diesen Anforderungen kann nur Folge geleistet werden, wenn parallel zum wertschöpfenden Reduktionsprozeß ein Managementprozeß verläuft, der den Wertschöpfungsprozeß planmäßig hinsichtlich seiner Gestaltung sowie der Umfeldbeziehungen bestimmt. Management, in der Input- und Outputtypologie bisher nur als 'Dispositiver Faktor' benannt, ist für die Funktionsfähigkeit eines Kreislaufsystems und die Wettbewerbsfähigkeit eines Reduktionssystem maßgeblicher Impetus. Denn die Einführung reduktiver Aktivitäten an ausgesuchten Systempunkten wird keineswegs eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft etablieren. Vielmehr sind ökologische sowie kreislaufstrategische Fragestellungen eine der zentralen Managementherausforderungen jedes Unternehmen. Bereits GUTENBERG äußerte hierzu: *„Die vielen heterogenen Arbeitspotentiale und maschinellen Apparaturen, deren sich ein Unternehmen bedienen muß, wenn es die ihm gestellten Aufgaben erfüllen soll, fügen sich nicht von selbst zu einer funktionsfähigen Einheit zusammen. Es bedarf vielmehr bewußter menschlicher Willensakte, damit ein Unternehmen entsteht und in der Welt fast unberechenbarer Möglichkeiten wirtschaftlicher und technischer Entwicklungen besteht“*¹. Werden im Kontext dieser Arbeit die bewußten menschlichen Willensakte als Gestaltungsprozesse verstanden, wirken diese nach GUTENBERG in erster Linie nach innen zur Entstehung und zum Bestehen eines Reduktionssystem. Demnach sind die Subsysteme eines Reduktionssystem so aufeinander abzustimmen, daß insgesamt gesehen die Evolution des Reduktionssystem gewährleistet ist.² Der Einfluß der Umssysteme zeigt indirekt aber auch die von außen auf das Reduktionssystem sowie in umgekehrter Blickrichtung wirkenden Gestaltungsprozesse auf. Im Hinblick auf eine Kreislaufwirtschaft sind bestehende Managementmodelle auf informationelle, stoffliche sowie energetische Eckpunkte hin zu überprüfen. Die Bewältigung von Schnittstellen- und Koordinationsproblemen systemübergreifender Fragestellungen im Rahmen der Netzwerkstrukturen nehmen hierbei einen hohen Stel-

¹ Gutenberg (1983); S. 67.

² Systemrelationen bezog GUTENBERG allein auf das System Unternehmen. Vgl. Gutenberg (1983); S. 155.

lenwert ein. Neben einem neuen Selbstverständnis stellen sich strategisch hieran die Fragen an, wie Erfolgspotentiale eines Reduktionssystems zu entwickeln, zu pflegen und zu sichern sind. Kriterien wie Flexibilität, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Kundenorientierung und Innovationsfähigkeit werden die Wettbewerbsfähigkeit auf- und auszubauen.¹

Das entwickelte Reduktionssystem unterstützt im Rahmen bestehender Prämissen die Verwirklichung des Nachhaltigkeitsgedankens. Der Anwendungserfolg setzt allerdings voraus, daß alle Marktpartner kooperativ auf die Stoff- und Energiestrom- sowie Informationslenkung und -gestaltung einwirken. Die Reduzenten können in diesem kooperativen Zusammenspiel die reduktiven Steuerungs- und Regelungsmechanismen entlang eines Wertschöpfungsringes entwerfen und deren Gestaltung koordinieren. Dieser Stellenwert der Reduzenten in ihrer Servicefunktion wird sich kontinuierlich erhöhen, wenn das bestehende staatliche Regulierungsgefüge fortlaufend einer effizienten Gestaltung statt einer Ausdehnung unterzogen wird. Falls hier ein Umsteuerungsprozeß gemäß der aktuell geführten Deregulierungsdiskussion eintreten sollte, müssen ebenso die Dienst- und Sachleistungskonzepte der Reduktionswirtschaft einer Modifikation unterzogen werden. Generell müssen mit der Abkehr von der traditionellen Systemlogik althergebrachte Positionen wie die öffentlich-rechtliche Daseinsvorsorge, das Drängen der Energieversorger auf Reduktionsmärkte, die Produzenteninteressen sowie auch die Konsumentenmentalität kontinuierlich überprüft, hinterfragt und bisweilen mit strategischen Gestaltungsentwürfen konfrontiert werden. Ob der hier geöffnete strategische Horizont auch einer strategischen Überprüfung standhielte, wird erst die Praxisanwendung entscheiden. Gleichfalls wird aufgrund dieser damit nicht vollends absehbaren Entwicklung der Reduktionswirtschaft sowie der Umweltpolitik und -gesetzgebung auch auf diesem Wissenschaftsgebiet zukünftig ein immenser Forschungsbedarf bestehen.

Ökologiebezogene Fragestellungen sind mittlerweile zentraler Bestandteil der betriebswirtschaftlichen Theorie geworden.² Diese Entwicklung umfaßt aber nicht gleichzeitig eine vollständige Bearbeitung aller umweltrelevanten Forschungs- und Implementierungsfelder. Vielmehr wurde das Gebiet des Umweltmanagements eingehend in Theorie und Praxis

¹ Vgl. Bea/Göbel (1999); S. 385 ff. Die an einen Reduzenten zu stellenden Qualitätsanforderungen werden u. a. im KrW-/AbfG determiniert. Als ein Qualitätsausweis mit Außenwirkung kann die Zertifizierung als Entsorgungsfachbetrieb angesehen werden. Entsorgungsfachbetrieb kann grds. jedes Unternehmen oder jeder organisatorisch selbständige Teil eines Unternehmens werden, der „... gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmen oder öffentlicher Einrichtungen Abfälle einsammelt, befördert, lagert, behandelt, verwertet oder beseitigt“ (§ 2 I 1 EfbV). Zertifiziert werden können Verwertungs- u. Beseitigungsverfahren, aber auch ganze Standorte. Vgl. Schink (1996a); S. 508. Die damit seitens der Reduzenten verfolgten Ziele nennen Hahn et al. (1999); S. 31 f.

² Hierzu aktuell Liesegang (2002).

erörtert, wohingegen auf dem Gebiet der Reduktionswirtschaft noch grundlegende Fragen unbeantwortet blieben. Mittlerweile kann der Forschungsdrang auch als Verhalten bezeichnet werden - die Euphorie Anfang der 90er Jahre flacht spürbar ab. SEIDEL konnte in einer Untersuchung belegen, daß im 19. Jhd. der Übergang zu einer sozialen Marktwirtschaft mit einer Fülle an Ressentiments begegnet wurde, sie dennoch als überlebensnotwendige Aufgabe letztlich gelöst werden konnte.¹ Vergleichbar sind sowohl die scheinbare Unlösbarkeit als auch die überlebensnotwendige Lösung ökologischer Fragestellungen in Marktwirtschaften gegenwärtiger Prägung anzusehen. Deswegen sollte diese Arbeit eine wirtschaftswissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem noch offenen Themenkomplex einer Reduktionswirtschaft bewirken, um diese Disziplin in das Wirtschaftssystem integrieren zu können. Die Basis hierzu bildet die kritische Durchleuchtung der existierenden Theorie der Reduktionswirtschaft hin zu einer anwendungsorientierten Wissenschaft eines Reduktionsmanagements. Ein solcher Wissenschaftsbaustein soll als Informationsgrundlage dafür dienen, Informations- und Wissensdefizite vor der Umsetzung ökologisch und ökonomisch wirksamer Gestaltungsoptionen zu eliminieren. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachrichtungen bleibt damit weiterhin Bestandteil bei der Fortentwicklung der Kreislauf- und Reduktionswirtschaft. Schlußendlich werden diese Ausführungen allerdings noch keine Reduktionswirtschaftslehre konstituieren, sondern lediglich einen Baustein bilden, der einen Beitrag zur Vollendung des Theoriegebäudes beibringen möchte. Ein solches Theoriegebäude erfordert einerseits ein fest verankertes Fundament, andererseits erbringt der stete theoretische und praktische Gedankenaustausch mit anderen Wissenschaftsbereichen eine Beweglichkeit, die einen nicht unerheblichen Forschungsbedarf eröffnet. Denn mit POPPER ist jeder wissenschaftliche Satz vorläufig, d. h. es gibt kein absolut gesichertes Wissen, aber dennoch Erkenntnisfortschritt. „*What we should do, I suggest, is to give up the idea of ultimate sources of knowledge, and admit that all knowledge is human; that it is mixed with our errors, our prejudices, our dreams, and our hopes; that all we can do is to grope for truth even though it be beyond our reach.*“² Entsprechend bildet diese Arbeit den Ausgangspunkt für verschiedene wissenschaftliche und praktische Richtungen, die wiederum eine neue Blickrichtung für die relativ junge Disziplin der umweltorientierten Betriebswirtschaftslehre anstoßen soll.

¹ Vgl. Seidel (1992); S. 95 ff.

² Popper (1965); S. 29 f.

- ACHLEITNER, PAUL** (1985): Sozio-politische Strategien multinationaler Unternehmungen; Diss. an der Univ. St. Gallen; Bern; 1985
- ACKERMANN, CHRISTIAN** (1996): Recycling von Kunststoffen: eine ökonomische und ökologische Betrachtung des Recyclings von Kunststoffabfällen aus langlebigen Gebrauchsgütern der Branchen Automobil- und Elektroindustrie; Diss. an der Univ. Siegen; Berlin; 1996
- ACKOFF, RUSSEL L.** (1977): Systeme, Organisation und interdisziplinäre Forschung; Auszug aus Ackoff, Russel, L. (1961): Systems: Research and Design; Proceedings of The First Systems Symposium at Case Institute of Technology; hrsg. v. Eckman, Donald, P.; New York; 1961; S. 26-42; in: Witte/Thimm (Hrsg., 1977); S. 274-289
- ADAM, DIETRICH** (Hrsg., 1993): Umweltmanagement in der Produktion; in: SzU; Bd. 48; Wiesbaden; 1993
- ADAM, DIETRICH** (1993): Ökologische Anforderungen an die Produktion; in: Adam (Hrsg., 1993); S. 5-31
- ALTNER, GÜNTER; METTLER-VON MEIBOM, BARBARA; SIMONIS, UDO E.; WEIZSÄCKER, ERNST ULRICH VON** (Hrsg., 1994): Jahrbuch Ökologie 1995; München; 1994
- ALTNER, GÜNTER; METTLER-VON MEIBOM, BARBARA; SIMONIS, UDO E.; WEIZSÄCKER, ERNST ULRICH VON** (Hrsg., 1998): Jahrbuch Ökologie 1999; München; 1998
- ANDERBERG, STEFAN** (1998): Industrial Metabolism and the Linkages between Economics, Ethics and the Environment; in: Ecological Economics; Vol. 24; 1998; S. 311-320
- APPEL, HOLGER** (1999): Späte Strafe für guten Rostschutz beim Streit um die Entsorgung alter Autos; in: FAZ; Nr. 153 v. 06.07.99; S. 3
- ARGE-ALTAUTO** (2000): Freiwillige Selbstverpflichtung zur umweltgerechten Altautoverwertung (Pkw) im Rahmen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes, in: <http://www.arge-altauto.de/fsv.htm>; Stand: 02.05.2000
- AYRES, ROBERT U.** (1989): Industrial Metabolism; in: Ayres et al. (Ed., 1989); S. 1-15
- AYRES, ROBERT U.** (1992): Industrial Metabolism. Theory and Policy; in: Discussionpaper des WZB; Nr. FS II 92-406; Berlin; 1992; auch erschienen in: Ayres/Simonis (Ed., 1994); S. 3-20
- AYRES, ROBERT U.; AYRES, LESLIE W.** (1996): Industrial Ecology: Towards Closing the Materials Cycle; Brussels/Luxembourg; 1996
- AYRES, ROBERT U.; NORBERG-BOHM, VICKY; PRINCE, JACKIE; STIGLIANI, WILLIAM M.; YANOWITZ, JANET** (Ed., 1989): Industrial Metabolism, the Environment, and Application of Materials-Balance Principles for Selected Chemicals; in: Research Report RR-89-11 of IIASA; Laxenburg/Austria; 1989
- AYRES, ROBERT U.; SIMONIS, UDO ERNST** (1993a): Industrieller Metabolismus: Konzept und Konsequenzen mit umfassender Bibliographie; in: Discussion-paper des WZB; Nr. FS II 93-407; Berlin; 1993
- AYRES, ROBERT U.; SIMONIS, UDO ERNST** (1993b): Industrieller Metabolismus - Konzept und Konsequenzen; in: ZAU; 6. Jg.; H. 2; 1993; S. 235-244
- AYRES, ROBERT U.; SIMONIS, UDO ERNST** (Ed., 1994): Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development; Tokyo/New York/Paris; 1994

- AYRES, ROBERT U.; SIMONIS, UDO ERNST** (1999): Organismus Industriesystem. Das Leitbild des industriellen Metabolismus; in: Politische Ökologie; 17. Jg.; H. 62; 1999; S. 43-45
- BAAKE, RAINER** (2000): Zukünftige Siedlungsabfallentsorgung in Deutschland; Rede von Herrn Staatssekretär Rainer Baake anlässlich der Mitgliederversammlung der Vereinigung der kommunalen Entsorgungswirtschaft im VKU, in Berlin am 10.02.2000; in: http://195.8.231.181/reden/rede_baake000210.htm; Stand: 23.05.2000
- BACCINI, PETER; BADER, HANS-PETER** (1996): Regionaler Stoffhaushalt: Erfassung, Bewertung und Steuerung; Heidelberg/Berlin/Oxford; 1996
- BACCINI, PETER; BRUNNER, PAUL H.** (1991): Metabolism of the Anthroposphere; Berlin/Heidelberg; 1991
- BAEHR, HANS DIETER** (1992): Thermodynamik: eine Einführung in die Grundlagen und ihre technischen Anwendungen; 8. Aufl.; Berlin u. a.; 1992
- BÄHRMANN, RUDOLF** (1993a): Energiefluß; in: Kuttler (Hrsg., 1993); S. 104-111
- BÄHRMANN, RUDOLF** (1993b): Ökologischer Wirkungsgrad; in: Kuttler (Hrsg., 1993); S. 274-281
- BARBIER, EDWARD B.** (1987): The Concept of Sustainable Economic Development; in: Environmental Conservation; Vol. 14; No. 2; 1987; S. 101-110
- BARTEL, RAINER** (1994): Allgemeine Grundlagen der Umweltpolitik; in: Bartel/Hackl (Hrsg., 1994); S. 3-32
- BARTEL, RAINER; HACKL, FRANZ** (Hrsg., 1994): Einführung in die Umweltpolitik; München; 1994
- BARTMANN, HERMANN** (1996): Umweltökonomie - ökologische Ökonomie; unter Mitarbeit von Geldsetzer, Antje; Stuttgart/Berlin/Köln; 1996
- BAUM, HEINZ-GEORG** (2000): Privatisierung versus Kommunalisierung - Argumentationspapier widerstreitender Interessen -; in: Thomé-Kozmiensky (Hrsg., 2000); S. 381-388
- BAUM, HEINZ-GEORG; CANTNER, JOCHEN** (1999): Preisverwerfungen im Entsorgungssektor - Ursachen, Wirkungen und Lösungsmöglichkeiten; in: zfbf; 51. Jg.; H. 1; 1999; S. 80-97
- BAUM, HEINZ-GEORG; WAGNER, JÜRGEN M.** (2000): Privatisierung versus Kommunalisierung der Abfallwirtschaft. Nur ein Nebeneinander von Shareholder- und Citizen-Value-Konzept verspricht langfristig Perspektiven! 1. Teil; in: Müll und Abfall; 32. Jg.; H. 6; 2000; S. 330-344
- BAUMANN, SABINE; SCHIWEK, HELGA** (1996): Zur begrifflichen Erfassung und Behandlung umweltschutzorientierter Aspekte in der Betriebswirtschaftslehre; in: ZfB-Ergänzungsheft; H. 2; 1996; S. 3-21
- BAUMGARTEN, HELMUT; IVISIC, ROBERT-ALOJZIJE** (2000): Struktur und Potenziale des Absatzmarktes für Demontageprodukte der Weißen Ware. Ansätze zur Entwicklung kundenorientierter Marketing- und Logistikstrategien; in: uwf; 8. Jg.; H. 2; 2000; S. 63-67

- BDE** (1997a): **ENTSORGA Köln 1998: Recycling von Altfahrzeugen - Demontieren statt shreddern**; Pressemitteilung 05.1997;
in: http://www.bde.org/presse/text.cfm?Nummer=KM_12; Stand: 26.04.2000
- BDE** (1997b): **30 thermische Anlagen bis 2005 erforderlich. BDE und FDBR prognostizieren „Behandlungslücke“ von rund 8 Millionen Tonnen Abfall**; Pressemitteilung 30.04.1997;
in: <http://www.bde.org/presse/text.cfm?Nummer=12>; Stand: 19.05.2000
- BDE** (1998): **Entsorgung´98; Taschenbuch der Entsorgungswirtschaft**; Bonn; 1998
- BDE** (1999): **Entsorgung´99; Taschenbuch der Entsorgungswirtschaft**; Bonn; 1999
- BDE** (2000): **Entsorgung´00; Taschenbuch der Entsorgungswirtschaft**; Bonn; 2000
- BDE** (2001): **Entsorgung´01; Taschenbuch der Entsorgungswirtschaft**; Bonn; 2001
- BDI** (Hrsg., 1992): **Freiwillige Kooperationslösungen im Umweltschutz; Ergebnisse eines Gutachtens und Workshops; BDI-Drucksache; Nr. 249; Köln; 1992**
- BDSV** (1999): **EU-Altforderrichtlinie ist mittelstandsfeindlich**; Pressemitteilungen v. 12.08.99; in: <http://www.bdsv-stahlrecycling.de/pressber/pr990812.htm>; Stand: 24.07.2000
- BDSV** (2000): **Aufgaben der Branche**; in: <http://www.bdsv-stahlrecycling.de/braaufg.htm>; Stand: 24.07.2000
- BEA, FRANZ XAVER; DICHTL, ERWIN; SCHWEITZER, MARCELL** (Hrsg., 1997): **Allgemeine Betriebswirtschaftslehre; Bd. 1: Grundfragen; 7. Aufl.; Stuttgart/Jena; 1997**
- BEA, FRANZ XAVER; GÖBEL, ELISABETH** (1999): **Organisation: Theorie und Gestaltung**; Stuttgart; 1999
- BEA, FRANZ XAVER; HAAS, JÜRGEN** (1997): **Strategisches Management; 2. Aufl.; Stuttgart; 1997**
- BECK, MICHAEL** (Hrsg., 1996): **Umweltrecht für Nichtjuristen; 2. Aufl.; Würzburg; 1996**
- BECKENBACH, FRANK; DIEFENBACHER, HANS** (1994): **Zwischen Entropie und Selbstorganisation: Perspektiven einer ökologischen Ökonomie**; Marburg; 1994
- BECKER, EGON** (1998): **Gestörte Natur - Anmerkungen zur integrativen Umweltforschung aus sozial-ökologischer Sicht**; in: *Daschkeit/Schröder* (Hrsg., 1998); S. 31-50
- BECKER, MANFRED; KLOCK, JOSEF; SCHMIDT, REINHART; WÄSCHER, GERHARD** (Hrsg., 1998): **Unternehmen im Umbruch und Wandel: Transformation, Evolution und Neugestaltung privater und öffentlicher Institutionen**; Tagungsband der 59. Wissenschaftlichen Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V. in Halle (Saale) vom 20. Mai bis 24. Mai 1997; Stuttgart; 1998
- BEER, STAFFORD** (1966): **Decision and Control. The Meaning of Operational Research and Management Cybernetics**; London a. o.; 1966
- BEER, STAFFORD** (1973): **Kybernetische Führungslehre**; Originalaufl. v. 1972: **The Brain of the Firm. The Managerial Cybernetics of Organization**; Frankfurt a. M./New York; 1973
- BEGON, MICHAEL E.; HARPER, JOHN L.; TOWNSEND, COLIN R.** (1998): **Ökologie**; hrsg. v. Sauer, Klaus Peter; aus dem Engl. v. Held, Andreas et al.; 3. Originalaufl.: **Ecology**; Berlin/Heidelberg; 1998

- BEHRENS, FRANK; MAYDELL, OLAF VON** (1998): Analyse der Kostenstruktur der kommunalen Abfallentsorgung; in: UBA-Texte 32/98; Berlin; 1998
- BEHRENS, GEROLD** (1993): Wissenschaftstheorie und Betriebswirtschaftslehre; in: Wittmann et al. (Hrsg., 1993); Sp. 4763-4772
- BELLMANN, KLAUS** (1996): Ökologieorientierte Potential- und Prozeßgestaltung; in: Kern/Schröder/Weber (Hrsg., 1996); Sp. 1313-1325
- BELLMANN, KLAUS** (Hrsg., 1999): Betriebliches Umweltmanagement in Deutschland: eine Positionsbestimmung aus Sicht von Politik, Wissenschaft und Praxis; Vortragsband zur Herbsttagung der „Wissenschaftlichen Kommission Umweltwirtschaft“ im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V., Johannes-Gutenberg-Univ. Mainz; 12.-14. November 1998; Wiesbaden; 1999
- BELLMANN, KLAUS; HIPPE, ALAN** (Hrsg., 1996): Management von Unternehmensnetzwerken: interorganisationale Konzepte und praktische Umsetzung; Wiesbaden; 1996
- BELLMANN, KLAUS; HIPPE, ALAN** (1996): Kernthesen zur Konfiguration von Produktionsnetzwerken; in: Bellmann/Hippe (Hrsg., 1996); S.55-86
- BERGER, ULRIKE; BENRHARD-MEHLICH, ISOLDE** (1995): Die Verhaltenswissenschaftliche Entscheidungstheorie; in: Kieser (Hrsg., 1995); S. 123-153
- BERNDT, RALPH; FANTAPIÉ ALTOBELLI, CLAUDIA; SCHUSTER, PETER** (Hrsg., 1998): Springers Handbuch der Betriebswirtschaftslehre; Bd. 2; Berlin u. a.; 1998
- BERTALANFFY, LUDWIG VON** (1972): Zu einer allgemeinen Systemtheorie; in: Bleicher (Hrsg., 1972); S. 31-45; auch erschienen in: Grochla (Hrsg., 1976); S. 542-553; erstmals erschienen in *Biologia Generalis* 1/1949; S. 114-129
- BEUDT, JÜRGEN; GESSENICH, STEFAN** (Hrsg., 1998): Die Altauto-Verordnung: Branchenwandel durch neue Marktstrukturen - Chancen und Grenzen für die Abfallwirtschaft; Berlin u. a.; 1998
- BEUERMANN, GÜNTER; HALFMANN, MARION** (1998): Zwischenbetriebliche Entsorgungskooperationen aus transaktionskostentheoretischer Sicht; in: *uwf*; 6. Jg.; H. 1; 1998; S. 72-77
- BICK, HARTMUT** (1998): Grundzüge der Ökologie; 3. Aufl.; Stuttgart u. a.; 1998
- BIERFELDER, WILHELM; HOECKER, KARL-HEINZ** (Hrsg., 1980): Systemforschung und Neuerungsmanagement; Internationales Symposium aus Anlaß der 150-Jahr-Feier der Univ. Stuttgart in Verbindung mit der IBM Deutschland GmbH; München/Wien; 1980
- BILITEWSKI, BERND; HÄRDTLE, GEORG; MAREK, KLAUS** (2000): Abfallwirtschaft: Handbuch für Praxis und Lehre; 3. Aufl.; Berlin u. a.; 2000
- BINSWANGER, HANS-CHRISTOPH** (1994): Perspektiven für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung; in: Voss (Hrsg., 1994); S. 58-71
- BINSWANGER, MATHIAS** (1992): Information und Entropie: ökologische Perspektiven des Übergangs zu einer Informationswirtschaft; Frankfurt a. M./New York; 1992
- BINSWANGER, MATHIAS** (1994): Das Entropiegesetz als Grundlage einer ökologischen Ökonomie; in: Beckenbach/Diefenbacher (Hrsg., 1994); S. 155-200

- BITZ, MICHAEL; DELLMANN, KLAUS; DOMSCH, MICHEL; EGNER, HENNING** (Hrsg., 1993): Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre; Bd. 1; 3. Aufl.; München; 1993
- BLEICHER, KNUT** (Hrsg., 1972): Organisation als System; Wiesbaden; 1972
- BLEICHER, KNUT** (1985): Betriebswirtschaftslehre als systemorientierte Wissenschaft vom Management; in: Probst/Siegwart (Hrsg., 1985); S. 65-91
- BLEICHER, KNUT** (1994): Betriebswirtschaftslehre - Disziplinäre Lehre vom Wirtschaften in und zwischen Betrieben oder interdisziplinäre Wissenschaft vom Management?; in: Wunderer (Hrsg., 1994); S. 91-119
- BLEICHER, KNUT** (1994b): Leitbilder: Orientierungsrahmen für eine integrative Managementphilosophie; 2. Aufl.; Stuttgart; 1994
- BLEIS, CHRISTIAN** (1995): Öko-Controlling. Betriebswirtschaftliche Analyse zur systematischen Berücksichtigung von ökologischen Aspekten durch Unternehmenscontrolling; Frankfurt a. M. u. a.; 1995
- BMU** (1986): Leitlinien Umweltvorsorge: Leitlinien der Bundesregierung zur Umweltvorsorge durch Vermeidung und stufenweise Verminderung von Schadstoffen; in: Umweltbrief; Nr. 33; vom 17. Dezember 1986; Bonn; 1986
- BMU** (Hrsg., 1998): Umweltgesetzbuch (UGB-KomE); Entwurf der Unabhängigen Sachverständigenkommission zum Umweltgesetzbuch beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Berlin; 1998
- BMU** (1999): Auszug aus der Pressemitteilung vom 20.08.1999; in: <http://www.bmu.de/aktuell/tasi.htm>; Stand: 26.04.2000
- BMU** (2000a): Altautos; in: <http://www.bmu.de/abfallw/altauto.htm>; Stand: 26.04.2000
- BMU** (2000b): BMU legt Verordnungsentwürfe für umweltverträgliche Siedlungsabfallentsorgung vor; in: <http://195.8.231.181/presse/BMU/pm334.htm>; Pressemitteilung Nr. 59/00; Stand: 23.05.2000
- BÖHM, EBERHARD; HIESSL, HARALD** (1997): Trends in der Umweltschutztechnologie; in: Steger (Hrsg., 1997); S. 111-136
- BÖNKER, THOMAS; ECKERTH, GREGOR; SCHMIDT, GERHARD** (1998): Innovative Recyclingfabrik mit Netzwerkstruktur zur Schaffung von Bauteilkreisläufen; in: ZAU; 11. Jg.; H. 2; 1998; S. 265-277
- BOGASCHEWSKY, RONALD** (1995): Natürliche Umwelt und Produktion: Interdependenzen und betriebliche Anpassungsstrategien; Habil.-Schr. an der Univ. Göttingen; Wiesbaden; 1995
- BONUS, HOLGER; OEHL, TILMAN-PETER** (1993): Die Stoffwirtschaft des Raumschiffs Erde. Ohne Wiederverwertung ersticken die Wohlstandsgesellschaften/Im Wirtschaftskreislauf dürfen nicht nur Geld und schöne Dinge zirkulieren; in: FAZ, Nr. 235 v. 09.10.1993; S. 13
- BOULDING, KENNETH E.** (1971): The Economics of the Coming Spaceship Earth; in: Jarrett (Ed., 1971); S. 3-14
- BOULDING, KENNETH E.** (1985): The World as a Total System, Beverly Hills, California; 1985

- BRECKLE, SIEGMAR-WALTER** (1993): Biosphäre; in: Kuttler (Hrsg., 1993); S. 75-81
- BRENCK, ANDREAS** (1992): Moderne umweltpolitische Konzepte: Sustainable Development und ökologisch-soziale Marktwirtschaft; in: ZfU; 15. Jg.; H. 4; 1992; S. 379-413
- BRENCK, ANDREAS** (1996): Das Kreiswirtschafts- und Abfallgesetz - Bewertung und marktwirtschaftliche Alternativen; in: Brenck et al. (Hrsg., 1996); S. 7-70
- BRENCK, ANDREAS; RUTKOWSKY, SVEN; ZIEGLER, MICHAEL; WEILAND, RAIMUND** (Hrsg., 1996): Entsorgungslogistik: Auswirkungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes auf logistische Entscheidungen; Göttingen; 1996
- BROCKMANN, KARL LUDWIG** (1998): Charakter und Kategorisierung „freiwilliger“ Selbstverpflichtungen im Umweltschutz; in: uwf; 6. Jg.; H. 4; 1998; S. 28-31
- BRONNER, ROLF** (1992): Komplexität; in: Frese (Hrsg., 1992); Sp. 1121-1130
- BRÜHL-SAAGER, MICHAEL** (1997): Entsorgungengineering, in: Schimmelpfeng/Gessenich (Hrsg., 1997); S. 173-185
- BRUNK, MICHAEL** (1998): Altauto-Verordnung und Zertifizierung; in: Umwelt (VDI); Bd. 28; Nr. 4; 1998; S. 16-20
- BÜLOW, IRMELA VON** (1989): Systemgrenzen im Management von Institutionen: der Beitrag der Weichen Systemmethodik zum Problembearbeiten; Heidelberg; 1989
- BÜNDER, HELMUT; FRIEDRICH, HAJO** (2000): „Wir müssen das Verursacherprinzip einführen“. Fragen an EU-Umweltkommissarin Margot Wallström; in: FAZ; Nr. 68 v. 21.03.2000; S. 31
- BÜNEMANN, AGNES; MENKE-GLÜCKERT, PETER; RACHUT, GUNDA** (1997): Der neue Kreislauf in der Wirtschaft: Praxishilfen zum Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz einschließlich seines untergesetzlichen Regelwerkes; Bonn; 1997
- BUND; MISEREOR** (Hrsg., 1996): Zukunftsfähiges Deutschland: ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung; Basel/Boston/Berlin; 1996
- BUSCH, BERTHOLD; VOSS, GERHARD** (2000): Deregulierung in der Entsorgungswirtschaft; in: Beiträge zur Wirtschafts- und Sozialpolitik; hrsg. v. Institut der deutschen Wirtschaft; Nr. 256; Köln; 2000
- BUSCH-LÜTY, CHRISTIANE; DÜRR, HANS-PETER** (1993): Ökonomie und Natur: Versuch einer Annäherung im interdisziplinären Dialog; in: König (Hrsg., 1993); S. 13-44
- BUSSE VON COLBE, WALTHER; LABMANN, GERT** (1991): Betriebswirtschaftstheorie: Grundlagen, Produktions- und Kostentheorie; Bd. 1; 5. Aufl.; Berlin u. a.; 1991
- BVSE** (2000a): Rethmann will an Interseroh eine Mehrheitsbeteiligung erwerben. Vorhaben beim Bundeskartellamt angemeldet/Wettbewerbshüter prüfen; in: <http://www.bvse.de/prm2.htm>; Stand: 19.05.2000; Quelle: EUWID - Europäischer Wirtschaftsdienst; 18.04.2000
- BVSE** (2000b): Katerstimmung in der Altpapierentsorgungswirtschaft; Pressemitteilung des bvse vom 22.12.2000
- BVSE** (2001): Jahresbilanz der deutschen Recyclingwirtschaft 2000 und Ausblick für 2001 (Langfassung); Pressemitteilung des bvse vom 09.01.2001

- BVSE-ENTSORGERGEMEINSCHAFT E. V.** (2000): Liste der zertifizierten Entsorgungsbetriebe; Bonn; Stand: 08.06.2000
- CANSIER, DIETER** (1996): Umweltökonomie; 2. Aufl.; Stuttgart; 1996
- CAPRA FRUITJOF** (1983): Wendezeit. Bausteine für ein neues Weltbild; Bern/München/Wien; 1983
- CHANDLER, A. D.** (1962): Strategy and Structure. Chapters in the History of Industrial Enterprise; Cambridge/London; 1962
- CHMIELEWICZ, KLAUS** (1994): Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft; 3. Aufl.; Stuttgart; 1994
- CHRISTENSEN, JØRGEN** (1998): Zwischenbetriebliches Stoffstrommanagement in der Praxis - die Industriesymbiose Kalundborg (Dänemark); in: Liesegang/Sterr/Würzner (Hrsg., 1998); S. 99-110
- CLEMENS, CORNELIA** (1999): Wege in die Kreislaufwirtschaft: Umsetzung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes; in: IW-Umwelt-Service-Themen; H. 1/99; Köln; 1999
- COASE, RONALD H.** (1960): The Problem of Social Cost, in: The Journal of Law and Economics; Vol. III; 1960; S. 1-44
- COENENBERG, ADOLF GERHARD; BAUM, HEINZ-GEORG; GÜNTHER, EDELTRAUD; WITTMANN, ROBERT** (1994): Unternehmenspolitik und Umweltschutz; in: ZfbF; 46. Jg.; H. 1; 1994; S. 81-100
- COENENBERG, ADOLF GERHARD; BAUM, HEINZ-GEORG; WAGNER, JÜRGEN M.** (1998): Einfluß der Rechtsformen auf die Abfallvermeidung; Berichtsband zum 6. Statusseminar von BayFORREST (1998 S. 9-19);
in: <http://www.bifa.de/oek/Projekt98.htm>; Stand: 13.09.2000
- CORSTEN, HANS** (1997): Dienstleistungsmanagement; 3. Aufl.; München/Wien; 1997
- CORSTEN, HANS; GÖTZELMANN, FRANK** (1992): Abfallvermeidung und Reststoffverwertung - eine produkt- und verfahrensorientierte Analyse; in: BfuP; 44. Jg.; 1992; S. 102-119
- CORSTEN, HANS; REIB, MICHAEL** (1991): Recycling in PPS-Systemen; in: DBW; 51. Jg.; H. 5; 1991; S. 615-627
- CORSTEN, HANS; REIB, MICHAEL** (Hrsg., 1994): Betriebswirtschaftslehre; München/Wien; 1994
- CORSTEN, HANS; RIEGER, HANNES** (1994): Das Entropiegesetz - Begriff und Anwendung aus betriebswirtschaftlicher Perspektive; in: WISU; 23. Jg.; H. 3; 1994; S. 218-227
- COSTANZA, ROBERT** (Ed., 1991): Ecological Economics: the Science and Management of Sustainability; New York/Oxford; 1991
- COSTANZA, ROBERT; CUMBERLAND, JOHN; DALY, HERMAN E.; GOODLAND, ROBERT; NORGAARD, RICHARD** (1997): An Introduction to Ecological Economics; Boca Raton/Florida; 1997

- COSTANZA, ROBERT; DALY, HERMAN E.; BARTHOLOMEW, JOY A.** (1991): Goals, Agenda and Policy Recommendations for Ecological Economics; in: Constanza (Ed., 1991); S. 1-20
- DACHLER, H. PETER** (1984): Grenzen der Erklärungskraft biologischer und organismischer Analogien im Lichte von grundsätzlichen, in den Sozialwissenschaften begründeten Eigenschaften von Humansystemen; in: Ulrich et al. (Hrsg., 1984); S. 190-225
- DAECKE, SIGURD MARTIN** (Hrsg., 1995): Ökonomie contra Ökologie?: Wirtschaftsethische Beiträge zu Umweltfragen; Stuttgart/Weimar; 1995
- DALY, HERMAN E.** (1977): Steady-State Economics; San Francisco; 1977
- DALY, HERMAN E.** (1987): The Economic Growth Debate: What some Economists have learned but many have not; in: Journal of Environmental Economics and Management; Vol. 14; 1987; S. 323-336
- DALY, HERMAN E.** (1990): Toward some Operational Principles of Sustainable Development; in: Ecological Economics; Vol. 2; 1990; S. 1-6
- DALY, HERMAN E.** (1994): Ökologische Ökonomie: Konzepte, Fragen, Folgerungen; in: Altner et al. (Hrsg., 1994); S. 147-160
- DALY, HERMAN E.** (1999): Wirtschaft jenseits von Wachstum: die Volkswirtschaftslehre nachhaltiger Entwicklung; aus dem Amerik. v. Blume, Tillmann; Mautner, Josef P.; Würz, Julia; Originalauf. v. 1996: Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development; Salzburg/München; 1999
- DASCHKEIT, ACHIM** (1998): Umweltforschung interdisziplinär - notwendig, aber unmöglich?; in: Daschkeit/Schröder (Hrsg., 1998); S. 51-73
- DASCHKEIT, ACHIM; SCHRÖDER, WINFRIED** (Hrsg., 1998): Umweltforschung quergedacht: Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre; Festschrift für Prof. Dr. Otto Fränze; Berlin/Heidelberg/New York; 1998
- DEPERT, WOLFGANG; THEOBALD, WERNER** (1998): Eine Wissenschaftstheorie der Interdisziplinarität. Zur Grundlegung integrativer Umweltforschung und -bewertung; in: Daschkeit/Schröder (Hrsg., 1998); S. 75-106
- DEUTSCHER BUNDESTAG** (1971): Umweltprogramm der Bundesregierung; vom 14. Oktober 1971; 6. Wahlperiode; in: BT-Drs. VI/2710; Bonn; 1971
- DEUTSCHER BUNDESTAG** (1976): Umweltbericht '76 - Fortschreibung des Umweltprogramms der Bundesregierung; vom 14. Juli 1976; 7. Wahlperiode; in: BT-Drs. 7/5684; Bonn; 1976
- DEUTSCHER BUNDESTAG** (1990): Umweltbericht 1990 des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; vom 03. Mai 1990; 11. Wahlperiode; in: BT-Drs. 11/7168; Bonn; 1990
- DEUTSCHER BUNDESTAG** (1998): Umweltbericht 1998; Bericht über die Umweltpolitik der 13. Legislaturperiode; vom 20. Mai 1998; 13. Wahlperiode; in: BT-Drs. 13/10735; Bonn; 1998
- DGAW** (Hrsg., 1996): Novellierung der TA-Siedlungsabfall? Bisherige Erfahrungen - Künftige Anforderungen; Berlin; 1996

- DINKELBACH, WERNER; ROSENBERG, OTTO** (2000): Erfolgs- und umweltorientierte Produktionstheorie; 3. Aufl.; Berlin/Heidelberg/New York; 2000
- DIRKS, HELMA E.** (1997): Die Prognos-Methode HoVe zur Bewertung von Entsorgungsverfahren für Shredderleichtabfälle; in: Thomé-Kozmiensky (Hrsg., 1997); S. 243-271
- DREIFERT, MARTIN** (2001): Nichts hält ewig, auch nicht PVC. Das Recycling steckt noch in den Kinderschuhen/Pilotanlage in Frankreich; in: FAZ; Nr. 85 v. 10.04.2001; S. T 12
- DURNEY, ANDRIA** (1997): Industrial Metabolism. Extended Definition, possible Instruments as an Austrian Case Study; in: Discussion-paper des WZB; Nr. FS II 97-404; Berlin; 1997
- DYCKHOFF, HARALD** (1991): Berücksichtigung des Umweltschutzes in der betriebswirtschaftlichen Produktionstheorie; in: Ordelheide/Rudolph/Büßelmann (Hrsg., 1991); S. 275-309; auch erschienen in Seidel/Strebel (Hrsg., 1993); S. 163-197
- DYCKHOFF, HARALD** (1993): Theoretische Grundlagen einer umweltorientierten Produktionswirtschaft; in: Wagner (Hrsg., 1993); S. 81-105
- DYCKHOFF, HARALD** (1994): Betriebliche Produktion: Theoretische Grundlagen einer umweltorientierten Produktionswirtschaft; 2. Aufl.; Berlin u. a.; 1994
- DYCKHOFF, HARALD** (1995a): Umweltschutz - ein Thema für die Betriebswirtschaftslehre?; in: Daecke (Hrsg., 1995); S. 108-130
- DYCKHOFF, HARALD** (1995b): Produktion und Umwelt; in: Junkernheinrich/Klemmer/Wagner (Hrsg., 1995); S. 220-224
- DYCKHOFF, HARALD** (1996a): Produktion und Reduktion; in: Kern/Schröder/Weber (Hrsg., 1996); Sp. 1458-1468
- DYCKHOFF, HARALD** (1996b): Kuppelproduktion und Umwelt: Zur Bedeutung eines in der Ökonomik vernachlässigten Phänomens für die Kreislaufwirtschaft; in: ZAU; 9. Jg.; H. 2; 1996; S. 173-187
- DYCKHOFF, HARALD** (1998a): Umweltschutz: Gedanken zu einer allgemeinen Theorie umweltorientierter Unternehmensführung; in: Dyckhoff/Ahn (Hrsg., 1998); S. 61-94
- DYCKHOFF, HARALD** (1998b): Umweltmanagement; in: Berndt/Fantapié Altobelli/Schuster (Hrsg., 1998); S. 389-431
- DYCKHOFF, HARALD** (1998c): Grundzüge der Produktionswirtschaft: Einführung in die Theorie betrieblicher Wertschöpfung; 2. Aufl.; Berlin u. a.; 1998
- DYCKHOFF, HARALD** (1999): Ein Integrationsrahmen für das betriebliche Umweltmanagement; in: Bellmann (Hrsg., 1999); S. 99-130
- DYCKHOFF, HARALD; AHN, HEINZ** (Hrsg., 1998): Produktentstehung, Controlling und Umweltschutz: Grundlagen eines ökologieorientierten F & E-Controlling; Heidelberg; 1998
- DYCKHOFF, HARALD; JACOBS, ROLF** (1994): Organisation des Umweltschutzes in Industriebetrieben: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung; in: ZfB; 64. Jg.; H. 6; 1994; S. 717-735

- DYCKHOFF, HARALD; OENNING, ANJA; RÜDIGER, CHRISTINE** (1997): Grundlagen des Stoffstrommanagement bei Kuppelproduktion; in: ZfB; 67. Jg.; H. 11; 1997; S. 1139-1165
- DYLLICK, THOMAS** (1982): Gesellschaftliche Instabilität und Unternehmensführung. Ansätze zu einer gesellschaftsbezogenen Managementlehre; Bern/Stuttgart; 1982
- DYLLICK, THOMAS** (1984): Erfassen der Umweltbeziehungen der Unternehmung; in: io Management-Zeitschrift; 53. Jg.; H. 2; 1984; S. 74-78
- DYLLICK, THOMAS** (1986): Die Beziehungen zwischen Unternehmung und gesellschaftlicher Umwelt; in: DBW; 46. Jg.; H. 3; 1986; S. 373-392
- DYLLICK, THOMAS** (1989): Management der Umweltbeziehungen: öffentliche Auseinandersetzungen als Herausforderung; Habil.-Schr. an der Univ. St. Gallen; Wiesbaden; 1989
- DYLLICK, THOMAS** (1992): Ökologisch bewußte Unternehmensführung. Bausteine einer Konzeption; in: Die Unternehmung; 46. Jg.; H. 6; 1992; S. 391-413
- DYLLICK, THOMAS** (2000): Strategischer Einsatz von Umweltmanagementsystemen; in: uwf; 8. Jg.; H. 3; 2000; S. 64-68
- DYLLICK, THOMAS; HUMMEL, JOHANNES** (1997): Integriertes Umweltmanagement im Rahmen des St. Galler Management-Konzepts; in Steger (Hrsg., 1997); S. 137-154
- EBELING, WERNER** (1994): Selbstorganisation und Entropie in ökologischen und ökonomischen Prozessen, in: Beckenbach/Diefenbacher (Hrsg., 1994); S. 29-45
- EDDE** (2000a): Aufgaben und Ziele; in: http://www.entsorgungsgemeinschaft.de/Auz/aufgaben_und_ziele.html; Stand: 06.06.2000
- EDDE** (2000b): Grundlagen; in: <http://www.entsorgungsgemeinschaft.de/Grundlagen/Grundlagen.html>; Stand: 06.06.2000
- EDDE** (2000c): Die EdDE; in: http://www.entsorgungsgemeinschaft.de/Die_edde/die_edde.html; Stand: 06.06.2000
- EICHLER, HORST** (1993): Ökosystem Erde. Der Störfall Mensch - eine Schadens- und Vernetzungsanalyse; Mannheim u. a.; 1993
- ELLENBERG, HEINZ** (Hrsg., 1973): Ökosystemforschung; Ergebnisse von Symposien der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Gesellschaft für Angewandte Botanik in Innsbruck, Juli 1971; Berlin/Heidelberg/New York; 1973
- ELLENBERG, HEINZ** (1973a): Ziele und Stand der Ökosystemforschung; in: Ellenberg (Hrsg., 1973); S. 1-31
- ELLENBERG, HEINZ** (1973b): Versuch einer Klassifikation der Ökosysteme nach funktionellen Gesichtspunkten; in: Ellenberg (Hrsg., 1973); S. 235-265
- ELLENBERG, HEINZ** (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht; 5. Aufl.; Stuttgart; 1996
- ELLINGER, THEODOR; HAUPT, REINHARD** (1996): Produktions- und Kostentheorie; 3. Aufl.; Stuttgart; 1996
- ENDRES, ALFRED** (1977): Die Coase-Kontroverse; in: ZgesStw; Bd. 133; H. 4; 1977; S. 637-651

- ENDRES, ALFRED** (1994): Umweltökonomie: eine Einführung; Darmstadt; 1994
- ENDRES, ALFRED; QUERNER, IMMO** (1993): Die Ökonomie natürlicher Ressourcen: eine Einführung; Darmstadt; 1993
- ENQUÊTE-KOMMISSION „SCHUTZ DES MENSCHEN UND DER UMWELT“** (Hrsg., 1994): Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen; Bericht der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft“ des 12. Deutschen Bundestages; Bonn; 1994
- ENQUÊTE-KOMMISSION „SCHUTZ DES MENSCHEN UND DER UMWELT“** (Hrsg., 1995): Umweltverträgliches Stoffstrommanagement; Bd. 2: Instrumente; Bonn; 1995
- ENSELING, ANDREAS** (2001): Deregulierungsmöglichkeiten im Umweltschutz unter besonderer Berücksichtigung der Situation von Klein- und Mittelunternehmen; Diss. an der Univ. Heidelberg; Frankfurt a. M. u. a.; 2001
- EPINEY, ASTRID** (1997): Umweltrecht in der Europäischen Union; Köln u. a.; 1997
- ESN** (2000): Zertifizierte Unternehmen; in: <http://home.t-online.de/home/metallverein/esn/zertunt.htm>; Stand: 24.07.2000
- EU** (2000): Abfallentsorgung - Altfahrzeuge; in: <http://europa.eu.int/scadplus/leg/de/lvb/121225.htm>; Stand: 26.04.2000
- EWERS, HANS-JÜRGEN; ECKHARDT, CARL; RUTKOWSKY, SVEN; TEGNER, HENNING; BRENCK, ANDREAS** (1997): Zwischen Entsorgungsnotstand und Überkapazitäten - Wege zur effizienten Organisation einer umweltverträglichen Abfallwirtschaft; vorläufige Kurzfassung zur Studie „Optimierung des Verbrauchs knapper Deponiekapazitäten“ im Auftrag des BMWi; Münster/Berlin; 1997
- EYERER, PETER** (1996): Recycling von Werkstoffen; in: Sonderdruck aus dem ATZ/MTZ-Sonderheft „Werkstoffe 96“; Wiesbaden; 1996
- FABER, MALTE; JÖST, FRANK; MANSTETTEN, REINER; MÜLLER-FÜRSTENBERGER, GEORG; PROOPS, JOHN L. R.** (1995): Linking Ecology and Economy: Joint Production in the Chemical Industry; Discussion Papers der Univ. Heidelberg; Nr. 229; Heidelberg; 1995
- FABER, MALTE; MANSTETTEN, REINER; MÜLLER, GEORG** (1993): Interdisziplinäre Umweltforschung aus ökonomischer Sicht; Discussion Papers der Univ. Heidelberg; Nr. 195; Heidelberg; 1993
- FABER, MALTE; NIEMES, HORST; STEPHAN, GUNTER** (1995): Entropy, Environment and Resources. An Essay in Physico-Economics; 2nd ed.; in cooperation with Freytag, Lutz; translated from German by Pellengahr, Ingo; Original ed. 1983: Entropie, Umweltschutz und Rohstoffverbrauch: Eine naturwissenschaftlich ökonomische Untersuchung; Berlin/Heidelberg; 1995
- FABER, MALTE; STEPHAN, GUNTER; MICHAELIS, PETER** (1989): Umdenken in der Abfallwirtschaft: Vermeiden, Verwerten, Beseitigen; 2. Aufl.; Berlin u. a.; 1989

- FAHEY, LIAM; WOKUTCH, RICHARD E.** (1983): Business and Society Exchanges: A Framework for Analysis; in: California Management Review; Vol. 25; No. 4; 1983; S. 128-142
- FEES, EBERHARD** (1998): Umweltökonomie und Umweltpolitik; 2. Aufl.; München; 1998
- FESER, HANS-DIETER; HAUFF, MICHAEL VON** (1998): Zukunftsmarkt Umwelttechnik?; Regensburg; 1998
- FELT, ULRIKE; NOWOTNY, HELGA; TASCHWER, KLAUS** (1995): Wissenschaftsforschung: eine Einführung; Frankfurt a. M./New York; 1995
- FISCHER, JÖRG** (1999): Die Konzentrationsprozesse in der deutschen Entsorgungswirtschaft und ihre Konsequenzen für die Volkswirtschaft; Diss. an der FU Berlin; Berlin; 1999
- FISCHER-WINKELMANN, WOLF F.** (Hrsg., 1994): Das Theorie-Praxis-Problem der Betriebswirtschaftslehre; Tagung der Kommission Wissenschaftstheorie; Wiesbaden; 1994
- FLANDERKA, FRITZ** (1996): Struktur und Ausgestaltung des dualen Systems in der Bundesrepublik Deutschland; in: BB; 51. Jg.; H. 13; 28.03.1996; S. 649-652
- FLUCK, JÜRGEN** (1995): Rechtsfragen der Abfallverwertung nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz; in: NuR; 17. Jg.; H. 5/6; 1995; S. 233-241
- FLUCK, JÜRGEN** (1996): Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz; Heidelberg; 1996
- FÖRSTNER, ULRICH** (1995): Umweltschutztechnik: eine Einführung; 5. Aufl.; Berlin u. a.; 1995
- FREEMAN, R. EDWARD** (1984): Strategic Management: A Stakeholder Approach; Marshfield/Massachusetts; 1984
- FREIMANN, JÜRGEN** (1987): Ökologie und Betriebswirtschaft; in: ZfbF; 39. Jg.; H. 5; 1987; S. 380-390
- FREIMANN, JÜRGEN** (Hrsg., 1990): Ökologische Herausforderung der Betriebswirtschaftslehre; Wiesbaden; 1990
- FREIMANN, JÜRGEN** (1994): Das Theorie-Praxis-Dilemma der Betriebswirtschaftslehre - Wissenschaftssoziologische Überlegungen zu einem besonderen Verhältnis -; in: Fischer-Winkelmann (Hrsg., 1994); S. 7-24
- FREIMANN, JÜRGEN** (1996): Betriebliche Umweltpolitik; Bern u. a.; 1996
- FRENZ, WALTER** (1997): Das Verursacherprinzip im Öffentlichen Recht: zur Verteilung von individueller und staatlicher Verantwortung; Berlin; 1997
- FRENZ, WALTER** (1998): Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz. Kommentar; 2. Aufl.; Köln u. a.; 1998
- FRESE, ERICH** (Hrsg., 1992): HWO; 2. Bd. der Enzyklopädie der BWL; 3. Aufl.; Stuttgart; 1992
- FREY, RENÉ L.; STAEHELIN-WITT, ELKE; BLÖCHLIGER, HANSJÖRG** (Hrsg., 1993): Mit Ökonomie zur Ökologie: Analyse und Lösungen des Umweltproblems aus ökonomischer Sicht; 2. Aufl.; Basel/Frankfurt a. M./Stuttgart; 1993

- FRIED, WOLFGANG; SCHEUCHER, FRIEDRICH** (2000): Umweltorientierte Zusammenarbeit in der Automobilindustrie im Rahmen des Altfahrzeug-Recyclings; in: *uwf*; 8. Jg.; H. 2; 2000; S. 31-35
- FRITSCH, BRUNO; SCHMIDHEINY, STEPHAN; SEIFRITZ, WALTER** (1994): Towards Ecologically Sustainable Growth Society. Physical Foundations, Economic Transitions, and Political Constraints; Berlin a. o.; 1994
- FRITSCH, WOLFGANG** (1993): Vorbeugender Umweltschutz durch biogene Produkte; in: *Zwilling/Fritsche* (Hrsg., 1993); S. 199-209
- FRITZ, PETER; HUBER, JOSEPH; LEVI, HANS WOLFGANG** (Hrsg., 1995): Nachhaltigkeit in naturwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Perspektive; Stuttgart; 1995
- FRONDEL, MANUEL** (1997): Thermodynamik und der ökonomische Prozeß; in: *Diskussionsschriften der Univ. Heidelberg*; Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät; Nr. 243 Heidelberg; 1997
- FROSCHE, ROBERT A.; GALLOPOULOS, NICHOLAS E.** (1989): Strategies for Manufacturing. Wastes from one industrial process can serve as the raw materials for another, thereby reducing the impact of industry on the environment; in: *Scientific American*; Vol. 261; No. 3; 1989; S. 94-102
- FUCHS, HERBERT** (1972): Systemtheorie; in: *Bleicher* (Hrsg., 1972); S. 47-57
- FUCHS, NIKOLAUS** (1997): Privatisierung - eine Herausforderung für die Kommunen; in: *Thomé-Kozmiensky* (Hrsg., 1997); S. 91-101
- FÜLGRAFF, GEORGES** (1993): Vermeiden - Vermindern - Verwerten: Wege vom Schlagwort zur Verwirklichung; in: *Sutter/Held* (Hrsg., 1993); S. 71-80
- GARBE, EBERHARD** (1992): Aspekte einer Stoffkreislaufökonomie - aus industrieller Sicht; in: *uwf*; 1. Jg.; H. 1; 1992; S. 16-23
- GARBE, EBERHARD** (1994): Ökologieorientiertes Recycling - Aufgaben in produzierenden Unternehmen; Lehrbrief 1.13; Zittau; 1994
- GARBE, EBERHARD; GRAICHEN, DIETER** (1984): Sekundärrohstoffe: Begriffe - Fakten - Perspektiven; Berlin; 1984
- GEORGESCU-ROEGEN, NICHOLAS** (1971): The Entropy Law and The Economic Process; Cambridge/Mass./London; 1971
- GEORGESCU-ROEGEN, NICHOLAS** (1974): Was geschieht mit der Materie im Wirtschaftsprozess?; in: *Brennpunkte*; gdi-topics; 5. Jg.; H. 2; 1974; S. 17-28
- GERHOLD, THOMAS** (2000): Hausmüllentsorgung soll neu geregelt werden. Mechanisch-biologische Vorbehandlung zulässig; in: *FAZ*; Nr. 117 v. 20.05.2000; S. 22
- GHARAJEDAGHI, JAMSHID; ACKOFF, RUSSELL L.** (1985): Mechanistische, organismische und soziale Systeme; in: *Probst/Siegwart* (Hrsg., 1985); S. 281-298
- GIBSON, ROWAN** (Hrsg., 1997): Rethinking the Future: So sehen Vordenker die Zukunft von Unternehmen; aus dem Engl. v. Höhle, Helga; Landsberg/Lech; 1997
- GIBSON, ROWAN** (1997): Rethinking Business; in: *Gibson* (Hrsg., 1997); S. 19-38
- GÖBEL, ELISABETH** (1992): Das Management der sozialen Verantwortung; Diss. an der Univ. Tübingen; Berlin; 1992

- GÖBEL, ELISABETH** (1995): Der Stakeholderansatz im Dienste der strategischen Früherkennung; in: zfp; 5. Bd.; H. 6; 1995; S. 55-67
- GÖBEL, ELISABETH** (1997): Theorie und Gestaltung der Selbstorganisation; Habil.-Schr. an der Univ. Tübingen; Berlin; 1997
- GOMEZ, PETER; PROBST, GILBERT J. B.** (1985): Organisationelle Geschlossenheit im Management sozialer Institutionen - ein komplementäres Konzept zu den Kontingenz-Ansätzen; in: DELFIN - Deutsche Zeitschrift für Konstruktion, Analyse und Kritik; Nr. V; 1985; S. 22-35
- GRAEDEL, THOMAS** (1994): Industrial Ecology: Definition and Implementation; in: Socolow a. o. (Ed., 1994); S. 23-41
- GROCHLA, ERWIN** (Hrsg., 1976): Organisationstheorie; 2. Teilband; Stuttgart; 1976
- GROCHLA, ERWIN** (1993): Betrieb, Betriebswirtschaft und Unternehmung; in: Wittmann et al. (Hrsg., 1993); Sp. 374-390
- GROCHLA, ERWIN; WITTMANN, WALDEMAR** (Hrsg., 1976): HWB; 3. Bd.; 4. Aufl.; Stuttgart; 1976
- GRÜTER, MANFRED** (1990): Umweltrecht und Kooperationsprinzip in der Bundesrepublik Deutschland; 1. Aufl.; Diss. an der Univ. Trier; Düsseldorf; 1990
- GRUDEN, DUŠAN** (2000): Stuttgarter Forum Auto und Umwelt. Ein Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Partnern; in: uwf; 8. Jg.; H. 2; 2000; S. 25-27
- GUDERIAN, ROBERT; BRAUN, HELGA** (1993): Belastbarkeit von Ökosystemen; in: Kuttler (Hrsg., 1993); S. 55-60
- GÜNTHER, EDELTRAUD; WITTMANN, ROBERT** (1995): Kondukte; in: DBW; 55. Jg.; H. 1; 1995; S. 119-120
- GUTENBERG, ERICH** (1983): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre; Bd. 1: Die Produktion; 24. Aufl.; Berlin/Heidelberg/New York; 1983
- HAAS, JÜRGEN** (1997): Die Entwicklungsfähigkeit von Unternehmungen; Diss. an der Univ. Tübingen; Frankfurt a. M. u. a.; 1997
- HABER, WOLFGANG** (1980): Über den Beitrag der Ökosystemforschung zur Entwicklung der menschlichen Umwelt; in: Bierfelder/Hoecker (Hrsg., 1980); S. 135-159
- HABER, WOLFGANG** (1992): Ansätze einer Umorientierung: „Nachhaltige Regionalentwicklung“ aus der Sicht des Ökologen; in: Politische Ökologie; Sonderheft 4; 1992; S. 13-20
- HABER, WOLFGANG** (1993a): Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes; Bonn; 1993
- HABER, WOLFGANG** (1993b): Ökologische Stabilität; in: Kuttler (Hrsg., 1993); S. 270-274
- HABER, WOLFGANG** (1995): Das Nachhaltigkeitsprinzip als ökologisches Konzept; in: Fritz/Huber/Levi (Hrsg., 1995); S. 17-30
- HABER, WOLFGANG** (1998): Nachhaltigkeit als Leitbild einer natur- und sozialwissenschaftlichen Umweltforschung; in: Daschkeit/Schröder (Hrsg., 1998); S. 127-146

- HACKL, FRANZ** (1994): Die Nutzung erschöpfbarer und erneuerbarer Ressourcen; in: Bartel/Hackl (Hrsg., 1994); S. 141-158
- HAECKEL, ERNST** (1866): Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen. Kritische Grundzüge der mechanischen Wissenschaft von den entstehenden Formen der Organismen, begründet durch die Descendenz-Theorie; 2. Bd. v. Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie; Berlin; 1866
- HÄRDITL, GEORG; MAREK, KLAUS; BILITEWSKI, BERND; GORR, CHRISTIAN** (1994): Altauverwertung: Grundlagen - Technik - Wirtschaftlichkeit - Entwicklungen; in: Beihefte zu Müll und Abfall; H. 32; 1994
- HAHN, MARTIN; KERSTEN, ANTJE; GÖBEL, SANDY; HILDEBRANDT, BJÖRN; RAUSCHENBACH, PETER; HERTEL, JÖRG; STAHL, HARTMUT** (1999): Der Entsorgungsbetrieb - Erfahrungen mit der Qualifizierung abfallwirtschaftlicher Unternehmen in einem System der Selbstverantwortung und Eigenkontrolle; in: UBA-Texte 63/99; Berlin; 1999
- HALFMANN, MARION** (1996): Industrielles Reduktionsmanagement: Planungsaufgaben bei der Bewältigung von Produktionsrückständen; Diss. an der Univ. Köln; Wiesbaden; 1996
- HALLAY, HENDRIC; PFRIEM, REINHARD** (1992): Öko-Controlling: Umweltschutz in mittelständischen Unternehmen; Frankfurt a. M./New York; 1992
- HALLER, MATTHIAS; BLEICHER, KNUT; BRAUCHLIN, EMIL; PLEITNER, HANS-JOBST; WUNDERER, ROLF; ZÜND, ANDRÉ** (Hrsg., 1993): Globalisierung der Wirtschaft - Einwirkungen auf die Betriebswirtschaftslehre; 54. Wissenschaftliche Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V. vom 9.-13. Juni 1992 in St. Gallen; Bern/Stuttgart/Wien; 1993
- HAMEL, GARY** (1997): Innovative Wettbewerbsbasis; in: Gibson (Hrsg., 1997); S. 122-145
- HAMEL, GARY; PRAHALAD, C. K.** (1994): Competing for the Future; Boston; 1994
- HAMMERSCHMID, RUDOLF** (1990): Entwicklung technisch-wirtschaftlich optimierter regionaler Entsorgungsalternativen: dargestellt für Reststoffe aus der Rauchgasreinigung für Baden-Württemberg; Heidelberg; 1990
- HANNAN, MICHAEL T.; FREEMAN, JOHN** (1977): The Population Ecology of Organizations; in: AJS; Vol. 82; No. 5; 1977; S. 929-964
- HANSJÜRGENS, BERND** (1994a): Ökonomische Aspekte des Kooperationsprinzips in der Umweltpolitik; in: Zimmermann/Hansjürgens (Hrsg., 1994); S. 68-107
- HANSJÜRGENS, BERND** (1994b): Ökonomische Aspekte des Kooperationsprinzips in der Umweltpolitik (Zusammenfassung); Arbeitsbereich: Ökonomische Aspekte der Prinzipien der Umweltpolitik; in: Kloepfer (Hrsg., 1994); S. 278-281
- HANSJÜRGENS, BERND; SCHULDT, NICOLA** (1994): Zur Begründbarkeit des Vorsorgeprinzips aus ökonomischer Sicht; in: Zimmermann/Hansjürgens (Hrsg., 1994); S. 31-67
- HAUFF, MICHAEL VON; SCHMID, UWE** (Hrsg., 1992): Ökonomie und Ökologie: Ansätze zu einer ökologisch verpflichteten Marktwirtschaft; Stuttgart; 1992

- HAUPT, REINHARD** (2000): Industriebetriebslehre: Einführung. Management im Lebenszyklus industrieller Geschäftsfelder; Wiesbaden; 2000
- HEINRICH, DIETER; HERGT, MANFRED** (1998): dtv-Atlas Ökologie; 4. Aufl.; München; 1998
- HEINRICH, WOLFGANG; MARSTALLER, ROLF; BÄHRMANN, RUDOLF** (1984): Ökosysteme; in: Müller (Hrsg., 1984); S. 248-337
- HEINRICH, WOLFGANG; MÜLLER, HANS JOACHIM** (1984): Der Mensch: Element und Faktor der Biosphäre; in: Müller (Hrsg., 1984); S. 338-368
- HEINZE, GERTRAUDIS; SCHUMACHER, JOCHEN** (1996): Grundlagen des Umweltrechts; in: Beck (Hrsg., 1996); S. 21-36
- HERRMANN, KLAUS** (1996): Gewässerschutz bei Ford-Werke AG, Werk Düren; in: uwf; 4. Jg.; H. 2; 1996; S. 62-66
- HERZOG, KARL M.** (1997): Die Eigendynamik der wirtschaftlichen Ökologisierung; in: io management; 66. Jg.; H. 3; 1997; S. 40-42
- HESS, JOSEF** (1999): Mit Computerhilfe zum Ersatzteil. Die Höhe der zusätzlichen Belastung der Autoindustrie durch den EU-Altauto-Kompromiss ist noch offen; in: Handelsblatt; Nr. 178; 15.09.1999; S. B2
- HEYMANN, ERIC** (2000): Perspektiven der Entsorgungswirtschaft; Sonderbericht; Deutsche Bank Research; 01.02.2000; Frankfurt a. M.
- HISSL, HARALD; MEYER-KRAHMER, FRIEDER; SCHÖN, MICHAEL** (1995): Auf dem Weg zu einer ökologischen Stoffwirtschaft; Teil II: Die Rolle einer ganzheitlichen Produktpolitik; in: GAIA; 4. Jg.; H. 2; 1995; S. 89-99
- HILL, WILHELM** (1994): Betriebswirtschaftslehre als Managementlehre; in: Wunderer (Hrsg., 1994); S. 121-140
- HIMMELMANN, GERHARD** (Hrsg., 1991): Öffentliche Unternehmen in der Abfallwirtschaft; Baden-Baden; 1991
- HIMMELMANN, GERHARD** (1991): Sach- und Organisationsprobleme der modernen Abfallwirtschaft - Problemskizze; in: Himmelmann (Hrsg., 1991); S. 11-44
- HIRSCH, HELMUT** (1999): Verwertung elastomerer Bauteile; Symposium „1 Jahr AltautoV und FSV“ der ARGE-Altauto am 15.04.1999 in Mainz; in: <http://www.arge-altauto.de/forum.htm>; Stand: 02.05.2000
- HOFMANN-HOEPPEL, JOCHEN** (1997): Weitere Dualisierung der Abfallwirtschaft durch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz; in: Schimmelpfeng/Gessenich (Hrsg., 1997); S. 81-101
- HOFMEISTER, SABINE** (1998): Von der Abfallwirtschaft zur ökologischen Stoffwirtschaft: Wege zu einer Ökonomie der Reproduktion; Habil.-Schr. an der TU Berlin; Opladen; 1998
- HOFMEISTER, SABINE** (1999): Wege nach Ökoptopia. Kann Nachhaltigkeit ohne Sparsamkeit erreicht werden? Eine Gesprächsrunde mit Sabine Hofmeister; Joseph Huber u. Arnim von Gleich; bearbeitet v. Mertz, Torsten; in: Politische Ökologie; 17. Jg.; H. 62; 1999; S. 8-12

- HOLZHAUER, RALF** (1998): Die Altauto-Verordnung - Entwicklung und Umsetzung; in: Beudt/Gessenich (Hrsg., 1998); S. 1-7
- HORNEBER, MARKUS** (1995): Innovatives Entsorgungsmanagement: Methoden und Instrumente zur Vermeidung und Bewältigung von Umweltbelastungsproblemen; Göttingen; 1995
- HUBER, JOSEPH** (1995): Nachhaltige Entwicklung durch Suffizienz, Effizienz und Konsistenz; in: Fritz/Huber/Levi (Hrsg., 1995); S. 31-46
- HÜBENTHAL, URSULA** (1991): Interdisziplinäres Denken: Versuch einer Bestandsaufnahme und Systematisierung; Diss. an der Univ. Köln; Stuttgart; 1991
- HUSAR, RUDOLF B.** (1994): Ecosystem and the Biosphere: Metaphors for Human-induced Material Flows; in: Ayres/Simonis (Ed., 1994); S. 21-30
- HUTER, OTTO; BLEICHER, RALF** (1998): Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen und die Rolle der Kommunen in der Abfallwirtschaft - eine erste Bewertung; in: ZAU; 11. Jg.; H. 2; 1998; S. 156-161
- IMMLER, HANS** (1989): Vom Wert der Natur. Zur ökologischen Reform von Wirtschaft und Gesellschaft; Natur in der ökonomischen Theorie Teil 3; 2. Aufl.; Opladen; 1989
- IMMLER, HANS** (1993): Welche Wirtschaft braucht die Natur? Mit Ökonomie die Ökokrise lösen; Frankfurt a. M.; 1993
- IMMLER, HANS; HOFMEISTER, SABINE** (1998): Natur als Grundlage und Ziel der Wirtschaft: Grundzüge einer Ökonomie der Reproduktion; Opladen; 1998
- IWD** (1998): Altauto-Recycling; Argumente zu Unternehmensfragen; I/98; in: <http://www.iwkoeln.de/Umwelt/azul-98.htm>; Stand: 06.06.2000
- JÄGER, STEPHAN; MARTENS, UWE** (2000): Gemischter Gewerbeabfall steht nicht zwingend Kommunen zu. Urteil beschränkt Überlassungspflicht/Vorteil für private Entsorger; in: FAZ; Nr. 201 v. 30.08.2000; S. 26
- JAHNKE, BERND** (1986): Betriebliches Recycling: produktionswirtschaftliche Probleme und betriebswirtschaftliche Konsequenzen; Wiesbaden; 1986
- JANISCH, MONIKA** (1993): Das strategische Anspruchsgruppenmanagement: vom Shareholder Value zum Stakeholder Value; Diss. an der Univ. St. Gallen; Bern/Stuttgart/Wien; 1993
- JARASS, HANS D.; PAPIER, HANS-JÜRGEN; PEINE, FRANZ-JOSEPH; SALZWEDEL, JÜRGEN** (1994): Umweltgesetzbuch - Besonderer Teil; Berichte des UBA 4/94; Berlin; 1994
- JARETT, HENRY** (Ed., 1971): Environmental Quality in a Growing Economy; 3rd ed.; Baltimore/London; 1971
- JOHNSON, MICHAEL R.** (2001): WS 28 - The role of backcasting to envision leapfrogs in Cleaner Production and Sustainable Development; Workshop of the 7th ERCP; Lund, Schweden, 4. Mai 2001; Koordinatoren: Jansen, Leo; Coenen, Lars; 2001

- JUNKERNHEINRICH, MARTIN; KLEMMER, PAUL; WAGNER, GERD RAINER** (Hrsg., 1995): Handbuch zur Umweltökonomie; Berlin; 1995
- KÄRST, HEIKO; WINKELBAUER, WOLFGANG** (2000): Das Abfallwirtschaftskonzept Rastatt. Auswahl und Zusammenarbeit mit externen und internen Partnern im Rahmen des Abfallwirtschaftskonzeptes Rastatt; in: uwf; 8. Jg.; H. 2; 2000; S. 16-20
- KAHL, WOLFGANG** (1995): Die Privatisierung der Entsorgungsordnung nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz; in: DVBl.; 110. Jg.; H. 24; 1995; S. 1327-1336
- KALUZA, BERND** (Hrsg., 1997): Unternehmung und Umwelt; 2. Aufl.; Hamburg; 1997
- KALUZA, BERND; BLECKER, THORSTEN** (1996): Management interindustrieller Entsorgungsnetzwerke; in: Bellmann/Hippe (Hrsg., 1996); S. 379-417
- KALUZA, BERND; PASCKERT, ANDREAS** (1997): Kreislaufwirtschaftsgesetz und umweltorientiertes Technologiemanagement; in: Kaluza (Hrsg., 1997); S. 105-144
- KAMINSKI, RALF** (2000a): Änderung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes? - Anmerkungen zu den jüngsten Beschlüssen der Umweltministerkonferenz; in: EP; 18. Jg.; H. 6; 2000; S. 67
- KAMINSKI, RALF** (2000b): Grenzfragen des Abfallbegriffs - Zum Urteil des Europäischen Gerichtshofs vom 15. Juni 2000; in: EP; 18. Jg.; H. 7-8; 2000; S. 41-42
- KAMINSKI, RALF; FIGGEN, MARKUS** (2000): Kommunale Entsorgungsunternehmen - Teilnahme am Wettbewerb ohne Grenzen?; in: EP; 18. Jg.; H. 3; 2000; S. 47-48
- KEHLER, DIRK** (1996): Flächendeckende Systemlösungen für Entsorgungsdienstleistungen am Beispiel Automobilwerkstatt; in: uwf; 4. Jg.; H. 4; 1996; S. 64-68
- KELLY, KEVIN** (1997a): Das Ende der Kontrolle: Die biologische Wende in Wirtschaft, Technik und Gesellschaft; aus dem Amerik. v. Baltes, Martin; Böhler, Fritz; Höltschl, Rainer u. Reuß, Jürgen; Regensburg; 1997
- KELLY, KEVIN** (1997b): Die neu Biologie des Unternehmens; in: Gibson (Hrsg., 1997); S. 356-380
- KERN, WERNER** (1992): Industrielle Produktionswirtschaft; 5. Aufl.; Stuttgart; 1992
- KERN, WERNER; SCHRÖDER, HANS-HORST; WEBER, JÜRGEN** (Hrsg., 1996): HWP; 7. Bd. der Enzyklopädie der BWL; 2. Aufl.; Stuttgart; 1996
- KIESER, ALFRED** (Hrsg., 1995): Organisationstheorien; 2. Aufl.; Stuttgart/Berlin/Köln; 1995
- KIESER, ALFRED; KUBICEK, HERBERT** (1992): Organisation; 3. Aufl.; Berlin/New York; 1992
- KIEBLER, OTFRIED** (1990): Die ökologische Frage im handlungstheoretischen Konzept der Unternehmung; in: Freimann (Hrsg., 1990); S. 133-144
- KIM, J. G.; WINSKE, P.** (2000): Energetische Verwertung der Shredderleichtfraktionen aus Autowracks; in: EP; 18. Jg.; H. 3; 2000; S. 16-20
- KIRCHGEORG, MANFRED** (1990): Ökologieorientiertes Unternehmensverhalten: Typologien und Erklärungsansätze auf empirischer Grundlage; Diss. an der Univ. Münster; Wiesbaden; 1990

- KIRCHGEORG, MANFRED** (1997a): Strategie- und Strukturentscheidungen in Wertschöpfungskreisläufen. - Eine Analyse auf der Grundlage einer empirischen Studie bei deutschen Herstellern; in: Weber, J. (Hrsg., 1997); S. 237-266
- KIRCHGEORG, MANFRED** (1997b): Neue Perspektiven der marktorientierten Unternehmensführung in der Kreislaufwirtschaft; in: Bruhn/Steffenhagen (Hrsg., 1997); S. 205-228
- KIRCHGEORG, MANFRED** (1999): Marktstrategisches Kreislaufmanagement: Ziele, Strategien und Strukturkonzepte; Habil.-Schr. an der Univ. Münster; Wiesbaden; 1999
- KIRSCH, WERNER** (1994): Zur Konzeption der Betriebswirtschaftslehre als Führungslehre; in: Wunderer (Hrsg., 1994); S. 141-160
- KIRSCH, WERNER** (1997): Kommunikatives Handeln, Autopoiese, Rationalität: kritische Aneignungen im Hinblick auf eine evolutionäre Organisationstheorie; 2. Aufl.; München; 1997
- KISTNER, KLAUS-PETER; STEVEN, MARION** (1991): Management ökologischer Risiken in der Produktionsplanung; in: ZfB; 61. Jg.; H. 11; 1991; S. 1307-1336; auch erschienen in Seidel/Strebel (Hrsg., 1991); S. 237-266
- KLEIN, JULIE TH.** (1990): Interdisciplinarity: History, Theory and Practice; Detroit; 1990
- KLEIN-BLENKERS, FRITZ; REIB, MICHAEL** (1993): Geschichte der Betriebswirtschaftslehre; in: Wittmann et al. (Hrsg., 1993); Sp. 1417-1433
- KLEINALTENKAMP, MICHAEL** (1985): Recycling-Strategien: Wege zur wirtschaftlichen Verwertung von Rückständen aus absatz- und beschaffungswirtschaftlicher Sicht; Berlin; 1985
- KLEMMER, PAUL** (1994): Ressourcen- und Umweltschutz um jeden Preis?; in: Voss (Hrsg., 1994); S. 22-57
- KLEPPER, GERNOT; MICHAELIS, PETER; MAHLAU, GUDRUN** (1995): Industrial Metabolism: A Case Study of the Economics of Cadmium Control; Tübingen; 1995
- KLOEPFER, MICHAEL** (Hrsg., 1994): Umweltstaat als Zukunft: juristische, ökonomische und philosophische Aspekte; Ergebnisse des Ladenburger Kollegs „Umweltstaat“; Bonn; 1994
- KLOEPFER, MICHAEL** (1998): Umweltrecht; 2. Aufl.; München; 1998
- KLOEPFER, MICHAEL; REHBINDER, ECKARD; SCHMIDT-ABMANN, EBERHARD** (1991): Umweltgesetzbuch - Allgemeiner Teil; unter Mitarbeit von Kunig, Philip; Berichte des UBA 7/90; 2. Aufl.; Berlin; 1991
- KLÖTZLI, FRANK A.** (1993a): Ökosysteme: Aufbau, Funktionen, Störungen; 3. Aufl.; Stuttgart; 1993
- KLÖTZLI, FRANK A.** (1993b): Ökosystem; in: Kuttler (Hrsg., 1993); S. 288-295
- KÖLLER, HENNING VON** (1996): Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz; Textausgabe mit Erläuterungen; 2. Aufl.; Berlin; 1996
- KÖNIG, HEINZ** (Hrsg., 1993): Umweltverträgliches Wirtschaften als Problem von Wissenschaft und Politik; Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik; Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften in Oldenburg vom 30. September bis zum 2. Oktober 1992; Berlin; 1993

- KOESTLER, ARTHUR** (1978): Der Mensch - Irrläufer der Evolution. Die Kluft zwischen unserem Denken und Handeln - eine Anatomie menschlicher Vernunft und Unvernunft; aus dem Engl. von Abel, Jürgen; München; 1978
- KONRAD, THOMAS** (1994): Das Duale Entsorgungssystem als Streßfaktor für die Verpackungswirtschaft: unternehmerische Anpassungshandlungen an marktwirtschaftliche Erfolgsfaktoren in der Kunststoff- und Abpackerindustrie; Diss. an der Univ. München; München; 1994
- KORTZFLEISCH, GERT VON** (Hrsg., 1971): Wissenschaftsprogramm und Ausbildungsziele der Betriebswirtschaftslehre; Bericht von der wissenschaftlichen Tagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V. in St. Gallen vom 2-5 Juni 1971; in: Tagungsberichte des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V.; Bd. 1; Berlin; 1971
- KOSIOL, ERICH** (1961): Erkenntnisgegenstand und methodologischer Standort der Betriebswirtschaftslehre; in: ZfB; 31. Jg.; H. 3; 1961; S. 129-136
- KOSIOL, ERICH; SZYPERSKI, NORBERT; CHMIELEWICZ, KLAUS** (1965): Zum Standort der Systemforschung im Rahmen der Wissenschaften (einschließlich ihrer Beziehungen zur Organisations-, Automations- und Unternehmensforschung); in: ZfbF; 17. Jg.; N. F.; 1965; S. 337-378; auch erschienen in Bleicher (Hrsg., 1972); S. 65-97
- KRAHNEFELD, LUTZ** (1996): Die abfallrechtlichen Entsorgungspflichten - Eine vergleichende Betrachtung der Regelungen über die Entsorgungspflicht des Abfallgesetzes und des neuen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes -; in: NuR; 18. Jg.; H. 6; 1996; S. 269-275
- KRAWIETZ, WERNER; WELKER, MICHAEL** (Hrsg., 1992): Kritik der Theorie sozialer Systeme: Auseinandersetzungen mit Luhmanns Hauptwerk; 2. Aufl.; Frankfurt a. M.; 1992
- KRCAL, HANS-CHRISTAIN** (1999): Industrielle Umweltschutzkooperationen: ein Weg zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Produkten; hrsg. von Liesegang, Dietfried Günter; Diss. an der Univ. Heidelberg; Berlin u. a.; 1999
- KREBS, CHARLES J.** (1994): Ecology: the experimental Analysis of Distribution and Abundance; 4th ed.; Menlo Park/California a. o.; 1994
- KREIKEBAUM, HARTMUT** (1984): Strategische Unternehmensplanung; Stuttgart; 1984
- KREIKEBAUM, HARTMUT; SEIDEL, EBERHARD; ZABEL, HANS-ULRICH** (Hrsg., 1994): Unternehmenserfolg und Umweltschutz: Rahmenbedingungen, Instrumente, Praxisbeispiele; Wiesbaden; 1994
- KRIEGER, STEPHAN** (1995): Inhalt und Grenzen des Verwertungsbegriffs im deutschen, supra- und internationalen Abfallrecht; in: NuR; 17. Jg.; H. 7; 1995; S. 342-348
- KROHN, WOLFGANG; KÜPPERS, GÜNTER** (Hrsg., 1992): Emergenz: die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung; 1. Aufl.; Frankfurt a. M.; 1992
- KRÜCK, CARSTEN P.** (1998): Wissensarbeit in Unternehmenskooperationen: Das Beispiel der Halbleiterindustrie; in: Willke (Hrsg., 1998); S. 305-326
- KUBICEK, HERBERT; THOM, NORBERT** (1976): Betriebliches Umsystem; in: Grochla/Wittmann (Hrsg., 1976); Sp. 3977-4017

- KÜFFNER, GEORG** (1999): Die Verwertbarkeit allein bestimmt nicht die Umweltverträglichkeit. Shreddermüll wird in kleine Stückchen zerlegt und dann sortiert/Auch nach der Demontage von Schrottfahrzeugen bleiben noch Reste übrig; in: FAZ; Nr. 189 v. 17.08.99; S. T 1
- KÜFFNER, GEORG** (2000): Wettbewerb der Werkstoffe. Stahl wird in der Autokarosserie immer häufiger durch Kunststoff und Aluminium ersetzt; in: FAZ; Nr. 68 v. 21.03.2000; S. T 1
- KÜPPERS, GÜNTER; KROHN, WOLFGANG** (1992): Selbstorganisation: Zum Stand einer Theorie in den Wissenschaften; in: Krohn/Küppers (Hrsg., 1992); S. 7-26
- KUHN, THOMAS S.** (1989): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen; 10. Aufl.; aus dem Amerik. v. Simon, Kurt; Revision der 2. Aufl. durch Vetter, Hermann; 1. Originalaufl. von 1973: The Structure of Scientific Revolutions; Frankfurt a. M.; 1989
- KUHN, THOMAS** (1993): Unternehmerische Verantwortung in der ökologischen Krise als »Ethik der gestaltbaren Zahlen«: unternehmensethische Leitlinien für umwelt- und erfolgsbewusstes Management; Diss. an der Univ. St. Gallen; Bern/Stuttgart/Wien; 1993
- KUNIG, PHILIP; PAETOW, STEFAN; VERSTEYL, LUDGER-ANSELM** (1998): Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz: Kommentar; München; 1998
- KUTTLER, WILHELM** (Hrsg., 1993): Handbuch zur Ökologie: mit Beiträgen zahlreicher Fachlehrer; bearbeitet von Kuttler, Wilhelm; Steinecke, Karin; Berlin; 1993
- LANGBEIN, WERNER** (1997): Thermodynamik: Grundlagen und Anwendungen; Thun/Frankfurt a. M.; 1997
- LANGE, CHRISTOPH** (1978): Umweltschutz und Unternehmensplanung; Wiesbaden; 1978
- LAUDEL, GRIT; GLÄSER, JOCHEN** (1999): Konzepte und empirische Befunde zur Interdisziplinarität: Einige Möglichkeiten für die Wissenschaftssoziologie, an Arbeiten von Heinrich Parthey anzuschließen; in: Umstätter/Wessel (Hrsg., 1999); S. 19-36
- LAUTENBACH, SYLVIA; STEGER, ULRICH; WEIHRAUCH, PETER** (1992): Evaluierung freiwilliger Branchenvereinbarungen (Kooperationslösungen) im Umweltschutz; in: BDI (Hrsg., 1992); S. 1-166
- LENK, THOMAS; BESSAU, DIRK** (1997): Das Konzept des Sustainable Development; in: WISU; 26. Jg.; H. 12; 1997; S. 1168-1173
- LEVI, HANS WOLFGANG** (1995): Das Problem der Nachhaltigkeit in der Energieversorgung; in: Fritz/Huber/Levi (Hrsg., 1995); S. 47-58
- LIEBEL, FRANZ** (1996): Strategische Frühaufklärung: Trends - Issues - Stakeholders; München/Wien; 1996
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER** (1992): Reduktionswirtschaft als Komplement zur Produktionswirtschaft - eine globale Notwendigkeit; in: Diskussionsschriften der Univ. Heidelberg; Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät; Nr. 185; Heidelberg; 1992
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER** (1993a): Reduktionswirtschaft als Komplement zur Produktionswirtschaft - eine globale Notwendigkeit; in: Haller/Bleicher/Brauchlin et al. (Hrsg., 1993); S. 383-395

- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER** (1993b): Entwicklungslinien einer industriellen Kreislaufwirtschaft; in: Politische Studien; 44. Jg.; Sonderheft 7; 1993; S. 16-29
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER** (1993c): Umweltorientierte Steuerungsmaßnahmen in marktwirtschaftlichen Systemen; in: Zwilling/Fritsche (Hrsg., 1993); S. 244-258
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER** (1994): Aufgaben und Grenzen der Kreislaufwirtschaft - Zur Einführung; in: uwf; 1. Jg.; H. 4; 1994; S. 6-7
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER** (1996): Reduktions- und Produktionswirtschaft; in: uwf; 4. Jg.; H. 4; 1996; S. 3-5
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER** (1998): Unternehmenspolitische Herausforderungen zur Einführung integrierter Umwelttechnik; in: Feser/Hauff (Hrsg., 1998); S. 21-31
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER** (1999): Das Konzept der Reproduktionswirtschaft als Herausforderung für das Umweltmanagement; in: Seidel (Hrsg., 1999); S. 181-191
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER** (2002): Umweltwirtschaft. Professionelle Kundenkommunikation wird auch beim Umweltschutz immer bedeutsamer. Kompendium der neuen BWL; in: FAZ; Nr. 81 v. 08.04.2002; S. 27
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER; PISCHON, ALEXANDER** (1996): Recycling und Downcycling; in: Kern/Schröder/Weber (Hrsg., 1996); Sp. 1788-1798
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER; STERR, THOMAS; WÜRZNER, ECKART** (Hrsg., 1998): Kostenvorteile durch Umweltmanagement-Netzwerke; BÖA; Bd. 2; 1998
- LIESEGANG, DIETFRIED GÜNTER; ULLMANN, MICHAEL** (1993): Modellgestützte Regelkreise im Management; in: Diskussionsschriften der Univ. Heidelberg; Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät; Nr. 202; Heidelberg; 1993
- LIKENS, GENE E.** (1992): The Ecosystem Approach: Its Use and Abuse; in: Excellence in Ecology, No. 3; edited by Kinne, Otto/Ecology Institute; Oldendorf/Luhe; 1992
- LOHSE, JOACHIM; SANDER, KNUT; WULF-SCHNABEL, JAN** (1999): Anforderungen an das Monitoring im Rahmen der Verwertung langlebiger, technisch komplexer Produkte am Beispiel des Altautos; UBA-Texte 35/99; Berlin; 1999
- LORENZ, KONRAD Z.** (1974): Analogy as a Source of Knowledge; Nobel Lecture, December 12, 1973; in: Les Prix Nobel en 1973; The Nobel Foundation 1974; S. 176-195
- LOVELOCK, JAMES** (1991): Das GAIA-Prinzip: die Biographie unseres Planeten; aus dem Engl. v. Gillhofer, Peter; Müller, Barbara; Originalaufl. v. 1988: The Ages of GAIA. A Biography of Our Living Earth; Zürich/München; 1991
- LÜBBE-WOLF, GERTRUDE** (1995): Modernisierung des umweltbezogenen Ordnungsrechts; in: Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (Hrsg., 1995); o. S.
- LUHMANN, NIKLAS** (1985): Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie; 2. Aufl.; Frankfurt a. M.; 1985
- MAJER, HELGE** (1995): Nachhaltige Entwicklung. Vom globalen Konzept zur regionalen Werkstatt; in: WSI Mitteilungen; 48. Jg.; H. 4; 1995; S. 220-230
- MAJER, HELGE** (1998): Wege zur Nachhaltigkeit: Ein regionales Netzwerk; in: Altner et al. (Hrsg., 1998); S. 48-62

- MALERI, RUDOLF** (1994): Grundlagen der Dienstleistungsproduktion: 3. Aufl.; Berlin u. a.; 1994
- MALIK, FREDMUND** (1985): Gestalten und Lenken von sozialen Systemen; in: Probst/Siegwart (Hrsg., 1985); S. 205-216
- MALIK, FREDMUND** (1996): Strategie des Managements komplexer Systeme: ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme; 5. Aufl.; Bern/Stuttgart/Wien; 1996
- MALINSKY, ADOLF H.** (1999): Regionales Systemmanagement: Stoffstromorientierte Grundzüge; in: Seidel (Hrsg., 1999); S. 193-204
- MANSTETTEN, REINER** (1995): Die Einheit und Unvereinbarkeit von Ökologie und Ökonomie; in: GAIA; 4. Jg.; H. 1; 1995; S. 40-51
- MARR, RAINER** (1993): Betrieb und Umwelt; in: Bitz et al. (Hrsg., 1993); S. 47-114
- MATSCHKE, MANFRED JÜRGEN; LEMSER, BERND** (1992): Entsorgung als betriebliche Grundfunktion; in: BFuP; 44. Jg.; H. ; 1992; S. 85-111
- MATTEN, DIRK** (1998): Management ökologischer Unternehmensrisiken: zur Umsetzung von Sustainable Development in der reflexiven Moderne; Diss. an der Univ. Düsseldorf; Stuttgart; 1998
- MATURANA, HUMBERTO R.** (1996): Kognition; in: Schmidt (Hrsg., 1996); S. 89-118
- MATURANA, HUMBERTO R.; VARELA, FRANCISCO J.** (1980): Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living; with a preface to 'Autopoiesis' by Stafford Beer; Dordrecht; 1980
- MEADOWS, DONELLA H.; MEADOWS, DENNIS L.; RANDERS, JØRGEN; BEHRENS III, WILLIAM W.** (1972): The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind; New York; 1972
- MEADOWS, DONELLA H.; MEADOWS, DENNIS L.; RANDERS, JØRGEN** (1992): Die neuen Grenzen des Wachstums. Die Lage der Menschheit: Bedrohung und Zukunftschancen; aus dem Amerik. v. Heck, Hans-Dieter; Stuttgart; 1992
- MEFFERT, HERIBERT** (1992): Sustainable Development: Thesen zur betriebswirtschaftlichen Perspektive; in: Wissenschaftliche Gesellschaft für Marketing und Unternehmensführung e. V. (Hrsg., 1992); S. 25-43
- MEFFERT, HERIBERT; KIRCHGEORG, MANFRED** (1993): Das neue Leitbild Sustainable Development - der Weg ist das Ziel; in: Harvard Business manager; 15. Jg.; H. 2; 1993; S. 34-45
- MEFFERT, HERIBERT; KIRCHGEORG, MANFRED** (1995): Ökologisches Marketing; in: uwf; 3. Jg.; H. 1; 1995; S. 18-27
- MEFFERT, HERIBERT; KIRCHGEORG, MANFRED** (1997): Ziele und Strategien zur Gestaltung von produktbezogenen Rücknahme- und Recyclingsystemen - ausgewählte Forschungsergebnisse einer Hersteller- und Entsorgerbefragung; Arbeitspapier der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Marketing und Unternehmensführung e. V.; Nr. 107; Münster; 1998
- MEFFERT, HERIBERT; KIRCHGEORG, MANFRED** (1998): Marktorientiertes Umweltmanagement: Konzeption - Strategie - Implementierung mit Praxisfällen; 3. Aufl.; Stuttgart; 1998

- MELLEROWICZ, KONRAD** (1952): Der Betrieb als Organismus und als Organ; in: BFuP; 4. Jg.; 1952; S. 141-153
- MEYER, DIETHARD E.** (1993): Abiotische Ökofaktoren; in: Kuttler (Hrsg., 1993); S. 15-21
- MEYER-ABICH, KLAUS MICHAEL** (Hrsg., 1997): Kulturgeschichte der Natur in Einzeldarstellungen. Ganzheitliches Denken der Natur in Wissenschaft und Wirtschaft; München; 1997
- MEYER-ABICH, KLAUS MICHAEL** (1997): Einführung; in: Meyer-Abich (Hrsg., 1997); S. 9-17
- MIHM, ANDREAS** (2000): RWE startet mit Multi Utility-Projekt im September in Berlin. Energiekonzern will über Tochter Berlinwasser Strom, Gas, Wasser, Entsorgung und Telekommunikation aus einer Hand anbieten; in: Handelsblatt; Nr. 107 v. 05.06.2000; S. 18
- MILLING, PETER** (Hrsg., 1991): Systemmanagement und Managementsysteme; Festgabe für Gert v. Kortzfleisch zum 70. Geburtstag; Berlin; 1991
- MILLING, PETER** (1991): Strategische Planungs- und Kontrollsysteme zur Unterstützung betrieblicher Lernprozesse; in: Milling (Hrsg., 1991); S. 11-31
- MITTELSTRAß, JÜRGEN** (1992): Auf dem Wege zur Transdisziplinarität; in: GAIA; 1. Jg.; No. 5; 1992; S. 250
- MÖBIUS, KARL AUGUST** (1986): Zum Biozönose-Begriff: Kapitel aus »Die Auster und die Austernwirtschaft« 1877; eingeleitet und mit Anmerkungen versehen v. Leps, Günther; Leipzig; 1986
- MORGAN, GARETH** (1997): Images of Organization; 2nd ed.; Thousand Oakes (USA), London/New Delhi; 1997
- MÜLLER, HANS JOACHIM** (Hrsg., 1984): Ökologie; Stuttgart; 1984
- MÜLLER, HANS JOACHIM** (1984a): Entwicklung, Wesen und Bedeutung der Ökologie; in: Müller (Hrsg., 1984); S. 14-23
- MÜLLER, HANS JOACHIM** (1984b): Wechselbeziehungen zwischen Elementen und Faktoren der Ökosysteme; in: Müller (Hrsg., 1984); S. 148-247
- MÜLLER, HANS JOACHIM; SCHÄLLER, GERHARD; HEINRICH, WOLFGANG** (1984): Elemente (Bestandteile) der Ökosysteme; in: Müller (Hrsg., 1984); S. 24-147
- MÜLLER, INGO** (1999): Grundzüge der Thermodynamik: mit historischen Anmerkungen; 2. Aufl.; Berlin u. a.; 1999
- MÜLLER, KLAUS** (1996): Allgemeine Systemtheorie: Geschichte, Methodologie und sozialwissenschaftliche Heuristik eines Wissenschaftsprogramms; Opladen; 1996
- MÜLLER-FÜRSTENBERGER, GEORG** (1995): Kuppelproduktion: eine theoretische und empirische Analyse am Beispiel der chemischen Industrie; Heidelberg; 1995
- MÜLLER-WENK, RUEDI** (1978): Die ökologische Buchhaltung; Frankfurt a. M./New York; 1978
- MÜNCH, FRIEDERIKE** (1998): Methoden der Stoffflußanalyse innerhalb einer Volkswirtschaft am Beispiel Blei; Diss. an der Univ. Heidelberg; Heidelberg; 1998

- MURSWIEK, DIETRICH** (1994): Umweltschutz als Staatszweck: Die ökologischen Legitimationsgrundlagen des Staates (Zusammenfassung); Arbeitsgruppe: Staatliche Umweltverantwortung; in: Kloepfer (Hrsg., 1994); S. 172-175
- NUTZINGER, HANS G.** (Hrsg., 1995): Nachhaltige Wirtschaftsweise und Energieversorgung: Konzepte, Bedingungen, Ansatzpunkte; Marburg; 1995
- NUTZINGER, HANS G.; RADKE, VOLKER** (1995a): Das Konzept der nachhaltigen Wirtschaftsweise: Historische, theoretische und politische Aspekte; in: Nutzinger (Hrsg., 1995); S. 13-49
- NUTZINGER, HANS G.; RADKE, VOLKER** (1995b): Wege zur Nachhaltigkeit; in: Nutzinger (Hrsg., 1995); S. 225-256
- OBBERDORFER, BERND** (1992): Einschränkung von Beliebigkeit? Systemische Selbstreproduktion und gesellschaftlicher Strukturaufbau; in: Krawietz/Welker (Hrsg., 1992); S. 302-326
- OBERMEIER, THOMAS** (2000): Das Zentrum der stofflichen Verwertung steht im Osten; in: Thomé-Kozmiensky (Hrsg., 2000); S. 415-424
- ODUM, EUGENE PLEASANTS** (1983): Grundlagen der Ökologie; in 2 Bd.; 2. Aufl.; aus dem Amerik. v. Overbeck, Jürgen; Overbeck, Ena; 3. Originalauf. von 1973: Fundamentals of Ecology; Stuttgart/New York; 1983
- ODUM, EUGENE PLEASANTS** (1991): Prinzipien der Ökologie: Lebensräume, Stoffkreisläufe, Wachstumsgrenzen; aus dem Amerik. v. Grein, Sabine; 1. Originalauf. von 1989: Ecology and Our Endangered Life-Support Systems; Heidelberg; 1991
- ODUM, EUGENE PLEASANTS** (1997): Ecology: a Bridge Between Science and Society; 3rd ed.; Sunderland/Massachusetts; 1997
- ODUM, EUGENE PLEASANTS** (1999): Ökologie: Grundlagen - Standorte - Anwendung; 3. Aufl.; aus dem Amerik. v. Overbeck, Jürgen; Stuttgart; 1999
- ODUM, EUGENE PLEASANTS; REICHHOLF, JOSEF** (1980): Ökologie: Grundbegriffe, Verknüpfungen, Perspektiven; Brücke zwischen den Natur- und Sozialwissenschaften; 4. Aufl.; aus dem Amerik. v. Reichholf-Riehm, Helga; 1. Originalauf. v. 1975: Ecology: The Link Between the Natural and the Social Sciences; dt. Bearb. v. Reichholf, J.; München/Wien/Zürich; 1980
- ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG** (2001): Überblick über nachhaltige Technologieentwicklung; Das Monatsthema November 2001 des Sustainable Technology Development (STD); in: http://www.nachhaltigkeit.at/aktuelles/mainM01_11.html; Stand: 12.12.2001
- OLBRICH, RÜDIGER; SIMONIS, UDO E.** (1994): Bibliography; in: Ayres/Simonis (Ed., 1994); S. 361-374
- O'NEILL, R. V.; DEANGELIS, D. L.; WAIDE, J. B.; ALLEN, T. F. H.** (1986): A Hierarchical Concept of Ecosystems; Princeton, New Jersey; 1986
- ORDELHEIDE, DIETER; RUDOLPH, BERND; BÜSSELMANN, ELKE** (Hrsg., 1991): Betriebswirtschaftslehre und Ökonomische Theorie; Stuttgart; 1991

- O. V.** (1996): Bericht der Bundesregierung zur TA Siedlungsabfall - Bundesregierung lehnt Abweichung von Umweltstandards ab; in: Umwelt (BMU); Nr. 2; 1996; S. 74-75
- O. V.** (1998): Der neue Weg für alte Autos; in: Umwelt (VDI); Bd. 28; Nr. 4; 1998; S. 10-15
- O. V.** (1999): Kommunale Altautoverwertung zulässig. OLG Düsseldorf sieht keinen Verstoß gegen die Gemeindeordnung; in: FAZ; Nr. 267 v. 16.11.1999; S. 19
- O. V.** (2000a): Müller für Privatisierung staatlicher Aufgaben; in: FAZ; Nr. 86 v. 11.04.2000; S. 19
- O. V.** (2000b): Kommunale Wirtschaft wird liberalisiert. Regierung von Sachsen-Anhalt billigt Entwurf/Vorbehalte der CDU; in: FAZ; Nr. 98 v. 27.04.2000; S. 4
- O. V.** (2000c): Verfassungsbeschwerde gegen Expansionslust kommunaler Betriebe. Entsorgungsauftrag für ein städtisches Unternehmen als Präzedenzfall für die Tätigkeit in anderen Gemeinden; in: FAZ; Nr. 100 v. 29.04.2000; S. 24
- O. V.** (2000d): BDE und VpA fusioniert; in: EP; 18. Jg.; H. 3; 2000; S. 8
- O. V.** (2000e): Rücknahmepflicht für Elektronikschrott. Mindestquoten für Recycling/Industrie soll Entsorgung übernehmen; in: FAZ; Nr. 136 v. 14.06.2000; S. 17
- O. V.** (2000f): Entsorger ringen mit Kommunen um Abfall. Umweltminister planen schärfere Überlassungspflicht/Wirtschaft warnt; in: FAZ; Nr. 158 v. 11.07.2000; S. 19
- O. V.** (2000g): Schredderleichtfraktion wettbewerbsfähig verwerten; in: EP; 18. Jg.; H. 7-8; 2000; S. 9
- O. V.** (2000h): Zustand der Ökosysteme durch komplexe Organismen-Beziehungen bestimmt; in: <http://www.wissenschaft.de/bdw/ticker/ticker.hbs?myrec=8155&myid=717889>; Stand: 21.02.2000; entnommen aus Nature 403 no. 6771
- O. V.** (2000i): Leistungsfähige Wertstoff-Sortieranlage in Wülfrath in Betrieb; in: EP; 18. Jg.; H. 7-8; 2000; S. 6
- O. V.** (2001): Modernste Technik hilft beim Sortieren des Verpackungsmülls. Die Drogeriekette dm steigt mit den Eigenmarken beim Dualen System aus / Quoten müssen erfüllt werden; in: FAZ; Nr. 18 v. 22.01.2001; S. 24
- O. V.** (2002a): Neue Techniken setzen das Papierrecycling unter Druck: Digitaler Störfall; in: ENTSORGA-Magazin Entsorgungswirtschaft; o. Jg.; H. 1-2; 2002; S. 46
- O. V.** (2002b): Stimmung miserabel; in: SEKUNDÄR-ROHSTOFFE; 19. Jg.; H. 2; 2002; S. 38-39
- PARTHEY, HEINRICH** (1999): Persönliche Interdisziplinarität bei Wissenschaftlern; in: Umstätter/Wessel (Hrsg., 1999); S. 243-254
- PAUCKE, HORST; STREIBEL, GÜNTER** (1990): Ökonomie contra Ökologie? Ein Problem unserer Zeit; Berlin; 1990
- PEARCE, DAVID W.; TURNER, R. KERRY** (1990): Economics of Natural Resources and the Environment; New York a. o.; 1990
- PETERSEN, THOMAS; FABER, MALTE; HERRMANN, BEATE** (1999): Vom „Müllnotstand“ zum „Müllmangel“ - Die neuere Entwicklung in der deutschen Abfallwirtschaft; in:

- Discussion Paper Series; Department of Economics; Univ. Heidelberg; No. 296; Heidelberg; 1999
- PFOHL, HANS-CHRISTIAN** (Hrsg., 1993): Ökologische Herausforderungen an die Logistik in den 90er Jahren: Umweltschutz in der Logistikkette bei Ver- und Entsorgung; 8. Fachtagung der Deutschen Gesellschaft für Logistik e. V. am 4. Mai 1993, Darmstadt; Berlin; 1993
- PFOHL, HANS-CHRISTIAN** (2000): Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlagen; 6. Aufl.; Berlin u. a.; 2000
- PFOHL, HANS-CHRISTIAN; STÖLZLE, WOLFGANG** (1992): Entsorgungslogistik; in: Steger (Hrsg., 1992); S. 571-591
- PFRIEM, REINHARD** (1983): Betriebswirtschaftslehre in sozialer und ökologischer Dimension; Frankfurt a. M./New York; 1983
- PFRIEM, REINHARD** (Hrsg., 1986): Ökologische Unternehmenspolitik; Frankfurt a. M./New York; 1986
- PFRIEM, REINHARD** (1992): Zur Integration ökologischer Belange in die Betriebswirtschaftstheorie; in: Hauff/Schmid (Hrsg., 1992); S. 147-161
- PFRIEM, REINHARD** (1994): Der Igel ist immer schon weiter. Überlegungen zum Theorie-Praxis-Problem der Betriebswirtschaftslehre; in: Fischer-Winkelmann (Hrsg., 1994); S. 113-127
- PFRIEM, REINHARD** (1995): Unternehmenspolitik in sozialökologischen Perspektiven; Habil.-Schr. an der Univ. St. Gallen; Marburg; 1995
- PICOT, ARNOLD** (1977): Betriebswirtschaftliche Umweltbeziehungen und Umweltinformationen: Grundlagen einer erweiterten Erfolgsanalyse für Unternehmungen; Berlin; 1977
- PIGOU, ARTHUR CECIL** (1979): Divergenzen zwischen dem sozialen Nettogrenzprodukt und dem privaten Nettogrenzprodukt; Auszüge aus dem Engl. v. Utz, Ilse; 4. Originalaufl. von 1950: The Economics of Welfare; in: Siebert (Hrsg., 1979); S. 23-38
- PISCHON, ALEXANDER** (1999): Integrierte Managementsysteme für Qualität, Umweltschutz und Arbeitssicherheit; hrsg. von Liesegang, Dietfried Günter; Diss.an der Univ. Heidelberg; Berlin u. a.; 1999
- POMEROY, LAWRENCE R.; ALBERTS, JAMES J.** (Ed., 1988): Concepts of Ecosystem Ecology. A Comparative View; Berlin a. o.; 1988
- POPPER, KARL RAIMUND** (1965): Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge; 2nd ed.; London; 1965
- POPPER, KARL RAIMUND** (1984): Objektive Erkenntnis: Ein evolutionärer Entwurf; 4. Aufl.; aus dem Engl. v. Vetter, Hermann; 1. Originalaufl. von 1972: Objective Knowledge; Hamburg; 1984
- POPPER, KARL RAIMUND** (1989): Logik der Forschung; 9. Aufl.; aus dem Engl. von Walentik, Leonhard; 10. revidierte Originalaufl. von 1980: The Logic of Scientific Discovery; Tübingen; 1989
- PORTER, MICHAEL** (1986): Wettbewerbsvorteile: Spitzenleistungen erreichen und behaupten; aus dem Amerik. v. Jaeger, Angelika; Frankfurt a. M./New York; 1996

- PORTER, MICHAEL** (1988): Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten; aus dem Amerik. v. Brandt, Volker; Schwoerer, C. Thomas; 5. Aufl.; Frankfurt a. M./New York; 1988
- PORTER, MICHAEL** (1997): Vorteile für den Wettbewerb von morgen; in: Gibson (Hrsg., 1997); S. 86-103
- PRAHALAD, CK** (1997): Wachstumsstrategien; in: Gibson (Hrsg., 1997); S. 104-121
- PRIGOGINE, ILYA** (1985): Vom Sein zum Werden: Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften; 4. Aufl.; aus dem Engl. v. Griesse, Friedrich; München/Zürich; 1985
- PROBST, GILBERT J. B.** (1981): Kybernetische Gesetzhypothesen als Basis für Gestaltungs- und Lenkungsregeln im Management. Eine Methodologie zur Betrachtung von Management-Situationen aus kybernetischer Sicht; Diss. an der Univ. St. Gallen; St. Gallen; 1981
- PROBST, GILBERT J. B.** (1985): Regeln des systemischen Denkens; in: Probst/Siegwart (Hrsg., 1985); S. 181-204
- PROBST, GILBERT J. B.** (1987): Selbst-Organisation: Ordnungsprozesse in sozialen Systemen aus ganzheitlicher Sicht; Berlin/Hamburg; 1987
- PROBST, GILBERT J. B.** (1992): Organisation: Strukturen, Lenkungsinstrumente und Entwicklungsperspektiven; 1. Aufl.; Landsberg/Lech
- PROBST, GILBERT J. B.; SIEGWART, HANS** (Hrsg., 1985): Integriertes Management: Bausteine des systemorientierten Managements; Festschrift zum 65. Geburtstag von Hans Ulrich; Bern/Stuttgart; 1985
- PROGNOS** (2000): Die Entsorgungswirtschaft im neuen Jahrtausend. Marktentwicklung Entsorgungswirtschaft; trendletter 3'99; in: http://www.prognos.com/html/p_tr_99_3_5.html; Stand: 28.06.2000
- PÜCHERT, HOLGER** (1996): Ein Ansatz zur strategischen Planung von Kreislaufwirtschaftssystemen: dargestellt für das Altautorecycling und die Eisen- und Stahlindustrie; Diss. an der Univ. Karlsruhe; Wiesbaden; 1996
- QUEITSCH, PETER** (1996): Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG): Rechtsverordnungen mit kommentierender Einführung zum KrW-/AbfG, einschließlich der Entsorgungsgemeinschaftenrichtlinie; Ergänzungsband; Köln; 1996
- RAFFÉE, HANS** (1993): Gegenstand, Methoden und Konzepte der Betriebswirtschaftslehre; in: Bitz et al. (Hrsg., 1993); S. 1-46
- RAFFÉE, HANS; ABEL, BODO** (Hrsg., 1979): Wissenschaftstheoretische Grundfragen der Wirtschaftswissenschaften; München; 1979
- RAFFÉE, HANS; ABEL, BODO** (1979): Aufgaben und aktuelle Tendenzen der Wissenschaftstheorie in den Wirtschaftswissenschaften; in: Raffée/Abel (Hrsg., 1979); S. 1-10
- RAPOPORT, ANATOL** (1985): Die wissenschaftlichen und methodologischen Grundlagen der allgemeinen Systemtheorie; in: Probst/Siegwart (Hrsg., 1985); S. 147-164

- RAPPAPORT, ALFRED** (1986): *Creating Shareholder Value. The New Standard for Business Performance*; New York; 1986
- REHBINDER, ECKARD** (1988): *Vorsorgeprinzip im Umweltrecht und präventive Umweltpolitik*; in: Simonis (Hrsg., 1988); S. 129-141
- REHBINDER, ECKARD** (1991): *Das Vorsorgeprinzip im internationalen Vergleich*; Düsseldorf; 1991
- REICH, ANDREAS** (1989): *Gefahr - Risiko - Restrisiko: das Vorsorgeprinzip am Beispiel des Immissionsschutzrechts*; 1. Aufl.; Diss. an der Univ. Bremen; Düsseldorf; 1989
- REICHARD, CHRISTOPH** (2000): *Sollen kommunale Abfallentsorgungsbetriebe privatisiert werden?*; in: Thomé-Kozmiensky (Hrsg., 2000); S. 389-393
- REMMERT, HERMANN** (Ed., 1991): *The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystems*; Berlin/Heidelberg; 1991
- REMMERT, HERMANN** (1992): *Ökologie: ein Lehrbuch*; 5. Aufl.; mit Beiträgen v. Greishaber, M. K.; Sommer, U.; Werner, D.; Conrad, R.; Berlin u. a.; 1992
- RENGELING, HANS-WERNER** (1988): *Das Kooperationsprinzip im Umweltrecht*; Köln u. a.; 1988
- RENNINGS, KLAUS; BROCKMANN, KARL LUDWIG; KOSCHEL, HENRIKE; BERGMANN, HEIDI; KÜHN, ISABEL** (1996): *Nachhaltigkeit, Ordnungspolitik und freiwillige Selbstverpflichtung: ordnungspolitische Grundregeln für eine Politik der Nachhaltigkeit und das Instrument der freiwilligen Selbstverpflichtung im Umweltschutz*; Heidelberg; 1996
- RENTZ, OTTO; PÜCHERT, HOLGER; PENKUHN, TORSTEN; SPENGLER, THOMAS** (1996): *Stoffstrommanagement in der Eisen- und Stahlindustrie - Konkretisierung des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG*; Berichte des UBA 5/96; Berlin; 1996
- RENTZ, OTTO; WEILAND, RAIMUND** (1993): *Preise versus Mengen? - Wege aus dem Abfalldilemma -*; in: ZAU; 6. Jg.; H. 2; 1993; S. 223-234
- RICHARDS, JOHN; GLASERSFELD, ERNST VON** (1996): *Die Kontrolle von Wahrnehmung und die Konstruktion von Realität: Erkenntnistheoretische Aspekte des Rückkopplungs-Kontroll-Systems*; in: Schmidt (Hrsg., 1996); S. 192-228
- RIDDER, HANS-GERD** (1990): *Die Integrationsfähigkeit der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre am Beispiel der Ökonomisierung ökologischer Fragestellungen*; in: Freimann (Hrsg., 1990); S. 145-159
- RIEBEL, PAUL** (1955): *Die Kuppelproduktion: Betriebs- und Marktprobleme*; Köln/Opladen; 1955
- RIEBEL, PAUL** (1996): *Kuppelproduktion*; in: Kern/Schröder/Weber (Hrsg., 1996); Sp. 992-1004
- RIEDL, RUPERT** (1981): *Biologie der Erkenntnis: die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft*; unter Mitarbeit. v. Kaspar, Robert; 3. Aufl.; Berlin/Hamburg; 1981
- RIEDL, RUPERT** (1985): *Brücken zwischen Natur- und Geisteswissenschaften*; in: Probst/Siegwart (Hrsg., 1985); S. 135-145

- RÖMER, ANSELM U.; FELD, LARS P.** (1994): Einstieg in die ökologische Kreislaufwirtschaft: Recycling am Beispiel des Dualen Systems Deutschland; in: Bartel/Hackl (Hrsg., 1994); S. 199-217
- ROHN, M.** (2000): Recycling von Kunststoffen. Rückgewinnung der Monomeren bei niederen Temperaturen; in: FAZ; Nr. 108 v. 10.05.2000; S. N 4
- ROSCHMANN, R.; METZ, G.; ROTHE, K.; EMBSER, W.** (1999): Wirtschaftliche Betätigung der Gemeinden; Arbeitspapier der INGEWA; Bonn; 1999
- ROTH, GERHARD** (1996): Autopoiese und Kognition: Die Theorie H. R. Maturanas und die Notwendigkeit ihrer Weiterentwicklung; in: Schmidt (Hrsg., 1996); S. 256-286
- RUFFERT, MATTHIAS** (1996): Subjektive Rechte im Umweltrecht der Europäischen Gemeinschaft: Unter besonderer Berücksichtigung ihrer prozessualen Durchsetzung; Diss. an der Univ. Trier; Heidelberg; 1996
- RUTKOWSKY, SVEN** (1996): Produktrücknahme und Altproduktlogistik; in: Brenck/Rutkowski/Ziegler/Weiland (Hrsg., 1996); S. 71-195
- RUTKOWSKY, SVEN** (1998): Abfallpolitik in der Kreislaufwirtschaft: Grundzüge einer effizienten und umweltgerechten Abfallwirtschaft und ihrer Regulierung; Diss. an der Univ. Münster; Berlin; 1998
- SACKSOFSKY, EIKE** (1996): Anmerkungen zu verschiedenen Konzepten einer Neuregelung der Altautoentsorgung; in: ZfU; 19. Jg.; H. 1; 1996; S. 99-108
- SANDEN, JOACHIM** (1999): Umweltrecht; Baden-Baden; 1999
- SANDER, MATTHIAS** (1998): Unternehmen und Umwelt; in: Berndt/Fantapié Altobelli/Schuster (Hrsg., 1998); S. 41-67
- SAUTER-SACHS, SYBILLE** (1992): Die unternehmerische Umwelt. Konzept aus der Sicht des Züricher Ansatzes zur Führungslehre; in: Die Unternehmung; 46. Jg.; H. 3; 1992; S. 183-204
- SCHALTEGGER, STEFAN; STURM, ANDREAS** (1992a): Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen. Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung: Notwendigkeit, Kriterien, Konzepte; Diss. an der Univ. Basel; Bern/Stuttgart/Wien; 1992
- SCHALTEGGER, STEFAN; STURM, ANDREAS** (1992b): Erfolgskriterien ökologieorientierten Managements: Interdependenzen zur staatlichen Umweltpolitik; in: Hauff/Schmid (Hrsg., 1992); S. 195-218
- SCHALTEGGER, STEFAN; STURM, ANDREAS** (1993): Ökologieorientiertes Management; in: Frey/Staehelin-Witt/Blöchliger (Hrsg., 1993); S. 179-201
- SCHANZ, GÜNTHER** (1975): Einführung in die Methodologie der Betriebswirtschaftslehre; Köln; 1975
- SCHANZ, GÜNTHER** (1977): Grundlagen der verhaltenstheoretischen Betriebswirtschaftslehre; Habil.-Schr. an der Univ. Mannheim; 1. Aufl.; Tübingen; 1977
- SCHANZ, GÜNTHER** (1997a): Wissenschaftsprogramme der Betriebswirtschaftslehre; in: Bea/Dichtl/Schweitzer (Hrsg., 1997); S. 81-198

- SCHANZ, GÜNTHER** (1997b): Wissenschaftsprogramme - Orientierungsrahmen und Bezugspunkte betriebswirtschaftlichen Forschens und Lehrens. Ein historischer Abriss; in: WiSt; 26. Jg.; H. 11; 1997; S. 554-561
- SCHAUENBERG, BERND** (1994): Von der Kunstlehre bis zur Argumentationshilfe - Defizite in der Diskussion um die Praxis der Betriebswirtschaftslehre; in: Fischer-Winkelmann (Hrsg., 1994); S. 129-145
- SCHENK, MARTIN** (1999): AltautoV und FSV. Eine Zwischenbilanz; Symposium „1 Jahr AltautoV und FSV“ der ARGE-Altauto am 15.04.1999 in Mainz; in: <http://www.arge-altauto.de/forum.htm>; Stand: 02.05.2000
- SCHEURER, STEFFEN** (1997): Bausteine einer Theorie der strategischen Steuerung von Unternehmen; Diss. an der Univ. Tübingen; Berlin; 1997
- SCHIKORA, UWE** (1989): Marketingprobleme des industriellen Kunststoffrecyclings. Dargestellt am Beispiel der Kunststoff-Recycling-Aggregate; Stuttgart; 1989
- SCHIMMELPFENG, LUTZ; GESSENICH, STEFAN** (Hrsg., 1997): Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz: neue Regelungen und Anforderungen; Heidelberg; 1997
- SCHINK, ALEXANDER** (1994): Organisationsformen für die kommunale Abfallwirtschaft; in: Verwaltungsarchiv (Zeitschrift); 85. Bd.; 1994; S. 251-280
- SCHINK, ALEXANDER** (1996a): Die Entwicklung des Umweltrechts im Jahre 1995 - Erster Teil; in: ZAU; 9. Jg.; H. 3; 1996; S. 357-378
- SCHINK, ALEXANDER** (1996b): Die Entwicklung des Umweltrechts im Jahre 1995 - Zweiter Teil; in: ZAU; 9. Jg.; H. 4; 1996; S. 520-543
- SCHINK, ALEXANDER** (1996c): Von den Schwierigkeiten der Kommunen mit dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz; in: ZG; 11. Jg.; 1996; S. 97-125
- SCHINK, ALEXANDER** (1997a): Die Entwicklung des Umweltrechts im Jahre 1996; in: ZAU; 10. Jg.; H. 4; 1997; S. 488-512
- SCHINK, ALEXANDER** (1997b): Öffentliche und private Entsorgung; in: NVwZ; 16. Jg.; H. 5; 1997; S. 435-442
- SCHINK, ALEXANDER** (1998): Bedeutung der TA Siedlungsabfall für die Entsorgung von Siedlungsabfällen; in: NuR; 20. Jg.; H. 1; 1998; S. 20-28
- SCHMID, CHRISTOPH** (2000): Schredderreste mutieren zu Koks. Neue Verfahrenskombination schließt Stoffkreisläufe im Automobilrecycling, in: Handelsblatt; Nr. 118 v. 21.06.2000; S. B 5
- SCHMID, UWE** (1989): Umweltschutz - Eine strategische Herausforderung für das Management; Frankfurt a. M. u. a.; 1989
- SCHMID, UWE** (1996a): Ökologiegerichtete Wertschöpfung in Industrieunternehmen: Industrielle Produktion im Spannungsfeld zwischen Markterfolg und Naturbewahrung; Diss. an der Univ. Stuttgart; Frankfurt a. M. u. a.; 1996
- SCHMID, UWE** (1996b): Umweltschutz - Abschied vom Mythos eines Kostenreibers; in: io management; 65. Jg.; H. 5; 1996; S. 73-77
- SCHMID, UWE** (1997a): Produzieren im Zeichen ökologischer Nachhaltigkeit; in: uwf; 5. Jg.; H. 2; 1997; S. 21-28

- SCHMID, UWE** (1997b): Verbesserung der Ressourcenproduktivität. Ökologisch nachhaltige Unternehmensstrategien; in: *io management*; 66. Jg.; H. 4; 1997; S. 32-37
- SCHMIDT, SIEGFRIED J.** (Hrsg., 1996): Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus; 7. Aufl.; Frankfurt a. M. ; 1996
- SCHMIDT-BLEEK, FRIEDRICH** (1998): Das MIPS-Konzept: weniger Naturverbrauch - mehr Lebensqualität durch Faktor 10; München; 1998
- SCHNEIDER, DIETER** (1990): Verfehlte Erwartungen an eine Allgemeine Betriebswirtschaftslehre in Lehre und Forschung; in: *DBW*; 50. Jg.; H. 2; 1990; S. 272-280
- SCHNEIDER, DIETER** (1995): Betriebswirtschaftslehre: Grundlagen; Bd. 1; 2. Aufl.; München/Wien; 1995
- SCHNEIDER, DIETER** (1997): Geschichte der Betriebswirtschaftslehre; in: *WiSt*; 26. Jg.; H. 10; 1997; S. 490-500
- SCHNEIDEWIND, UWE** (1997): Public Private Partnership; in: Steger (Hrsg., 1997); S. 69-86
- SCHNEIDEWIND, UWE** (1998a): Die Unternehmung als strukturpolitischer Akteur: kooperatives Schnittstellenmanagement im ökologischen Kontext; Habil.-Schr. an der Univ. St. Gallen; Marburg; 1998
- SCHNEIDEWIND, UWE** (1998b): Transdisziplinäre ökologische Wirtschaftsforschung. Einführung in das Schwerpunktthema; in: *Ökologisches Wirtschaften*; o. Jg.; H. 1; 1998; S. 10
- SCHRADER, CHRISTIAN** (1998): Die deutsche und die europäische Altauto-Regelung aus ökologischer Sicht; in: Beudt/Gessenich (Hrsg., 1998); S. 53-66
- SCHREINER, MANFRED** (1988): Umweltmanagement in 22 Lektionen. Ein ökonomischer Weg in eine ökologische Wirtschaft; Wiesbaden; 1988 [1996 in 4. Aufl. erschienen]
- SCHREINER, MANFRED** (1999): Zukunftsperspektiven im Entsorgungsmanagement; in: Seidel (Hrsg., 1999); S. 219-227
- SCHREYÖGG, GEORG** (1993): Umfeld der Unternehmung; in: Wittmann et al. (Hrsg., 1993); Sp. 4231-4247
- SCHREYÖGG, GEORG** (1995): Umwelt, Technologie und Organisationsstruktur: eine Analyse des kontingenztheoretischen Ansatzes; 3. Aufl.; Bern/Stuttgart/Wien; 1995
- SCHREYÖGG, GEORG** (1998): Organisation: Grundlagen moderner Organisationsgestaltung; mit Fallstudien; 2. Aufl.; Wiesbaden; 1998
- SCHUBERT, RUDOLF** (1993): Biotische Ökofaktoren; in: Kuttler (Hrsg., 1993); S. 81-86
- SCHULDT, NICOLA** (1997): Rationale Umweltvorsorge: ökonomische Implikationen einer vorsorgenden Umweltpolitik; Diss. an der Univ. Marburg; Bonn; 1997
- SCHULTE, HANS** (1999): Umweltrecht; Heidelberg; 1999
- SCHULTHEIß, BODO** (1978): Umweltschutz- und Rohstoffprobleme in der Unternehmensplanung: Kostensenkung durch betriebliche Wiederverwendungskreisläufe; Berlin; 1978
- SCHULZ, WERNER F.** (2001): Die PVC-Wirtschaft bewegt sich; in: *uwf*; 9. Jg.; H. 3; 2001; S. 83-87

- SCHURR, ULRICH; HAAKE, VOLKER; HENKES, STEFAN; KLEIN, DIANA; KREKELER, BEA** (1996): Reduktionswirtschaftliche Aspekte biologischer Systeme; in: *uwf*; 4. Jg.; H. 4; 1996; S. 52-55
- SCHWARZ, ERICH J.** (1994): Unternehmensnetzwerke im Recycling-Bereich; Diss. an der Univ. Graz; Wiesbaden; 1994
- SCHWARZ, ERICH J.** (1998): Ökonomische Aspekte regionaler Verwertungsnetze; in: *Strebel/Schwarz* (Hrsg., 1998); S. 11-25
- SCHWARZ, ERICH J.; STREBEL, HEINZ** (1999): Produktlinienanalyse und Wertkettenmanagement als Grundlage für das Management von Verwertungsnetzen; in: *Seidel* (Hrsg., 1999); S. 205-217
- SCHWEITZER, MARCELL** (Hrsg., 1978): Auffassungen und Wissenschaftsziele der Betriebswirtschaftslehre; Darmstadt; 1978
- SCHWEITZER, MARCELL** (1978): Wissenschaftsziele und Auffassungen in der Betriebswirtschaftslehre; in: *Schweitzer* (Hrsg., 1978); S. 1-14
- SCHWEITZER, MARCELL** (Hrsg., 1994): Industriebetriebslehre; 2. Aufl.; München; 1994
- SCHWEITZER, MARCELL** (1994a): Gegenstand der Industriebetriebslehre; in: *Schweitzer* (Hrsg., 1994); S. 1-60
- SCHWEITZER, MARCELL** (1994b): Industrielle Fertigungswirtschaft; in: *Schweitzer* (Hrsg., 1994); S. 568-746
- SCHWEITZER, MARCELL** (1997): Gegenstand und Methoden der Betriebswirtschaftslehre; in: *Bea/Dichtl/Schweitzer* (Hrsg., 1997); S. 23-80
- SEIDEL, EBERHARD** (1989): Organisation des Umweltschutzes. „Wollen“ und „Können“ - Auf dem Wege zu einer ökologisch verpflichteten Unternehmensführung; in: *zfo*; 58. Jg.; H. 2; 1989; S. 75-83
- SEIDEL, EBERHARD** (1992): Die Marktwirtschaft vor der ökologischen Bewährungsprobe; in: *GAIA*; 1. Jg.; H. 2; 1992; S. 95-104
- SEIDEL, EBERHARD** (1994): Abfallwirtschaft als strategischer Erfolgsfaktor; in: *Kreikebaum/Seidel/Zabel* (Hrsg., 1994); S. 135-162
- SEIDEL, EBERHARD** (Hrsg., 1999): Betriebliches Umweltmanagement im 21. Jahrhundert: Aspekte, Aufgaben, Perspektiven; Berlin u. a.; 1999
- SEIDEL, EBERHARD; LIEBEHENSCHEL, THORSTEN** (1996): Reduktionswirtschaft heute - Sekundärrohstoffmarkt für Altpapier; in: *uwf*; 4. Jg.; H. 4; 1996; S. 26-35
- SEIDEL, EBERHARD; MENN, HEINER** (1988): Ökologisch orientierte Betriebswirtschaft; Stuttgart u. a.; 1988
- SEIDEL, EBERHARD; STREBEL, HEINZ** (1991): Umwelt und Ökonomie. Reader zur ökologienorientierten Betriebswirtschaftslehre; Wiesbaden; 1991
- SEMMELE, MARKUS** (1984): Die Unternehmung aus evolutionstheoretischer Sicht. Eine kritische Bestandsaufnahme aktueller evolutionärer Ansätze der Organisations- und Managementtheorie; Diss. an der Univ. St. Gallen; Bern; 1984
- SENGE, PETER** (1998): Die fünfte Disziplin: Kunst und Praxis der lernenden Organisation; 5. Aufl.; aus dem Amerik. v. Klostermann, Maren; Stuttgart; 1998

- SHRIVASTAVA, PAUL** (1995): Environmental Technologies and Competitive Advantage; in: Strategic Management Journal; Vol. 16; 1995; S. 183-200
- SIEBERT, HORST** (1973): Das produzierte Chaos - Ökonomie und Umwelt; Stuttgart u. a.; 1973
- SIEBERT, HORST** (Hrsg., 1979): Umwelt und wirtschaftliche Entwicklung; Darmstadt; 1979
- SIEBERT, HORST** (1986): Umweltschäden als Problem der Unsicherheitsbewältigung: Prävention und Risikoallokation; in: Diskussionsbeiträge der Universität Konstanz; Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik; Serie A; Nr. 217; Konstanz; 1986
- SIEGWART, HANS** (1985): Anwendungsorientierung, Systemorientierung und Integrationsleistung einer Managementlehre; in: Probst/Siegwart (Hrsg., 1985); S. 93-109
- SIESTRUP, GUIDO; HAASIS, HANS-DIETRICH** (1997): Strategische Planung von Produktkreislaufsystemen; in: zfp; Bd. 7; H. 8; 1997; S. 149-167
- SIMONIS, UDO ERNST** (Hrsg., 1988): Präventive Umweltpolitik; Frankfurt a. M./New York; 1988
- SIMONIS, UDO ERNST** (1999): Schrumpfen und Wachsen. Strukturwandel der Wirtschaft und Entlastung der Umwelt; in: Discussion-paper des WZB; Nr. FS II 99-401; Berlin; 1999
- SOCOLOW, ROBERT H.** (1994a): Preface; in: Socolow et al. (Ed., 1994); S. xv-xx
- SOCOLOW, ROBERT H.** (1994b): Six Perspectives from Industrial Ecology; in: Socolow et al. (Ed., 1994); S. 3-16
- SOCOLOW, ROBERT H.; ANDREWS, CLINTON; BERKHOUT, FRANS; THOMAS, VALERIE** (Ed., 1994): Industrial Ecology and Global Change; Cambridge (GB); 1994
- SONNENSCHNEIN, MARTIN** (1997): Strategische Suchfeldanalyse für Umweltdienstleistungen; in: Kaluza (Hrsg., 1997); S. 43-74
- SOUREN, RAINER** (1996): Theorie betrieblicher Reduktion: Grundlagen, Modellierung und Optimierungsansätze stofflicher Entsorgungsprozesse; Diss. an der Univ. Aachen; Heidelberg; 1996
- SPENGLER, THOMAS** (1998): Industrielles Stoffstrommanagement: betriebswirtschaftliche Planung und Steuerung von Stoff- und Energieströmen in Produktionsunternehmen; Habil.-Schr. an der Univ. Karlsruhe; Berlin; 1998
- SPREMANN, KLAUS** (1989): Stakeholder-Ansatz versus Agency-Theorie; in: ZfB; 59. Jg.; H. 7; 1989; S. 742-746
- SRU** (1991): „Abfallwirtschaft“ - Sondergutachten, September 1990; Stuttgart; 1991
- SRU** (1994): Umweltgutachten 1994; Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung; Stuttgart; 1994
- SRU** (1996): Umweltgutachten 1996; Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung; Stuttgart; 1996
- SRU** (1998): Umweltgutachten 1998; Umweltschutz: Erreichtes sichern - neue Wege gehen; Stuttgart; 1998

- SRU** (2000): Umweltgutachten 2000; Umweltschutz: Schritte ins nächste Jahrtausend; Stuttgart; 2000
- STAEHLE, WOLFGANG H.** (1994): Managementwissen in der Betriebswirtschaftslehre - Geschichte eines Diffusionsprozesses; in: Wunderer (Hrsg., 1994); S. 3-21
- STAEHLE, WOLFGANG H.** (1999): Management: eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive; 8. Aufl.; überar. v. Conrad, P.; Sydow, J.; München; 1999
- STADELBAUER, ANITA** (1998): Die Altauto-Verordnung in der Praxis am Beispiel der Fa. Schrott Nasz GmbH, Weiherhammer; in: Beudt/Gessenich (Hrsg., 1998); S. 95-99
- STATISTISCHES BUNDESAMT** (1993): Klassifikationen, Verzeichnisse; Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993 (WZ 93); in: <http://www.statistikbund.de/allg/d/klassif/wz93.htm>; Stand: 31.07.2000
- STAUDT, ERICH; AUFFERMANN, SUSANNE; SCHROLL, MARKUS** (1999): Die Grenzen der Kreislaufwirtschaft. Das Beispiel Papier; in: EP; 17. Jg.; H. 3; 1999; S. 16-19
- STAUDT, ERICH; SCHROLL, MARKUS; AUFFERMANN, SUSANNE** (2001): Stoffstrommanagement zwischen Anspruch und Wirklichkeit; in: uwf; 9. Jg.; H. 3; 2001; S. 56-60
- STEGER, ULRICH** (1988): Umweltmanagement: Erfahrungen und Instrumente einer umweltorientierten Unternehmensstrategie; Frankfurt a. M.; 1988 [1993 in 2. Aufl. erschienen]
- STEGER, ULRICH** (Hrsg., 1992): Handbuch des Umweltmanagements: Anforderungs- und Leistungsprofile von Unternehmen und Gesellschaft; München; 1992
- STEGER, ULRICH** (Hrsg., 1997): Handbuch des integrierten Umweltmanagements; München/Wien; 1997
- STEGER, ULRICH** (1997): Konzeption und Perspektiven des integrierten Umweltmanagements; in: Steger (Hrsg., 1997); S. 1-29
- STEIN, JOHANN HEINRICH VON** (1993): Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre; in: Wittmann et al. (Hrsg., 1993); Sp. 470-481
- STEINBERG, RUDOLF** (1996): Verfassungsrechtlicher Umweltschutz durch Grundrechte und Staatszielbestimmung; in: NJW; 49. Jg.; H. 31; 1996; S. 1985-1994
- STEINHILPER, ROLF** (1994): Entwicklung eines technisch-logistischen Gesamtkonzeptes zum Produktrecycling; in: uwf; 1. Jg.; H. 4; 1994; S. 31-37
- STEINMANN, HORST; BRAUN, WOLFRAM** (1979): Konstruktivismus und die Kritik am Wertfreiheitsprinzip; in: Raffée/Abel (Hrsg., 1979); S. 191-204
- STEINMANN, HORST; SCHREYÖGG, GEORG** (1997): Management: Grundlagen der Unternehmensführung; Konzepte - Funktionen - Fallstudien; 4. Aufl.; Wiesbaden; 1997
- STEPHAN, GUNTER** (1992): Entropie, Umweltschutz und Rohstoffverbrauch: ein thermodynamischer Ansatz in der Umweltökonomik; in: Hauff/Schmid (Hrsg., 1992); S. 275-291
- STEPHAN, GUNTER** (1995): Ökonomie der Abfallwirtschaft; in: Junkernheinrich/Klemmer/Wagner (Hrsg., 1995); S. 148-153
- STERR, THOMAS** (2002): Industrielle Stoffkreislaufwirtschaft im regionalen Kontext - ein interdisziplinärer Ansatz; Diss. an der Univ. Heidelberg; bislang unveröffentlicht; 2002

- STEVEN, MARION** (1994): Produktion und Umweltschutz: Ansatzpunkte für die Integration von Umweltschutzmaßnahmen in die Produktionstheorie; Habil.-Schr. an der Univ. Bielefeld; Wiesbaden; 1994
- STEVEN, MARION** (1998): Produktionstheorie; Wiesbaden; 1998
- STIGLIANI, WILLIAM M.; ANDERBERG, STEFAN** (1992): Industrial Metabolism at the Regional Level: The Rhine Basin; in: Working Paper WP-92-10 of IIASA; Laxenburg/Austria; 1992
- STIGLIANI, WILLIAM M.; JAFFE, PETER R.** (1993): Industrial Metabolism and River Basin Studies: A New Approach for the Analysis of Chemical Pollution; in: Research Report RR-93-6 of IIASA; Laxenburg/Austria; 1993
- STITZEL, MICHAEL** (1994): Arglos in Utopia? Die Literatur zum Umweltmanagement bzw. zur ökologisch orientierten Betriebswirtschaftslehre; in: DBW; 54. Jg.; H. 1; 1994; S. 95-116
- STÖLZLE, WOLFGANG** (1993): Umweltschutz und Entsorgungslogistik: theoretische Grundlagen mit ersten empirischen Ergebnissen zur innerbetrieblichen Entsorgungslogistik; Diss. an der TH Darmstadt; Berlin; 1993
- STREBEL, HEINZ** (1980): Umwelt und Betriebswirtschaft: die natürliche Umwelt als Gegenstand der Unternehmenspolitik; Berlin; 1980
- STREBEL, HEINZ** (1994): Industrie und Umwelt; in: Schweitzer (Hrsg., 1994); S. 747-848
- STREBEL, HEINZ** (1996): Ökologie und Umwelt; in: Kern/Schröder/Weber (Hrsg., 1996); Sp. 1303-1313
- STREBEL, HEINZ; SCHWARZ, ERICH J.; PRATTES, ROBERT** (1994): Die Deponie als Objekt der Betriebswirtschaftslehre - unternehmerische Verantwortung für den gesamten Produktlebenszyklus; in: Kreikebaum/Seidel/Zabel (Hrsg., 1994); S. 163-173
- STREBEL, HEINZ; SCHWARZ, ERICH J.** (Hrsg., 1998): Kreislauforientierte Unternehmenskooperationen: Stoffstrommanagement durch innovative Verwertungsnetze; Wien; 1998
- STRÖBELE, WOLFGANG** (1987): Rohstoffökonomik: Theorie und natürliche Ressourcen mit Anwendungsbeispielen Öl, Kupfer, Uran und Fischerei; München; 1987
- STÜNZNER, LILIA** (1996): Systemtheorie und betriebswirtschaftliche Organisationsforschung: Eine Nutzenanalyse der Theorien autopoietischer und selbstreferentieller Systeme; Diss. an der Univ. Trier; in: Betriebswirtschaftliche Schriften; H. 143; Berlin; 1996
- STUMM, WERNER; DAVIS, JOAN** (1974): Kann Recycling die Umweltbeeinträchtigung vermindern?; in: Brennpunkte; gdi-topics; 5. Jg.; H. 2; 1974; S. 29-41
- SUCHANEK, ANDREAS** (1994): Ökonomischer Ansatz und theoretische Integration; Tübingen; 1994
- SUKACHEV, V.; DYLLIS, N.** (1964): Fundamentals of Forest Biogeocoenology; translated from Russian by MacLennan, J. M.; Edinburgh/London; 1964
- SUTTER, HANS** (1993): Stoffökologische Perspektiven der Abfallwirtschaft - Eine Einführung; in: Sutter/Held (Hrsg., 1993); S. 11-23

- SUTTER, HANS; HELD, MARTIN** (Hrsg., 1993): Stoffökologische Perspektiven der Abfallwirtschaft: Grundlagen und Umsetzung; Berlin; 1993
- SUWELACK, THOMAS** (1994): Zukunftsaufgabe Umweltmanagement; in: Voss (Hrsg., 1994); S. 91-96
- SYDOW, JÖRG** (1992): Strategische Netzwerke - Evolution und Organisation; Habil.-Schr. an der Freien Univ. Berlin; Wiesbaden; 1992
- SYDOW, JÖRG; WINDELER, ARNOLD** (Hrsg., 1997): Management interorganisationaler Beziehungen - Vertrauen, Kontrolle und Informationstechnik; Opladen; 1997
- SZYPERSKI, NORBERT** (1971): Zur wissenschaftsprogramatischen und forschungstrategischen Orientierung der Betriebswirtschaftslehre; in: ZfbF; 23. Jg.; N. F.; 1971; S. 261-282
- TANSLEY, ARTHUR G.** (1935): The Use and Abuse of vegetational Concepts and Terms; in: Ecology; Vol. XVI; No. 3; 1935; S. 284-307
- TAUBE, MIECZYSLAW** (1988): Materie, Energie und die Zukunft des Menschen; Stuttgart; 1988
- TEUBNER, GUNTHER** (1992): Die vielköpfige Hydra. Netzwerke als kollektive Akteure höherer Ordnung; in: Krohn/Küppers (Hrsg., 1992); S. 189-216
- THIENEMANN, AUGUST** (1925): Die Binnengewässer. Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten; Bd. 1: Die Binnengewässer Mitteleuropas. Eine limnologische Einführung; Stuttgart; 1925
- THOMÉ-KOZMIENSKY, KARL J.** (Hrsg., 1997): Abfallwirtschaft am Wendepunkt; Neuruppin; 1997
- THOMÉ-KOZMIENSKY, KARL J.** (1997): Entsorgung in der Kreislaufwirtschaft - Stand und Perspektiven -; in: Thomé-Kozmiensky (Hrsg., 1997); S. 5-40
- THOMÉ-KOZMIENSKY, KARL J.** (Hrsg., 2000): Restabfallentsorgung; Neuruppin; 2000
- THOMÉ-KOZMIENSKY, KARL J.** (2000a): Brauchen wir noch Restabfallbehandlungsanlagen?; in: Thomé-Kozmiensky (Hrsg., 2000); S. 23-48
- THOMÉ-KOZMIENSKY, KARL J.** (2000b): Mechanisch-biologische Abfallbehandlung - Stand der Technik -; in: Thomé-Kozmiensky (Hrsg., 2000); S. 89-147
- TISCHLER, WOLFGANG** (1993): Einführung in die Ökologie; 4. Aufl.; Stuttgart u. a.; 1993
- TOBIAS, KAI** (1991): Konzeptionelle Grundlagen zur angewandten Ökosystemforschung; Diss. an der Univ. München; Berlin; 1991
- TREPL, LUDWIG** (1987): Geschichte der Ökologie: vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart; Frankfurt a. M.; 1987
- TRIENEKENS AG** (2000): „Aufbruch zu neuen Ufern“ - Trienekens übernimmt 49 Prozent an den Stadtwerken; in: <http://www.trienekens.de/Presstexte/Presstexte.htm>; Stand: 17.07.2000
- UBA** (1995): Handbuch Umweltcontrolling; München; 1995

- UEXKÜLL, JAKOB VON** (1980): Kompositionslehre der Natur. Biologie als undogmatische Naturwissenschaft; ausgewählte Schriften; hrsg. v. Uexküll, Thure von; Frankfurt a. M./Berlin/Wien; 1980
- ULRICH, HANS** (1971): Der systemorientierte Ansatz in der Betriebswirtschaftslehre; in: Kortzfleisch (Hrsg., 1971); S. 43-60; auch erschienen in Schweitzer (Hrsg., 1978); S. 270-291
- ULRICH, HANS** (1984a): Management; hrsg. v. Dyllick, Th.; Probst, G.; Bern; 1984
- ULRICH, HANS** (1984b): Skizze eines allgemeinen Bezugsrahmen für die Managementlehre; in: Ulrich, H. et al. (Hrsg., 1984); S. 0-30
- ULRICH, HANS** (1994): Von der Betriebswirtschaftslehre zur systemorientierten Managementlehre; in: Wunderer (Hrsg., 1994); S. 161-178
- ULRICH, HANS; MALIK, FREDMUND; PROBST, GILBERT J. B.; SEMMEL, MARKUS; DYLLICK, THOMAS; DACHLER, PETER; WALTER-BUSCH, EMIL** (Hrsg., 1984): Grundlegung einer Allgemeinen Theorie der Gestaltung, Lenkung und Entwicklung zweckorientierter sozialer Systeme; Diskussionsbeitrag Nr. 4/1984 des IfB; St. Gallen; 1984
- ULRICH, HANS; PROBST, GILBERT J. B.** (1995): Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln: ein Brevier für Führungskräfte; 4. Aufl.; Bern, Stuttgart, Wien; 1995
- ULRICH, PETER** (1977): Die Grossunternehmung als quasi-öffentliche Institution. Eine politische Theorie der Unternehmung; Stuttgart; 1977
- ULRICH, PETER** (1994): Betriebswirtschaftslehre als praktische Sozialökonomie - Programmatische Überlegungen; in: Wunderer (Hrsg., 1994); S. 179-203
- ULRICH, PETER; HILL, WILHELM** (1979): Wissenschaftstheoretische Aspekte ausgewählter betriebswirtschaftlicher Konzeptionen; in: Raffée/Abel (Hrsg., 1979); S. 161-190
- UMSTÄTTER, WALTHER; WESSEL, KARL-FRIEDRICH** (Hrsg., 1999): Interdisziplinarität - Herausforderung an die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler; Festschrift zum 60. Geburtstag von Heinrich Parthey; Bielefeld; 1999
- VARELA, FRANCISCO J. R.** (1999): Der kreative Zirkel: Skizzen zur Naturgeschichte der Rückbezüglichkeit; in: Watzlawick (Hrsg., 1999); S. 294-309
- VDA** (2000): Automobilproduktion und Neuzulassungen; in: <http://www.vda.de/de/aktuell/statistik/jahreszahlen/index.html>; Stand: 15.06.2000
- VDM** (2000): Metallwirtschaft 2000; Bonn; 2000
- VERHEYEN, RODA; SPANGENBERG, JOACHIM H.** (1998): Die Praxis der Kreislaufwirtschaft. Ergebnisse des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes; Gutachten im Auftrag der Friedrich-Ebert-Stiftung; Bonn; 1998
- VERSMANN, ANDREAS** (1996): Spielräume und Bindungswirkung der TA-Siedlungsabfall zur thermischen und biologisch-mechanischen Abfallbehandlung; in: DGAW (Hrsg., 1996); S. 148-167
- VESTER, FREDERIC** (1980): Neuland des Denkens: vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter; Stuttgart; 1980

- VESTER, FREDERIC** (1990): *Ausfahrt Zukunft: Strategien für den Verkehr von morgen. Eine Systemuntersuchung*; 2. Aufl.; München; 1990
- VESTER, FREDERIC** (1999): *Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität*; Stuttgart; 1999
- VOLKSWAGEN AG** (1999): *Umweltbericht 1999/2000*; Düsseldorf; 1999
- VORHOLZ, FRITZ** (2000): *Sack in die Tonne. Das Duale System der Abfallverwertung ist teuer und bringt ökologisch nur wenig. Verpackungsmüll lässt sich auch intelligenter verwerten*; in: *ZEIT*; Nr. 16 v. 13.04.2000; S. 28-29
- VORNHOLZ, GÜNTER** (1993): *Zur Konzeption einer ökologisch tragfähigen Entwicklung: eine ökonomische, theoretische Analyse der Bedingungen für die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen*; Diss. an der Univ. Paderborn; Marburg; 1993
- VORNHOLZ, GÜNTER** (1995): *Die ökologischen Ziele im Sustainable Development-Konzept. Eine ökologisch tragfähige Entwicklung*; in: *Nutzinger* (Hrsg., 1995); S. 81-115
- VOSS, GERHARD** (Hrsg., 1994): *Sustainable Development - Leitziel auf dem Weg in das 21. Jahrhundert*; Köln; 1994
- VOBKAMP, WILHELM** (1984): *Von der wissenschaftlichen Spezialisierung zum Gespräch zwischen den Disziplinen*; in: *Wendt/Loacker* (Hrsg., 1984); S. 445-462
- WÄTZOLD, FRANK** (1998): *Umweltökonomische Konzeptionen bei ökologischer Unsicherheit*; Diss. an der FU Berlin; Berlin; 1998
- WÄTZOLD, FRANK; SIMONIS, UDO ERNST** (1997): *Ökologische Unsicherheit: über Möglichkeiten und Grenzen von Umweltpolitik*; in: *Aus Politik und Zeitgeschichte*; Beilage zur Wochenzeitung *Das Parlament*; Nr. B 27; vom 27. Juni 1997; S. 3-14
- WAGNER, GERD RAINER** (Hrsg., 1990): *Unternehmung und ökologische Umwelt*; München; 1990
- WAGNER, GERD RAINER** (1990): *Unternehmung und ökologische Umwelt - Konflikt oder Konsens?*; in: *Wagner* (Hrsg., 1990); S. 1-28
- WAGNER, GERD RAINER** (Hrsg., 1993): *Betriebswirtschaft und Umweltschutz*; Stuttgart; 1993
- WAGNER, GERD RAINER** (1996): *Abfall und Entsorgung*; in: *Kern/Schröder/Weber* (Hrsg., 1996); Sp. 1-11
- WAGNER, GERD RAINER** (1997): *Betriebswirtschaftliche Umweltökonomie*; Stuttgart; 1997
- WAGNER, GERD RAINER; VOGEL, ARMIN** (1992): *Das „Duale System“ als Herausforderung für die Entsorgungswirtschaft*; in: *Hauff/Schmid* (Hrsg., 1992); S. 219-242
- WALLAU, FRANK** (1996): *Altautoentsorgung in der Kreislaufwirtschaft - Eine Bestandsaufnahme und kritische Würdigung*; in: *ZfB-Ergänzungsheft 2*; 1996; S. 97-119
- WALLAU, FRANK** (1998): *Recyclinggerechte Konstruktion in der Automobilzulieferindustrie - Ergebnisse einer empirischen Untersuchung*; in: *Dyckhoff/Ahn* (Hrsg., 1998); S. 191-210

- WALLAU, FRANK** (2000): Systematisierung von Finanzierungsmodellen für eine kostenlose Rücknahme von Altprodukten - dargestellt am Beispiel der Altautoentsorgung; in: Müll und Abfall; 32. Jg.; H. 2; 2000; S. 89-94
- WALTEMATH, ALAIN; MAGER, ANDREAS; BAUMGARTEN, H.** (1998): Altproduktrückführung: Baustein ganzheitlicher Kreislaufstrategien; in: uwf; 6. Jg.; H. 1; 1998; S. 58-64
- WALTER-BUSCH, EMIL** (1984): Methodische Aspekte des Interdisziplinaritätsproblems in der systemorientierten Managementlehre; in: Ulrich, H. et al. (Hrsg., 1984); S. 226-252
- WASSER, EMIL** (1986): Wirtschaft interdisziplin, Wirtschaft als Disziplin und Interdisziplin; Berlin; 1986
- WATZLAWICK, PAUL** (Hrsg., 1999): Die erfundene Wirklichkeit: Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben? Beiträge zum Konstruktivismus; 11. Aufl.; München; 1999
- WATZLAWICK, PAUL; WEAKLAND, JOHN H.; FISCH, RICHARD** (1974): Lösungen. Zur Theorie und Praxis menschlichen Wandels; Bern; 1974
- WEBER, BURKHARD** (1997): Unternehmungsnetzwerke aus systemtheoretischer Sicht - Zum Verhältnis von Autonomie und Abhängigkeit in Interorganisationsbeziehungen; in: Sydow/Windler (Hrsg., 1997); S. 275-297
- WEBER, HELMUT KURT** (1993): Wertschöpfungsrechnung; in: Wittmann et al. (Hrsg., 1993); Sp. 4659-4671
- WEBER, JÜRGEN** (Hrsg., 1997): Umweltmanagement: Aspekte einer umweltbezogenen Unternehmensführung; Stuttgart; 1997
- WEBER, MAX** (1988): Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre; hrsg. v. Winkelmann, Johannes; 7. Aufl.; Tübingen; 1988
- WEIDEMANN, CLEMENS** (1998): Kreislaufwirtschaft - ein Leitfaden zur Privatisierung der Abfallwirtschaft und zur Einbeziehung Privater in die kommunale Abfallentsorgung; Bundesministerium für Wirtschaft; Dokumentation Nr. 452; Bonn; 1998
- WEIMANN, JOACHIM** (1995): Umweltökonomik: eine theoretische Einführung; 3. Aufl.; Berlin u. a.; 1995
- WEINGART, PETER** (Hrsg., 1995): Grenzüberschreitungen in der Wissenschaft = Crossing Boundaries in Science; 1. Aufl.; Baden-Baden; 1995
- WEINGART, PETER** (1995): Einheit der Wissenschaft - Mythos und Wunder; in: Weingart (Hrsg., 1995); S. 11-28
- WEIZÄCKER, ERNST ULRICH VON** (1990): Erdpolitik: ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt; 2. Aufl.; Darmstadt; 1990
- WENDT, HERBERT; LOACKER, NORBERT** (Hrsg., 1984): Kindlers Enzyklopädie - Der Mensch; Bd. VII; Philosophie, Wissenschaft und Technik; Zürich; 1984
- WENKE, MARTIN** (2000): Marktorientierte Entsorgungspolitik: Konzeption, Maßnahmen, Erfolgsbedingungen; in: uwf; 8. Jg.; H. 1; 2000; S. 82-87
- WERBECK, NICOLA** (1993): Beteiligungsrechte und Kompensationsleistungen als Instrumente zur Erhöhung der Akzeptanz von Abfallanlagen - eine ökonomische Analyse; in: ZAU; 6. Jg.; H. 2; 1993; S. 210-222

- WICKE, LUTZ** (1993): Umweltökonomie: eine praxisorientierte Einführung; unter Mitarbeit von Blenk, Lieselotte; 4. Aufl.; München; 1993
- WICKE, LUTZ** (1995): Ein ökologischer Marshallplan: Das Nutznießerprinzip als Grundlage einer internationalen Umweltpolitik im Dienst einer nachhaltigen Entwicklung; in: Fritz/Huber/Levi (Hrsg., 1995); S. 99-104
- WICKE, LUTZ** (1997): Umweltpolitik 2000 - Ein umweltpolitischer Befreiungsschlag durch einen „Pakt für Umwelteffizienz“!; in: ZfU; 20. Jg.; H. 3; 1997; S. 393-407
- WICKE, LUTZ; KNEBEL, JÜRGEN** (1997): Umweltbezogene Selbstverpflichtungen der Wirtschaft - Chancen und Grenzen für Umwelt, (mittelständische) Wirtschaft und Umweltpolitik - Thesenartiger Überblick und Zusammenfassung der wichtigsten Tagungsergebnisse; in: Wicke/Knebel/Braeseke (Hrsg., 1997); S. 1-50
- WICKE, LUTZ; KNEBEL, JÜRGEN; BRAESEKE, GRIT** (Hrsg., 1997): Umweltbezogene Selbstverpflichtungen der Wirtschaft - umweltpolitischer Erfolgsgarant oder Irrweg?; überarbeitete u. ergänzte Beiträge der vom IfUM veranstalteten umweltpolitischen Fachtagung „Umweltbezogene Selbstverpflichtungen der Wirtschaft - Chancen und Grenzen für Umwelt, Unternehmen und Umweltpolitik“ vom 9.-10. Januar 1997 in Berlin; Bonn; 1997
- WIECZOREK, BERTRAM** (1997): Ver- und Entsorgung - nur eine öffentliche Aufgabe?; in: Thomé-Kozmiensky (Hrsg., 1997); S. 53-62
- WILLKE, HELMUT** (1993): Systemtheorie: eine Einführung in die Grundprobleme der Theorie sozialer Systeme; 4. Aufl.; Stuttgart/Jena; 1993
- WILLKE, HELMUT** (1994): Systemtheorie II. Interventionstheorie: Grundzüge einer Theorie der Intervention in komplexe Systeme; Stuttgart/Jena; 1994
- WILLKE, HELMUT** (Hrsg., 1998): Systemisches Wissensmanagement; Stuttgart; 1998
- WILLKE, HELMUT** (1998): Konzeptionen; in: Willke (Hrsg., 1998); S. 1-113
- WILSON, EDWARD O.** (1998): Die Einheit des Wissens; aus dem Amerik. v. Badal, Yvonne; Berlin; 1998
- WISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT FÜR MARKETING UND UNTERNEHMENSFÜHRUNG E. V.** (Hrsg., 1992): Sustainable Development als Leitbild der umweltbewußten Unternehmensführung; Dokumentation einer Vortragsveranstaltung am 22. Juni 1992 an der Westfälischen Wilhelms-Univ. zu Münster, Münster; 1992
- WITTE, EBERHARD; THIMM, ALFRED L.** (Hrsg., 1977): Entscheidungstheorie: Texte und Analysen; Wiesbaden; 1977
- WITTMANN, WALDEMAR ET AL.** (Hrsg., 1993): HWB; 1. Teilbd. A-H; 1. Bd. der Enzyklopädie der BWL; 5. Aufl.; Stuttgart; 1993
- WUNDERER, ROLF** (Hrsg., 1994): Betriebswirtschaftslehre als Management- und Führungslehre; 3. Aufl.; Stuttgart; 1994
- ZABEL, HANS-ULRICH** (1994): Wirtschaft und Umwelt - Systembetrachtungen unter Erfolgsgesichtspunkten; in: Kreikebaum/Seidel/Zabel (Hrsg., 1994); S. 1-29
- ZAHN, ERICH** (1998): Wettbewerbsfähigkeit durch strategische Erneuerung; in: Becker et al. (Hrsg., 1998); S. 383-410

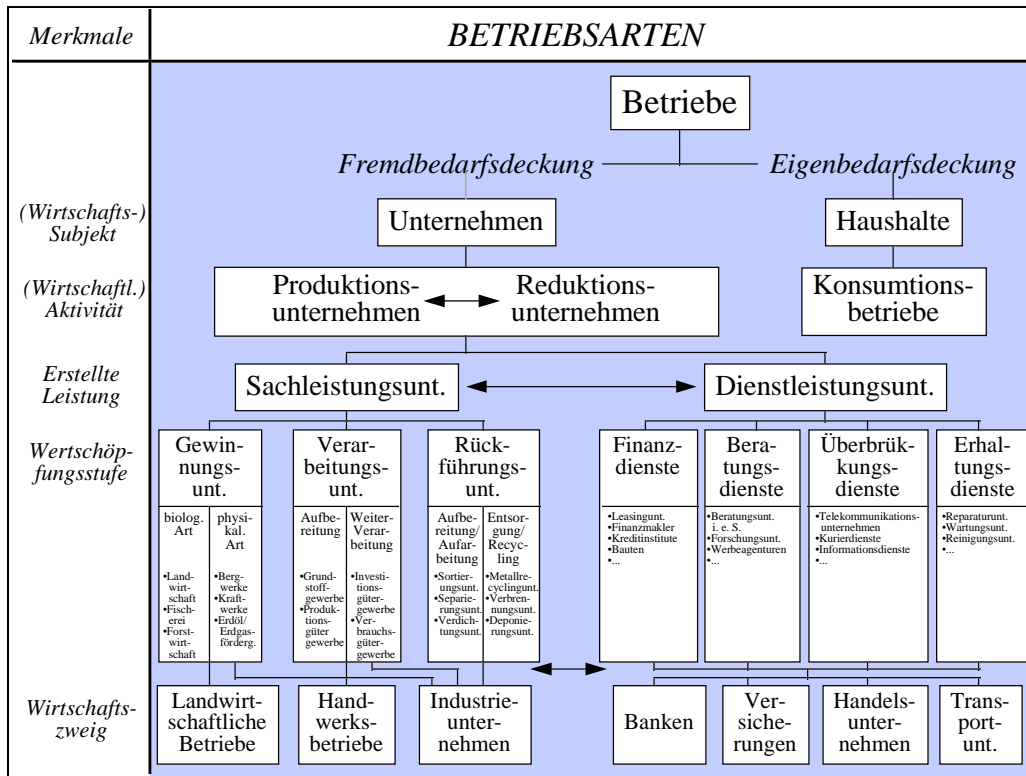
- ZAHN, ERICH; GASSERT, HERBERT** (Hrsg., 1992): Umweltschutzorientiertes Management: die unternehmerische Herausforderung von morgen; Stuttgart; 1992
- ZAHN, ERICH; SCHMID, UWE** (1992): Wettbewerbsvorteile durch umweltschutzorientiertes Management; in: Zahn/Gassert (Hrsg., 1992); S. 39-93
- ZAHN, ERICH; SCHMID, UWE** (1996): Produktionswirtschaft I: Grundlagen und operatives Produktionsmanagement; Stuttgart; 1996
- ZELEWSKI, STEPHAN** (1994a): Grundlagen; in: Corsten/Reiß (Hrsg., 1994); S. 1-140
- ZELEWSKI, STEPHAN** (1994b): Integration von Umweltschutzaspekten in aktivitätsanalytischen Produktionstheorien - Eine Studie zur Reaktion produktionswirtschaftlicher Theoriebildung auf neuartige praktische Herausforderungen; in: Fischer-Winkelmann (Hrsg., 1994); S. 241-271
- ZELEWSKI, STEPHAN** (1997): Evolution produktionswirtschaftlicher Theoriebildung unter dem Einfluß ökologischer Problemstellungen. Eine Rekonstruktion auf der Basis des „Non Statement View“, in: Weber, J. (Hrsg., 1997); S. 335-373
- ZIEGLER, FRANK** (1993): Zersetzung; in: Kuttler (Hrsg., 1993); S. 499-505
- ZIMMERMANN, HERBERT** (1995): Automobilrecycling im Verbund - PREUSSAG-Konzept eines flächendeckenden Netzes von Kfz-Demontagezentren; in: uwf; 3. Jg.; H. 4; 1995; S. 44-47
- ZIMMERMANN, HORST** (1994a): Prinzipien der Umweltpolitik in ökonomischer Sicht: Stellenwert, wechselseitiges Verhältnis und gegenwärtige Interpretation (Zusammenfassung); Arbeitsbereich: Ökonomische Aspekte der Prinzipien der Umweltpolitik; in: Kloepfer (Hrsg., 1994); S. 271-274
- ZIMMERMANN, HORST** (1994b): Prinzipien der Umweltpolitik in ökonomischer Sicht: Stellenwert, wechselseitiges Verhältnis und gegenwärtige Interpretation; in: Zimmermann/Hansjürgens (Hrsg., 1994); S. 1-30
- ZIMMERMANN, HORST; HANSJÜRGENS, BERND** (Hrsg., 1994): Prinzipien der Umweltpolitik in ökonomischer Sicht; Bonn; 1994
- ZIMMERMANN, HORST; HENKE, KLAUS-DIRK** (1994): Finanzwissenschaft: eine Einführung in die Lehre von der öffentlichen Finanzwirtschaft; 7. Aufl.; München; 1994
- ZIMMERMANN, KLAUS** (1990): Vorsorgeprinzip und „präventive“ Umweltpolitik: Abgrenzungsversuche zum Sinn und Unsinn eines politischen Begriffs; in: Zimmermann/Hartje/Ryll (Hrsg., 1990); S. 19-82
- ZIMMERMANN, KLAUS; HARTJE, VOLKMAR J.; RYLL, ANDREAS** (Hrsg., 1990): Ökologische Modernisierung der Produktion: Strukturen und Trends; Berlin; 1990
- ZIMMERMAYER, GUNTER** (1999): Die Ziele von AltautoV und FSV; Symposium „1 Jahr AltautoV und FSV“ der ARGE-Altauto am 15.04.1999 in Mainz; in: <http://www.arge-altauto.de/forum.htm>; Stand: 02.05.2000
- ZWEHL, WOLFGANG VON** (1973): Staatliche Umweltschutzmaßnahmen in betrieblicher Sicht; in: DB; 26. Jg.; H. 15; 1973; S. 729-736
- ZWILLING, ROBERT** (1993): Stoffkreisläufe im Leben; in: Zwilling/Fritsche (Hrsg., 1993); S. 19-31

ZWILLING, ROBERT; FRITSCH, WOLFGANG (Hrsg., 1993): Ökologie und Umwelt: ein interdisziplinärer Ansatz; Heidelberg; 1993

Inhaltsverzeichnis des Anhangs

Abb. 1: Systematik der Betriebsarten im kreislaufwirtschaftlichen Leistungszusammenhang.....	LIV
Abb. 2: System Spezieller Betriebswirtschafts-Lehren	LVI
Abb. 3: LVP-Sortieranlage	LVII
Abb. 4: Weltweite Zusammensetzung des Primärrohstoffs Stahl in Stahlwerken und Gießereien	LVIII
Abb. 5: Reduktionspfad der Reduzenden des „Gelben Sacks“ 1998	LXII
Abb. 6: Eingesetzte Mengen ausgewählter Reduzenden in öffentlichen Entsorgungsanlagen 1990-1996.....	LXII
Abb. 7: Inlandsproduktion und Neuzulassungen (incl. M1-Fahrzeuge) in Deutschland an Pkw (1957-1999).....	LXIII
Abb. 8: Dienstleistungsspektrum an Reduktionsleistungen der Mitglieder des BDE .	LXVIII
Abb. 9: Ausgewähltes Dienstleistungsspektrum an Reduktionsleistungen der Mitglieder des BDE	LXX
Tab. 1: Wirtschaftszweigsystematik des Statistischen Bundesamtes nach der Entstehungsseite des Sozialprodukts	LV
Tab. 2: Geschätzte Materialanteile am Leergewicht von Pkws bei ihrer Reduktion; durchschnittliche Lebensdauer etwa 10 Jahre.....	LVIII
Tab.3: Anspruchsgruppen im traditionellen Stakeholder-Konzept	LIX
Tab. 4: Auswahl umweltrechtlicher Anforderungen an Unternehmen unter besonderer Berücksichtigung des KrW-/AbfG	LX
Tab. 5: Anhang I – Abfallgruppen des KrW-/AbfG.....	LXI
Tab. 6: Bestand an Kraftfahrzeugen [in 1.000]	LXIII
Tab. 7: Stillgelegte Pkw in Deutschland [in Mio.]	LXIII
Tab. 8: Konsequenzen verschiedener Entledigungsoptionen für Fahrzeug-Letzbesitzer BRD	LXIV
Tab. 9: Zuordnungskriterien für Deponien nach Anh. B der TASI	LXV
Tab. 10: Aufkommen an Siedlungsabfällen BRD in 1998 und Prognosen für 2005/2010.....	LXVI
Tab. 11: Dienstleistungsspektrum an Reduktionsleistungen der Mitglieder des BDE.	LXVII
Tab. 12: Ausgewähltes Dienstleistungsspektrum an Reduktionsleistungen der Mitglieder des BDE.....	LXIX
Tab. 13: Altpapier-Sorten.....	LXXI
Tab. 14: Altpapiereinsatz in der Papierindustrie	LXXIV
Tab. 15: Alternative Strategien.....	LXXV

Abb. 1: Systematik der Betriebsarten im kreislaufwirtschaftlichen Leistungszusammenhang



Quelle: In Anlehnung an Zahn/Schmid (1996); S. 57 u. die Ausführungen bei Zelewski (1994a); S. 27.

Tab. 1: Wirtschaftszweigsystematik des Statistischen Bundesamtes nach der Entstehungsseite des Sozialproduktes

Primärer Sektor	0. Land- u. Forstwirtschaft 1. Tierhaltung u. Fischerei
Sekundärer Sektor	2. Bergbau u. Gewinnung von Steinen u. Erden 2.1 Kohlenbergbau, Torfgewinnung, Gewinnung von Erdöl u. Erdgas, Bergbau auf Uran- u. Thoriumerze 2.2 Erzbergbau, Gewinnung von Steinen u. Erden, sonst. Bergbau 3. Verarbeitendes Gewerbe 3.1 Ernährungsgewerbe u. Tabakverarbeitung 3.2 Textil- u. Bekleidungsgewerbe 3.3 Ledergewerbe 3.4 Holzgewerbe (ohne Herstellung von Möbeln) 3.5 Papier-, Verlags- u. Druckgewerbe 3.6 Kokerei, Mineralölverarbeitung, Herstellung u. Verarbeitung von Spalt- u. Brutstoffen 3.7 Chemische Industrie 3.8 Herstellung von Gummi- u. Kunststoffwaren 3.9 Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen u. Erden 3.10 Metallerzeugung u. -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen 3.11 Maschinenbau 3.12 Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten u. -einrichtungen; Elektrotechnik, Feinmechanik u. Optik 3.13 Fahrzeugbau 3.14 Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren u. sonst. Erzeugnissen; Recycling 3.14.1 Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren u. sonst. Erzeugnissen 3.14.2 Recycling 3.14.2.1 Recycling von Schrott 3.14.2.1.1 Recycling von Eisen- u. Stahlschrott 3.14.2.1.2 Recycling von NE-Metallschrott 3.14.2.2 Recycling von nichtmetallischen Altmaterialien u. Reststoffen 3.14.2.2.1 Recycling von nichtmetallischen Altmaterialien u. Reststoffen 3.14.2.2.1.1 Recycling von textilen Altmaterialien u. Reststoffen 3.14.2.2.1.2 Recycling von Altmaterialien u. Reststoffen aus Papier, Karton u. Pappe 3.14.2.2.1.3 Recycling von Altmaterialien u. Reststoffen aus Glas 3.14.2.2.1.4 Recycling von Altmaterialien u. Reststoffen aus Kunststoff 3.14.2.2.1.5 Recycling von sonst. Altmaterialien u. Reststoffen 4. Energie- u. Wasserversorgung 5. Baugewerbe
Tertiärer Sektor	6. Handel, Instandhaltung u. Reparatur von Kraftfahrzeugen u. Gebrauchsgütern 7. Gastgewerbe 8. Verkehr u. Nachrichtenübermittlung 9. Kreditinstitute u. Versicherungsgewerbe 10. Grundstücks- u. Wohnungswesen, Vermietung beweglicher Sachen, Erbringung von Dienstleistungen überwiegend für Unternehmen 11. Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung 12. Erziehung u. Unterricht 13. Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen 14. Erbringung von sonst. öffentlichen u. persönlichen Dienstleistungen 14.1 Erbringung von sonst. öffentlichen u. persönlichen Dienstleistungen 14.1.1 Abwasser- u. Abfallbeseitigung 14.1.1.1 Kläranlagen 14.1.1.2 Sammelkanalisation 14.1.1.3 Sammlung, Beförderung u. Zwischenlagerung von Abfällen 14.1.1.4 Kompostierungsanlagen 14.1.1.5 Abfallverbrennungsanlagen 14.1.1.6 Sonst. Abfallbehandlungsanlagen 14.1.1.7 Abfalldeponien

14.1.1.8 Städtereinigung u. sonst. Entsorgungseinrichtungen 14.1.1.9 Bodensanierung u. Rekultivierung von geschädigten Flächen 14.2 Interessenvertretungen sowie kirchl. u. sonst. religiöse Vereinigungen (ohne Sozialwesen u. Sport) 14.3 Kultur, Sport u. Unterhaltung 14.4 Erbringung von sonst. Dienstleistungen 15. Private Haushalte 16. Exterritoriale Organisationen u. Körperschaften

Quelle: Statistisches Bundesamt (1993).

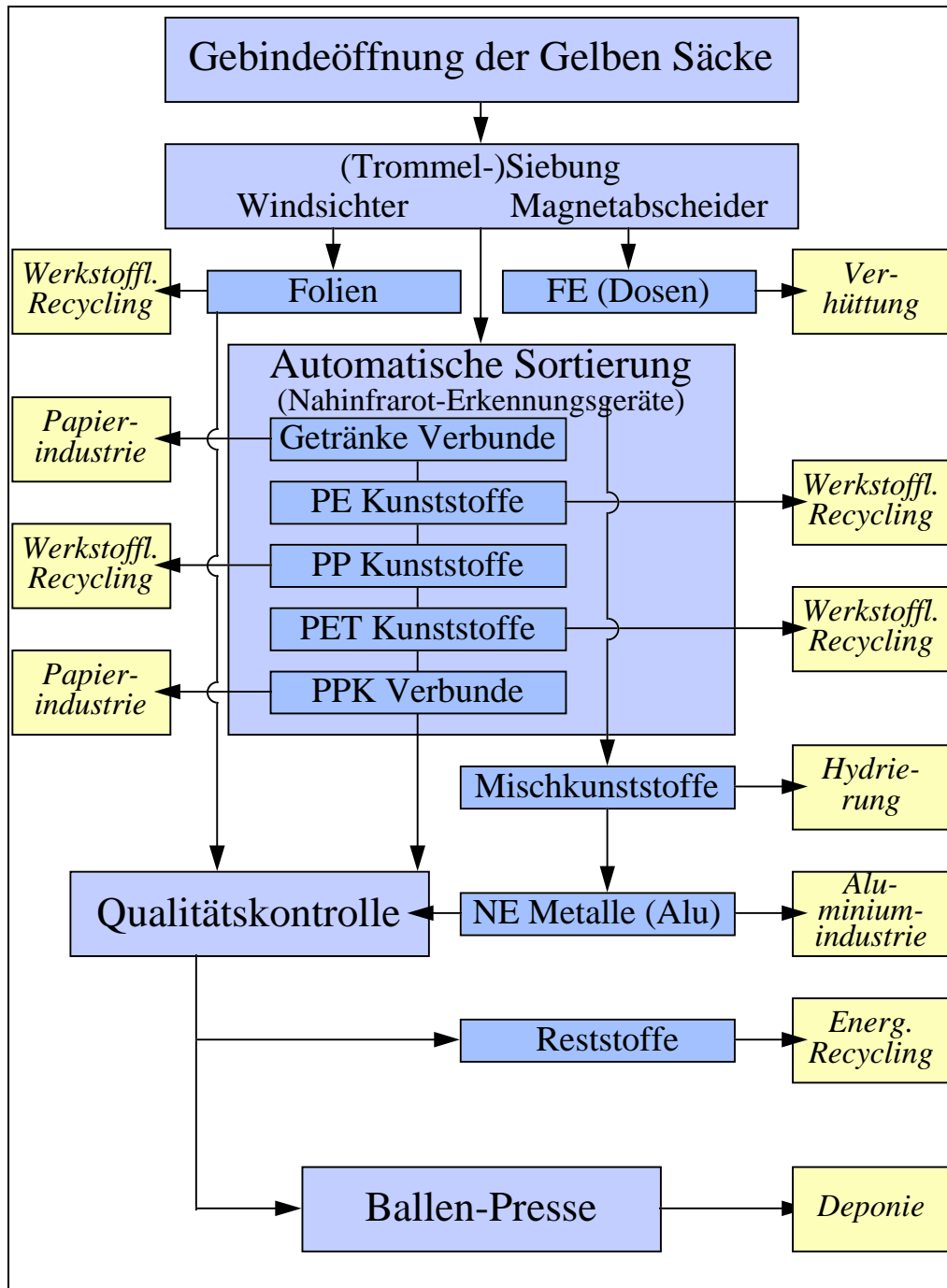
Abb. 2: System Spezieller Betriebswirtschafts-Lehren

		System-Institutionen									
		Industrie	Handel	Banken	Versicherungen	Transport	sonst. DL	[Öffentl. Unt.]	
Subsysteme-Funktionen	Management										Managementlehre
	Personal										Personalwirtschaft
	Beschaffung										Beschaffungswirtschaft
	Produktion										Produktionswirtschaft
	Absatz										Absatzwirtschaft
	Finanzen										Finanzwirtschaft
	Information										Informationswirtschaft
	Controlling										Controlling

		Industriebetriebslehre	Handelsbetriebslehre	Bankenbetriebslehre	Versicherungsbetriebslehre	Verkehrsbetriebslehre	Dienstl.-betriebslehre	[Öffentl.-betriebslehre]	
		Institutionenlehre									

Quelle: In Anlehnung an Zahn/Schmid (1996); S. 10.

Abb. 3: LVP-Sortieranlage



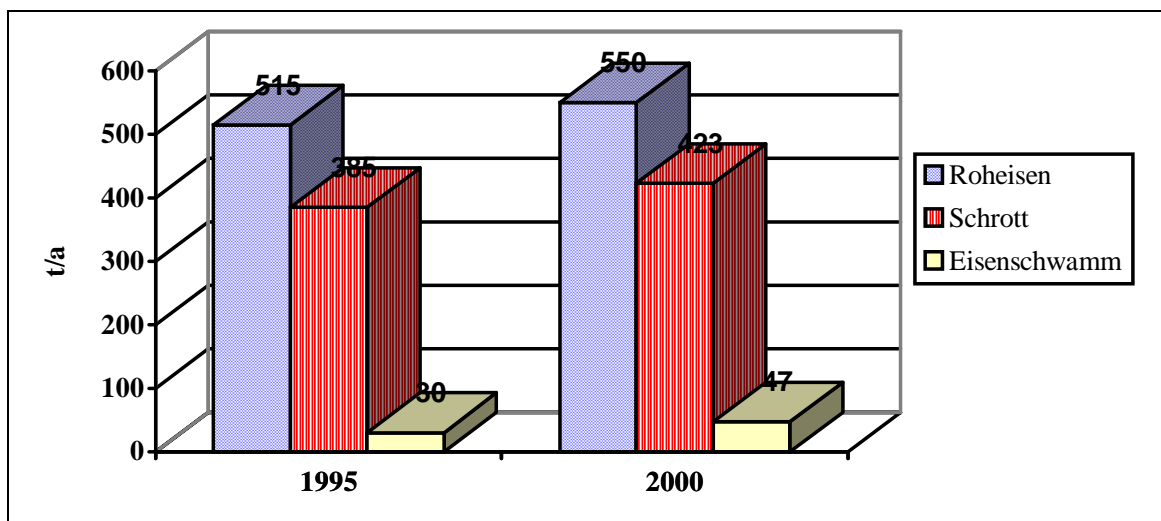
Quelle: O. V. (2000i); S. 6.

Tab. 2: Geschätzte Materialanteile am Leergewicht von Pkws bei ihrer Reduktion; durchschnittliche Lebensdauer etwa 10 Jahre

Materialien	Reduktionsjahr					
	1980/85		1990/95		2000	
	[kg]	[Gew.-%]	[kg]	[Gew.-%]	[kg]	[Gew.-%]
Stahl	560	55,1	535	53,0	465	47,0
Gußeisen	142	14,0	126	12,5	109	11,0
NE-Metalle	45	4,5	53	5,2	59	6,0
Gummi	53	5,2	51	5,0	50	5,0
Kunststoffe	45	4,5	91	9,0	158	16,0
Glas	40	3,9	40	4,0	40	4,0
Sonstiges	130	12,8	114	11,3	109	11,0
Gesamt	1015	100,0	1010	100,0	990	100,0

Quelle: Hårdtke et al. (1994); S. 17.

Abb. 4: Weltweite Zusammensetzung des Primärrohstoffs Stahl in Stahlwerken und Gießereien [in Mio. t/a]



Quelle: Leicht modifiziert nach BDSV (2000); S. 1.

Tab. 3: Anspruchsgruppen im traditionellen Stakeholder-Konzept

Anspruchsgruppen	Erbrachte Leistungen des Systems	Geforderte Gegenleistungen der Umsysteme
<i>Interne, unternehmensbezogene Anspruchsgruppen</i>		
Eigentümer/Gesellschafter/Aktionäre	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenkapital • Goodwill 	<ul style="list-style-type: none"> • Einkommen/Dividende, Kursgewinn • Erhaltung, Verzinsung und Wertsteigerung des investierten Kapitals • Mitgestaltung • Macht, Einfluß, Prestige
Management	<ul style="list-style-type: none"> • Kompetenz (fachlich, sozial, konzeptionell, technisch) • Engagement • Verantwortung • Loyalität • Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einkommen (Dividende, Kursgewinn) • Sicherheit • Berufl. Erfüllung, Selbstverwirklichung • Erfolg • Macht, Einfluß, Prestige
Mitarbeiter	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitskraft • Fähigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Einkommen • Arbeitsplatzsicherheit • Soziale Sicherheit • Berufl. Erfüllung, Selbstverwirklichung • Zwischenmenschliche Kontakte (Gruppenzugehörigkeit) • Status, Anerkennung, Prestige
<i>Externe, marktbezogene Anspruchsgruppen</i>		
Kunden	<ul style="list-style-type: none"> • Kauf von Sach- und Dienstleistungen • Einhalten der vereinbarten Konditionen • Markentreue 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitativ und quantitativ befriedigendes Preis-/Leistungsverhältnis • Service, günstige Konditionen usw.
Lieferanten/ Externe Dienstleister	<ul style="list-style-type: none"> • Termingerechte Leistung • Sicherheit, Zuverlässigkeit und Qualität der gelieferten Güter 	<ul style="list-style-type: none"> • Stabile Liefermöglichkeiten • Günstige Konditionen • Zahlungsfähigkeit der Abnehmer
Fremdkapitalgeber	<ul style="list-style-type: none"> • Fremdkapital • Vertrauen/Loyalität 	<ul style="list-style-type: none"> • Sichere Kapitalanlage • Befriedigende Kapitalverzinsung • Vermögenszuwachs • Sicherheit
Kooperationspartner ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Kernkompetenzen/Know-how • Reduzierung der Wettbewerbsintensität • Bündelung der Leistungsfähigkeit • Bündelung der Marktmacht • Kosteneinsparung 	<ul style="list-style-type: none"> • Kernkompetenzen/Know-how • Reduzierung der Wettbewerbsintensität • Bündelung der Leistungsfähigkeit • Bündelung der Marktmacht • Kosteneinsparung
Mitbewerber	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Branchenstandards • Innovationsfähigkeit • Erhöhung der Marktattraktivität/-größe 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Branchenstandards • Innovationsfähigkeit • Erhöhung der Marktattraktivität/-größe
<i>Externe, gesellschaftsbezogene Anspruchsgruppen</i>		
Staat	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Sicherheit und Ordnung • Infrastruktur (Ver-/Entsorgung) • Legitimität 	<ul style="list-style-type: none"> • Steuern, Gebühren, Beiträge • Wirtschaftswachstum, konjunkturelle Stabilität, Arbeitsplatzsicherung • Sozialleistungen • Umweltqualität • Positive Beiträge an die Infrastruktur

^a Aufgrund der nicht näher spezifizierten Kooperationsbeziehungen werden Leistung u. Gegenleistung als identisch angenommen.

		<ul style="list-style-type: none"> • Einhalten von Rechtsvorschriften und Normen • Teilnahme an der politischen Willensbildung • Beiträge an Kultur, Wissenschaft und Bildung
Öffentlichkeit/Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Akzeptanz • Vertrauen • Goodwill • Legitimität 	<ul style="list-style-type: none"> • Offenlegung/Kontrolle wirtschaftlicher Tätigkeiten • Gerechtigkeit • Förderung des Gemeinwohls

Quelle: Zusammengestellt u. leicht modifiziert nach Dyllick (1984); S. 75; Janisch (1993); S. 122 f. u. S. 190 f.

Tab. 4: Auswahl umweltrechtlicher Anforderungen an Unternehmen unter besonderer Berücksichtigung des KrW-/AbfG

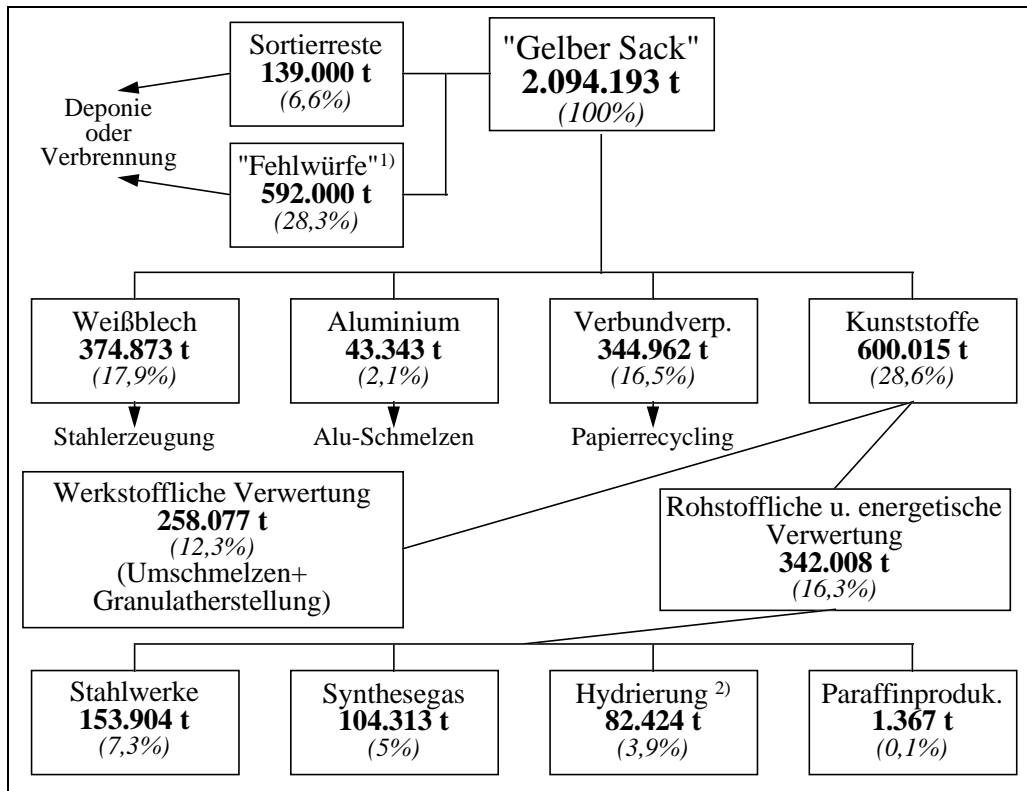
EU-Recht	EEA Art. 130 r bis 130 t EGV/Art. 174 bis 176 EGV							
	EG-AbfVerbrV VO (EG) 1420/1999 VO (EG) 1547/1999 EG-AltstoffV EG-UmwAuditV		RL 75/439/EWG RL 75/442/EWG RL 91/157/EWG RL 91/689/EWG			RL 94/62/EG RL 94/67/EG RL 96/59/EG RL 1999/31/EG EG-IVU-RL		
Bundesrecht	Grundgesetz - Art. 20a GG							
	Bau-recht	Gewerbe-recht	Umweltschutzrecht				Chem. Recht	Verkehrs recht
Gesetz			Umweltzivilrecht: UmwelHG, §§ 823, 906, 1004 BGB, § 22 WHG Umweltstrafrecht Allg. Umweltverwaltungsrr.: UIG, UVPg, UAG + ErwV					
	BauGB	GewO	Immission	Abfall	Wasser	Boden/ Natur	ChemG GenTG PflSchG DMG	
BImSchG BzBIG IWG			KrW-/AbfG AbfVerbrG	WHG AbwAG, WRMG HSEG	BBodSchG BNatSchG			
Verordnung		DampfKV Druck-behV VdF TrbF ArbStättV	BImSchV	AltautoV BattV VerpackV EfbV NachwV usw. (s. u.)	AbwV GrwV	BBodSchV	Chem-PrüfV Chem-VerbotsV Gef-StoffV	GGVS GGVE GGVSee
	Verwaltungs-vorschrift		TA Lärm TA Luft	AbfVwV TA Abfall TASi	AbwVV			
Landesrecht		DurchV	SmogV VwV LImSchG	LAbfG, VO, VwV	LWG VLwF VLwS	LBodSchG		
	Kommunalrecht	Satzungen für die kommunale Entsorgung in Anpassung an die landesrechtlichen Regelungen: Bestimmung der ausgeschlossenen Abfälle, Pflichten zur getrennten Bereitstellung oder Anlieferung, Überlassungs- und Andienungspflichten, Gebühren						

Quelle: In Anlehnung an Püchert (1996); S. 26; Spengler (1998); S. 10.

Tab. 5: Anhang I - Abfallgruppen des KrW-/AbfG

Q 1	Nachstehend nicht näher beschriebene Produktions- oder Verbrauchsrückstände
Q 2	Nicht den Normen entsprechende Produkte
Q 3	Produkte, bei denen das Verfalldatum überschritten ist
Q 4	Unabsichtlich ausgebrachte oder verlorene oder von einem sonstigen Zwischenfall betroffene Produkte einschließlich sämtlicher Stoffe, Anlageteile usw., die bei einem solchen Zwischenfall kontaminiert worden sind
Q 5	Infolge absichtlicher Tätigkeiten kontaminierte oder verschmutzte Stoffe (z. B. Reinigungsrückstände, Verpackungsmaterial, Behälter usw.)
Q 6	Nichtverwendbare Elemente (z. B. verbrauchte Batterien, Katalysatoren usw.)
Q 7	Unverwendbar gewordene Stoffe (z. B. kontaminierte Säuren, Lösungsmittel, Härtesalze usw.)
Q 8	Rückstände aus industriellen Verfahren (z. B. Schlacken, Destillationsrückstände usw.)
Q 9	Rückstände von Verfahren zur Bekämpfung der Verunreinigung (z. B. Gaswaschschlamm, Luftfilterrückstand, verbrauchte Filter usw.)
Q 10	Bei maschineller und spanender Formgebung anfallende Rückstände (z. B. Dreh- und Fräsespäne usw.)
Q 11	Bei der Förderung und der Aufbereitung von Rohstoffen anfallende Rückstände (z. B. im Bergbau, bei der Erdölförderung usw.)
Q 12	Kontaminierte Stoffe (z. B. PCB verschmutztes Öl usw.)
Q 13	Stoffe oder Produkte aller Art, deren Verwendung gesetzlich verboten ist
Q 14	Produkte, die vom Besitzer nicht oder nicht mehr verwendet werden (z. B. in der Landwirtschaft, den Haushaltungen, Büros, Verkaufsstellen, Werkstätten usw.)
Q 15	Kontaminierte Stoffe oder Produkte, die bei der Sanierung von Böden anfallen
Q 16	Stoffe oder Produkte aller Art, die nicht einer der oben erwähnten Gruppen angehören.

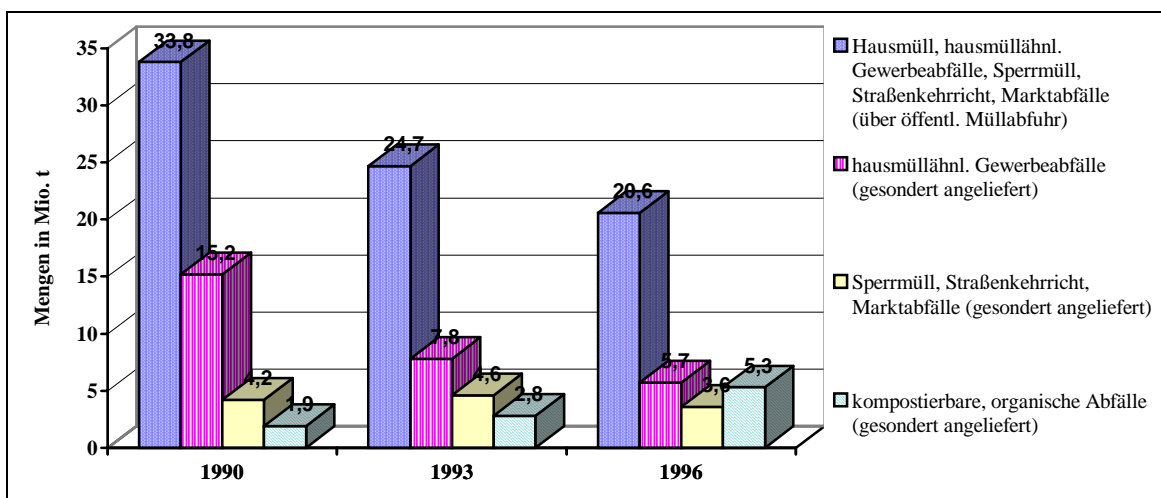
Abb. 5: Reduktionspfad der Reduzenden des „Gelben Sacks“ 1998



1) Abfälle, die nicht in den Gelben Sack gehören; 2) Ende 1999 eingestellt

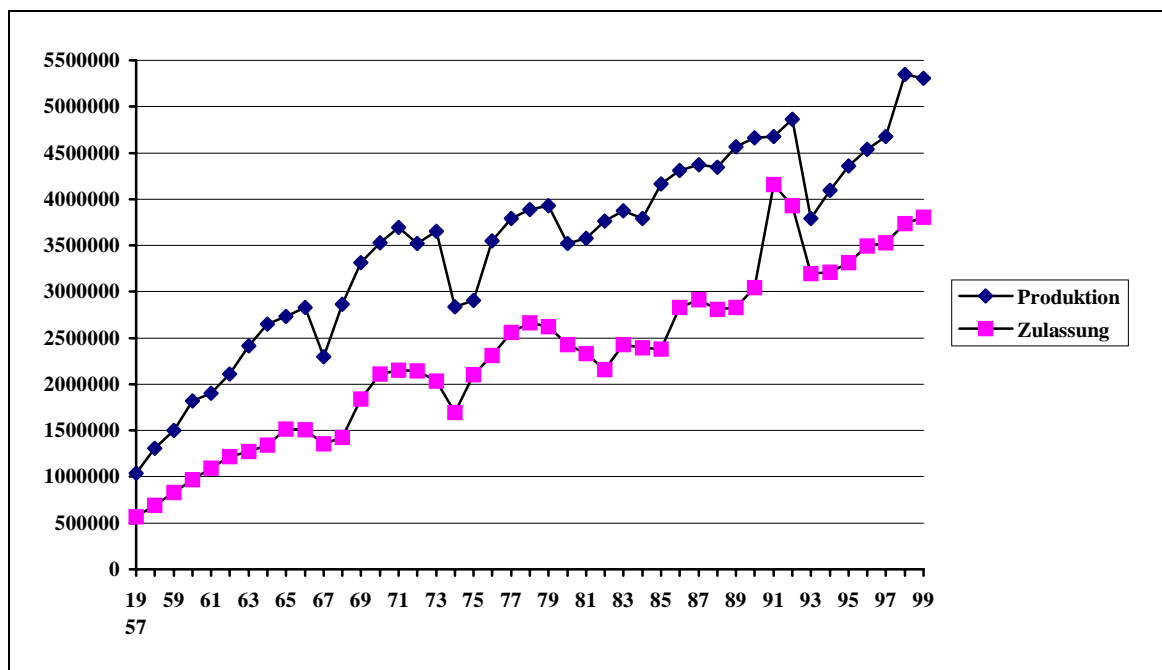
Quelle: Vorholz (2000); S. 29.

Abb. 6: Eingesetzte Mengen ausgewählter Reduzenden in öffentlichen Entsorgungsanlagen 1990-1996



Quelle: SRU (2000); S. 356.

Abb. 7: Inlandsproduktion und Neuzulassungen (incl. M1-Fahrzeuge) in Deutschland an Pkw (1957-1999)



Quelle: Daten entnommen aus VDA (2000).

Tab. 6: Bestand an Kraftfahrzeugen [in 1.000]

	1992	1995	1997
Pkw und Kombi	38.193 (85,87%)	40.404 (85,1%)	41.045 (84,65%)
Krafträder	1.756 (3,95%)	2.267 (4,77%)	2.534 (5,22%)
Lkw	1.925 (4,33%)	2.215 (4,66%)	2.297 (4,74%)
Zugmaschinen	1.930 (4,34%)	1.900 (4,0%)	1.900 (3,92%)
Busse und sonstige Kfz	671 (1,51%)	700 (1,47%)	712 (1,47%)
Insgesamt	44.475 (100%)	47.486 (100%)	48.488 (100%)

Quelle: VDA, entnommen aus iwd (1998); S. 4.

Tab. 7: Stillgelegte Pkw in Deutschland [in Mio.]

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
2,6	2,3	1,9	2,3	2,7	2,9	3,1

Quelle: VDA, entnommen aus iwd (1998); S. 4.

Tab. 8: Konsequenzen verschiedener Entledigungsoptionen für Fahrzeug-Letzbesitzer BRD

Entledigungsoption	Instrument/geregelt durch	Konsequenz
ordnungsgemäße Verwertung	FSV/AltautoV	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten ca. 100-300 DM • Ausstellung eines Verwertungsnachweises • Bearbeitungsgebühr 10 DM
vorübergehende Abmeldung ohne Wiederanmeldung	StVZO	<ul style="list-style-type: none"> • automatische Löschung nach 1 Jahr • wenn weder Verwertungsnachweis noch Verbleibserklärung vorliegen, ggf. Recherche der Ordnungsbehörde
registrierter Export (Wert > 800 ECU)	Außenwirtschaftsgesetz	<ul style="list-style-type: none"> • Ausstellung Verbleibserklärung • Bearbeitungsgebühr 10 DM
nicht registrierter Export (Wert < 800 ECU)	Außenwirtschaftsgesetz Art. 161a	<ul style="list-style-type: none"> • Ausstellung Verbleibserklärung • Bearbeitungsgebühr 10 DM
Abmeldung ohne Verwertungsnachweis/Verbleibserklärung	OWi; AltautoV/StVZO	<ul style="list-style-type: none"> • 20 DM, zusätzliches OWi-Verfahren

Quelle: Lohse/Sander/Wulf-Schnabel (1999); S. 58.

Tab. 9: Zuordnungskriterien für Deponien nach Anh. B der TASI

Nr.	Parameter	Zuordnungswerte	
		Deponieklasse I	Deponieklasse II
1	Festigkeit^b		
1.01	Flügelscherfestigkeit	≥ 25 kN/m ²	≥ 25 kN/m ²
1.02	Axiale Verformung	≤ 20%	≤ 20%
1.03	Einaxiale Druckfestigkeit	≥ 50 kN/m ²	≥ 50 kN/m ²
2	Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz^c		
2.01	Bestimmt als Glühverlust	≤ 3 Masse-%	≤ 5 Masse-% ^d
2.02	Bestimmt als TOC	≤ 1 Masse-%	≤ 3 Masse-%
3	Extrahierbare lipophile Stoffe der Originalsubstanz	≤ 0,4 Masse-%	≤ 0,8 Masse-%
4	Eluatkriterien		
4.01	pH-Wert	5,5 - 13,0	5,5 - 13,0
4.02	Leitfähigkeit	≤ 10.000 µS/cm	≤ 50.000 µS/cm
4.03	TOC	≤ 20 mg/l	≤ 100 mg/l
4.04	Phenole	≤ 0,2 mg/l	≤ 50 mg/l
4.05	Arsen	≤ 0,2 mg/l	≤ 0,5 mg/l
4.06	Blei	≤ 0,2 mg/l	≤ 1 mg/l
4.07	Cadmium	≤ 0,05 mg/l	≤ 0,1 mg/l
4.08	Chrom-VI	≤ 0,05 mg/l	≤ 0,1 mg/l
4.09	Kupfer	≤ 1 mg/l	≤ 5 mg/l
4.10	Nickel	≤ 0,2 mg/l	≤ 1 mg/l
4.11	Quecksilber	≤ 0,005 mg/l	≤ 0,02 mg/l
4.12	Zink	≤ 2 mg/l	≤ 5 mg/l
4.13	Fluorid	≤ 5 mg/l	≤ 25 mg/l
4.14	Ammonium-N	≤ 4 mg/l	≤ 200 mg/l
4.15	Cyanide, leicht freisetzbar	≤ 0,1 mg/l	≤ 0,5 mg/l
4.16	AOX	≤ 0,3 mg/l	≤ 1,5 mg/l
4.17	Wasserlöslicher Anteil (Abdampfdruckstand)	≤ 3 Masse-%	≤ 6 Masse-%

Quelle: TASI

^b 1.02 kann gemeinsam mit 1.03 gleichwertig zu 1.01 angewandt werden. Die Festigkeit ist entsprechend den statischen Erfordernissen für die Deponiestabilität jeweils gesondert festzulegen. 1.02 in Verbindung mit 1.03 darf dabei insbesondere bei kohäsiven, feinkörnigen Abfällen nicht unterschritten werden.

^c 2.01 kann gleichwertig zu 2.02 angewandt werden; Anforderung gilt nicht für verunreinigten Bodenaushub, der auf einer Monodeponie abgelagert wird.

^d Gilt nicht für Aschen und Stäube aus nicht-genehmigungsbedürftigen Kohlefeuerungsanlagen nach BImSchG.

Tab. 10: Aufkommen an Siedlungsabfällen BRD in 1998 und Prognosen für 2005/2010

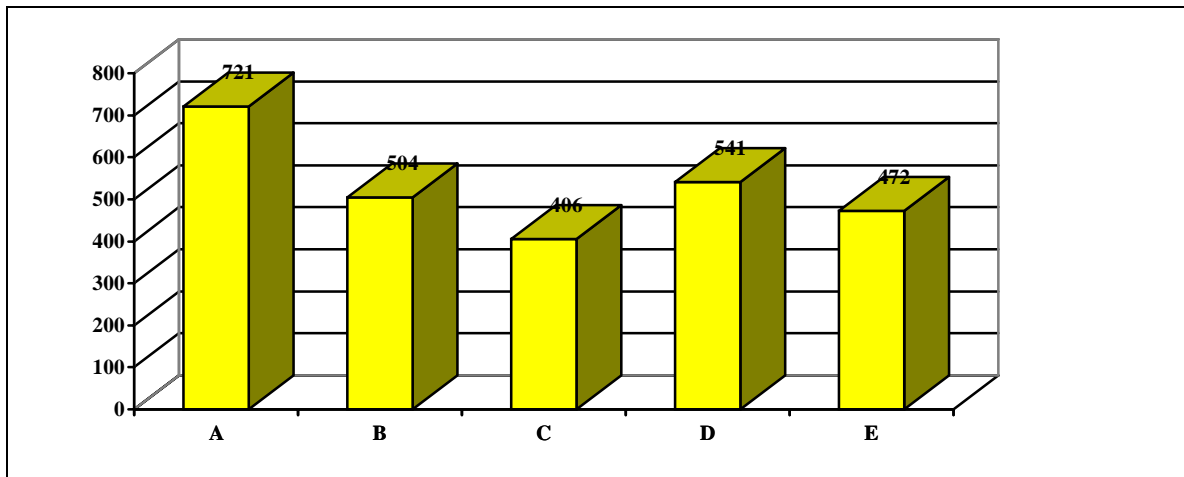
Abfallart	1998			2005			2010		
	Alte Länder	Neue Länder	D gesamt	Alte Länder	Neue Länder	D gesamt	Alte Länder	Neue Länder	D gesamt
Restabfall gesamt, davon	23,65	6,60	30,25	18,70	5,10	23,80	16,55	4,50	21,05
• Restabfall aus Haushalten	15,50	3,65	19,15	12,20	2,90	15,10	11,00	2,65	13,65
– Hausmüll	12,95	2,70	15,65	10,45	2,35	12,80	9,55	2,25	11,80
– Sperrmüll	2,20	0,85	3,05	1,50	0,45	1,95	1,25	0,30	1,55
– Feste Infrastrukturabfälle	0,30	0,15	0,45	0,25	0,10	0,35	0,20	0,10	0,30
• Restabfall aus Industrie u. Gewerbe	8,15	2,95	11,10	6,50	2,20	8,70	5,55	1,85	7,40
– Hausmüllähn. Gewerbeabfälle	4,00	0,80	4,80	2,75	0,50	3,25	2,30	0,40	2,75
– Produktionsspezifische Abfälle	2,30	0,35	2,65	1,55	0,25	1,80	1,15	0,15	1,30
– Baustellenabfälle	1,05	1,10	2,20	0,65	0,45	1,10	0,40	0,25	0,65
– Sortierreste	0,75	0,70	1,45	1,55	1,05	2,60	1,65	1,05	2,70
Wertstoffe aus Haushalten	16,15	2,65	18,85	18,65	3,00	21,70	19,55	3,10	22,70
• Bio- u. Grünabfälle	6,60	0,50	7,15	8,15	0,80	8,95	8,75	0,90	9,60
• Glas, Papier, Pappe, Kartonagen (PPK), Leichtverpackungen (LVP), getrennt erfaßte Metalle, Kunststoffe u. ä.	9,55	2,15	11,70	10,50	2,20	12,70	10,80	2,25	13,05
Zusätzliche Wertstoffe aus Industrie und Gewerbe				2,40	1,10	3,50	3,50	1,45	4,95
Gesamtsumme	39,80	9,30	49,10	39,80	9,20	49,00	39,60	9,05	48,65

Quelle: Alwast; entnommen aus Thomé-Kozmiensky (2000); S. 41.

Tab. 11: Dienstleistungsspektrum an Reduktionsleistungen der Mitglieder des BDE

Leistung	A	B	C	D	E
Bundesland (Anzahl der Mitglieder)	Sammlung und Transport	Recycling, Behandlung, Beseitigung (Kreislauf- wirtschaft)	Kanal, Ab- wasserwirt- schaft und Straßenbe- triebsdienste	Sonderabfall: Beförderung, Verwertung, Behandlung, Beseitigung	Spezialdienste u. sonstige Leistungen
Bremen (5)	3	3	3	5	5
Hamburg (16)	12	9	1	6	12
Schleswig-Holstein (29)	24	16	16	14	11
Niedersachsen (48)	40	32	23	23	29
Mecklenburg- Vorpommern (20)	17	14	10	15	10
Nordrhein-Westfalen (176)	134	100	90	118	106
Berlin (15)	15	14	5	11	12
Brandenburg (26)	26	18	18	20	15
Sachsen-Anhalt (27)	27	18	15	21	15
Sachsen (43)	41	30	28	32	26
Thüringen (22)	21	16	15	18	17
Hessen (54)	49	36	29	33	30
Bayern (21)	15	16	8	8	14
Saarland (12)	11	9	4	6	7
Rheinland-Pfalz (30)	26	18	14	21	21
Baden-Württemberg (96)	91	62	38	68	60
Zwischen-Summe (640)	553	411	317	419	390
Korporatives Mitglied des BDE: VBS					
Franken (53)	49	33	28	38	28
München/Oberbayern (73)	63	32	25	35	26
Niederbayern/Oberpfalz (30)	29	15	18	25	14
Schwaben (28)	28	13	18	24	14
Zwischen-Summe (184)	169	93	89	122	82
Summe (824) [100%]	721 [87,5%]	504 [61,2%]	406 [49,3%]	541 [65,7%]	472 [57,3%]

Quelle: Daten ermittelt aus BDE (2000); S. 379 ff.

Abb. 8: Dienstleistungsspektrum an Reduktionsleistungen der Mitglieder des BDE

Quelle: Daten ermittelt aus BDE (2000); S. 379 ff.

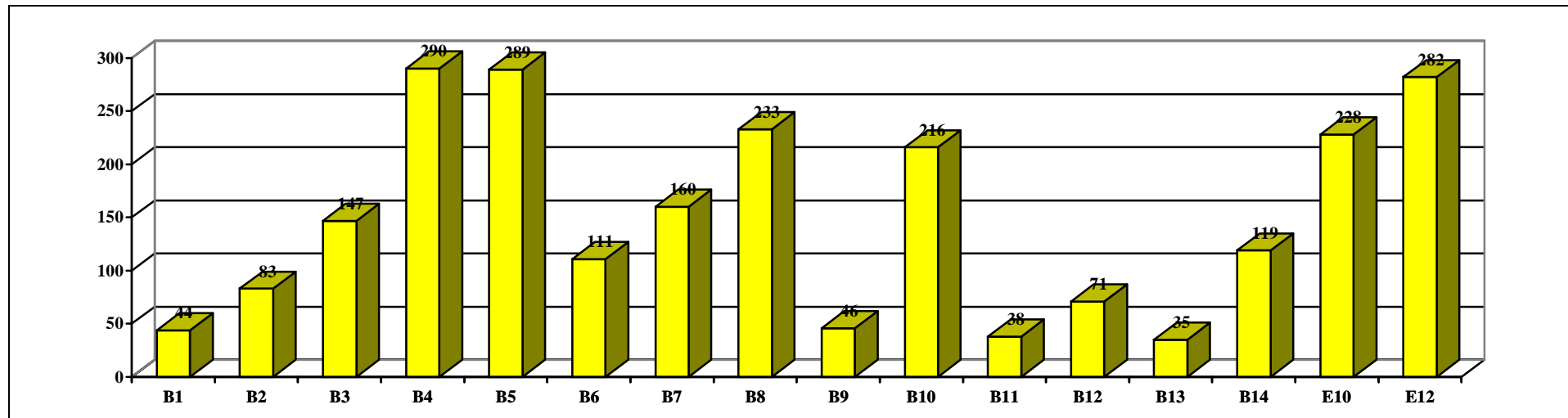
Tab. 12: Ausgewähltes Dienstleistungsspektrum an Reduktionsleistungen der Mitglieder des BDE

Leistung	B1 Glasauf- bereit.	B2 Stoffl. Kunst- stoffre- cycling	B3 Kompo- stie- rung/Ve- rgä-rung	B4 Sortier- gebrau- chter VVP ^e	B5 Sortier- Altpa- pier ^f	B6 Demon- ta- ge/Auf- ber. E- lektrog.	B7 Aufbe- reit. Bau- schutt etc.	B8 Sortier- v. Bau- stellen- abfällen	B9 Demon- tage/ Aufbe- reit.	B10 Sonst. Sortier-/ Aufber- dienst- leistung	B11 MBA	B12 Energe- tische Verwer- tung	B13 Thermi- sche Behand- lung	B14 Deponie- bewirt- schaftung	E10 Planung u. Bera- tung	E12 Vermark- tung v. Redukten
Bundesland																
Bremen	-	2	1	1	1	-	1	2	-	1	-	2	-	1	4	1
Hamburg	1	1	3	4	6	2	3	3	-	3	-	1	1	1	4	6
Schleswig-Holstein	2	2	9	11	10	-	6	8	1	5	1	-	-	4	7	7
Niedersachsen	4	3	5	18	15	5	16	13	2	11	1	2	1	9	11	16
Mecklenburg-Vorpom.	-	-	3	7	7	4	8	8	-	7	2	-	-	9	7	7
Nordrhein-Westfalen	12	23	37	48	50	25	44	54	11	56	10	26	17	20	56	63
Berlin	-	1	4	9	9	3	1	4	2	3	-	-	1	2	7	8
Brandenburg	1	1	4	5	8	4	5	8	2	2	2	-	-	10	7	8
Sachsen-Anhalt	-	2	5	12	9	6	6	2	-	3	1	-	-	5	5	8
Sachsen	3	2	8	17	15	9	6	8	-	12	3	3	1	12	16	15
Thüringen	1	2	5	6	8	5	5	4	2	5	2	3	1	6	6	11
Hessen	1	6	12	22	19	8	10	18	3	15	1	5	1	4	15	19
Bayern	-	3	6	8	7	3	3	2	-	6	4	1	1	5	7	11
Saarland	-	3	3	7	7	1	3	5	-	-	-	1	-	2	-	3
Rheinland-Pfalz	3	5	7	15	15	6	12	14	3	9	2	5	3	4	9	14
Baden-Württemberg	6	10	15	39	42	8	16	41	4	32	1	10	4	10	30	34
Zwischen-Summe	34	66	127	229	228	89	145	194	30	170	30	59	31	104	191	231
Korporatives Mitglied des BDE: VBS																
Franken	4	7	8	19	19	11	7	14	8	17	2	5	-	6	13	19
München/Oberbayern	4	6	5	23	22	8	3	13	4	16	4	6	3	6	15	17
Niederbayern/Oberpfalz	2	-	2	9	11	3	4	6	2	6	-	-	1	-	3	8
Schwaben	-	4	5	10	9	-	1	6	2	7	2	1	-	3	6	7
Zwischen-Summe	10	17	20	61	61	22	15	39	16	46	8	12	4	15	37	51
Summe	44	83	147	290	289	111	160	233	46	216	38	71	35	119	228	282

Quelle: Daten ermittelt aus BDE (2000); S. 379 ff.

^e Papier, Pappe, Karton, Glas, Metall, Kunststoff, Verbunde.

^f Z. B. graphisches Papier, Transportverpackungen.

Abb. 9: Ausgewähltes Dienstleistungsspektrum an Reduktionsleistungen der Mitglieder des BDE

Quelle: Daten ermittelt aus BDE (2000); S. 379 ff.

Tab. 13: Altpapier-Sorten

EU-Kennzeichnung	Sorten	Beschreibung	Nationale Kennz.
Untere Sorten			
1.01	Unsortiertes, gemischtes Altpapier, unerwünschte Stoffe entfernt	Mischung verschiedener Papier- u. Pappesorten ohne Begrenzung der Anteile an kurzfaserigem Material	B 10
1.02	Sortiertes gemischtes Altpapier	Mischung verschiedener Papier- u. Pappequalitäten, mit max. 40 % Zeitungen u. Illustrierten	B 12
1.03	Graukarton	(Un-)bedruckter, weiß (un-)gedeckter grauer o. gemischter Karton, frei von Wellpappe	B 42 H 12
1.04	Kaufhausaltpapier	Gebrauchte Papier- u. Kartonverpackungen, mit mindestens 70 % Wellpappe, Rest Vollpappe u. Packpapier	B 19
1.05	Alte Wellpappe-Verpackungen	Gebrauchte Verpackungen u. Bogen aus Wellpappe verschiedener Qualitäten	
1.06	Unverkaufte Illustrierte	mit oder ohne Kleberücken	D 21
1.06.01	Unverkaufte Illustrierte ohne Kleberücken		D 29
1.07	Telefonbücher	Neue u. gebrauchte Telefonbücher, ohne Begrenzung des Anteils durchgefärbter Seiten, mit u. ohne Kleberücken; Späne	
1.08	Zeitungen und Illustrierte 1, gemischt	mit mindestens 50 % Zeitungen, mit oder ohne Kleberücken	D 31
1.09	Zeitungen und Illustrierte 2, gemischt	mit mindestens 60 % Zeitungen, mit oder ohne Kleberücken	D 31
1.10	Illustrierte und Zeitungen, gemischt	mit mindestens 60 % Illustrierte, mit oder ohne Kleberücken	
1.11	Deinking-Ware	Sortiertes graphisches Papier aus haushaltsnaher Erfassung, Zeitungen u. Illustrierte mit einem Mindestanteil von jeweils 40 %. Der prozentuale Anteil von nicht deinkbarem Papier sollte im Laufe der Zeit auf 1,5 % reduziert werden. Der jeweilige prozentuale Anteil ist zwischen Käufer u. Verkäufer zu vereinbaren. Ab dem 1.5.2000 gilt zwischen BDE, BVS u. Deinking-Industrie die Vereinbarung: 1. Die Ablehnungsgrenze für die Summe aller Störstoffe für Einzellieferungen größer als 3 % 2. Summe aller Störstoffe der innerhalb eines Monats gelieferten Mengen nicht größer als 2,5 % 3. Bei Überschreitungen werden die Konsequenzen zwischen dem Lieferanten und dem Abnehmer bilateral verhandelt	D 39
Mittlere Sorten			
2.01	Zeitungen	mit max. 5 % durchgefärbten Zeitungen oder durchgefärbte Beilagen	E 12
2.02	Unverkaufte Zeitungen	frei von nachträglich hinzugefügten durchgefärbten Beilagen oder durchgefärbten Werbeprospekten	
2.02.01	Unverkaufte (Tages-)Zeitungen, Flexodruck unzulässig	frei von nachträglich hinzugefügten durchgefärbten Beilagen oder durchgefärbten Werbeprospekten, Schnüre zugelassen; flexobedrucktes Material unzulässig	
2.03	Weißer Späne mit leichtem Andruck	überwiegend aus holzhaltigem Papier	
2.03.01	Weißer Späne mit leichtem Andruck, ohne Kleberücken	überwiegend aus holzhaltigem Papier	O 14

2.04	Weißer Späne, stark bedruckt	überwiegend aus holzhaltigem Papier	
2.04.01	Weißer Späne, stark bedruckt	überwiegend aus holzhaltigem Papier, ohne Kleberücken	
2.05	Sortiertes Büroaltpapier		J 11
2.06	Bunte Akten	Schriftwechsel auf Druck- u. Schreibpapier, gemischt durchgefärbte Papiere, (un-)bedrucktes Druck- u. Schreibpapier; frei von Kohlepapier u. Aktenordnern	J 19
2.07	Weißer Bücher, holzfrei	Bücher, einschließl. Buchfehldrucken, ohne harte Buchdeckel, überwiegend aus holzfreiem Papier, ausschließlich schwarz bedruckt; Anteil an gestrichenem Papier max. 10 %	
2.08	Bunte Illustrierte, holzfrei	(Un-)gestrichene Illustrierte, weiß oder durchgefärbt, frei von harten Deckeln, Kleberücken, nicht dispergierbaren Druckfarben und Klebstoffen, Posterpapieren oder Etiketten; stark bedruckte Beilagen u. durchgefärbte Späne sind zugelassen; Anteil an holzhaltigen Papieren max. 10 %	
2.09	Selbstdurchschreibepapier		G 12
2.10	Gebleichter, PE-beschichteter Karton, holzfrei	von Kartonherstellern u. -verarbeitern	H 22
2.11	Anderer PE-beschichteter Karton	Ungebleichter Karton oder ungebleichtes Papier von Kartonherstellern u. -verarbeitern	H 22
2.12	Endlosformulare, holzhaltig	nach Farben sortiert, mit rezyklierten Fasern	F 12
Bessere Sorten			
3.01	Gemischte hellobunte Druckspäne	aus Druck- u. Schreibpapier, hellbunt durchgefärbt, mit mindestens 50 % holzfreiem Papier	L 11
3.02	Gemischte hellbunte Druckspäne, holzfrei	aus Druck- und Schreibpapier, hellbunt durchgefärbt, mit mindestens 90 % holzfreiem Papier	L 11
3.03	Buchbinderspäne, holzfrei	weiße Holzspäne mit Kleberücken u. leichtem Andruck, frei von durchgefärbten Papieren; mit max. 10 % holzhaltigem Papier	
3.04	Weißer Späne mit leichtem Andruck, holzfrei	ohne Kleberücken, frei von naßfestem u. druchgefärbtem Papier	Q 14
3.05	Weißer Akten, holzfrei	Weißes Schreib- u. Druckpapier aus Büroarchiven, frei von Kasenblocks, Kohlepapier, nicht wasserlöslichem Kleberücken	K 22
3.06	Weißer Geschäftsformulare	holzfrei, bedruckt	
3.07	Weißer Endlosformulare, holzfrei	frei von Selbstdurchschreibepapier u. Kleberücken	K 59
3.08	Gebleichter Sulfatkarton, bedruckt	stark bedruckt, ohne Kleberücken u. Kunststoffbeschichtete/gewachste Materialien	
3.09	Gebleichter Sulfatkarton mit leichtem Andruck	ohne Kleberücken u. Kunststoffbeschichtete/gewachste Materialien	
3.10	Multidruck	holzfreies, gestrichenes Papier, frei von naßfestem oder durchgefärbtem Papier, mit leichtem Andruck	K 02
3.11	Weißer mehrlagiger Karton, stark bedruckt (Chromoersatzkarton)	Abschnitte weißer, mehrlagiger Kartons; bestehend aus Zellstoff, Holzschliff- oder TMP-Lagen, keine grauen Lagen	
3.12	Weißer mehrlagiger Karton, mit leichtem Andruck (Chromoersatzkarton)	Abschnitte weißer, mehrlagiger Kartons; bestehend aus Zellstoff, Holzschliff- oder TMP-Lagen, keine grauen Lagen	T 14
3.13	Weißer mehrlagiger Karton, unbedruckt (Chromoersatzkarton)	Abschnitte weißer, mehrlagiger Kartons; bestehend aus Zellstoff, Holzschliff- oder TMP-Lagen, keine grauen Lagen	T 14

3.14	Weißes Zeitungspapier	Späne/Zeitungsrotationsabrisse unbedruckt, frei von Illu-Druckpapier	P 22
3.15	Weißes (un-)gestrichenes Papier, holzhaltig	Späne/Rotationsabrisse unbedruckt	P 23
3.15.01	Weißes, gestrichenes Papier, holzhaltig	Späne/Rotationsabrisse	P 32
3.16	Weißes, gestrichenes Papier, holzfrei, ohne Kleberücken	Späne/Abrisse, unbedruckt	S 12
3.17	Weißer Späne	Späne/Abrisse von unbedrucktem Papier, frei von Zeitungs- u. Illu-Druckpapier, mit mindestens 60 % holzfreiem Papier, max. 10 % gestrichenem Papier, ohne Kleberücken	
3.18	Weißer Späne, holzfrei	Späne/Abrisse von unbedrucktem Papier, mit max. 5 % gestrichenem Papier, ohne Kleberücken	
3.18.01	Weißer ungestrichene Späne, holzfrei	Späne/Abrisse von unbedrucktem Papier, ohne Kleberücken	R 12
3.19	Gebleichter Sulfatkarton, unbedruckt	unbedruckte Bogen von gebleichtem Sulfatkarton, ohne Kleberücken u. Kunststoffbeschichteten/ungewachsenen Materialien	
Krafthaltige Sorten			
4.01	Neue Späne aus Wellpappe	mit Decken aus Kraft- oder Testlinern	W 41
4.01.01	unbenutzte Kraftwellpappe	unbenutzte Verpackungen, Bogen und Späne aus Wellpappe, ausschließlich mit Kraftlinern. Welle aus Zellstoff oder Halbzellstoff	
4.01.02	unbenutzte Wellpappe	unbenutzte Verpackungen, Bogen und Späne aus Wellpappe mit Decken aus Kraft- oder Testlinern	
4.02	gebrauchte Kraftwellpappe 1	gebrauchte Verpackungen aus Wellpappe, Decken ausschließlich mit Kraftlinern, Welle aus Zellstoff oder Halbzellstoff	W 62
4.03	gebrauchte Kraftwellpappe 2	gebrauchte Verpackungen aus Wellpappe, Decken aus Kraft- oder Testlinern, wobei jedoch mindestens eine Decke aus Kraftlinern hergestellt ist	W 52
4.04	gebrauchte Kraftpapiersäcke	saubere, gebrauchte Kraftpapiersäcke, (nicht) nassfest	V 11
4.04.01	gebrauchte Kraftpapiersäcke mit Kunststoffbeschichteten Papieren	saubere, gebrauchte Kraftpapiersäcke, (nicht) nassfest, Kunststoffbeschichtete Papiere sind zugelassen	
4.05	unbenutzte Kraftpapiersäcke	(nicht) nassfest	
4.05.01	unbenutzte Kraftpapiersäcke mit Kunststoffbeschichteten Papieren	(nicht) nassfest, Kunststoffbeschichtete Papiere sind zugelassen	
4.06	gebrauchtes Kraftpapier	Kraftpapier und -pappe, gebraucht, naturfarbig oder hell	W 12
4.07	unbenutztes Kraftpapier	Späne und andere Kraftpapiere und -pappen, unbenutzt, naturfarbig	W 13
4.08	unbenutzter Krafttragekarton	nassfestes Papier zugelassen	
Sondersorten			
5.01	Altpapier, gemischt	unsortiertes Altpapier, getrennt von anderen Materialien gesammelt	A 00
5.02	Verpackungen, gemischt	Mischung unterschiedlicher Arten von gebrauchten Papier- und Pappverpackungen, frei von Zeitungen und Illustrierten	
5.03	Getränkartonverpackungen	gebraucht, einschließlich Kunststoffbeschichteter Getränkertonverpackungen (mit oder ohne Alumi-	B 22

		nium-Anteil), die mindestens 50 % Gewichtsanteile an Fasern beinhalten, Rest Aluminium oder Beschichtungen	
5.04	Kraftpackpapier	gebraucht, mit Kunststoff-Einlagen, besprüht oder beschichtet, ohne Bitumen oder Wachsbeschichtungen	
5.05	Nassetiketten	gebraucht, feuchte Etiketten aus nassfestem Papier, max. 1 % Glas zugelassen und höchstens 50 % Feuchtegehalt, ohne andere unerwünschte Stoffe	X 01
5.06	nassfeste weiße holzfreie Papiere, unbedruckt	dito	
5.07	nassfeste weiße holzfreie Papiere, bedruckt	dito	

Quelle: Schriftliche Mitteilung Trienekens Rohstoff GmbH & Co. KG

Tab. 14: Altpapiereinsatz in der Papierindustrie

in t	1999	2000	Veränderung in %
Untere Sorten	7.680.748	8.275.288	+ 8
Mittlere Sorten	825.363	835.187	+ 1
Bessere Sorten	766.894	805.199	+ 5
Krafthaltige Sorten	838.109	925.371	+ 10
Sondersorten	196.115	150.611	- 23
Verbrauch gesamt	10.307.229	10.991.656	+ 7

Quelle: Schriftliche Mitteilung VDP - Verband Deutscher Papierfabriken (2001).

Tab. 15: Alternative Strategien

Die 6 wichtigsten Strategiearten		
Portfolio-Normstrategien	<ul style="list-style-type: none"> • Desinvestition • Abschöpfung • Investition • Segmentation 	<p>Teile des Unternehmens veräußern, um Ressourcen für erfolgversprechendere Teile freizumachen</p> <p>Position halten und so lange als möglich hohe „Cash flows“ generieren, ohne dabei zusätzliche Mittel zu binden</p> <p>Ausbau der Marktposition durch gezielte Investitionspolitik</p> <p>Konzentration der Kräfte und Investitionen auf attraktive Märkte, um eine Wettbewerbsposition aufzubauen</p>
Wettbewerbsstrategien	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenführerschaft • Leistungsführerschaft • Konzentration auf Marktnischen • Neue Regeln im Markt 	<p>Produktions- und Gemeinkostenvorteile gegenüber der Konkurrenz erzielen und durch tiefe Preise Marktanteile gewinnen</p> <p>Gezieltes Abheben der eigenen Produkte und Dienstleistungen gegenüber der Konkurrenz durch Innovation und Service</p> <p>Konsequente Ausrichtung auf bestimmte (Teil-)Märkte, Kundengruppen, Technologien, Absatzmärkte, Regionen</p> <p>Ein „neues Spiel“ aufziehen, die Markt- und Branchenregeln bewußt verletzen und neu gestalten</p>
Produkt/Marktstrategien	<ul style="list-style-type: none"> • Marktdurchdringung • Marktentwicklung • Produktentwicklung • Diversifikation 	<p>Intensivierung der Marktbearbeitung, Kosten/Preissenkung und ähnliche Maßnahmen, um den Markt besser in den Griff zu bekommen</p> <p>Erschließung neuer Abnehmerschichten, Bereitstellung neuer Verwendungszwecke, Dienstleistungen, Vertriebswege und Problem(System-)lösungen</p> <p>Entwicklung neuer Produkte und Produktlinien</p> <p>Mit neuen Produkten in neue Märkte eindringen, sei es durch gezielten Eigenaufbau oder Akquisitionen</p>
Synergie-Strategien	<ul style="list-style-type: none"> • Technologieorientierung • Abnehmerorientierung • Funktionsorientierung 	<p>Konzentration auf Produkte oder Leistungen, die auf der gleichen Produkttechnologie basieren oder mit denselben Produktionsmitteln hergestellt werden</p> <p>Anbieten von allen Produkten, die eine Bedürfnissituation eines Kundenkreises zu befriedigen vermögen (z. B. alle Produkte für Skifahrer)</p> <p>Bereitstellung einer breiten Produktpalette zur Erfüllung einer bestimmten Funktion (z. B. Beleuchtung)</p>
Integrationsstrategien	<ul style="list-style-type: none"> • Vorwärtsintegration • Rückwärtsintegration 	<p>Erschließung eines direkten Zuganges zum Markt, bspw. durch Aufbau einer eigenen Absatzorganisation oder die Zusammenlegung von Handelsstufen</p> <p>Stärkung der eigenen Position durch Sicherung der Beschaffungsquellen und Realisation von Kostenvorteilen durch Integration vorgelagerter Stufen</p>
Kooperative Strategien	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitalbesitzorientierte Strategie • Teilkapitalorientiert • Vertragsorientiert 	<p>Ressourcen und das Know-how werden durch Übernahmen oder Fusionen erworben. Interne „Ventures“ verhindern das Verlassen von Know-how und Ideen und kontrollieren das Wachstum</p> <p>Joint Ventures und Investitionen in Fremdunternehmungen um Informationen zu gewinnen, Risiken zu teilen, Know-how zu gewinnen, Economies of scale zu verbessern oder Marktanteile aufzubauen</p> <p>Forschungsgemeinschaften, Lizenzen, Joint-Bidding und andere Kooperationsverträge, um Vorteile zu verwirklichen</p>

Quelle: Probst (1992); S. 285.

Abb.	Abbildung
ABl.	Amtsblatt
Abs.	Absatz
A. d. V.	Anmerkung der Verfasserin
AJ	Abfallwirtschafts-Journal
Änd.	Änderung
Anh.	Anhang
AJS	American Journal of Sociology
allg.	allgemein
a. M.	am Main
Amerik.	Amerikanische
a. o.	and others
ARGE-Altauto	Arbeitsgemeinschaft Altauto
Art.	Artikel
Aufl.	Auflage
B	Bor
BAnz.	Bundesanzeiger
BB	Betriebs-Berater
Bd.	Band/Bände
BDE	Bundesverband der deutschen Entsorgungswirtschaft e. V.
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.
BDS	Bundesverband der Deutschen Stahl-Recycling- Wirtschaft e. V.
BDSV	Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e. V.
Bearb.	Bearbeitung
ber.	berichtigt
BFuP	Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMW	Bayerische Motorenwerke

BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
BÖA	Betriebswirtschaftlich-ökologische Arbeiten des IUWA
BRD	Bundesrepublik Deutschland
Bsp.	Beispiel
BSP	Bruttosozialprodukt
bspw.	beispielsweise
BT-Drs.	Bundestagsdrucksache
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Schweiz)
bvse	Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e. V.
BWL	Betriebswirtschaftslehre
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
C	Kohlenstoff
Ca	Calcium
ca.	circa
CEN	Comité Européen de Normalisation
CEQ	Council of Environmental Quality der USA
CH ₄	Methan
Cl	Chlor
CO ₂	Kohlendioxid
c. p.	ceteris paribus
Cu	Kupfer
DB	Der Betrieb
DBW	Die Betriebswirtschaft
ders.	derselbe
DGAW	Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e. V.
dies.	dieselben
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DIW	Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin
DSV	Deutscher Schrottreycling Entsorgungsverband e. V.

dt.	deutsch(e)
d. V.	der Verfasserin
DVBl.	Deutsches Verwaltungsblatt
EAK	Europäischer Abfallkatalog
ebd.	ebenda
Ed.	Editor
ed.	Edition
EdDE	Entsorgungsgemeinschaft der deutschen Entsorgungswirtschaft e. V.
EEA	Einheitliche Europäische Akte
EG	Europäische Gemeinschaft
EGV	Vertrag über die Europäische Union
Engl.	Englische
Entsch.	Entscheidung
EOP	End-of-Pipe
EP	EntsorgungsPraxis
et al.	et aliter
EU	Europäische Union
EUGH	Europäischer Gerichtshof
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
EWGV	Vertrag zur Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft
f.	folgende
FAZ	Frankfurter Allgemeine Zeitung
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff
Fe	Eisen
FDBR	Fachverband Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau e. V.
F & E	Forschung und Entwicklung
ff.	fortfolgende
Fn.	Fußnote
FOP	Front-of-Pipe

FSV	Freiwillige Selbstverpflichtung
FU	Freie Universität
G	Gesetz
geänd.	geändert
Gew.-%	Gewichtsprozent
ggf.	gegebenenfalls
GKV	Gesamtverband kunststoffverarbeitende Industrie e. V.
GMBL.	Gemeinsames Ministerialblatt
grds.	grundsätzlich
GVA	Gesamtverband Autoteile-Handel
H	Wasserstoff
H.	Heft
Habil.-Schr.	Habilitationsschrift
HC	Kohlenwasserstoff
HCl	Salzsäure
HFC	teilstuorierte Kohlenwasserstoffe
h. i. O.	hervorgehoben im Original
H ₂ O	Wasser
h. v. d. V.	hervorgehoben von der Verfasserin
HWB	Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre
HWO	Handwörterbuch der Organisation
HWP	Handwörterbuch der Produktionswirtschaft
HWWA	Institut für Wirtschaftsforschung Hamburg
i. A.	im Auftrag
i. d. R.	in der Regel
i. e. S.	im engeren Sinn
IfB	Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen
Ifo	Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung e. V., München
IfUM	Institut für Umweltmanagement an der EAP, Europäi- sche Wirtschaftshochschule Berlin, Paris, Oxford, Ma-

	drid
IfW	Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel
IGA	Interessengemeinschaft der Deutschen Autoverwerter
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
incl.	inklusive
INGEWA	Ingenieurverband Wasser- und Abfallwirtschaft e. V.
IP	In-Pipe
ISO	International Organisation for Standardisation
IuK-Technologie	Informations- und Kommunikations-Technologie
IUWA	Institut für Umweltwirtschaftsanalysen Heidelberg e. V.
i. V. m.	in Verbindung mit
iwd	Institut der deutschen Wirtschaft, Köln
IWH	Institut für Wirtschaftsforschung Halle
i. w. S.	im weiteren Sinn
Jg.	Jahrgang
K	Kalium
Kap.	Kapitel
Kfz	Kraftfahrzeuge
LAGA-AG	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall-Arbeitsgruppe
Lkw	Lastkraftwagen
LVP	Leichtverpackung
m. a. W.	mit anderen Worten
MBA	Mechanisch-biologische Anlage
m. E.	meines Erachtens
Mg	Magnesium
Mio.	Million
MIPS	Material Intensity per Service Unit
Mn	Mangan
Mrd.	Milliarde

MVA	Müllverbrennungsanlage
m. W.	meines Wissens
N, N ₂	Stickstoff
NaCl	Kochsalz
NE-Metall	Nichteisenhaltiges Metall
N. F.	Neue Folge
NH ₃	Ammoniak
NJW	Neue Juristische Wochenschrift
No.	Number
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
N ₂ O	Distickstoffoxid
NO _x	Stickstoffoxid (NO + NO ₂)
NRW	Nordrhein Westfalen
NuR	Natur und Recht
NVwZ	Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht
O, O ₂	Sauerstoff
o. J.	ohne Jahr
OLG	Oberlandesgericht
Originalaufl.	Originalauflage
o. S.	ohne Seitenangabe
o. V.	ohne Verfasser
Owi	Ordnungswidrigkeit
P	Phosphor
P.	Page
p. a.	per annum, pro anno
Pkw	Personenkraftwagen
PBT	Polybutylenterephthalat
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PE	Polyethylen

PET	Polyethylenterephthalat
PFC	Perfluorkohlenstoffverbindungen
PIUS	Produktionsintegrierter Umweltschutz
PP	Polypropylen
PPP	Public-Private-Partnership
PPS-System	Produktionsplanungs- und -steuerungssystem
PRAVDA	Projektarbeitsgruppe Altautoverwertung der deutschen Automobilindustrie
PRPS-System	Produktions- und Recyclingplanungs- und -steuerungssystem
PUR	Polyurethan
PVC	Polyvinylchlorid
rel.	relativ
resp.	respektive
RGBL.	Reichsgesetzblatt
RL	Richtlinie
RPS-System	Reduktionsplanungs- und -steuerungssystem
RKW	Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e. V.
RWE	Rheinisch Westfälische Elektrizitätswerke
RWI	Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung, Essen
S	Schwefel
S.	Seite
s.	siehe
SF ₆	Schwefelhexafluorid
SO ₂	Schwefeldioxid
sog.	sogenannt(e)
Sp.	Spalte
SRU	Rat der Sachverständigen für Umweltfragen
St.	Sankt
SVZ	Sekundärrohstoff Verwertungszentrum Schwarze Pumpe

SzU	Schriften zur Unternehmensführung
TA	Technische Anleitung
t/a	Tonne pro Jahr
Tab.	Tabelle
Teilbd.	Teilband
TOC	total organic carbon = gesamter organischer Kohlenstoff
TU	Technische Universität
Tz.	Textziffer
u.	und
u. a.	unter anderem, und andere
u. ä. m.	und ähnliche(s) mehr
UBA	Umweltbundesamt
überarb.	überarbeitet
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
Univ.	Universität
Unt.	Unternehmen
u. U.	unter Umständen
u. v. a. m.	und viele(s) andere mehr
uwf	UmweltWirtschaftsForum
v.	von
v. a.	vor allem
VBS	Verband der Bayerischen Entsorgungsunternehmen e.V. Kreislaufwirtschaft und Städtereinigung
VDA	Verband der Automobilindustrie e. V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
VDIK	Verband der Importeure von Kraftfahrzeugen e. V.
VDM	Verein Deutscher Metallhändler e. V.
VEW	Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen
Vgl.	Vergleiche

VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VKE	Verband kunststofferzeugende Industrie e. V.
VKS	Verband der Kommunalen Entsorgungswirtschaft und Stadtreinigung e. V.
VO	Verordnung
Vol.	Volume
VpA	Verband privater Abwasserentsorger e. V.
VRI	Verband der Reibbelagindustrie e. V.
vs.	versus
v. v.	vice versa
VVP	Verkaufsverpackungen
VW	Volkswagen
VWL	Volkswirtschaftslehre
VwV	Verwaltungsvorschrift
WdK	Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie e. V.
WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
WISU	Wirtschaftsstudium
WV Metalle	Wirtschaftsvereinigung Metalle
WV Stahl	Wirtschaftsvereinigung Stahl
WZB	Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung - Forschungsschwerpunkt Technik, Arbeit, Umwelt
ZAU	Zeitschrift für angewandte Umweltforschung
z. B.	zum Beispiel
ZDK	Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe e. V.
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
ZfbF	Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
zfo	Zeitschrift Führung + Organisation
zfp	Zeitschrift für Planung
ZfU	Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht
ZfW	Zentrum für Wirtschaftsethik

ZG	Zeitschrift für Gesetzgebung
ZgesStw	Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft
Zn	Zink
zw.	zwischen

Abkürzungen gesetzlicher Grundlagen:

AbfAbfV	Abfallablagerungs-Verordnung
AbfBestV	Abfallbestimmungs-Verordnung
AbfBetrbV	Verordnung über Betriebsbeauftragte für Abfall
AbfG	Abfallgesetz
AbfKlärV	Klärschlammverordnung
AbfKoBiV	Abfallwirtschaftskonzept- und -bilanzverordnung
AbfRestÜberwV	Abfall- und Reststoffüberwachungs-Verordnung
AbfVerbrG	Abfallverbringungsgesetz
AbfVerbrV	Abfallverbringungsverordnung
AbfVwV	1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz
AbwAG	Abwasserabgabengesetz
AbwV	Abwasserverordnung
AbwVV	Abwasser-Verwaltungsvorschrift
AltautoV	Altautoverordnung
AltölV	Altölverordnung
AMG	Arzneimittelgesetz
AnstSolAbfRückV	Verordnung über die Anstalt Solidarfonds Abfallrückführung
AtG	Atomgesetz
AVV	Abfallverzeichnis-Verordnung
BattV	Batterieverordnung
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundesbodenschutzverordnung
BestbüAbfV	Bestimmungsverordnung besonders überwachungsbedürftige Abfälle
BestüVAbfV	Bestimmungsverordnung überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHO	Bundshaushaltsordnung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BioAbfV	Bioabfallverordnung

BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BzBIG	Benzinbleigesetz
ChemG	Chemikaliengesetz
ChemPrüfV	Chemikalien-Prüfnachweisverordnung
ChemVerbotsV	Chemikalienverbotsverordnung
DMG	Düngemittelgesetz
EAKV	EAK-Verordnung
EfbV	Entsorgungsfachbetriebeverordnung
ERL	Entsorgergemeinschaftenverordnung
FCKWVO	FCKW-Halon-Verbots-Verordnung
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GenTG	Gentechnikgesetz
GewAbfV	Gewerbeabfallverordnung
GeWO	Gewerbeordnung
GGVBinSch	Gefahrgutverordnung Binnenschifffahrt
GGVE	Gefahrgutverordnung Eisenbahn
GGVS	Gefahrgutverordnung Straße
GGVSee	Gefahrgutverordnung See
GrWV	Grundwasserverordnung
HKWAbfV	Lösemittelverordnung
HPfG	Haftpflichtgesetz
HSEG	Hohe-See-Einbringungsgesetz
IVU-Richtlinie	Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
IWG	Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz
KrW-/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

LABfG	Landesabfallgesetz
LHO	Landeshaushaltsordnung
NachwV	Nachweisverordnung
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz
ProdHaftG	Produkthaftungsgesetz
RestBestV	Reststoffbestimmungsverordnung
RestÜberwV	Reststoffüberwachungsverordnung
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
StrVG	Strahlenschutzvorsorgegesetz
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungsordnung
TASi	Technische Anleitung Siedlungsabfall
TgV	Transportgenehmigungsverordnung
UAG	Umweltauditgesetz
UAG-ErwV	UAG-Erweiterungsverordnung
UGB	Umweltgesetzbuch
UIG	Umweltinformationsgesetz
UmwAuditVO	Umweltauditverordnung
UmweltHG	Umwelthaftungsgesetz
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VerpackV	Verpackungsverordnung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRMG	Wasch- und Reinigungsmittelgesetz

AbfAbIV

Abfallablagerungs-Verordnung - Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen vom 31.01.2001, am 01.03.2001 in Kraft getreten

Abfallbeseitigungsgesetz

Gesetz über die Beseitigung von Abfällen vom 07.06.1972, BGBl. I, S. 873, 1. Änderung durch G v. 21.06.1976, BGBl. I, S. 1601, 2. Änderung durch G v. 04.03.1982, BGBl. I, S. 281, 3. Änderung durch G v. 31.01.1985, BGBl. I, S. 204

AbfBestV

Abfallbestimmungs-Verordnung - Verordnung zur Bestimmung von Abfällen nach § 2 II des Abfallgesetzes vom 03.04.1990, BGBl. I, S. 614, geänd. durch G v. 27.12.1993, BGBl. I, S. 2378

AbfBetrbV

Verordnung über Betriebsbeauftragte für Abfall vom 26.10.1977, BGBl. I, S. 1913

AbfG

Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen vom 27.08.1986, BGBl. I, S. 1410, ber. S. 1501, zuletzt geändert durch Art. 2 AusführungsG zum Baseler Übereinkommen vom 30.09.1994, BGBl. I, S. 2771

AbfKlärV

Klärschlammverordnung vom 15.04.1992, BGBl. I, S. 912, geändert durch VO v. 06.03.1997, BGBl. I, S. 446

AbfKoBiV

Abfallwirtschaftskonzept- und -bilanzverordnung - Verordnung über Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen vom 13.09.1996, BGBl. I, S. 1447, ber. 1997 BGBl. I, S. 2862

AbfRestÜberwV

Abfall- und Reststoffüberwachungs-Verordnung - Verordnung über das Einsammeln und Befördern sowie über die Überwachung von Abfällen und Reststoffen vom 03.04.1990, BGBl. I, S. 648, geändert durch Art. 5 AusführungsG zum Basler Übereinkommen v. 30.09.1994, BGBl. I, S. 2771

AbfVerbrG

Abfallverbringungsgesetz - Gesetz über die Überwachung und Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung von Abfällen vom 30.09.1994, BGBl. I, S. 2771, geändert durch G v. 25.08.1998, BGBl. I, S. 2455

AbfVerbrV

Abfallverbringungs-Verordnung - Verordnung über die grenzüberschreitende Verbringung von Abfällen vom 18.11.1988, BGBl. I, S. 2126, ber. S. 2418, geänd. durch G v. 25.08.1998, BGBl. I, S. 2455

AbfVwV

Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift über Anforderungen zum Schutz des Grundwassers bei der Lagerung und Ablagerung von Abfällen vom 31.01.1990, GMBL., S. 74, Titel geänd. durch Art. 4 Allg. VwV zur Änd. der TA Abfall Teil 1 v. 17.12.1990, GMBL., S. 886

AltautoV

Altauto-Verordnung - Verordnung über die Überlassung und umweltverträgliche Entsorgung von Altautos vom 04.07.1997, BGBl. I, S. 1666

AltfahrzeugG

Altfahrzeug-Gesetz - Gesetz über die Entsorgung von Altfahrzeugen - Entwurf vom 05.12.2001-, zur Umsetzung der Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.09.2000, Abl. EG Nr. L 269 S. 34

AltöIV

Altölverordnung vom 27.10.1987, BGBl. I, S. 2335

AnstSolAbfRückV

Verordnung über die Anstalt Solidarfonds Abfallrückführung vom 20.05.1996, BGBl. I, S. 694

AVV

Abfallverzeichnis-Verordnung - Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses vom 10.12.2001, BGBl. I, S. 3379

BattV

Batterieverordnung - Verordnung über die Rücknahme und Entsorgung gebrauchter Batterien und Akkumulatoren vom 27.03.1998, BGBl. I, S. 658

BBodSchG

Bundes-Bodenschutzgesetz - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17.03.1998, BGBl. I, S. 502

BestbüAbfV

Bestimmungsverordnung besonders überwachungsbedürftige Abfälle - Verordnung zur Bestimmung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen vom 10.09.1996, BGBl. I, S. 1366

BestüVAbfV

Bestimmungsverordnung überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung - Verordnung zur Bestimmung überwachungsbedürftiger Abfälle zur Verwertung vom 10.09.1996, BGBl. I, S. 1377

BGB

Bürgerliches Gesetzbuch vom 18.10.1896, RGBl., S. 195, zuletzt geändert durch G v. 19.12.1998, BGBl. I, S. 3843

BImSchG

Bundes-Immissionsschutzgesetz - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge vom 14.05.1990, BGBl. I, S. 880, zuletzt geändert durch G v. 19.10.1998, BGBl. I, S. 3178

4. BImSchV

Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 24.07.1985, BGBl. I, S. 1586, zuletzt geändert durch VO v. 23.02.1999, BGBl. I, S. 186

17. BImSchV

Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe vom 23.11.1990, BGBl. I, S. 2545, ber. S. 2832, geändert durch VO v. 23.02.1999, BGBl. I, S. 186

30. BImSchV

Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen vom 31.01.2001

BioAbfV

Bioabfallverordnung - Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden vom 21.09.1998, BGBl. I, S. 2955

BNatSchG

Bundesnaturschutzgesetz - Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege in der Fassung vom 21.09.1998, BGBl. I, S. 2994

BzBIG

Benzinbleigesetz - Gesetz zur Verminderung von Luftverunreinigungen durch Bleiverbindungen in Ottokraftstoffen für Kraftfahrzeugmotoren vom 05.08.1971, BGBl. I, S. 1234, zuletzt geändert durch Gesetz vom 24.06.1994, BGBl. I, S. 1416

ChemG

Chemikaliengesetz - Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen vom 25.07.1994, BGBl. I, S. 1703, zuletzt geändert durch G. v. 14.05.1998, BGBl. I, S. 950

DMG

Düngemittelgesetz vom 15.11.1977, BGBl. I, S. 2134, zuletzt geändert durch G v. 27.09.1994, BGBl. I, S. 2705

EAKV

EAK-Verordnung - Verordnung zur Einführung des Europäischen Abfallkatalogs vom 13.09.1996, BGBl. I, S. 1428

EfbV

Entsorgungsfachbetriebeverordnung - Verordnung über Entsorgungsfachbetriebe vom 10.09.1996, BGBl. I, S. 1421

EG-AbfVerbrV

Verordnung (EWG) Nr. 259/93 des Rates zur Überwachung und Kontrolle der Verbringung von Abfällen in der, in die und aus der Europäischen Gemeinschaft vom 01.02.1993, ABl. L 30, S. 1, ber. ABl. 1995 L 18, S. 38, geändert durch Entsch. 94/721/EG v. 21.10.1994, ABl. L 288, S. 36, Entsch. 96/660/EG v. 14.11.1996, ABl. L 304, S. 15 und VO (EG) Nr. 120/97 v. 20.01.1997, ABl. L 22, S. 14

EG-AltstoffVO

Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates vom 23. März 1993 zur Bewertung und Kontrolle der Umweltrisiken chemischer Altstoffe, ABl. EG v. 05.04.1993, Nr. L 84, S. 1, ber. ABl. EG v. 03.09.1993, Nr. L 224, S. 34

EG-IVU-RL

Richtlinie 96/61/EG des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung vom 24.09.1996, ABl. EG Nr. L 257, S. 26

EG-VerpackRL

Richtlinie 94/62/EG des Rates über Verpackungen und Verpackungsabfälle vom 20.12.1994, ABl. Nr. L 365, S. 10

ERL

Entsorgungsgemeinschaftenrichtlinie - Richtlinie für die Tätigkeit und Anerkennung von Entsorgungsgemeinschaften vom 09.09.1996, BAnz Nr. 178

FCKWVO

FCKW-Halon-Verbots-Verordnung - Verordnung zum Verbot von bestimmten die Ozonschicht abbauenden Halogenkohlenwasserstoffen vom 06.05.1991, BGBl. I, S. 1090, geändert durch G v. 24.06.1994, BGBl. I, S. 1416

GefStoffV

Gefahrstoffverordnung - Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen vom 26.10.1993, BGBl. I, S. 1782, ber. S. 2049, zuletzt geändert durch VO v. 27.01.1999, BGBl. I, S. 50

GewAbfV

Gewerbeabfallverordnung - Verordnung über die Entsorgung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen - Entwurf vom 07.11.2001

GG

Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland vom 23.05.1949, BGBl., S. 1, zuletzt geändert durch Gesetz vom 30.08.1994, BGBl. II, S. 2245

HKWAbfV

Lösemittelverordnung - Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel vom 23.10.1989, BGBl. I, S. 1918

IWG

Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz - Gesetz zur Erleichterung von Investitionen und der Ausweisung und Bereitstellung von Wohnbauland vom 22.04.1993, BGBl. I, S. 466

KrW-/AbfG

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen vom 06.10.1994, BGBl., S. 2705, zuletzt geändert durch G v. 25.08.2008, BGBl. I, S. 2455

NachwV

Nachweisverordnung - Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise vom 10.09.1996, BGBl. I, S. 1382, ber. 1997 BGBl. I, S. 2860

RestBestV

Reststoffbestimmungs-Verordnung - Verordnung zur Bestimmung von Reststoffen nach § 2 III des Abfallgesetzes vom 03.04.1990, BGBl. I, S. 631, ber. S. 862, geändert durch G v. 27.12.1993, BGBl. I, S. 2378

RestÜberwV

Reststoffüberwachungs-Verordnung, siehe AbfRestÜberwV

RL 75/439/EWG

Richtlinie des Rates vom 16.06.1975 über die Altölbeseitigung, ABl. L 194 v. 25.07.75, S. 23, geändert durch RL 87/101/EWG, ABl. 1987 L 42 v. 12.02.87, S. 43 und RL 91/692/EWG, ABl. L 377 v. 31.12.1991, S. 48

RL 75/442/EWG

Richtlinie des Rates vom 15.07.1975 über Abfälle, ABl. L 194 v. 25.07.75, S. 39, geändert durch RL 91/156/EWG v. 18.03.1991, ABl. L 78, S. 32, RL 91/692/EWG v. 23.12.1991, ABl. L 377, S. 48 und Entsch. 96/350/EG v. 24.05.1996, ABl. L 135, S. 32

RL 91/157/EWG

Richtlinie des Rates vom 18.03.1991 über gefährliche Stoffe enthaltende Batterien und Akkumulatoren, ABl. L 78 v. 26.03.91, S. 38, zuletzt geändert durch RL 98/101/EG v. 22.12.1998, ABl. L 1 v. 05.01.99, S. 1

RL 91/689/EWG

Richtlinie des Rates vom 12.12.1991 über gefährliche Abfälle, ABl. L 377 v. 31.12.1991, S. 20, geändert durch RL 94/31/EG v. 27.06.1994, ABl. L 168 v. 02.07.1994, S. 28

RL 94/62/EG

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.12.1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle, ABl. L 365 v. 31.12.94, S. 10

RL 94/67/EG

Richtlinie des Rates vom 16.12.1994 über die Verbrennung gefährlicher Abfälle, ABl. L 365 v. 31.12.94, S. 34

RL 96/59/EG

Richtlinie des Rates vom 16.09.1996 über die Beseitigung polychlorierter Biphenyle und polychlorierter Terphenyle (PCB/PCT), ABl. L 243 v. 24.09.96, S. 31

RL 1999/31/EG

Richtlinie des Rates vom 26.04.1999 über Abfalldeponien, ABl. L 182 v. 16.07.99, S. 1

TA Abfall

Zweite allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz - Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch/physikalischen, biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen vom 12.03.1991, GMBL., S. 139, ber. S. 469, Teil 2 wurde am 28.11.1990 beschlossen

TASi

TA Siedlungsabfall - Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz - Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen vom 14.05.1993, BAnz Nr. 99a

TgV

Transportgenehmigungsverordnung - Verordnung zur Transportgenehmigung vom 10.09.1996, BGBl. I, S. 1411

UAG

Umweltauditgesetz - Gesetz zur Ausführung der Verordnung (EWG) Nr. 1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung vom 07.12.1995, BGBl. I, S. 1591, geändert durch G v. 19.12.1998, BGBl. I, S. 3836

UAG-ErwV

UAG-Erweiterungsverordnung - Verordnung nach dem Umweltauditgesetz über die Erweiterung des Gemeinschaftssystems für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung auf weitere Bereiche vom 03.02.1998, BGBl. I, S. 338

UmwAuditVO

Verordnung (EWG) Nr. 1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung, ABl. EG Nr. L 168 vom 10.07.1993, S. 1, ber. ABl. EG Nr. L 203, S. 17

Verordnung (EG) Nr. 1420/1999

des Rates vom 29.04.1999 zur Festlegung gemeinsamer Regeln und Verfahren für die Verbringung bestimmter Arten von Abfällen in bestimmte nicht der OECD angehörende Länder, ABl. L 166 v. 01.07.99, S. 6

Verordnung (EG) Nr. 1547/1999

der Kommission vom 12.07.1999 zur Festlegung der bei der Verbringung bestimmter Arten von Abfällen in bestimmte Länder, für die der OECD-Beschluß C(92)39 endg. nicht gilt, anzuwendenden Kontrollverfahren gemäß der EG-AbfVerbrV, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 354/2000 der Kommission v. 16.02.2000, ABl. L 45 v. 17.02.2000, S. 21

VerpackV (a)

Verpackungsverordnung - Verordnung über die Vermeidung von Verpackungsabfällen vom 12.06.1991, BGBl. I, S. 1234, geänd. durch VO v. 26.10.1993, BGBl. I, S. 1782

VerpackV (b)

Verpackungsverordnung - Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen vom 21.08.1998, BGBl. I, S. 2379

WHG

Wasserhaushaltsgesetz - Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts in der Fassung der Bekanntmachung vom 12.11.1996, BGBl. I, S. 1695, zuletzt geändert durch G v. 25.08.1998, BGBl. I, S. 2455