

Joachim Funke

Psychologisches Institut der Universität Bonn (BRD)

1. Problemstellung

In der neueren denkpsychologischen Forschung des deutschsprachigen Raums hat ohne größere Diskussion ein Wechsel der Untersuchungsparadigmen stattgefunden. Wurden noch in den 60er und 70er Jahren Untersuchungen etwa zum "Turm von Hanoi" durchgeführt und berichtet, häufen sich - zumindest im Bereich der BRD - Arbeiten, in denen computersimulierte Szenarien als "Reizmaterial" kognitionspsychologischer Untersuchungen verwendet werden. Bekanntestes Beispiel hierfür ist die "Lohhausen"-Studie von Dörner u. a. (1983), bei der Pbn die Rolle des Bürgermeisters der fiktiven Kleinstadt "Lohhausen" einnehmen und die Geschehnisse der Stadt so gut wie möglich lenken sollten.

Der folgende Beitrag soll weniger die kritischen Punkte bisheriger Arbeiten aufzeigen (vgl. hierzu Funke 1986) als vielmehr skizzieren, wie mit den neuen Untersuchungsmitteln - den computersimulierten dynamischen Systemen - ein experimenteller Zugang zu den damit angesprochenen kognitiven Leistungen möglich wird. Zu diesem Zweck ist zunächst eine genauere Schilderung der von mir verwendeten Systeme notwendig, um dann auf die experimentelle Isolation bestimmter kognitiver Fähigkeiten hinzuweisen.

2. Beschreibung des Untersuchungsmaterials

Um in diesem Bereich experimentell arbeiten zu können, benötigt man ein Instrument, mit dem sich beliebige Szenarien mit systemtheoretisch bekannten Eigenschaften herstellen lassen. Gefordert wird also die Manipulierbarkeit des "problem space", wie dies ja auch bei klassischen denkpsychologischen Studien üblich war. Eine derartige Forderung bedeutet natürlich eine Absage an den "Realitätsgehalt" eines Szenarios: will man etwa den Zusammenhang zwischen Räuber- und Beutetieren in einem spezifizierten Gebiet simulieren (etwa um die Auswirkungen einer geplanten Baumaßnahme

besser antizipieren zu können), kommt der Realitätsnähe große Bedeutung zu. Dies scheint mir im Kontext psychologischer Fragestellungen jedoch weniger wichtig zu sein. Prinzipiell wäre hier sogar an ein Arbeiten mit abstrakten Systemen zu denken, obwohl natürlich bestimmte Effekte (z. B. Rückgriff auf Vorwissen) nur in inhaltlich eingekleideten Systemen zu beobachten sind. Im Rahmen des DYNAMIS-Projekts verwenden wir lineare Strukturgleichungssysteme als formales Modell der simulierten Szenarien. Das bedeutet: es gibt eine bestimmte Anzahl endogener oder Zustandsvariablen, deren Entwicklung über die Zeit sich ergibt als Linearkombination (a) ihres eigenen vorherigen Zustandes sowie (b) der Größe von exogenen oder Eingriffsvariablen, deren Werte vom Pbn (beliebig) festgesetzt werden können. Es gibt zwei Matrizen, die das Systemverhalten beschreiben: (1) eine Zusammenhangsmatrix (yy-Teilmatrix), die den Zusammenhang innerhalb der endogenen Variablen beschreibt, sowie (2) eine Beeinflussungsmatrix (yx-Teilmatrix), die die Wirkung der exogenen Variablen auf die endogenen Variablen enthält (für eine genauere Beschreibung siehe Funke 1985, S. 444-446). Durch die Wahl entsprechender Parameter in den genannten Teilmatrizen lassen sich - selbst bei konstant gehaltener Variablenzahl - Systeme mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften erzeugen. Hieraus ergeben sich unter anderem die unabhängigen Variablen experimenteller Studien.

Der Pb, der ein derartig konstruiertes dynamisches System bearbeiten soll, hat im wesentlichen zwei Aufgabenstellungen zu bewältigen: (1) In der System-Identifikation geht es für ihn darum, die Parameter der unbekanntesten Strukturgleichungen (und zu solchen können die genannten Matrizen umformuliert werden) zu schätzen, (2) in der System-Steuerung muß er sein erworbenes Wissen über die Abhängigkeitsstruktur der Variablen in Hinblick auf eine konkrete Zielstellung zur Anwendung bringen. Aus diesen unterschiedlichen Aufgabenstellungen ergeben sich die verschiedenen abhängigen Variablen experimenteller Studien.

3. Experimentelle Variation von Aufgabenparametern

Um die Ausführungen zu illustrieren, sei auf die schon erwähnte Arbeit von Funke (1985) mit einem sog. "Ökosystem" hingewiesen. Dort wurden zwei Faktoren experimentell variiert: (1) der Grad

der Vernetzung des Systems (bei konstant gehaltener Variablenzahl drei verschiedene Stufen) sowie (2) das Vorliegen bzw. Nichtvorliegen zeitverzögerter Effekte. In dem fiktiven "Ökosystem" ging es darum herauszufinden, in welcher Weise die Eingriffsvariablen "Gift", "Schädlingsfresser" und "Dünger" auf die Zustandsvariablen "Käfer", "Wasserverschmutzung" und "Blätterzahl" wirkten und in welcher Weise die Zustandsvariablen untereinander vernetzt waren.

Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, daß in den Systemen ohne Zeitverzögerung mit wachsender Vernetztheit das im Laufe von fünf Durchgängen erworbene Systemwissen monoton abnimmt. In den Systemen mit Zeitverzögerung kommen vermutlich andere Einflußgrößen zum Tragen, die eine eindeutige Aussage erschweren; auf die verschiedenen Alternativerklärungen soll hier nicht eingegangen werden. Der Effekt des Faktors "Zeitverzögerung" fällt insgesamt schwächer aus. Strategische Effekte sind weiter unten dargestellt.

Selbstverständlich sind außer dem Grad der Vernetztheit oder der Wirkungsart von Eingriffen (direkt oder verzögert) noch eine ganze Reihe weiterer, zu experimentellen Zwecken variierbarer Faktoren zu nennen, wie etwa das Verhältnis exogener zu endogenen Variablen, die gewählte semantische Etikettierung der Variablen, das Vorliegen von Nebenwirkungen usw. Hierauf soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden, da sich je nach der verfolgten Fragestellung der Stellenwert dieser Faktoren verschiebt.

4. Diagnostische Aspekte des Umgangs mit simulierten Szenarien

In einer jüngst erschienenen Arbeit weist Dörner (1986) darauf hin, daß dynamische Systeme zur Diagnostik einer von ihm so genannten "operativen Intelligenz" beitragen könnten. Diagnostisch erscheinen vor allem diejenigen Merkmale interessant, die mit anderen Verfahren nicht diagnostizierbar sind. In erster Linie handelt es sich hierbei um strategische Momente, die den Prozeß des Wissenserwerbs charakterisieren sollen. Diesen Gesichtspunkt nennt Dörner "operative Intelligenz".

Was sind nun die Leistungen, die nach Dörner (1986) zum Bearbeiten eines dynamischen Szenarios erforderlich sind und die er unter dem Begriff der "operativen Intelligenz" zusammenfaßt?

Hierzu liefert er zwar keine Definition, aber wenigstens einige notwendige Bestandteile: "Umsicht (als Antizipation von Neben- und Fernwirkungen), Steuerungsfähigkeit der kognitiven Operationen ..., Verfügbarkeit über Heuristiken (hängt natürlich eng mit der Steuerungsfähigkeit zusammen)..." (Dörner 1986, S. 294). Hinzu kommen für ihn "Weisheit" sowie "Verlaufsqualitäten von Elementaroperationen" im Sinn von Lompscher (1976). Die "operative Intelligenz" sei das, was auf der durch Intelligenztests gemessenen Geschwindigkeit und Genauigkeit elementarer Intelligenzprozesse aufbaue: diese seien zwar notwendige, aber keineswegs hinreichende Bedingungen für Intelligenz. Operative Intelligenz entspreche einem "strategischen Moment" (Dörner 1986, S. 293). Daß mit diesen Ausführungen keineswegs ein neues Intelligenzkonzept entworfen ist, sieht der Autor selbst.

Ganz offenkundig handelt es sich bei dem Konzept der operativen Intelligenz um eine formale Perspektive. Denkt man etwa an Jägers (1982) bimodales Intelligenzstrukturmodell, läßt sich das "strategische" Moment klar dem operativen Bereich zuordnen. Nach meinen Überlegungen lassen sich die anfallenden Informationen in folgende Bereiche aufteilen. Zunächst einmal gibt es eine Reihe formaler Aspekte, hinsichtlich derer Individuen differenziert werden können. Hierzu sind zu zählen das Eingriffsverhalten (-> Wissenserwerb), die Modellbildung und die Zielerreichung (-> Wissensanwendung). Jeder dieser Bereiche kann weiter aufgeschlüsselt werden. Daneben gibt es inhaltliche Aspekte, die von der spezifischen Implementation des Systems abhängen, so z. B. im Ökosystem die Bereitschaft, die Variable "Gift" auszuprobieren, um ihre Wirkung festzustellen. - Dies ist keineswegs eine vollständige Übersicht über die experimentell gewinnbaren Parameter, sondern soll nur das Insgesamt der anfallenden Daten systematisieren helfen. Eine ähnliche Systematik verwendet Dörner (1986).

Als ein Beispiel diagnostisch interessanter Parameter kann man Strategieeffekte beim Umgang mit dem bereits erwähnten "Ökosystem" betrachten. In Abb. 1 sind Daten einer Re-Analyse dieser Studie für die 34 Vpn aus der Bedingung ohne Zeitverzögerung aufgeführt. Dabei handelt es sich um die Häufigkeit bestimmter Eingriffsarten in Abhängigkeit von der Schwierigkeit des Systems.

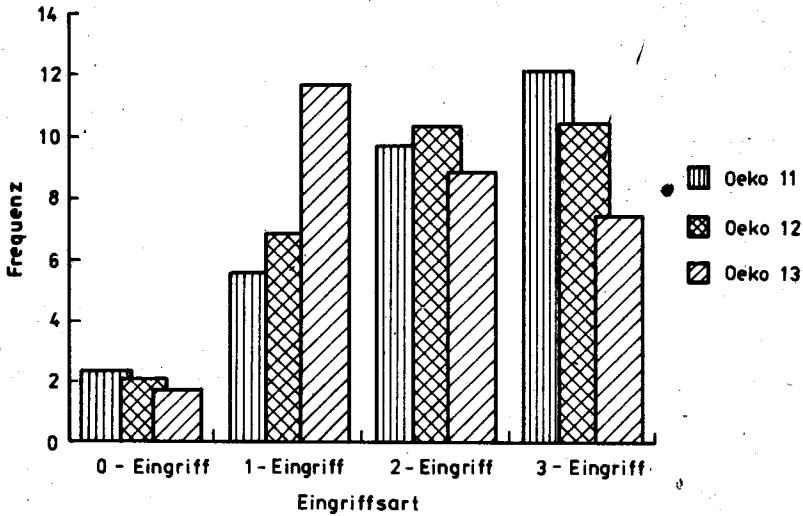


Abb. 1: Durchschnittliche Häufigkeit bestimmter Eingriffsarten in Abhängigkeit von der Schwierigkeit des Systems (N = 34 Pbn aus der Bedingung ohne Zeitverzögerung, vgl. Funke 1985; Oeko 11 = leicht, Oeko 12 = mittel, Oeko 13 = schwer).

Die in Abb. 1 als 0- bis 3-Eingriff bezeichneten Eingriffsarten geben an, wie häufig in den fünf Durchgängen mit je sechs Eingriffszeitpunkten eine bestimmte Form des Eingriffs gewählt wurde: als 0-Eingriff gilt dabei ein Takt, bei dem in keine der Eingriffsvariablen eingegriffen wurde, als 1-Eingriff ein Takt, bei dem genau eine der insgesamt drei Eingriffsvariablen verändert wurde, usw. Obwohl es sich hierbei lediglich um ein rein formales Kriterium handelt, wird erkennbar, daß die Pbn - in Unkenntnis der Eigenschaften des zu bearbeitenden Systems - differenziert auf die drei Systeme Oeko 11, Oeko 12 und Oeko 13 reagieren. Mit zunehmender Schwierigkeit verschiebt sich der Schwerpunkt der Eingriffsstrategie vom multiplen zum einfachen Eingriff - ein Phänomen, das gut in Einklang steht mit den Eigenschaften der drei Systeme, bei denen die Vernetztheit ansteigt. Je vernetzter das System, umso sorgfältiger müssen die Haupt- und Nebenwirkungen von Eingriffen beobachtet werden. Bei einem stärker vernetzten System resultieren bereits schon nach einer einzigen Veränderung zahlreiche Effekte. Die für die Systemidentifikation wichtigen 0-Eingriffe, bei denen die Eigendynamik des Systems

besonders deutlich hervortritt, werden insgesamt nur wenig genutzt.

5. Ausblick: Experimentelle Diagnostik komplexen Problemlösens

Läßt man sich auf den Ansatz ein, beliebige Simulationsszenarien mit bekannten und manipulierbaren Eigenschaften als "Reizmaterial" für die Vorgänge beim Lösen komplexer, dynamischer Probleme zu verwenden, liegt zunächst nur ein brauchbares Instrument zur Gewinnung potentiell verwendbarer diagnostischer Daten vor. Unverzichtbar bleiben jedoch theoretische Erwägungen über die Prozesse, die bei der Bearbeitung derartiger Problemstellungen ablaufen. Diese Überlegungen bilden die Grundlage für die Erhebung diagnostischer Informationen. Geht man von einer wissenspsychologischen Perspektive an diese Frage heran, so läßt sich das zum Umgang mit derartigen Systemen notwendige Wissen in drei Bereiche subjektiver Repräsentation unterteilen: (1) Repräsentation der Rohdaten sowie daraus abgeleiteter Daten, (2) Repräsentation von Hypothesen über die Variablenzusammenhänge sowie (3) Repräsentation von Regeln über den Umgang mit einem dynamischen System. Zu allen drei Bereichen sind Prozeßannahmen nötig, die die auf den jeweiligen Repräsentationen zugelassenen Operationen beschreiben. Struktur- und Prozeßannahmen gemeinsam bilden eine Theorie des Umgangs mit komplexen Problemen, aus der heraus sich diagnostische Schritte begründet ableiten ließen. Um zu einer experimentell gestützten Diagnostik des Umgangs mit komplexen Situationen zu gelangen, müssen - aufbauend auf den eben geschilderten Rahmenvorstellungen - Situationen mit unterschiedlichem Anforderungscharakter geschaffen werden, in denen sich ein Individuum bewähren muß. Als Gradmesser der Bewährung dienen kognitive wie nicht-kognitive Parameter. Die zu bearbeitenden "Items" wären somit dynamische Systeme mit klar definierten, unterschiedlichen Eigenschaften, aus denen heraus auch differentielle Aussagen möglich werden wie etwa "X hat Schwierigkeiten mit Eigendynamiken", "Y erkennt Nebenwirkungen" oder "Z ist bei Systemen mit mehr als drei endogenen Variablen überfordert". Ob solche Aussagen begründet gemacht werden können, hängt von den Erfolgen bei der Suche nach Validitätshinweisen für computersimulierte Szenarien ab. Bislang - so Jäger (1986, S. 274) - spricht nur der Augenschein dafür.

Literatur

Dörner, D. u. a.: Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität. Bern 1983

Dörner, D.: Diagnostik der operativen Intelligenz. Diagnostica 32, 1986 (290-308)

Funke, J.: Steuerung dynamischer Systeme durch Aufbau und Anwendung subjektiver Kausalmodelle. Z. Psychol. 193, 1985 (443-465)

Funke, J.: Komplexes Problemlösen - Bestandsaufnahme und Perspektiven. Heidelberg 1986

Jäger, A. O.: Mehrmodale Klassifikation von Intelligenzleistungen: Experimentell kontrollierte Weiterentwicklung eines deskriptiven Intelligenzstrukturmodells. Diagnostica 28, 1982 (195-225)

Jäger, A. O.: Validität von Intelligenztests. Diagnostica 32, 1986 (272-289)

Lompscher, J. (Hrsg.): Verlaufsqualitäten der geistigen Tätigkeit. Berlin 1976

Aus: Schaarschmidt, U. (Hrsg.): Neue Trends in der Psychodiagnostik. Tagungsbericht, Berlin 1987