

Psychologisches Institut der Universität Heidelberg

VISUELLE HABITUATION UND DISHABITUATION ALS MAßE  
KOGNITIVER FÄHIGKEITEN IM SÄUGLINGSALTER

Individuelle Differenzen in Habitationsaufgaben  
zur Unterscheidung einzelner vs. kategorialer Stimuli

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Dr. phil.  
der Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften  
der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg  
vorgelegt von

Janna Pahnke

2007

**Begutachtung:**

Prof. Dr. Sabina Pauen  
Psychologisches Institut der Universität Heidelberg

PD Dr. Michael Kavšek  
Psychologisches Institut der Universität Bonn

Meinen Freunden

*Ich hab' mir lang den Kopf zerbrochen  
Mit Denken und Sinnen, Tag und Nacht,  
Doch deine lebenswürdigen Augen  
Sie haben mich zum Entschluss gebracht.*

Heinrich Heine



## DANKSAGUNG

Mein herzlicher Dank gilt all jenen, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben:

Meiner Doktormutter Prof. Dr. Sabina Pauen für die Chance, mein Promotionsthema im Rahmen der DFG-Forschergruppe „Kognitive Entwicklung“ zu konzipieren, für die Betreuung dieser Arbeit, ihren unschätzbaren Rat und ihre hilfreichen Ideen zur Umsetzung der Experimente, für das in mich gesetzte Vertrauen in inhaltlichen wie organisatorischen Belangen wissenschaftlichen Arbeitens, die Bereitstellung der nötigen Ressourcen, sowie ihr Engagement für mein Vorankommen in Forschung und Anwendung der Entwicklungspsychologie,

meinem Zweitgutachter PD Dr. Michael Kavšek für die Inspiration seines Buches zur Informationsverarbeitung im Säuglingsalter, seine wertvollen Kommentare zur Auswertung, seine Zeit für telefonische Besprechungen und für die Bereitschaft, von Bonn nach Heidelberg zu reisen,

meiner Tübinger Mentorin Dr. Aiga Stapf, die mich im Studium auf die Spur des „g“-Faktors gebracht und mir die Bedeutsamkeit intellektueller Fähigkeiten für die kindliche Persönlichkeitsentwicklung aufgezeigt hat,

meinen Heidelberger Kolleginnen Dr. Birgit Elsner, Dr. Gudrun Kane, Dr. Birgit Träuble, Dipl.-Psych. Isa Valentiner und Dr. Eva Vonderlin für die gute Zusammenarbeit, den fachlichen Austausch, ihre kollegiale Loyalität, ihre Hilfe bei allen Eventualitäten des wissenschaftlichen Arbeitens und ihre freundschaftliche Unterstützung in den letzten Jahren,

allen weiteren Mitarbeiterinnen und wissenschaftlichen Hilfskräften der Abteilung für Entwicklungs- und Biopsychologie, die das Entstehen dieser Arbeit unterstützt haben, insbesondere Johannes Bätz, Carolin Berude, Alexandra Charalampidu, Susanne Germann, Anna Jebram, Silja Kennecke, Carmen Kretz und Hannah Seiler für ihre Hilfe bei der Erhebung, Kodierung und Eingabe der Daten,

unserer Sekretärin Christiane Fauth-Scheurich und unserer psychologisch-technischen Assistentin Dipl.-Psych. Sonja Puderwinski für die gute Organisation der Einbestellung der Säuglinge, der Erhebungszeiten und der Koordination aller beteiligten Personen,

unserer EDV-Expertin Marion Lammarsch, unserem Technikfachmann Gert Müller sowie unserem Hausmeister Peter Kreft für die tatkräftige Unterstützung bei allen Fragen der Computer-, Technik- und Mobiliarausstattung im Säuglingslabor,

sowie allen Eltern und Kindern aus Heidelberg und Umgebung, die an der vorliegenden Studie teilgenommen und damit diese Forschungsarbeit ermöglicht haben.

Auch den Personen, die mich privat unterstützt und begleitet haben, möchte ich an dieser Stelle ausdrücklich danken:

meiner Familie Dr. Donate Pahnke McIntosh und Dr. Christopher McIntosh, Michel und Elisabeth Pahnke, Julia Pahnke und Jan-Gerd Hollje, Clara und Anna Hollje, Dr. Eckhard Sprondel und Hanna Tospann-Sprondel, und Christa With für ihre Liebe und Unterstützung,

meinen Freunden Kaai Aso, Mareile Bachmann, Sylvia Bajorek, Matthias Blümke, Melanie Blümle, Eva Böhnke, Marion Bunte, Robert Fleischhaker, Christian Graf, Martin Haag, Anna Husemann, Fabian Klimmeck, Luise Lampe, Regine Lang, Robertjohn Lange, Yvonne Monzel, Ines Prokop, Wolfram Sandberg, Thomas Sandmann, Susanne Schmidt, Barbara Schray, Sebastian Spitzer, Anne Uhlendorf, Christian Unkelbach, Richard Zimmermann, und der Szymczak-Montagsgruppe für ihre Freundschaft und aufmunternde Begleitung, sowie Dirk Hockemeyer, der mich meine eigenen Grenzen immer wieder überwinden ließ.

Schließlich gilt mein herzlicher Dank der Landesgraduierföderung der Universität Heidelberg, deren Stipendium mir die Fertigstellung dieser Arbeit sowie eine Kongressreise zur Diskussion eigener Daten auf der „International Conference on Infant Studies (ICIS)“ in Kyoto, Japan, ermöglichte.

*The search for the basis of intellectual continuity over age  
is formally the same as the search for the basis of „g“.*

Fagan & Singer (1983, S. 71)



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>i</b>
------------------------------	----------

## **Einführung**

<b>1 Visuelle Aufmerksamkeit als Indikator kognitiver Fähigkeiten im Säuglingsalter</b> .....	<b>1</b>
1.1 Das Phänomen der visuellen Habituation als Maß frühkindlicher Denkprozesse.....	1
1.2 Alters- und individuelle Unterschiede in visuellen Habituationsleistungen.....	3
1.3 Habituation und Dishabituation als Prädiktoren der späteren Intelligenz .....	5
1.4 Die Struktur der Intelligenz im Säuglingsalter: Uni- oder multidimensional?.....	7
1.5 Grundidee der eigenen Arbeit .....	9
1.6 Praktische Implikationen .....	11
1.7 Kurzübersicht der vorliegenden Arbeit.....	13
<i>Zusammenfassung</i> .....	14

## **Theoretischer Teil**

<b>2 Methoden der experimentellen Säuglingsforschung</b> .....	<b>15</b>
2.1 Die Visuelle Präferenz-Methode .....	16
2.2 Das Habituations-Dishabituations-Paradigma.....	18
2.3 Maße für Habituations- und Dishabituationsleistungen .....	24
2.4 Reliabilität von Habituations- und Dishabituationsmaßen .....	29
2.5 Empirische Anwendungsbereiche des Habituations-Dishabituations-Paradigmas .....	31
2.6 Grenzen des Habituations-Dishabituations-Paradigmas.....	35
<i>Zusammenfassung</i> .....	36
<b>3 Theoretische Modelle zur Habituation</b> .....	<b>37</b>
3.1 Sensorische Adaptationsmodelle .....	37
3.2 Das Komparatormodell .....	39
3.3 Das Drei+Zwei-Komponenten-Modell .....	41
3.4 Das Modell der seriellen Habituation.....	43
3.5 Cohens Modell des frühkindlichen Blickverhaltens.....	43
3.6 Aussagekraft des kognitiven Modells.....	44
3.7 Die Zwei-Prozess-Theorie.....	48
3.8 Die Dynamische Feldtheorie .....	50
3.9 Netzwerkmodelle.....	53
3.10 Lerntheorie .....	58
3.11 Adaptive Funktion .....	59
<i>Zusammenfassung</i> .....	60
<b>4 Prozess-Performanz-Bezüge im kognitiven Modell</b> .....	<b>61</b>
4.1 Das kognitive Modell der Informationsverarbeitung im Säuglingsalter .....	61
4.2 Das Prozess-Performanz-Rahmenmodell .....	63
4.3 Konkurrente Vorhersage geistiger Leistungen .....	65
4.4 Prädiktive Vorhersage geistiger Leistungen.....	68
4.5 Erklärungsmodelle zur Kontinuität frühkindlicher kognitiver Fähigkeiten .....	69
4.6 Aufmerksamkeitsinhibition versus Informationsverarbeitungskapazität .....	73
4.7 Individuelle Variabilität in Kategorisierungsaufgaben.....	75
<i>Zusammenfassung</i> .....	77

**Empirischer Teil**

<b>5</b>	<b>Eigene Fragestellung und Untersuchungsansatz .....</b>	<b>79</b>
5.1	Ausgangsüberlegungen.....	79
5.2	Hypothesen.....	83
5.3	Grundkonzeption der empirischen Umsetzung .....	88
	<i>Zusammenfassung</i> .....	89
<b>6</b>	<b>Entwicklung eines visuellen Habitationsverfahrens: Das HIP-Paradigma.....</b>	<b>91</b>
6.1	Studienkonzeption .....	91
6.2	Experimentelle Aufgaben.....	92
6.3	Stimuli .....	93
6.4	Versuchspräsentation.....	95
6.5	Experimentelles Setting.....	96
6.6	Technisches Setup .....	97
6.8	Stichprobenrekrutierung .....	100
6.9	Studienüberblick.....	100
	<i>Zusammenfassung</i> .....	101
<b>7</b>	<b>Experiment 1: Vergleich einer Einzelreiz- und einer Kategorisierungsaufgabe in einem infant-control Design mit sequentieller Stimulusdarbietung .....</b>	<b>103</b>
7.1	Konzeption und Design .....	103
7.2	Stichprobe.....	104
7.3	Experimentelle Aufgaben und Stimuli .....	104
7.4	Versuchsablauf .....	107
7.5	Kodierung der Blickzeiten.....	108
7.6	Statistische Auswertung und Maße .....	108
7.7	Ergebnisse .....	110
7.8	Diskussion der Ergebnisse.....	118
	<i>Zusammenfassung</i> .....	123
<b>8</b>	<b>Experiment 2: Vergleich einer Einzelreiz- und einer Kategorisierungsaufgabe in einem fixed-trial Design mit sequentieller Stimulusdarbietung .....</b>	<b>125</b>
8.1	Konzeption und Design .....	125
8.2	Stichprobe.....	126
8.3	Experimentelle Aufgaben und Stimuli .....	126
8.4	Versuchsablauf .....	128
8.5	Kodierung der Blickzeiten.....	128
8.6	Statistische Auswertung und Maße .....	129
8.7	Ergebnisse .....	129
8.8	Diskussion der Ergebnisse.....	136
	<i>Zusammenfassung</i> .....	142
<b>9</b>	<b>Experiment 3: Darbietung einer Kategorisierungsaufgabe mit veränderter Testphase in einem infant-control Design mit sequentieller Stimulusdarbietung .....</b>	<b>145</b>
9.1	Konzeption und Design .....	145
9.2	Stichprobe.....	146
9.3	Experimentelle Aufgaben und Stimuli .....	146
9.4	Versuchsablauf .....	148
9.5	Kodierung der Blickzeiten.....	148
9.6	Statistische Auswertung und Maße .....	149
9.7	Ergebnisse .....	149
9.8	Diskussion der Ergebnisse.....	151
	<i>Zusammenfassung</i> .....	153

---

<b>10</b>	<b>Experiment 4: Vergleich einer Einzelreiz- und einer Kategorisierungsaufgabe in einem fixed-trial Design mit paarweiser Stimulusdarbietung .....</b>	<b>155</b>
10.1	Konzeption und Design .....	155
10.2	Stichprobe .....	156
10.3	Experimentelle Aufgaben und Stimuli .....	156
10.4	Versuchsablauf .....	158
10.5	Kodierung der Blickzeiten .....	159
10.6	Statistische Auswertung und Maße .....	159
10.7	Ergebnisse .....	160
10.8	Diskussion der Ergebnisse .....	167
	<i>Zusammenfassung</i> .....	172
<b>11</b>	<b>Experiment 5: Vergleich zweier Einzelreizaufgaben in einem fixed-trial Design mit paarweiser Stimulusdarbietung .....</b>	<b>173</b>
11.1	Konzeption und Design .....	173
11.2	Stichprobe .....	174
11.3	Experimentelle Aufgaben und Stimuli .....	175
11.4	Versuchsablauf .....	176
11.5	Kodierung der Blickzeiten .....	177
11.6	Statistische Auswertung und Maße .....	177
11.7	Ergebnisse .....	178
11.8	Diskussion der Ergebnisse .....	187
	<i>Zusammenfassung</i> .....	193
<b>12</b>	<b>Allgemeine Diskussion .....</b>	<b>195</b>
12.1	Generalität der Habitationsfähigkeit im Säuglingsalter .....	195
12.2	Zusammenhang von Habituation und Dishabituation .....	199
12.3	Maße und experimentelle Prozedur .....	201
12.4	Latente Prozesse der Verarbeitung einzelner und kategorialer Stimuli .....	207
12.5	Fazit .....	220
<b>13</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>225</b>
	<b>Literatur .....</b>	<b>233</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>243</b>



## ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit untersucht das Zusammenspiel von Habituations-Dishabituationsleistungen innerhalb und zwischen verschiedenartigen visuellen Habitationsaufgaben im ersten Lebensjahr. Nach dem Komparatormodell und dessen Weiterentwicklungen (basierend auf Sokolov, 1963) bildet das Habitationsverhalten im Säuglingsalter Prozesse der Reizenkodierung ab. Dieses kognitive Modell des Habitationsgeschehens ist für die Verarbeitung *einzelner* wiederholter Reize gut belegt, für die Darbietung multipler, *kategorialer* Reize jedoch bisher kaum geprüft worden. Wenn aber die im kognitiven Modell postulierten Prozesse grundlegende allgemeine Informationsverarbeitungsfähigkeiten darstellen, sollten diese Fähigkeiten der Verarbeitung in visuellen Einzelreizaufgaben wie in Kategorisierungsaufgaben zugrunde liegen und somit eine Konsistenz von Aufmerksamkeitsleistungen über Aufgabenkontexte hinweg zu beobachten sein.

Zur Überprüfung dieser Annahme wurden aus der Komparatortheorie abgeleitete Vorhersagen für die Verarbeitung in Einzelreizaufgaben mit derjenigen in Kategorisierungsaufgaben verglichen; dabei wurden jeweils beide Aufgaben innerhalb derselben Stichprobe von Säuglingen vorgegeben (Innersubjektdesign). In fünf Experimenten wurden individuelle Unterschiede im Blickverhalten fünf und sieben Monate alter Säuglinge innerhalb und zwischen beiden Aufgabentypen analysiert, wobei verschiedene Blickmaße und unterschiedliche Habitationsprozeduren berücksichtigt wurden.

Die Ergebnisse zeigen eine über verschiedene experimentelle Prozeduren und Blickmaße hinweg auftretende *Gleichförmigkeit der Zusammenhänge* von Habitations- und Dishabituationsleistungen in beiden Aufgabentypen. Während die Zusammenhänge zwar in Abhängigkeit von der Durchführungsprozedur und den verwendeten Blickmaßen variierten, zeigte sich hinsichtlich des Auftretens und der Richtung der Bezüge ein für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben einheitliches Muster der Zusammenhänge von Habitations- und Dishabituationsleistungen, innerhalb wie zwischen den Aufgaben.

Dieses aufgabenübergreifende Befundmuster deutet darauf hin, dass die mit den vorliegenden Habitations- und Dishabituationsmaßen erfassten latenten Prozesse sowohl in der Verarbeitung von Einzelreizen als auch in der Kategorisierung von Reizklassen zum Tragen kommen. Eine Spezifizierung des kognitiven Modells im Hinblick auf das hier untersuchte Habitations- und Kategorisierungsverhalten wird vorgestellt. Implikationen für den Aufbau der Intelligenzstruktur im Säuglingsalter sowie für die praktisch-diagnostische Anwendung werden diskutiert.



## EINFÜHRUNG

„The distribution of visual attention has long been assumed to allow access to the cognitive abilities of young infants (...), and much empirical research accumulated over the past three decades supports this assumption.”

(Colombo & Mitchell, 1990, S. 196)

## KAPITEL 1

### VISUELLE AUFMERKSAMKEIT ALS INDIKATOR KOGNITIVER FÄHIGKEITEN IM SÄUGLINGSALTER

#### 1.1 Das Phänomen der visuellen Habituation als Maß frühkindlicher Denkprozesse

Unser Wissen darüber, was und wie Säuglinge wahrnehmen und denken, hat sich in den letzten Jahrzehnten vervielfacht. So wissen wir heute sehr viel darüber, wie Säuglinge Formen, Farben und Muster wahrnehmen, wie sie Objekte in Kategorien einteilen, ab wann sie über Ursache und Wirkung nachzudenken beginnen oder wie sich physikalisches, mathematisches und psychologisches Wissen im Säuglingsalter entwickeln (für einen Überblick siehe z.B. (z.B. Goswami, 2001; Kellman & Arterberry, 1998; Pauen, 2006). Dieser Erkenntnisgewinn wurde erst durch die Entwicklung geeigneter experimenteller Methoden zur Untersuchung kognitiver Fähigkeiten im ersten Lebensjahr möglich. Da Säuglinge noch nicht sprechen oder wie erwachsene Versuchsteilnehmer einer verbalen Instruktion folgen können, dienen in der experimentellen Säuglingsforschung in erster Linie nonverbale Maße wie das *Blickverhalten* als abhängige Variable. Die Art und Weise, wie Säuglinge ihre Aufmerksamkeit auf visuell dargebotenen Stimuli verteilen, hat sich dabei als ein äußerst fruchtbarer Zugang zur frühkindlichen Denkentwicklung erwiesen (Colombo & Mitchell, 1990).

Eines der wichtigsten Untersuchungsparadigmen für die frühe Kindheit ist das *Habituations-Dishabituations-Paradigma*. Hierbei wird der Säugling zunächst an einen mehrfach präsentierten Reiz gewöhnt (z.B. an einen Kreis) und nachfolgend mit einem neuen Reiz konfrontiert (z.B. einem Dreieck). Bei wiederholter Darbietung desselben Stimulus lässt die Aufmerksamkeit des Säuglings typischerweise nach, was sich in einer Abnahme der Blickzeit äußert und als *Habituation* (Gewöhnung) bezeichnet wird. Wird anschließend ein

neuer Reiz präsentiert, den der Säugling als unbekannt erkennt, so steigt seine Aufmerksamkeit wieder an, was sich in einer verlängerten Blickdauer zeigt. Diese Reaktivierung des Interesses bei Vorgabe eines neuen Reizes nennt man *Dishabituation* (vgl. Kapitel 2 für eine ausführliche Beschreibung der Habituationethodik).

Das Habituationparadigma und damit verwandte Methoden sind ein zentrales Instrument der kognitiven Säuglingsforschung. Dabei ist das Phänomen der Habituation in einer Reihe von Spezies zu beobachten: Auch Mollusken, Amphibien und andere Säugetiere als der Mensch habituierten an einen mehrfach dargebotenen Reiz (Sirois & Mareschal, 2004); Habituation wird daher auch als die „einfachste Form des Lernens“ bezeichnet (Thorpe, 1956). Während dieser Gewöhnungsvorgang bei Schnecken und Würmern auf die Adaptation lokaler sensorischer Rezeptoren zurückzuführen ist, geht das beim Menschen beobachtbare Habituationgeschehen über sensorische Adaptation hinaus und wird mehrheitlich als *kognitiver Prozess* interpretiert.

Das am weitesten verbreitete Modell zur Einordnung von Habituation- und Dishabituationprozessen im Säuglingsalter ist das so genannte *Komparatormodell*, das auf den sowjetischen Physiologen Sokolov (1963, 1966, 1990) zurückgeht (vgl. Kapitel 3). Nach diesem Modell wird während der Habituation eine neuronale Repräsentation des dargebotenen Reizes aufgebaut, die bei erneuter Darbietung des Habituationreizes erinnert und durch Abgleichprozesse vervollständigt wird. Die Dishabituation beruht nach Sokolov vor allem auf diskriminativen Vergleichsprozessen zwischen der gespeicherten Repräsentation und dem neuen Reiz; ergibt sich dabei eine Diskrepanz zwischen dem Gedächtnismodell und neuer sensorischer Information, wird die Aufmerksamkeit reaktiviert. Dieses Modell beinhaltet als zentrale Annahme, dass die Verarbeitung neuer Stimuli mehr Aufmerksamkeit beansprucht als ein bereits bekannter Reiz. Eine sich erneuernde Aufmerksamkeitsreaktion (Dishabituation) nach vorheriger Gewöhnung lässt daher Rückschlüsse über die Art der internen Repräsentation zu, die Säuglinge während der Habituationphase aufbauen.

Sokolovs Theorie des neuronalen Modells wurde später informationsverarbeitungstheoretisch weiterentwickelt (Colombo & Janowsky, 1998; Kavšek, 2000a, b), wobei die dem Habituationgeschehen zugrundeliegenden Komponenten genauer spezifiziert wurden. Die Geschwindigkeit der Habituation, d.h. die Schnelligkeit, mit der eine Reizrepräsentation aufgebaut werden kann, wurde dabei als *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* eines Individuums interpretiert, das Ausmaß der Dishabituation vor allem als Fähigkeit zur

Diskrimination von bekannten und neuen Reizen, d.h. als *diskriminatives Gedächtnis* oder Sensitivität für Neues.

Diese kognitive Interpretation des Habituationsgeschehens hat vielfältige Bestätigung erfahren (vgl. Kavšek, 2000b; sowie Kapitel 3 und 4), welche das Habituationparadigma als Untersuchungsmethode zur Erforschung der frühkindlichen Denkentwicklung qualifiziert. Variablen der Habituation und Dishabituation gelten heute als Standardmaße der experimentellen Säuglingsforschung. Neben der Untersuchung früher Wahrnehmungs- und Denkprozesse haben sich Habituationsmaße auch als geeignet erwiesen, Alters- und individuelle Unterschiede dieser Leistungen im Säuglingsalter abzubilden. So kann in experimentellen Habituations-/Dishabituationaufgaben stets eine große Varianz der Blickzeiten beobachtet werden, sowohl zwischen verschiedenen Altersgruppen von Säuglingen als auch zwischen den Säuglingen einer Altersstufe.

## **1.2 Alters- und individuelle Unterschiede in visuellen Habituationsleistungen**

### *Entwicklung über das Alter*

In Übereinstimmung mit der Annahme, dass frühkindliche Habituation und Dishabituation Informationsverarbeitungskompetenzen abbilden, welche sich mit zunehmenden Alter und Reife verbessern sollten, zeigen verschiedene Studien eine Zunahme der Habituationsleistung im Altersverlauf. So sinkt typischerweise die Fixationsdauer, die zur Verarbeitung eines Reizes benötigt wird, mit dem Alter ab; während die Fähigkeit zur Dishabituation mit dem Alter zunimmt, wobei sowohl Habituation als auch Dishabituation bereits bei Neugeborenen beobachtet werden können (Colombo, 1995). Ein weiteres Habituationsmaß ist die Stärke der Habituation, d.h. das Ausmaß der Blickzeitenabnahme über mehrere Habitationsdurchgänge. Die Befunde zum Entwicklungsverlauf der Habituationsstärke variieren mit der verwendeten Habitationsprozedur: Während bei festgelegter Anzahl und Dauer der Habitationsdurchgänge die Habituationsstärke mit dem Alter zunimmt, zeigen sich in blickkontrollierten Prozeduren, in denen das Kind selbst die Darbietungsdauer des Reizes bestimmt, keine Veränderungen oder sogar eine Abnahme der Habituationsstärke mit dem Alter (Colombo & Mitchell, 1990). Die Altersentwicklung in festgelegten Prozeduren liegt wahrscheinlich vor allem daran, dass jüngere Kinder aufgrund ihrer langsameren Informationsverarbeitung bei einer Begrenzung der Habitationszeit gar nicht bzw. nicht so stark habituieren können wie

ältere Kinder, während bei blickkontrollierten Prozeduren Kinder aller Alterstufen gleichermaßen Gelegenheit zur Habituation erhalten. Bei insgesamt kürzeren Blickzeiten mit dem Alter ist es in blickkontrollierten Prozeduren zuweilen schwieriger, das durch eine prozentuale Abnahme der Blickzeit definierte Habitationskriterium zu erreichen, so dass ältere Kinder hierfür tatsächlich *mehr* Durchgänge als jüngere Kinder benötigen können, wodurch ein flacherer Habitationsverlauf entsteht (vgl. auch Kapitel 2 zu experimentellen Variationen des Habitationsparadigmas).

Die einheitlich über alle Habitationsprozeduren hinweg zu beobachtende Verringerung der Fixationszeiten mit dem Alter wird einerseits auf eine quantitative Verbesserung von Enkodierprozessen zurückgeführt, die auf der Entwicklung und Reifung des zentralen Nervensystems beruht (z.B. Colombo, 1995). In informationsverarbeitungstheoretischen Ansätzen wird die alterskorrelierte Geschwindigkeitserhöhung andererseits auch als Folge einer zunehmenden Effizienz der Reizverarbeitung in qualitativer Hinsicht interpretiert. So geht L.B. Cohen (1991) davon aus, dass Säuglinge einen Reiz im Wahrnehmungsprozess in Informationsverarbeitungseinheiten zerlegen, die nacheinander verarbeitet werden. Während diese Einheiten bei jüngeren Säuglingen eher einfache Bestandteile des Reizes wie Farbe oder Orientierung darstellen, sind ältere Säuglinge bereits in der Lage, Relationen zwischen einfachen Reizeinheiten wahrzunehmen und diese in komplexeren Einheiten höherer Ordnung zusammenzufassen, wobei die für jede Einheit verwendete Aufmerksamkeit etwa gleich bleibt. Der Verarbeitungsprozess geht also umso schneller vonstatten, je größer und komplexer die einzelnen Einheiten sind. Damit kann derselbe Reiz mit zunehmendem Alter immer rascher verarbeitet werden (vgl. auch Kavšek, 2000b).

### *Individuelle Differenzen*

Neben der Altersentwicklung von Habitations-/Dishabitationsleistungen kann auch eine große Varianz der Blickzeiten zwischen den einzelnen Säuglingen einer Altersgruppe beobachtet werden. Dabei haben sich Habitationsverhaltensweisen wie die Länge der Gesamtblickzeit oder die Länge des längsten Blicks in der Habitationsphase als recht stabil zwischen Aufgaben zur Habituation an verschiedene Stimuli erwiesen und zeigen auch Konsistenz über Intervalle von ein bis drei Wochen (Werte zwischen .30 und .60), wobei die Gesamtfixationsdauer über alle Altersgruppen hinweg die größte Reliabilität aufweist (vgl. Colombo & Mitchell, 1990; sowie Kavšek, 2004b, und Kapitel 2.4 zur Reliabilität von Habitations-/Dishabitationsmaßen). Auch über das Alter hinweg bleiben individuelle

Differenzen zwischen Säuglingen bestehen, wobei die Koeffizienten bei Messwiederholungen in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres meist etwas höher sind (etwa .40 bis .60) als in Intervallen zwischen den ersten Lebensmonaten (etwa .10 bis .40) (vgl. Colombo & Mitchell, 1990), was vermutlich auf die tiefgreifenden Reifungs- und Entwicklungsprozesse im Aufmerksamkeitsverhalten in den ersten Lebensmonaten zurückzuführen ist (vgl. Kapitel 6.7).

Insgesamt kann konstatiert werden, dass sich die frühkindlichen Habituations-/Dishabituationfähigkeiten nicht nur mit dem Alter entwickeln, wobei immer feinere Reizunterscheidungen nach immer kürzerer Habitationsdauer getroffen werden können, sondern dass sich auch konsistente individuelle Unterschiede im Habitationsverhalten abbilden lassen, die im ersten Lebensjahr relativ stabil bestehen bleiben. Dabei zeigen einige Säuglinge ein für ihr Alter fortgeschrittenes Habitationsverhalten (z.B. eine sehr kurze Fixationsdauer), während andere Säuglinge desselben Alters ein eher unreifes Blickverhalten zeigen (z.B. sehr lange Blickzeiten). Legt man eine kognitive Interpretation des Habitationsgeschehens zugrunde, so ist es denkbar, dass individuelle Unterschiede in der frühkindlichen Habitations-/Dishabitationsleistung Informationsverarbeitungsfähigkeiten abbilden, die nicht nur im Säuglingsalter die Denkentwicklung effizienter gestalten, sondern auch mit der späteren kognitiven Entwicklung zusammenhängen. Tatsächlich gelten Maße der visuellen Aufmerksamkeit aus dem ersten Lebensjahr als relativ gute Prädiktoren zur Vorhersage der späteren Intelligenz.

### **1.3 Habituation und Dishabituation als Prädiktoren der späteren Intelligenz**

Zur Prüfung der Vorhersage späterer kognitiver Fähigkeiten aus individuellen Differenzen in frühkindlichen visuellen Aufmerksamkeitsleistungen<sup>1</sup> liegen verschiedene Metaanalysen vor, die die Korrelation von Maßen der Habituation und Dishabituation mit Intelligenzleistungen in der späteren Kindheit untersuchen. Dabei stellte sich heraus, dass die Geschwindigkeit, mit der ein Säugling sich an einen mehrfach präsentierten Reiz gewöhnt, ein guter Indikator seiner späteren kognitiven Fähigkeiten ist.

---

<sup>1</sup> Wenngleich Blickzuwendungen im Habitationsparadigma neben einem aktiv fokussierten Aufmerksamkeitszustand auch Phasen weniger intensiver Reizverarbeitung anzeigen können (vgl. die Konzepte unterschiedlicher Phasen der Aufmerksamkeit von Richards, 1988, oder Ruff, 1986), werden im Folgenden die Begriffe *Habituations-/Dishabituationsleistungen* und *Aufmerksamkeitsleistungen* weitgehend synonym für das frühkindliche Blickverhalten verwendet.

Die Metaanalyse von Bornstein und Sigman (1987) beziffert den Zusammenhang zwischen Habituationsmaßen und späterem IQ auf  $r = .39$ , zwischen Dishabituationsmaßen und späterer Intelligenz auf  $r = .47$ . Einige Jahre später fanden McCall und Carriger (1993) Korrelationen in Höhe von  $r = .39$  für Habituationsmaße und von  $r = .35$  für Dishabituationsmaße mit der späteren Intelligenz, wobei die Vorhersage am besten gelang, wenn der Prädiktor zwischen dem 2. und 8. Lebensmonat erhoben wurde. Die aktuellste Metaanalyse legte Michael Kavšek (2004a) vor, der prädiktive Median-Korrelationen von  $r = .45$  für Habituationsmaße und  $r = .39$  für Dishabituationsmaße berichtet. Hierbei wirkte sich weder der Messzeitpunkt im ersten Lebensjahr (erste vs. zweite Hälfte des ersten Lebensjahres), noch das Alter der späteren Intelligenzmessung (1 ½ bis 3 Jahre, 3 bis 6 Jahre oder 6 bis 11 Jahre) auf die Höhe der Vorhersage aus, wobei die Anzahl der Studien, in denen das Blickverhalten jenseits des 7. Lebensmonats untersucht wurde, sehr gering ist. Zudem zeigte sich ein Unterschied der Vorhersagekorrelationen zwischen unauffälligen Säuglingen und klinischen Stichproben (Frühgeborene und andere Risikokinder): Während für unauffällige Probanden das Habitationsverhalten die spätere Intelligenz am besten zu präzisieren scheint, erlaubt bei Risikokindern das Dishabitationsverhalten die beste Vorhersage der späteren geistigen Leistungsfähigkeit (Kavšek, 2000b; 2004a).

Insgesamt belegt somit eine Reihe von Längsschnittstudien den Zusammenhang früher Habitations-/Dishabitationsmaße mit später in der Kindheit erhobenen standardisierten Intelligenztests. Dabei beträgt die mittlere Korrelation zwischen Habitations-/Dishabitationsleistungen im Säuglingsalter und der späteren Intelligenz etwa  $r = .41$  (vgl. Bornstein & Sigman, 1987; McCall & Carriger, 1993; Kavšek, 2004a), ein Wert, der die Intelligenzvorhersage anhand traditioneller Entwicklungstests bei weitem überschreitet. So ist die Vorhersagekraft traditioneller Entwicklungstests der frühen Kindheit, wie z.B. den Bayley Scales of Infant Development, mit  $r = .04$  bis  $.29$  deutlich geringer (Fagan & Singer, 1983). Maße der Habituation und Dishabituation können damit etwa doppelt so viel Varianz (20-40%) der späteren kognitiven Leistungen aufklären wie klassische Entwicklungstests (max. 10%), die vor allem die sensorische und motorische und weniger die kognitive Leistungsfähigkeit eines Säuglings erfassen (vgl. Kavšek, 2000b; 2004a). Die aufgrund der mangelnden Korrelationen von konventionellen Säuglingstests mit der späteren Intelligenz lange Zeit gehegte Diskontinuitätshypothese der Intelligenzentwicklung ist vor dem Hintergrund der erstaunlichen Stabilität kognitiver Leistungen vom Säuglings- bis ins Jugendalter nicht mehr haltbar, so dass die meisten Autoren heute von einer Kontinuität in der menschlichen Denkentwicklung ausgehen. Tatsächlich konnte bereits ein Zusammenhang der

fetalen Habituation an vibroakustische Reize im Mutterleib mit Informationsverarbeitungsmaßen im ersten Lebensjahr nachgewiesen werden (Gaultney & Gingras, 2005).

Wenn sich die Vorhersagekorrelationen auch in moderater Höhe bewegen, was vermutlich zu einem erheblichen Teil auf die bisher eher geringe Reliabilität der Säuglingsmaße zurückgeht (z.B. Kavšek, 2004b), so gilt das frühkindliche Blickverhalten in Habituations-/Dishabituationsstudien dennoch als der derzeit beste Prädiktor der späteren Intelligenz. So betonte Joseph Fagan bereits 1983 den wiederholt belegten Zusammenhang zwischen der Dishabituation auf neue Reize im Säuglingsalter und späteren kognitiven Kompetenzen (Fagan & Singer, 1983, S. 65):

*The reliable associations between early novelty preferences and later IQ seem to hold for each sex, for blacks as well as whites, across differences in socio-economic status, for a variety of early recognition memory tasks, across different paradigms for assessing infant memory, for initial tests made between 3 and 7 months and for intelligence measured from 2 to 7 years.*

Mittlerweile ist dieser Zusammenhang auch für Habituationsmaße gut belegt und erstreckt sich über Zeitintervalle vom Säuglingsalter bis ins frühe Jugendalter (siehe Bornstein & Sigman, 1987; McCall & Carriger, 1993; Kavšek, 2004a). Einige Studien verwenden in Ermangelung von Längsschnittdaten den gemittelten Intelligenzquotienten beider Elternteile (Midparent IQ) als Annäherungsmaß für den voraussichtlichen Intelligenzquotienten des Kindes im Erwachsenenalter, da beide Maße einen Zusammenhang von etwa  $.60 \pm .05$  aufweisen (Bennett, Fulker, & DeFries, 1985). In diesen Studien zeigen sich signifikante Korrelationen zwischen visuellen Aufmerksamkeitsmaßen im Säuglingsalter und dem geschätztem IQ im Erwachsenenalter etwa in Höhe von  $r = .20$  bis  $.46$  (Benson, Cherny, Haith, & Fulker, 1993; DiLalla et al., 1990).

#### **1.4 Die Struktur der Intelligenz im Säuglingsalter: Uni- oder multidimensional?**

Die Befunde zur Kontinuität kognitiver Leistungen zwischen früher und späterer Kindheit haben unter Entwicklungspsychologen kontroverse Diskussionen darüber ausgelöst, welche Mechanismen den Zusammenhang zwischen Habituation/Dishabituation und komplexeren Intelligenzleistungen vermitteln. Während einige Autoren von einem *singulären* zugrundeliegenden Fähigkeitskonstrukt ausgehen im Sinne eines allgemeinen Intelligenzfaktors („infant  $g$ “), postulieren andere Autoren *multiple* kognitive Prozesse, die in der

Vorhersage späterer geistiger Performanz zusammenspielen (vgl. S. A. Rose, Feldman, & Jankowski, 2005). Hierbei spiegelt sich die Kontroverse um die Intelligenzstruktur im Erwachsenenalter – Generalfaktor vs. Spezifische Fähigkeitskonzepte – in der Diskussion um die Intelligenzentwicklung im Säuglings- und Kleinkindalter wider (vgl. auch Kapitel 4).

Während die Habituations-Dishabituations-Methode in den unterschiedlichsten Bereichen der Säuglingsforschung eingesetzt wird (z.B. zur Untersuchung der visuellen Wahrnehmung oder in der Kategorisierungsforschung, vgl. Kapitel 2) und somit *das* Paradigma zur Untersuchung der frühkindlichen Denkentwicklung darstellt, sind Anzahl und Beschaffenheit der zugrundeliegenden Prozesse noch nicht verstanden. So gibt es trotz des weit verbreiteten und empirisch äußerst fruchtbaren Einsatzes des Habituations-Dishabituations-Paradigmas bisher erst ein begrenztes Verständnis des Habituationsgeschehens auf theoretischer Ebene. Zwar liegt mit Sokolovs (1963, 1966) Komparatormodell eine allgemeine und weithin akzeptierte Habituationstheorie vor; es ist jedoch unklar, ob diese Theorie den vielfältigen Anwendungsbereich des Paradigmas über verschiedenste Aufgaben und Stimuli, z.B. in der Kategorisierungsforschung, abdeckt.

Die meisten Studien, die empirische Belege für das Komparatormodell zur Erklärung von Habituations- und Dishabituationsprozessen aufgezeigt haben, beziehen sich auf die Wahrnehmung von visuellen Einzelreizen, d.h. die Verarbeitung eines *einzelnen* visuellen Reizes, der während der Habituationsphase stets gleich bleibt. Der Anwendungsbereich der Habituationmethode in der Säuglingsforschung ist jedoch sehr viel breiter (vgl. Kapitel 2.5). So werden beispielsweise in der Kategorisierungsforschung zur Habituation *multiple* Exemplare einer Reizkategorie dargeboten, während in der Dishabituationsphase ein Exemplar einer neuen Kategorie mit einem Exemplar der Habituationstheorie kontrastiert wird (z.B. Mandler & McDonough, 1993; Pauen, 1996). Ob die Habituation an *multiple* kategoriale Exemplare auf vergleichbaren latenten Prozessen basiert wie die Habituation an einen *singulären* Stimulus, ist eine noch ungeklärte Frage. Zwar basieren auch Kategorisierungsstudien in der Regel auf den Annahmen des allgemeinen Komparatormodells, dessen Validität für diese Art der Reizverarbeitung ist allerdings empirisch kaum überprüft. Eigene Studien haben den Einfluss der methodischen Gestaltung der Habituationsphase auf die Dishabituation innerhalb verschiedener Kategorisierungsaufgaben untersucht (Pauen & Pahnke, 2004; Pauen, Pahnke, & Träuble, in preparation; Pauen & Träuble, submitted). Bisher liegt jedoch noch keine Studie vor, in der die Kohärenz von Habituationsleistungen über verschiedene Reizarten und Forschungsparadigmen hinweg systematisch verglichen wurde.

Weiterhin variieren die Befunde zum frühkindlichen Habituations-/Dishabituationsverhalten häufig mit der verwendeten experimentellen Prozedur. So gibt es mittlerweile die verschiedensten Variationen des Habituationsparadigmas, die je nach Prozedur und ermittelten Maßen für die Habituation und Dishabituation zu unterschiedlichen Interpretationen des frühkindlichen Blickverhaltens führen können (siehe Kapitel 2). Neben inhaltlichen Unklarheiten zu den erfassten latenten Prozessen existiert somit eine Reihe offener Fragen zum Einfluss der experimentellen Gestaltung der Reizdarbietung sowie zur Validität unterschiedlicher Habituations- und Dishabituationsmaße, die sich aus den jeweiligen Prozeduren ergeben, umso mehr, wenn es um die Frage der Generalität der Habitationsfähigkeit über verschiedene Aufgabenkontexte hinweg geht. So beklagt Slater (1995, S. 92) die Schwierigkeit, allgemeingültige Interpretationen aus den Forschungsarbeiten zum frühkindlichen Habituations-/Dishabituationsverhalten zu ziehen, sei doch „the consistency of inconsistency“ ein wiederkehrendes Phänomen in dieser Literatur.

## 1.5 Grundidee der eigenen Arbeit

Das visuelle Aufmerksamkeitsverhalten hat sich als viel versprechendes Maß für kognitive Fähigkeiten in der frühen Kindheit erwiesen. Dabei konnten Verbesserungen der Habituationseffizienz über das Alter und erstaunlich stabile interindividuelle Unterschiede im Blickverhalten nachgewiesen werden. Die Prädiktionskraft des frühkindlichen Habituations-/Dishabituationsverhalten für gleichzeitige und spätere kognitive Leistungen weist darauf hin, dass Maße der visuellen Aufmerksamkeit grundlegende Informationsverarbeitungsprozesse indizieren, die für Denkprozesse im Säuglings- wie im späteren Alter relevant sind.

Während in einer Vielzahl von Untersuchungen belegt werden konnte, dass Habituation und Dishabituation im Säuglingsalter kognitive Prozesse abbilden, herrscht noch keine Einigkeit darüber, welche Prozesse dies sind und wie diese die Kontinuität kognitiver Leistungen über die Lebensspanne vermitteln. Einen Ansatzpunkt, um herauszufinden, wie allgemein die Fähigkeit zur Habituation und zur Unterscheidung von bekannten und neuen Reizen ist, bietet die Variationsbreite des Habituations-Dishabituations-Paradigmas in der Säuglingsforschung. So wird das Grundparadigma der Gewöhnung an Reizdisplays und anschließender Konfrontation mit davon abweichenden Inhalten in praktisch allen Untersuchungen zu frühen Wahrnehmungs- und Denkprozessen verwendet. Die spezifischen latenten Konstrukte hinter dem beobachtbaren Habituations-/Dishabituationsgeschehen sind

jedoch bisher nur unzureichend verstanden, wobei traditionellerweise eine Form allgemeiner Reizenkodierung, wie von Sokolov (1963) im Komparatormodell postuliert, angenommen wird.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zum besseren Verständnis von Habituations-/ Dishabituationsprozessen in verschiedenen Aufgabenkontexten im Säuglingsalter leisten. Dazu soll die Habituation an *einzelne Reize* mit der Habituation an *kategoriale Reize* verglichen werden, wobei beide Aufgaben innerhalb derselben Stichprobe von Säuglingen vorgegeben werden (Innersubjekt-Design). Um möglichen Veränderungen der visuellen Aufmerksamkeit im Entwicklungsverlauf um die Mitte des ersten Lebensjahres herum Rechnung zu tragen, ist geplant, Säuglinge zweier Altersstufen (5 und 7 Monate) zu untersuchen (vgl. Kapitel 6).

Ein Hauptanliegen der Studie widmet sich der Frage, ob es eine *allgemeine Habitationsfähigkeit* im Säuglingsalter gibt. Wenn es ein solches überdauerndes Merkmal der Habitationsfähigkeit gibt, z.B. im Sinne einer Reizenkodierungskapazität, wie in der Komparatortheorie angenommen, dann sollte eine intraindividuelle Gleichförmigkeit der Habitationsleistung *zwischen* beiden Aufgabentypen zu beobachten sein. So sollte ein Kind, das einen einzelnen Reiz schnell verarbeiten kann, auch in der Lage sein, kategoriale Reize schneller zu enkodieren als langsame Habituerer.

Ein weiteres Anliegen der Arbeit besteht darin, die Gültigkeit komparatortheoretischer Annahmen für Kategorisierungsaufgaben zu überprüfen. Hierzu sollten die Zusammenhänge von Habitations- und Dishabitationsmaßen *innerhalb* jedes Aufgabentyps untersucht werden. Sind dabei für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben einheitliche Bezüge von Habitationsleistung und Reizunterscheidungsleistung in der Dishabitationsphase zu beobachten, so würde dies auf einen vergleichbaren Prozess der Repräsentationsbildung in beiden Arten von Aufgaben hinweisen; zeigt sich jedoch ein *zwischen* den Aufgaben abweichendes Muster von Zusammenhängen, würde dieser Befund eher auf Unterschiede in der Verarbeitung von singulären und kategorialen Stimuli hindeuten.

Der dritte Schwerpunkt der Arbeit liegt im Vergleich unterschiedlicher experimenteller Prozeduren des Habitationsparadigmas sowie in der Analyse verschiedener Maße zur Erfassung der Habitations- und Dishabitationsleistungen. Dabei kommt denjenigen Maßen, die sich als besonders konsistent über Aufgabenart und Prozedur erweisen, eine besondere Bedeutung für die inhaltliche Interpretation sowie für die theoretische Einordnung im Hinblick auf das Komparatormodell zu (vgl. Kapitel 5).

## 1.6 Praktische Implikationen

Ein verbessertes theoretisches Verständnis des Habituationsgeschehens in verschiedenen Aufgabenkontexten ist umso wünschenswerter, als sich das Habituation-Dishabituation-Paradigma auch im Hinblick auf die praktisch-klinische Anwendung als nützlich erwiesen hat. Die Möglichkeit der Vorhersage der späteren geistigen Entwicklung durch frühe Habitationsmaße ist besonders für den Anwendungsbereich der Frühdiagnostik und Frühförderung von Kindern mit einem Risiko für kognitive Defizite relevant (z.B. Frühgeborene, Babys mit Geburtskomplikationen etc.). Klinische Stichproben wie Frühgeborene oder Säuglinge mit Down-Syndrom schneiden in der Regel signifikant schlechter bei Habituation-Dishabituation-Aufgaben ab als gesunde Säuglinge (z.B. L. B. Cohen, 1981; Fantz & Fagan, 1975; Fantz, Fagan, & Miranda, 1975; S. A. Rose, 1983). Nicht alle Säuglinge mit dem Risiko einer Beeinträchtigung ihrer Lernfähigkeit weisen in der Kindheit aber tatsächlich Entwicklungsstörungen auf (vgl. Kavšek, 2000b). Ein zentrales Anliegen der Frühdiagnostik ist daher die sichere Identifikation von Risikokindern, denn erst dadurch wird eine zeitige und spezifische Förderung der betroffenen Kinder möglich.

Mittlerweile liegt ein standardisiertes Testverfahren zur Individualdiagnostik geistiger Fähigkeiten in der frühen Kindheit vor, welches auf dem Blickverhalten von Säuglingen basiert: Der Fagan Test of Infant Intelligence (FTII; Fagan & Shepherd, 1986) misst frühe Dishabitationsfähigkeiten mit insgesamt zehn Aufgaben zur Gesichterwiedererkennung. Jede Aufgabe besteht aus einer Familiarisierungsphase mit begrenzter Habitationsdauer (z.B. 20 Sekunden für 7 Monate alte Säuglinge), in der ein Reizpaar aus zweimal demselben Gesicht präsentiert wird, und einer Testphase, in der das bekannte Gesicht mit einem neuen Gesicht als Paarvergleich dargeboten wird (z.B. zwei mal 5 Sekunden mit Seitenwechsel der Testobjekte). Die interessierende Variable ist das Ausmaß der *Dishabituation* auf den neuen Reiz als Maß für das frühkindliche Rekognitionsgedächtnis (Visual Recognition Memory, VRM). Für den Fagan Test liegen Normen für das Alter von 27 bis 52 Wochen vor (Fagan & Detterman, 1992).

Fagan geht von einem Intelligenzkonzept der Verarbeitungskapazität aus („intelligence as processing“, Fagan, 2000, S. 168): Intelligenz sei die Fähigkeit, Informationen zu verarbeiten, zu behalten und in neuen Situation anzuwenden, eine Kompetenz, die unabdingbar für jegliche Form des Lernens und der Wissensaneignung sei, wie sie auch in späteren Intelligenztests geprüft werde. Kann ein Kind also nach kurzer Verarbeitungszeit einen zuvor präsentierten Reiz als bekannt erkennen und zeigt es dies, indem es dem

bekanntem Reiz weniger Aufmerksamkeit schenkt als einem neuen Stimulus, so muss Informationsverarbeitung stattgefunden haben: Der Familiarisierungsreiz wurde hinreichend verarbeitet, um in der Testphase eine Bevorzugung für den neuen Reiz zu zeigen. Tatsächlich hängt diese Art der Dishabituationsleistung mit der späteren Intelligenz zusammen (siehe Abschnitt 1.3). Dieser Kontinuitätsbefund deckt sich mit modernen Intelligenztheorien des Erwachsenenalters, welche die Bedeutung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, insbesondere die schnelle zeitliche Auflösungskapazität (temporal  $g$ ), für die allgemeine Intelligenz (psychometric  $g$ ) hervorheben (Rammsayer & Brandler, 2007).

Der Fagan Test hat sich in einigen Untersuchungen als gut valide für die Trennung von Risikogruppen und als hinreichend sensitiv und spezifisch erwiesen, um korrekte Vorhersagen über Verzögerung und Normalität der Entwicklung zu treffen (vgl. Fagan & Detterman, 1992; Kavšek, 2000b). Allerdings ist die Reliabilität des Fagan Tests mit Werten von .28 bis .65 als gering bis moderat anzusehen (Fagan & Detterman, 1992). Wenn seine prädiktive Validität die der Bayley Skalen auch bei weitem übersteigt (Fagan, Singer, Montie, & Shepherd, 1986), so ist die klinische Nützlichkeit des Verfahrens von einigen Autoren angezweifelt worden, die eine geringe Sensitivität beobachteten und die ungenügende Reliabilität und Validität des Verfahrens bemängeln (Andersson, 1996; Benasich & Bejar, 1992; Tasbihsazan, Nettelbeck, & Kirby, 2003).

Ein standardisiertes Testverfahren zur kognitiven Frühdiagnostik, das rein auf der Fähigkeit zur *Habituation* basiert, liegt bisher nicht vor, ebenso wenig eines, welches die Fähigkeit zur Kategorisierung mit einbezieht. Während basale Rekognitionsfähigkeiten, wie sie im Fagan Test gemessen werden, eine wichtige Determinante späterer kognitiver Performanz darzustellen scheinen, könnte die Vorhersage von so vielschichtigen Intelligenzleistungen, wie sie in standardisierten Tests erfasst werden, durch weitere Prädiktoren der Reizverarbeitung im Säuglingsalter verbessert werden. Obwohl auch das Habitationsverhalten klar mit späterer Intelligenz korreliert ist (siehe Abschnitt 1.3), liegt bisher noch kein standardisiertes Habitationsmaß vor, welches eine hinreichende Reliabilität aufweist, ausreichend validiert wurde und für das Normen existieren (vgl. Rolfe, 1994).

Im Bereich der Kategorisierungsforschung haben die Analyse interindividueller Unterschiede und die Untersuchung der Vorhersagekraft von Kategorisierungsleistungen gerade erst begonnen (vgl. Kapitel 4). Da Kategorisierungsaufgaben jedoch im Vergleich zu einfachen Rekognitionsaufgaben eine komplexere kognitive Leistung erfordern, schließlich muss eine kategoriale Repräsentation aus multiplen Reizexemplare abstrahiert werden, scheint es äußerst vielversprechend, Habitationsleistungen dieses höheren Abstraktions-

grades mit der späteren geistigen Leistungsfähigkeit in Bezug zu setzen. Erste Vergleiche der Kategorisierungsleistung von unauffälligen Kindern mit Risikostichproben weisen zum Beispiel darauf hin, dass Frühgeborene nicht zwangsläufig schlechter als Reifgeborene in Habituations-Dishabituationaufgaben abschneiden, welche die Unterscheidung natürlicher Kategorien erfordern (Dietrich, Vonderlin, Pahnke, & Pauen, 2005).

Das in der vorliegenden Arbeit entwickelte Habitationsverfahren, welches die Habituation an einzelne Reize *und* an kategoriale Reize einbezieht und vergleicht, soll als Grundlage für die Entwicklung eines standardisierten Testverfahrens zur Messung kognitiver Fähigkeiten im Säuglingsalter dienen können. Im Hinblick auf diese Anwendungsimplikationen war es wichtig, Material zu erstellen, das ausreichend interindividuelle Varianz zur Differenzierung zwischen den Kindern und gleichzeitig klare Gesamtgruppeneffekte produziert, da die Verteilung der erhobenen Maße (Mittelwerte, Streuung) den Ausgangspunkt für spätere Normierung und Cut-Off-Setzung bildet. Während eine Reliabilitäts- und Validitätsprüfung des eigenen Verfahrens den Rahmen der vorliegenden Arbeit überstiegen hätte, wurde auf eine ökonomische Dauer und Umsetzbarkeit des Verfahrens geachtet, um eine breite Anwendbarkeit in verschiedenen Altersgruppen, Vergleiche mit klinischen Stichproben oder Frühgeborenen sowie Retestungen in Intervallen unterschiedlich langer Zeitabstände zu ermöglichen.

## **1.7 Kurzüberblick der vorliegenden Arbeit**

Bevor im Folgenden verschiedene theoretische Modelle zur Erklärung des beobachtbaren Habitations-Dishabitations-Verhaltens hinsichtlich zugrundeliegender Prozesse kritisch diskutiert werden (Kapitel 3), sollen die zur Untersuchung frühkindlicher Denkfähigkeiten verwendeten Methoden ausführlich dargestellt werden (Kapitel 2). Da die jeweilige Untersuchungsprozedur das Habitationsverhalten maßgeblich mitbestimmen kann, wird dabei insbesondere auf experimentelle Variationen des Habitations-Dishabitations-Paradigmas sowie auf verschiedene Maße zur Erfassung frühkindlicher Aufmerksamkeitsleistungen eingegangen. Es folgt eine Auseinandersetzung mit Annahmen des kognitiven Modells zum Zusammenhang von Habitations- und Dishabitationsleistungen innerhalb und zwischen verschiedenartigen Habitationsaufgaben (Kapitel 4). Im Anschluss werden die eigene Fragestellung und der empirische Ansatz der vorliegenden Studie konkretisiert (Kapitel 5) und die Operationalisierung des Habitationsparadigmas vorgestellt (Kapitel 6). Nach einer ausführlichen Darstellung von fünf Experimenten zum Vergleich von Einzelreiz-

und kategorialer Habituation unter Berücksichtigung verschiedener experimenteller Prozeduren (Kapitel 7 bis 11) folgt eine allgemeine Diskussion der Ergebnisse im Hinblick auf die theoretischen Grundfragen der Arbeit (Kapitel 12). Die Arbeit schließt mit einem Ausblick auf zukünftige Forschungsfragen (Kapitel 13).

### **Zusammenfassung**

Maße der visuellen Aufmerksamkeit haben sich als gute Indikatoren frühkindlicher Denk- und Wahrnehmungsprozesse erwiesen. In der kognitiven Säuglingsforschung finden daher Maße der Gewöhnung an wiederholte Reize (*Habituation*) sowie Maße der Reaktion auf neue Reize (*Dishabituation*) breite Anwendung. Neben dem vielfältigen Erkenntnisgewinn, der durch die Interpretation des frühkindlichen Blickverhaltens für das Verständnis der Wahrnehmungs- und Denkentwicklung im ersten Lebensjahr erzielt wurde, zeigten sich wiederholt große Alters- und individuelle Unterschiede im Habituations-/Dishabituationsverhalten. Die kognitive Interpretation dieser interindividuellen Differenzen wird durch die erstaunlich hohe Vorhersagekraft frühkindlicher Habituations-Dishabituations-Maße für die spätere Intelligenz gestützt. Dabei herrscht jedoch noch keine Einigkeit darüber, welche Prozesse diese Kontinuität kognitiver Leistungen über das Alter hinweg vermitteln. So ist das Habituations-Dishabituations-Paradigma in seiner breiten empirischen Anwendung und seinen vielfältigen experimentellen Variationen theoretisch noch nicht hinreichend fundiert. Das populäre Komparatormodell basierend auf Sokolov (1963) ist als Habituationstheorie bisher nicht hinreichend spezifiziert, um das Habituations-/Dishabituationsverhalten in den verschiedensten Aufgabenarten abzudecken (z.B. im Bereich der Kategorisierungsforschung). Dies ist umso bedauerlicher, als dadurch auch die klinisch-praktische Anwendung von Habituationsmaßen (z.B. zur Frühdiagnostik kognitiver Risiken) eingeschränkt wird.

Die vorliegende Arbeit soll zur Lösung dieses Problems beitragen, indem die Zusammenhänge von Habituations- und Dishabituationsleistungen in Aufgaben zur Habituation an singuläre vs. an kategoriale Habituationsreize miteinander verglichen werden, wobei der Einfluss unterschiedlicher experimenteller Prozeduren berücksichtigt werden soll. Dieser Vergleich von Aufmerksamkeitsleistungen über verschiedene Aufgabenkontexte hinweg soll ein vertieftes Verständnis der dem Habituations-/Dishabituationsgeschehen zugrundeliegenden Prozesse befördern. Langfristig wäre auch eine Nutzbarmachung der Ergebnisse für die klinische Anwendung in der Säuglingsdiagnostik und Frühförderung wünschenswert.

## THEORETISCHER TEIL

„*Infant habituation reflects many factors - in the stimulus, in the procedure, and in the infant - and appears to depend as much on measure as on mind.*”

(Bornstein, 1985, S. 269)

## KAPITEL 2

### METHODEN DER EXPERIMENTELLEN SÄUGLINGSFORSCHUNG

Die systematische Untersuchung frühkindlicher Wahrnehmungsleistungen wurde erst durch die Entwicklung entsprechender Methoden ermöglicht, welche Ende der 50er Jahre begann und bis heute andauert, wobei die Verfahren ständig erweitert und - vor allem technisch - verfeinert wurden. Da Säuglinge noch nicht sprechen und sich auch motorisch nur sehr eingeschränkt äußern können, basieren die Methoden der Säuglingsforschung auf den Verhaltensweisen, die Säuglinge schon gut beherrschen: Schauen, Kopf wenden und Saugen. So wurde z.B. die Vorliebe junger Säuglinge für den Geruch des Fruchtwassers oder der Milch der eigenen Mutter im Vergleich zum Geruch einer fremden Frau über die häufigere und länger andauernde *Hinwendung des Kopfes* zu dem entsprechenden Wattebausch festgestellt (Porter & Winberg, 1999), oder die Vorliebe für die eigene Mutterstimme über die *präferentielle Saugmethode* bestimmt, bei der die Kinder durch Veränderung ihrer Saugrate an einem Spezialschnuller einen von zwei akustischen Reizen auswählen können (DeCasper & Fifer, 1980; DeCasper & Spence, 1986).

Im Folgenden sollen diejenigen Techniken fokussiert werden, die als abhängiges Maß die *Blickzeit* der Säuglinge erfassen. Das gilt insbesondere für das Habituations-Dishabituations-Paradigma. Die visuellen Methoden nehmen in der Säuglingsforschung eine hervorgehobene Stellung ein, da sie nicht nur der Untersuchung der visuellen Wahrnehmung dienen, sondern erste Einblicke in frühkindliche Denkprozesse ermöglicht haben und bis heute die Forschung zur kognitiven Entwicklung im Säuglingsalter dominieren. Das Habituationsparadigma wird in unterschiedlichen Realisierungsmöglichkeiten näher erläutert. Dabei spielen die möglichen Durchführungsprozeduren dieses Paradigmas sowie die unterschiedlichen Berechnungsarten von Habituations- und Dishabituationsleistungen eine entscheidende Rolle. Zunächst wird auf

die visuelle Präferenzmethode eingegangen, deren Entwicklung einen methodischen Meilenstein in der experimentellen Säuglingsforschung markierte.

## 2.1 Die Visuelle Präferenz-Methode

Bereits 1914 von Valentine erwähnt, verhalfen vor allem Fantz (1958) und Berlyne (1958) der Methode des *präferentiellen Fixierens* und damit der systematischen Beobachtung des frühkindlichen Blickverhaltens zum Durchbruch (vgl. auch Kavšek, 2000b).

Beim präferentiellen Fixieren wird der Säugling mit zwei nebeneinander liegenden visuellen Reizen konfrontiert und es wird über eine festgelegte Zeitspanne hinweg gemessen, wie lange das Kind jeden der beiden Reize anschaut. Ein Reizpaar kann dabei auch zweimal präsentiert werden, wobei die Positionen der Stimuli beim zweiten Durchgang vertauscht werden. Ziel des Vergleichs der Blickzeiten für beide Reize ist es, die Diskriminationsfähigkeit und visuellen Vorlieben von Säuglingen zu erfassen.

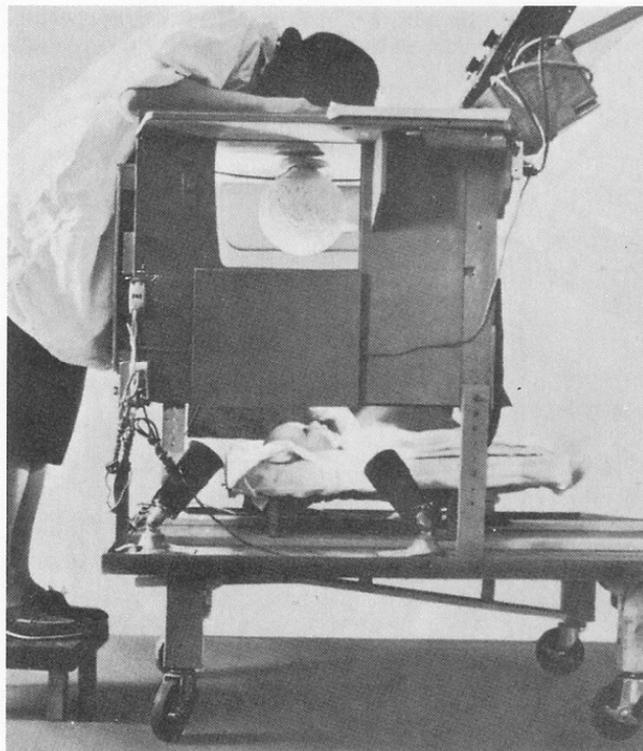


Abbildung 1. Die Blickpräferenzapparatur von Fantz (1961) zur Messung frühkindlicher Blickpräferenzen: Der Säugling liegt in einem Guckkasten, in den von oben Reiztafeln eingeschoben werden. Der Versuchsleiter beobachtet durch ein Guckloch in der Decke, wie lange der Säugling jeden Reiz betrachtet.

Während der Säugling in der ursprünglichen Blick-Präferenz-Apparatur von Fantz auf einer Liege in einen Guckkasten geschoben wurde, wo man ihm die Reize an der Decke präsentierte (vgl. Abbildung 1), sitzt das Baby heute eher in einer Sitzschale oder auf dem Schoß der Mutter vor einer Wand, auf der ein Versuchsleiter oder der Computer die Reize darbietet. In der Mitte zwischen den beiden Reizen befindet sich ein Guckloch, durch das der Versuchsleiter das Blickverhalten des Kindes beobachtet und mit einer Stoppuhr misst, wie lange es auf jede Seite schaut. Um sowohl die Online-Kodierung als auch eine spätere Offline-Auswertung durch andere Kodierer zu ermöglichen, wird heute zumeist eine Videokamera im Guckloch montiert und vom Videomonitor aus ausgewertet (vgl. Abbildung 2).

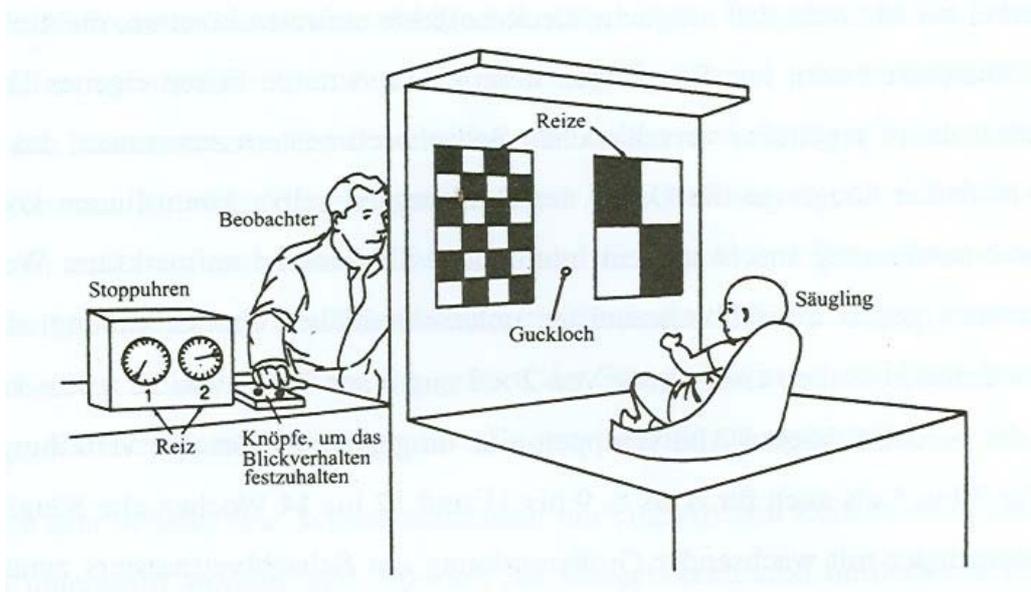


Abbildung 2. Methode des präferentiellen Fixierens: Der Säugling wird mit zwei Reizen konfrontiert. Durch ein Guckloch, in dem auch eine Kamera installiert sein kann, misst der Versuchsleiter, wie lange das Kind innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne auf jeden der beiden Reize schaut (Quelle: Coren & Ward, 1989, S. 459; zitiert nach Kavšek, 2000b).

Das Grundprinzip ist jedoch immer das gleiche: man präsentiert dem Säugling zwei Reize und misst, welcher der beiden Reize länger angeschaut und damit bevorzugt wird. Zeigt sich eine klare Blickpräferenz, so indiziert dies automatisch, dass der Säugling die beiden Reize voneinander unterscheiden kann. Schaut ein Säugling jedoch beide Stimuli etwa gleich lange an, so gibt es zwei Möglichkeiten: (1) der Säugling hat keine Präferenz oder (2) er kann die Stimuli nicht diskriminieren. Um herauszufinden, welche Möglichkeit eher zutrifft, wurde das Habituations-Dishabituations-Paradigma entwickelt.

## 2.2 Das Habituations-Dishabituations-Paradigma

Im *Habituations-Dishabituations-Paradigma* wird das Kind an einen Reiz gewöhnt, der mehrfach wiederholt oder über eine längere Zeitspanne hinweg präsentiert wird. Während Kinder auf einen neu dargebotenen Reiz zunächst eine *Orientierungsreaktion* zeigen, nimmt ihr Interesse bei Wiederholung dieses Reizes mit der Zeit ab. Die zu beobachtende Abnahme der Blickzeiten für den wiederholt dargebotenen Reiz spiegelt einen Gewöhnungsprozess wider, den man als *Habituation* bezeichnet. Präsentiert man dem Säugling dann einen neuen, unbekanntem Reiz, so wird dieser gegenüber dem bereits vertrauten Stimulus präferiert und länger angeschaut. Diese Reaktivierung der Aufmerksamkeit bei Vorgabe eines neuen Stimulus nach vorheriger Habituation nennt man *Dishabituation* (reaktivierte Orientierungsreaktion).

Die Habituationmethode wurde Mitte der 60er Jahre ebenfalls von Robert Fantz (1964) vorgestellt, auf dessen Artikel in der Zeitschrift „Science“ eine wahre Flut von Forschungsarbeiten über Wahrnehmungsleistungen im Säuglingsalter folgte (vgl. Kavšek, 2000b). Fantz hatte Säuglingen im Alter vom einem bis sechs Monate jeweils 10 Reizpaare für je 1 Minute vorgelegt, wobei ein Reiz immer konstant blieb, der andere aber in jedem Durchgang wechselte. Fantz konnte für die älteren Säuglinge (3-6 Monate) beobachten, dass die Blickdauer für den gleich bleibenden Reiz stetig abnahm, während sie für den variierenden Stimulus gleich blieb bzw. zunahm, die Säuglinge *habituierten* also an den konstanten Reiz. In einer anderen frühen Studie konfrontierten Saayman, Ames und Moffett (1964) junge Säuglinge (6-16 Wochen) für 1 Minute mit zwei unterschiedlichen Reizen, um a priori Präferenzen festzustellen (Phase 1). Im Anschluss wurde der spontan bevorzugte Reiz für 4 ½ Minuten präsentiert (Phase 2) und dann der anfangs durchgeführte Präferenztest wiederholt (Phase 3). Die Autoren konnten eine Abnahme der Fixationszeiten während der zweiten Phase feststellen, sowie einen Anstieg der Blickzeit in der dritten Phase für den ursprünglich nicht präferierten Stimulus.

Sowohl Fantz als auch Saayman et al. beschrieben die für die Säuglingsforschung bahnbrechende Beobachtung, dass Säuglinge einen Reiz, der ihnen wiederholt oder für eine bestimmte Zeitdauer am Stück dargeboten wird, immer kürzer anschauen, diesen also immer weniger interessant finden, während ihre Aufmerksamkeit bei Vorgabe eines unvertrauten Reizes erneut ansteigt. Das Experiment von Saayman et al. zeigt zudem deutlich, wie durch die Habituationmethodik Präferenzen für bestimmte Stimuli temporär erzeugt werden

können, indem diese Reize im Vergleich zu einem anderen, vorher andauernd präsentierten Stimulus einen Neuheitswert erhalten.

Derzeit wird das Habituationsparadigma meist in einer sequentiellen Anordnung verwendet, d.h. ein Reiz wird in einem oder mehreren Durchgängen für längere Zeit dargeboten (*Habituationsphase*), und im Anschluss wird ein neuer Reiz oder ein Reizpaar mit dem vertrauten und einem neuen Reiz präsentiert (*Dishabituations-* oder *Testphase*). Dabei wird der zur Habituation dargebotene Stimulus im Folgenden *vertrauter Reiz*, *Habituationsreiz* oder *Standardreiz* genannt, während der anschließend präsentierte neue Stimulus als *Dishabituationsreiz* oder *neuer Reiz* bezeichnet wird.

Mittlerweile gibt es eine große Variationsbreite in der experimentellen Gestaltung der Habituations- und der Testphase, aus der sich jeweils verschiedene Maße für die gezeigten Habituations- und Dishabituationsleistungen ergeben können. Da die verwendete Prozedur die Interpretation von Habituationsprozessen erheblich mitbestimmen kann, soll im Folgenden näher auf die verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten dieser Methode eingegangen werden. Eine der wichtigsten Unterscheidungen innerhalb des Paradigmas besteht dabei darin, ob die zur Habituation zugestandene *Zeit* vom Versuchsleiter vorab festgelegt wird (*fixed-trial/Familiarisierungsmethodik*) oder aber vom Kind während des Experiments selbst bestimmt wird (*infant-control Methodik*)

### 2.2.1 Die Familiarisierungsmethodik

Das wichtigste Kennzeichen der so genannten Familiarisierungsmethodik ist die *Festlegung einer fixen Zeitdauer* durch den Experimentator, während der das Kind Gelegenheit zur Reizexploration erhält. Dabei muss zwischen *fixer Präsentationsdauer* und *fixer Fixationsdauer* unterschieden werden (siehe Tabelle 1; vgl. auch Kavšek, 2000b).

Im Rahmen der *fixen Präsentationsdauer* wird ein Reiz oder Reizpaar für eine festgelegte Zeitdauer dargeboten, entweder am Stück (z.B. 1 Minute) oder in mehreren Durchgängen (z.B. 10 Durchgänge à 15 Sekunden). Innerhalb dieser Darbietungszeit wird gemessen, wie lange das Kind den jeweiligen Reiz anschaut; die Fixationsdauer variiert bei dieser Prozedur von Durchgang zu Durchgang und von Kind zu Kind.

Bei der *fixen Fixationsdauer* wird der Familiarisierungsreiz so lange dargeboten, bis das Kind ihn für eine vorher festgelegte Dauer angeschaut hat (z.B. für 30 Sekunden). Da Säuglinge sehr stark in ihrem Blickverhalten variieren, kann es - je nach dem, wie häufig ein

Säugling den Blick vom Stimulus vor Erreichen der Fixationszeit abwendet - unterschiedlich lange dauern, bis die festgeschriebene Blickzeit akkumuliert ist und die Reizpräsentation beendet wird; d.h. die tatsächliche Präsentationszeit der Reize unterscheidet sich von Kind zu Kind, während die Fixationszeit gleichgehalten wird.

Tabelle 1  
*Überblick über experimentelle Prozeduren des Habituations-Dishabituations-Paradigmas*

<b>Prozedur</b>	<b>Habituationsphase</b>	<b>Dishabituationsphase</b>	
<i>fixed-trial</i> (Dauer der Darbietung vom Versuchsleiter festgelegt)	Familiarisierung (ein oder mehrere Durchgänge, Einzelreiz- oder Paardarbietung)	Fixe Präsentationsdauer (z.B. 10 x 15s)	Fixe Präsentationsdauer (Einzelreiz oder Reizpaar)
		Fixe Fixationsdauer (z.B. akkumulierte 30s Blickzeit)	Fixe Fixationsdauer (simultaner Paarvergleich)
<i>infant-control</i> (Dauer der Darbietung vom Kind bestimmt)	Dauer und Anzahl der Habituationsdurchgänge blickkontrolliert, bis Kriterium erreicht (mehrere Durchgänge, Einzelreizdarbietung)	Blickkontrollierte Dauer (Einzelreizdarbietung)	

*Beachte:* Während in *fixed-trial* Habituationsprozeduren die Anzahl und Dauer der Habituationsdurchgänge vom Experimentator festgelegt wird, bestimmt in *infant-control* Prozeduren der Säugling selbst durch sein Blickverhalten, wie lange und wie oft ein Stimulus präsentiert wird. Je nach Prozedur können die Reize einzeln oder als Paare dargeboten werden (Quelle: Eigene).

Bei beiden Prozeduren mit fixer Dauer ist die Anzahl der Durchgänge, die zur Habituation vorgegeben werden, variabel. Da jedoch bei sehr kurzen Präsentationszeiten nicht davon ausgegangen werden kann, dass die Habituation in der zugestandenen Darbietungszeit tatsächlich vollständig abgeschlossen ist, wird die Gewöhnungsphase der *fixed-trial* Prozeduren auch als *Familiarisierung* bezeichnet.

Neben der Anzahl der Familiarisierungsdurchgänge kann auch die Anzahl der pro Durchgang präsentierten Reize variieren, wobei typischerweise zwischen der Darbietung *einzelner Reize* und der Darbietung von *Reizpaaren* unterschieden wird. In jedem Fall wird die Blickzeit für jeden Reiz einzeln gemessen, wobei die Stärke der Dishabituationsreaktion in der Testphase je nach Prozedur unterschiedlich erfasst werden kann: (1) Durch das Ausmaß des Aufmerksamkeitsanstiegs vom vertrauten Reiz (letzte Darbietung des Standardreizes) zum neuen Testreiz (Dishabituationsreiz). Dieses Maß der *Erholung der Aufmerksamkeit* wird in der Regel bei Einzeldarbietung der Reize berechnet. Die Dishabituationsstärke kann (2)

durch das Ausmaß der Bevorzugung des neuen Reizes („neuer Testreiz“) im Vergleich zum vertrauten Reiz („alter Testreiz“) angezeigt werden, wenn beide Stimuli parallel in der Testphase dargeboten werden. Dieses Maß der *Neuheitspräferenz* wird vor allem in Experimenten mit paarweiser Stimulusdarbietung berechnet und auch als Neuheitsreaktion bezeichnet.

Während bei fixer Präsentationsdauer in der Dishabituationsphase die Darbietung von Einzelreizen und von Paaren gleichermaßen möglich ist, gebietet die Logik der fixen Fixationsdauer in der Testphase ausschließlich den simultanen Paarvergleich, um Neuheitsreaktionen zu erfassen. Das Ausmaß der Dishabituation auf den neuen Reiz wird hierbei anhand der relativen Blickzeit für den vertrauten und unvertrauten Stimulus innerhalb der festen Fixationszeit festgestellt.

Eine Besonderheit der fixed-trial Methode besteht darin, dass bei vorab festgelegter Reizdarbietung nicht sichergestellt werden kann, dass das Kind vollständig an den Reiz habituiert ist, wenn die Habituationsphase beendet wird. Möchte man die Fähigkeit zur Reizdiskriminierung eines Kindes testen, so ist dies ein Nachteil der fixen Methodik, denn wenn das Kind nicht genügend an den Reiz gewöhnt ist, wird es keine Präferenz für den unvertrauten Reiz zeigen und somit seine Diskriminationsfähigkeit nicht unter Beweis stellen können. Ist man jedoch daran interessiert, wie viel Habituationszeit minimal für das Zeigen einer Neuheitspräferenz nötig ist, und wie sich diese Zeitdauer über das Alter hinweg verändert, so lässt sich dies über experimentelle Variationen der Familiarisierungsmethodik sehr gut herausfinden. Selbst wenn aber geeignete Erfahrungswerte für die Habituation an bestimmte Stimuli in bestimmten Altersbereichen vorliegen, so weisen Säuglinge praktisch immer sehr große interindividuelle Varianzen in ihrem Blickverhalten auf. Bei fixen Darbietungszeiten bedeutet dies, dass es Kinder geben kann, die am Ende der Habituationsphase noch nicht an den wiederholten Reiz gewöhnt sind, oder aber Kinder, die schon lange vor Beginn der Testphase an den Standardreiz habituiert sind und sich dann langweilen und unruhig werden. Zur Lösung der Problematik von individuell zu kurzen oder zu langen Darbietungszeiten wurde das so genannte *infant-control Paradigma* entwickelt, in dem die Darbietungsdauer der Stimuli nicht vom Versuchsleiter, sondern vom Kind selbst durch sein Blickverhalten kontrolliert wird.

### 2.2.2 Die Infant-Control Methodik

Im Rahmen der *blickkontrollierten* oder *infant-control* Methodik wird ein Stimulus nur jeweils so lange präsentiert, wie er vom Säugling angeschaut wird. So beginnt die Reizpräsentation, wenn das Kind auf die Darbietungsfläche schaut, und endet, sobald es den Blick abwendet, d.h. die Präsentations- und Fixationszeiten variieren von Durchgang zu Durchgang und von Kind zu Kind. Sowohl für die Ein- als auch für die Ausblendung des Standardreizes sind minimale Blickzeiten zwischen 0.5 bis 2 Sekunden üblich: In den meisten Studien erscheint der Standardreiz, sobald das Kind für eine halbe Sekunde nach vorn schaut, und verschwindet, sobald es für zwei Sekunden am Stück den Blick abwendet. Sobald das Kind erneut auf die Präsentationsfläche blickt, erfolgt der nächste Darbietungsdurchgang. Die Habituationsphase wird beendet, wenn der Säugling ein vorher festgelegtes *Habituationkriterium* erreicht hat (z.B. ein Absinken der Blickzeit auf 50% der anfänglichen Blickdauer); im Anschluss folgt die Dishabituationsphase mit Darbietung des Testreizes.

Die infant-control Methodik wurde in den 70er Jahren von Horowitz, Paden, Bhana und Self (1972) eingeführt, deren Studie jedoch nicht als Habituationsexperiment angelegt war, da in jedem Darbietungsdurchgang ein anderer Reiz gezeigt wurde (vgl. Kavšek, 2000b). Horowitz et al. wiesen auf den Vorteil einer vom Säugling selbst bestimmten Reizdarbietungsdauer hin, welche die Gefahr einer unvollständigen Reizgewöhnung (bei zu kurzer Präsentationszeit) sowie Versuchspersonenverluste aufgrund von Weinen oder Unruhe (bei zu langer Präsentationszeit) minimiere. Laub und Bhana (1974) verwendeten das von Horowitz et al. beschriebene Verfahren, um Säuglinge in mehreren Durchgängen an einen Standardreiz zu habituieren. Als Kriterium für die Beendigung der Habituationsphase legten Laub und Bhana eine Fixationszeit von höchstens 10 Sekunden in jedem von drei aufeinander folgenden Durchgängen fest. Die entscheidende Neuerung bestand hierbei darin, dass sowohl die *Dauer* als auch die *Anzahl* der Habituationsdurchgänge nicht mehr vom Experimentator, sondern vom Säugling kontrolliert wurde.

Die Methode der blickkontrollierten Habituation ist seither stetig weiterentwickelt und vielfach angewandt worden. Im Gegensatz zu Laub und Bhanas *absolutem* Kriterium von 10s wird heute fast immer ein *relatives Habituationkriterium* verwendet, bei dem unabhängig von der ursprünglichen Höhe der Blickzeiten ein Abfall der Blickzeit um einen bestimmten Prozentsatz (meist 50%) die Beendigung der Habituationsphase einleitet. Dabei wird die anfängliche Blickzeit mit der Blickzeit der letzten zwei oder drei Durchgänge verglichen;

sinkt letztere unter die Hälfte der anfänglichen Blickzeit, gilt das Habituationkriterium für den Standardreiz als erreicht und die Testphase setzt ein.

Im Rahmen der infant-control Methodik werden zumeist einzelne Reize nacheinander dargeboten. Nach Erreichen des Habituationkriteriums folgt der Testreiz, für dessen Darbietung in der Regel die gleichen minimalen Hin- und Wegblickdauern (0.5 bis 2s) gelten wie für den Standardreiz. Als Maß für die Größe der *Dishabituationsreaktion* gilt das Ausmaß des Aufmerksamkeitsanstiegs (Länge der Blickzeit) bei Präsentation des neuen Reizes.

Das infant-control Paradigma ist gut geeignet, wenn man sicherstellen möchte, dass alle Säuglinge tatsächlich an den Standardreiz habituiert sind, wenn die Darbietung der Testreize folgt, da das Ausmaß der Habituation unabhängig von absoluten Blickzeiten gleichgehalten wird. Allerdings kann es vorkommen, dass ein Säugling zu Beginn der Habituationsphase sehr niedrige Blickzeiten aufweist oder über viele Trials hinweg kaum einen Abfall zeigt, so dass das 50%-Kriterium nicht erreicht werden kann, ohne das Kind völlig zu ermüden. Für diesen Fall müssen dann doch einige vom Experimentator festgelegte Einschränkungen zum Einsatz kommen. So gibt es meist Regeln für den Startdurchgang (minimale Blickzeit für den ersten in die Berechnung eingehenden Durchgang) sowie eine maximale Anzahl von Habitationsdurchgängen (z.B. 14), nach der auch bei Nichterreichen des Habitationskriteriums zur Testphase übergegangen wird.

Bei allen Vorteilen der blickkontrollierten Methodik ist anzumerken, dass der experimentelle Aufwand im Vergleich zu fixen Techniken maßgeblich höher ist. Der Versuchsleiter muss neben der Versuchsdurchführung zugleich die Blickzeiten des Kindes stoppen - was deutlich höhere Anforderungen an Konzentration und Können erfordert, sofern nicht ein zweiter Kodierer die Online-Blickzeitmessung übernimmt, was wiederum den personellen Aufwand verdoppelt. Auch von den technischen und räumlichen Anforderungen ist die infant-control Methodik aufwändiger, da sie neben guten Kameras und Versuchsmonitoren (außerhalb des kindlichen Blickfeldes zur Online-Blickzeitmessung) auch einen geeigneten Rechner zum Einlesen der Blickdaten sowie mit entsprechender Software für die Kriterienberechnung und Versuchssteuerung erfordert. Dagegen können die Durchführung des Experiments und die Auswertung der Blickdaten bei fixen Versuchsabläufen getrennt voneinander erfolgen, was die Komplexität der Anforderungen an Technik und Versuchsleiter und damit die Fehleranfälligkeit der Prozedur reduziert (u.a. kann eine Kenntnis der dargebotenen Stimuli durch spätere Blindkodierung ausgeschlossen werden).

## 2.3 Maße für Habituations- und Dishabituationsleistungen

Wie die obigen Ausführungen zeigten, existiert eine Vielfalt experimenteller Variationen des Habituations-Dishabituations-Paradigmas. Neben den beiden Versionen der fixen und blickkontrollierten Methodik gibt es auch Mischformen, bei denen eine feste Anzahl von Habitationsdurchgängen nach blickkontrollierter Dauer vorgegeben wird, oder die einzelnen Trials eine feste Dauer haben, deren Anzahl sich aber nach dem Erreichen eines bestimmten Habitationskriteriums ausrichtet. Je nach Prozedur ergeben sich verschiedene Möglichkeiten der Berechnung von Maßen für die jeweiligen Habitations- und Dishabituationsleistungen. Zum besseren Überblick und Einordnung der verschiedenen abhängigen Maße, werden im Folgenden die am häufigsten verwendeten Habitations- und Dishabitationsmaße vorgestellt und – sofern empirisch untersucht – im Hinblick auf ihre Reliabilität diskutiert.

### 2.3.1 Habitationsmaße

#### *Absolute Habitationskriterien*

Die Verwendung absoluter Habitationskriterien erfordert eine Online-Blickzeitmessung während des Versuchs, um zu bestimmen, wann das Kind den festgelegten Wert erreicht hat. So sind absolute Habitationskriterien vor allem in infant-control Studien angewandt worden wie in der oben zitierten Studie von Laub und Bhana (1974), die eine Fixationszeit von höchstens 10s in jedem von drei aufeinander folgenden Durchgängen als Kriterium für die Beendigung der Habitationsphase festlegten.

Aber auch im Rahmen von fixen Prozeduren finden absolute Habitationskriterien Verwendung. So müssen für fixe Fixationszeiten Erfahrungswerte vorliegen, nach welcher Zeitspanne bzw. Fixationsdauer die Reizgewöhnung für die betreffende Altersgruppe abgeschlossen ist (z.B. bei 5-6 Monate alten Säuglingen 5-10s für stark variierende abstrakte Muster, 15-20s für nur in Einzelheiten variierende Muster und 20-30s für Fotos von Gesichtern; vgl. Fagan & Singer, 1983). Man verwendet also auch hier ein festes bzw. absolutes Kriterium für die Beendigung der Habitationsphase.

### *Relative Habituationskriterien*

Bei der Berechnung relativer Habituationskriterien werden die Blickzeiten zu Beginn der Habituationsphase mit den Blickzeiten am Ende der Habituationsphase in Bezug gesetzt.

*Relationskriterien in infant-control Designs.* Für die infant-control Methode ist diese Relation vorher festgelegt, z.B. durch ein 50% Kriterium. Hierbei wird der Mittelwert der ersten zwei oder drei Habitationsdurchgänge berechnet und mit dem Mittelwert der jeweils letzten zwei oder drei Durchgänge verglichen; unterschreitet die Blickzeit der letzten Durchgänge die Hälfte der anfänglichen Blickzeit, gilt das Habituationskriterium für den Standardreiz als erreicht und das Kind als habituiert. Das Erreichen des Kriteriums bestimmt hierbei die Länge der Habituationsphase.

*Relationskriterien in fixed-trial Designs.* In fixed-trial Prozeduren ist dagegen die Länge der Habituationsphase von vornherein festgelegt, und das Ausmaß der Habituation wird erst hinterher, jedoch auch über die Berechnung von Blickzeitrelationen festgestellt. So orientiert sich der Experimentator bei Verwendung fixer Präsentationszeiten an Erfahrungswerten für die Gestaltung der Habituationsphase in einem bestimmten Paradigma, d.h. für die Dauer und Anzahl der Habitationsdurchgänge (z.B. zehn Trials à 15s). Ob tatsächlich Habituation stattgefunden hat, wird im Nachhinein über die Berechnung eines relativen Habituationskriteriums entschieden. Hierbei wird der Abfall der Blickzeiten zwischen Beginn und Ende oder auch erster und zweiter Hälfte der Habituationsphase berechnet und - etwa varianzanalytisch - getestet, ob sich die beiden Werte statistisch signifikant unterscheiden. Erweist sich die Blickzeit für den zweiten Teil der Habituationszeit als kleiner als diejenige für den ersten Teil, so deutet dies auf eine gelungene Habituation hin.

*Polynomische Regressionsfunktion.* Ashmead und Davis (1996) verglichen verschiedene relative Habituationskriterien in einer Computersimulationsstudie. Als optimales Zeitfenster zur Berechnung des relativen Aufmerksamkeitsabfalls als Habituationskriterium empfehlen die Autoren den Vergleich von jeweils *drei* Durchgängen zu Beginn und am Ende der Habituationsphase; bei Mittelung von nur zwei Durchgängen würde das relative Habituationskriterium häufig zu früh, bei Mittelung von vier Durchgängen tendenziell zu spät erreicht. Ashmead und Davis kritisieren jedoch am „Fenster“-Ansatz eines solchen Anfang- und Ende-Vergleichs, dass die dazwischen liegenden Durchgänge nicht ausreichend berücksichtigt würden. Sie schlagen dagegen vor, nach jedem Habitationsdurchgang eine polynomische Regressionsfunktion zu berechnen, in die alle bisherigen Werte eingehen, und zur Berechnung des Abbruchkriteriums diese an die Regressionsfunktion angepassten Daten

(anstatt der tatsächlich beobachteten) zu verwenden. Auf diese Weise könne die Gefahr eines vorzeitigen Abbruchs der Habituationsphase - bereits von Dannemiller (1984) untersucht - vermieden und auch nonlineare Trends im Blickverhalten genauer erfasst werden. Das von Ashmead und Davis beschriebene Verfahren scheint gut für reine infant-control Prozeduren geeignet zu sein, wurde aber bisher noch kaum in experimentellen Säuglingsstudien umgesetzt (doch siehe Lavoie & Desrochers, 2002).

In scharfer Kritik am üblichen infant-control Verfahren entwickelten auch Thomas und Gilmore (Gilmore & Thomas, 2002; Thomas & Gilmore, 2004) einen Modellansatz zur Habituationsmessung, der auf nonlinearer Regression beruht. In ihrer Simulationsstudie fordern die Autoren eine Revision der bisherigen infant-control Praktik und empfehlen sogar eine Rückkehr zu fixed-trial Prozeduren mit etwa fünf Habitationsdurchgängen. Diese Anzahl an Durchgängen reiche nach Thomas und Gilmore aus, um mit dem von ihnen entwickelten Kriterium Habituerer und Nichthabituerer korrekt zu identifizieren, während gleichzeitig mögliche Fehlklassifikationen durch die traditionelle Berechnungsart blickkontrollierter Kriterien vermieden würden. Obgleich eine solche Effizienzsteigerung des Habitationsparadigmas durchaus wünschenswert wäre, sind diese komplexen und meist nur mit der entsprechenden Software zu berechnenden Habitationskriterien bisher noch wenig verbreitet.

### *Habitationsstärke*

Als Maß für die Stärke der Habituation in fixed-trial Prozeduren gilt das Ausmaß des Abfalls der Blickzeiten über die einzelnen Durchgänge. Hierzu wird häufig die reine Differenz der Anfangs- und Endwerte der Habitationsphase gebildet (z.B. erste drei Durchgänge minus letzte drei Durchgänge). Differenzmaße dieser Art sind jedoch aus mehreren Gründen problematisch. So ist die Reliabilität von Differenzen meist geringer als die von Einzelmessungen, und zwar umso geringer, je höher die Korrelation dieser Einzelmessungen ist, da nach der klassischen Testtheorie bei einer hohen Korrelation der wahren Werte die wahre Varianz in den Differenzen absinkt (vgl. Stelzl, 2005, Kapitel 7). Weiterhin können Differenzmaße zur Interpretation von Artefakten führen, wenn sie in Korrelationsanalysen verwendet werden (Appelbaum & McCall, 1983; Moss, Colombo, Mitchell, & Horowitz, 1988; Stelzl, 2005). In Säuglingsstudien führt die Bildung von reinen Blickzeitendifferenzen meist zu einer stark verzerrten Verteilung; zudem ist das Ausmaß des Abfalls nicht unabhängig vom Ausgangsniveau der Blickzuwendung, was die Interpretation der

Differenzen erschwert. So bedeutet z.B. ein Absinken der Blickzeit von 30 auf 25 Sekunden anteilig etwas anderes als eine Halbierung der Aufmerksamkeitszuwendung von 10 auf 5 Sekunden bei gleicher zugestandener Habituationszeit.

Um diese Probleme zu umgehen, bietet sich eine Relativierung der beobachteten Differenzen an der Gesamtblickzeit an, indem die Differenz zwischen Anfang und Ende der Habituationsphase durch die Summe der betreffenden Durchgänge geteilt wird (so z.B. in Laucht, Esser, & Schmidt, 1994). Durch eine solche Standardisierung ergibt sich eine Verteilung mit Werten zwischen -1 und 1, durch welche die Habituationsstärke relativiert an der absoluten Blickzeit erfasst werden kann.

### *Fixationsdauer*

Als Maß für die Fixationsdauer gilt in der Regel die *Gesamtsumme* aller Reizfixationen in der Habituationsphase (Gesamtblickzeit oder *total fixation duration*). Manchmal wird auch der Mittelwert dieser Fixationszeiten (mittlere Blickzeit pro Trial oder *mean look*) oder die Dauer der längsten Reizfixation (Spitze oder *peak look*) als Habituationsmaß herangezogen. Je nach Arbeitsgruppe und experimenteller Methode verwenden verschiedene Forschergruppen jeweils unterschiedliche qualitative und quantitative Habituationsmaße: so können auch die Lokation des längsten Blicks oder das Muster der Habituationskurve beschrieben werden, die Länge der ersten Reizfixation (erster Blick oder *first look*), die Anzahl der Reizfixationen pro Durchgang/Zeitdauer oder die Anzahl der Durchgänge bis zum Erreichen des Habitationskriteriums erfasst werden.

Die meisten Habituationsmaße sind jedoch direkt oder indirekt auf die *Gesamtfixationsdauer* zurückzuführen und mit dieser oft hoch korreliert (vgl. Colombo & Mitchell, 1990), so dass die Fixationsdauer als grundlegendes Maß zur Beschreibung von Habitationsprozessen anzusehen ist. John Colombo, dessen Arbeitsgruppe sich seit mehreren Jahrzehnten mit visuellen Aufmerksamkeitsmaßen im Säuglingsalter beschäftigt, attestiert der Fixationsdauer eine in Vergleich zu anderen Maßen zufrieden stellende Reliabilität: „Measures of fixation duration are most reliable“ (Colombo & Mitchell, 1990, S. 211); und favorisiert diese als robustes und sehr aussagekräftiges Habitationsmaß: „Measures of fixation duration most strongly characterize the habituation function“ (S. 208).

Bevor auf die Frage der Reliabilität von Habitations- und Dishabitationsmaßen näher eingegangen wird, sollen noch die wichtigsten Maße zur Beschreibung von Neuheitsreaktionen in der Dishabitationsphase beschrieben werden.

### 2.3.2 Dishabituationsmaße

Wie die Habituationsmaße hängen auch die Maße für die Dishabituationsreaktion von der gewählten Prozedur ab, also davon, ob eine fixe oder blickkontrollierte Dauer der Darbietung gewählt wurde und ob einzelne Reize oder Reizpaare präsentiert werden.

#### *Erholungsmaße*

Maße der Erholung der Aufmerksamkeit werden bei der konsekutiven Darbietung einzelner Stimuli berechnet. Dabei wird die *Differenz* der Blickzeit für das neue Testobjekt und der Blickzeit für den Standardreiz im letzten Habituationsdurchgang gebildet. Erweist sich die Blickzeit für den neuen Reiz als signifikant höher als die letzte Blickzeit für den vertrauten Reiz (varianzanalytische Auswertung über beide Durchgänge), so indiziert dies eine erfolgreiche Diskriminierung beider Reize. Erholungsmaße werden im Rahmen von infant-control Prozeduren (erfordern konsekutive Einzelreize) sowie in Experimenten mit mehreren Einzelreizdurchgängen von fester Präsentationsdauer verwendet. Wie schon für Maße der Habituationsstärke diskutiert, ist auch hier die Bildung der reinen Differenz, z.B. für Korrelationsanalysen, problematisch und es empfiehlt sich eine Relativierung des Aufmerksamkeitsanstiegs an der Gesamtblickdauer in der Testphase (vgl. Laucht, Esser & Schmidt, 1994).

#### *Neuheitspräferenzen*

Maße der Neuheitspräferenz für das unvertraute vs. das vertraute Testobjekt kommen vor allem in Studien mit paarweiser Darbietung der Stimuli zum Einsatz. In der Testphase wird dabei der neue Reiz simultan mit dem vertrauten Reiz in einem Paar präsentiert. Während einer festgelegten Präsentations- oder Fixationsdauer wird erfasst, wie lange das Kind die beiden Reize jeweils angeschaut hat. In der Regel gibt es zwei Testdurchgänge, in denen die Positionen der Testreize vertauscht werden; wird der neue Reiz zuerst links präsentiert, ist er also im zweiten Durchgang auf der rechten Seite zu sehen und umgekehrt.

*Vergleich mittlerer Blickzeiten.* Hierbei werden die Blickzeiten für den alten und den neuen Reiz über beide Durchgänge hinweg gemittelt und varianzanalytisch getestet, ob die Blickzeit für den neuen Reiz diejenige des Standardreizes übersteigt. Ist dies der Fall, so wird auf eine Neuheitspräferenz und damit erfolgreiche Dishabituation geschlossen.

*Prozentuale Blickzeiten.* Eine andere Art der Auswertung beinhaltet die Bildung von Prozentwerten, d.h. wie viel von 100% Blickzeit in der Testphase auf den alten und den neuen Reiz verwendet wurde. Hierbei wird die Fixationsdauer für den jeweiligen Reiz durch die Dauer dividiert, mit der beide Testreize angeschaut wurden, und das Resultat mit 100 multipliziert. In der statistischen Auswertung kann dann geprüft werden, ob sich die beiden Prozentwerte signifikant unterscheiden; üblicherweise wird aber der Wert für den neuen Reiz mittels *t*-Test gegen die Nullpräferenz von 50% getestet.

Neuheitspräferenzen können aber auch in Studien mit konsekutiver Reizdarbietung als Dishabituationsmaß dienen. So werden in einigen Studien Test- und Standardreiz in der Testphase mehrmals und abwechselnd nacheinander präsentiert (sowohl bei infant-control als auch bei fixer Präsentation möglich, meist 4-6 Testdurchgänge). In der Auswertung können die Blickzeiten für den alten und den neuen Reiz dann wieder über die Durchgänge gemittelt werden und es wird varianzanalytisch getestet, ob eine Präferenz für den neuen Reiz im Sinne einer höheren Blickzeit vorliegt.

Sowohl Erholungsmaße als auch Neuheitspräferenzen können für *ein*, aber auch für *mehrere neue Testobjekte* berechnet werden, die in der Dishabituationsphase nacheinander präsentiert werden, meist simultan (Paarvergleich) oder abwechselnd (konsekutive Einzelreize) mit dem Standardreiz, zu dem sie in der Auswertung in Bezug gesetzt werden.

## 2.4 Reliabilität von Habituations- und Dishabituationsmaßen

Die Diskussion darüber, welches Maß in Kombination mit welcher Prozedur das geeignete und reliabelste darstellt, ist unter Säuglingsforschern noch lange nicht abgeschlossen, sondern scheint gerade erst richtig begonnen zu haben. Tatsächlich werden in den meisten Säuglingsstudien die Reliabilitäten der verwendeten Maße noch gar nicht erfasst. Dies ist vor dem Hintergrund des enormen Aufwands von Säuglingsexperimenten verständlich, deren Teilnehmer extrem kurze Aufmerksamkeitsspannen mitbringen, und deren Eltern mitsamt ihrer Zeitplanung, Geschwisterkindern etc. pfleglich behandelt sein wollen, so dass nicht beliebig viele Items in eine Aufgabe eingebaut oder mehrfache Re-Testungen durchgeführt werden können. Zudem gebietet die Logik des Habituations-Dishabituations-Paradigmas Vorsicht bei einer Verlängerung der Testphase, da bei der Wiederholung von Testreizen zwar Items zur Berechnung der internen Konsistenz gewonnen werden, gleichzeitig aber die Gefahr einer Habituation an den wiederholten Testreiz besteht, wodurch sich das zu messende

Konstrukt (Neuheitsreaktion) während der Messung in etwas anderes verwandeln würde (Habituation). Studien, die sich mit der Konstrukt- und prädiktiven Validität von Aufmerksamkeitsmaßen beschäftigen und eine Anwendung dieser Maße zum Beispiel zur Trennung von Risikogruppen anstreben, gehen die Frage der Reliabilität ihrer Maße jedoch mittlerweile an, da die mangelnde Reliabilität des Prädiktors die Größe der Vorhersagekraft beschränkt (vgl. Fagan & Singer, 1983; Fagan & Detterman, 1992).

Die Metaanalyse von Michael Kavšek (2004b) ist eine der wenigen Studien, in der die Reliabilitäten von Habituationsmaßen im Säuglingsalter systematisch untersucht worden sind (doch vgl. auch Colombo, Mitchell, O'Brien, & Horowitz, 1987). Tabelle 2 gibt einen Überblick über häufig verwendete Maße und ihre kurz- und langfristigen Reliabilitäten.

Tabelle 2

*Überblick über mittlere, kurz- und langfristige Reliabilitäten sowie den Range gängiger Habituations- und Dishabituationsmaße (Quelle: Kavšek, 2004b)*

	<b>Mittlere Reliabilität</b>	<b>Kurzzeit-Reliabilität</b> (≤ 3 Wochen)	<b>Langzeit-Reliabilität</b> (> 3 Wochen)	<b>kleinster Wert</b>	<b>größter Wert</b>
<i>Quantitative Habituationsmaße</i>					
Gesamtfixationsdauer	.34	.40	.27	-.06	.74
Spitzendauer	.37	.46	.27	.07	.73
Erste Dauer	.37	.46	.20	-.17	.92
Mittlere Dauer	.36	.46	.24	-.08	.76
Anzahl Fixationen	.22	.29	.14	-.19	.57
Anzahl Durchgänge	.12	.17	.01	-.17	.48
<i>Qualitative Habituationsmaße</i>					
Lokation Spitze	.10	.05	.13	-.07	.28
Verlaufsmuster	.21	-.07	.33	-.37	.65
<i>Dishabituationsmaße</i>					
Neuheitspräferenz	.23	.27	.18	-.35	.70
Erholung	.03	.05	.02	-.22	.48

*Beachte:* Angegeben sind die mittleren Reliabilitäten für eine Auswahl der untersuchten Maße, eine ausführliche Beschreibung aller Maße findet sich bei Kavšek (2004b).

Wie man sieht, fallen die mittleren Reliabilitäten insgesamt eher mäßig aus, vor allem gibt es aber eine enorme Streuung der Werte (vgl. kleinster und größter gefundener Wert pro Maß). Die kurzfristigen Retest-Reliabilitäten (< 3 Wochen) fallen in der Regel höher aus als die langfristigen Reliabilitäten (> 3 Wochen), was nicht verwunderlich ist, da die Aufmerksamkeitsentwicklung im Säuglingsalter tief greifenden Veränderungen unterliegt (vgl. Kapitel 6), sich also das zu messende Konstrukt über die Zeit hinweg verändern kann.

Generell lässt sich sagen, dass sich bei den Habituationsmaßen vor allem die Gesamtblickzeit und andere aus der Fixationsdauer abgeleitete Maße als gut reliabel erwiesen haben. So liegen die Retest-Reliabilitäten innerhalb einer Altersstufe zwischen .40 und .50, über Altersstufen hinweg etwas geringer (Colombo, 2004; Kavšek, 2004b). Bei den Dishabituationsmaßen schneiden Maße der Neuheitspräferenz etwas besser als Erholungsmaße ab, insbesondere wenn mehr Items in die Berechnung eingehen, wenngleich die Reliabilitäten insgesamt noch stark verbesserungswürdig sind (vgl. Kavšek, 2004b). Zurzeit gibt es leider noch sehr wenig Forschung darüber, warum in einigen Studien Maße mit Reliabilitäten bis zu .90 erlangt werden konnten und in anderen Studien nur Werte um Null. Erst eine genaue Untersuchung reliabilitätsbeeinflussender Faktoren wie der verwendeten Prozedur, des Stimulusmaterials, des Alters der Säuglinge, der Länge des Retest-Intervalls, sowie der Anzahl der Items in der Aufgabe könnte Aufschluss darüber geben, wie die Reliabilität der Säuglingsmaße zukünftig verbessert werden kann.

## **2.5 Empirische Anwendungsbereiche des Habituations-Dishabituations-Paradigmas**

Zur Verdeutlichung der breiten Anwendung des Habituations-Dishabituations-Paradigmas innerhalb der kognitiven Säuglingsforschung werden im Folgenden einige konkrete Beispiele für die beschriebenen Prozeduren in verschiedenen inhaltlichen Forschungsfeldern genannt. So findet das Verfahren Anwendung bei der Untersuchung früher Wahrnehmungs- und Gedächtnisfähigkeiten, aber auch zur Erforschung höherer kognitiver Prozesse wie Kategorisierung, Intensionsverstehen oder der Entwicklung physikalischen und mathematischen Wissens.

### 2.5.1 Wahrnehmung und Gedächtnis

Die frühen Habituationsstudien beschäftigten sich vor allem mit der Frage, welche Reize Säuglinge in welchem Alter diskriminieren können. Hierbei diente meist ein einzelner Reiz als Standardreiz, auf den zunächst habituiert, und der in der Dishabituationsphase dann mit einem neuen Testreiz kontrastiert wurde. Diese Studien erbrachten bis heute einen breiten Erkenntnisgewinn über Wahrnehmungskompetenzen im Säuglingsalter (als Überblick siehe z.B. Kellman & Arterberry, 1998). Dabei wurde nicht nur die visuelle Wahrnehmung (Diskrimination von Farben, Formen und Mustern), Tiefenwahrnehmung oder Gesichterwahrnehmung untersucht, sondern auch an taktile oder akustische Reize habituiert, wobei als abhängiges Maß neben der Blickdauer auch die Herzrate (z.B. Colombo, Richman, Shaddy, Greenhoot, & Maikranz, 2001; Kisilevsky & Muir, 1991) oder motorische Reaktionen wie z.B. das Greifverhalten herangezogen wurden (meist abwechselnd mit der Blickdauer in kreuzmodalen taktil-visuellen Aufgaben; vgl. S. A. Rose, Feldman, & Jankowski, 2005; Streri & Pêcheux, 1986). In akustischen Habituationsaufgaben dient in aller Regel auch die Blickdauer als abhängiges Maß, nachdem die Kinder durch operante Konditionierung gelernt haben, dass sie die Dauer eines Tons oder einer Melodie durch Hin- oder Abwendung des Kopfes von einem visuellen Reiz (z.B. blinkendes Licht) beeinflussen können (Head-Turning Paradigma; vgl. Benasich & Read, 1999; Benasich & Tallal, 1996).

Studien, welche die Diskrimination visueller Reize mit der Familiarisierungsmethodik untersucht haben, interessieren sich für das Ausmaß der Dishabituation auf den neuen Reiz als Indikator für das Wiedererkennen des bekannten Reizes. Solche Studien zum Visual Recognition Memory (VRM) gewöhnen das Kind für eine feste Zeitdauer an ein Paar identischer Reize (z.B. 10 Sekunden) und kontrastieren den vertrauten Reiz dann mit einem unbekanntem Stimulus, wiederum für eine feste Zeitdauer (z.B. 5 Sekunden). Das Ausmaß der Neuheitspräferenz (Prozentwert) für den neuen Reiz gilt als Maß für das Rekognitionsgedächtnis des Säuglings. Die Betonung bei dieser Variante des Habituations-Dishabituations-Paradigmas liegt darin, zu testen, ob eine Dishabituation (Rekognition des Standardreizes im Vergleich zum neuen Reiz) auftritt, auch wenn die Habituationsmöglichkeit durch feste Fixationszeiten stark eingeschränkt ist.

Da Säuglinge große interindividuelle Differenzen in ihrer Rekognitionsfähigkeit aufweisen, und diese ihre späteren intellektuellen Fähigkeiten vorhersagen kann, wird die VRM-Methodik mittlerweile auch zur frühen Diagnostik kognitiver Fähigkeiten verwendet (vgl. Kapitel 1). So prüft z.B. der Fagan Test of Infant Intelligence (FTII, Fagan & Detterman,

1992) frühe Dishabituationsleistungen mit insgesamt zehn Aufgaben zur Gesichterwiedererkennung (jeweils bestehend aus Familiarisierungs- und Testphase), mit Normen für das Alter von etwa 6 bis 12 Monaten. Während sich der Fagan Test als gut valide für die Trennung von Risikogruppen und hinreichend sensitiv und spezifisch erwiesen hat, ist seine Reliabilität mit Werten von .28 bis .65 als gering bis moderat anzusehen (Fagan & Detterman, 1992).

Praktisch alle genannten visuellen Habituationsaufgaben verwenden als Stimuli zweidimensionale Reize, also Bilder oder Fotos, die auf Tafeln, Dias oder auf PC-Monitoren präsentiert werden. Dabei wird ein- und derselbe *einzelne Reiz* in der Habituationsphase wiederholt präsentiert und in der Testphase mit einem unbekanntem Reiz kontrastiert.

### 2.5.2 Kategorisierung

Studien, die Kategorisierungsprozesse im Säuglingsalter untersuchen, haben das Habituationsparadigma dahingehend abgewandelt, dass das Kind nicht an einen einzelnen gleich bleibenden Reiz gewöhnt wird, sondern an eine *Reizkategorie*, die aus mehreren Exemplaren besteht. Zur Habituation wird also nicht ein einzelner Reiz mehrfach wiederholt, sondern verschiedene Exemplare einer Kategorie dargeboten. Zur Dishabituation werden ein neues Exemplar der vertrauten Kategorie und ein neues Exemplar einer unvertrauten Kategorie präsentiert. Als abhängiges Maß dient das Aufmerksamkeitsverhalten. Schaut das Kind das Exemplar der kontrastierten Kategorie länger an als das Exemplar der vertrauten Kategorie, so gilt dies als Hinweis auf eine erfolgreiche kategoriale Unterscheidung.

Als Stimuli können dabei Bilder oder Bildpaare (2D) oder auch Spielzeug-Objekte (3D) präsentiert werden. Meist werden fixe Präsentationsdauern (15-20s pro Trial) und eine fixe Anzahl von Durchgängen verwendet, um die Anzahl der kategorialen Exemplare, die jedes Kind zur Gewöhnung sieht, konstant zu halten. In visuellen Kategorisierungsaufgaben (Visual-Familiarity-Novelty-Preference-Task, VFNPT, z.B. Quinn & Eimas, 1996) wird die Blickzeit, in Objektexaminationsaufgaben (OET, z.B. Mandler & McDonough, 1993) auch die Examinationszeit gemessen, eine Teilmenge der Blickzeit, in der das Kind das Objekt besonders konzentriert untersucht und aktiv Informationen darüber aufnimmt (Ruff, 1986). In neueren Studien werden zusätzlich zum Blickverhalten physiologische Maße wie die Herzrate erfasst, die in Phasen der fokussierten Aufmerksamkeit absinkt (vgl. Elsner, Pauen, & Jeschonek, 2006; Richards, 1988).

Ein gravierender Unterschied von Kategorisierungsstudien im Vergleich zu Habituationsstudien zur Einzelreizdiskriminierung besteht darin, dass bei kategorialer Darbietung in jedem Habituationsdurchgang ein physikalisch neuer Reiz präsentiert wird. Die Aufgabe besteht also nicht nur in der Gewöhnung an einen bestimmten Standardreiz, sondern an eine Kategorie, die durch eine Reihe von Reizen repräsentiert wird. Die Testreize sind ebenfalls beide neu, wobei jedoch nur einer aus einer neuen Kategorie stammt. Analog zu Wahrnehmungsstudien gilt ein Abfall der Aufmerksamkeit als Indikator für Habituation an die Kategorie und eine Dishabituationsreaktion als erfolgreiche Kategorisierungsleistung. Allerdings finden sich in Kategorisierungsstudien zuweilen auch Dishabituationsreaktionen ohne vorherige Habituation, was Fragen hinsichtlich der im Experiment ablaufenden kognitiven Prozesse aufwirft (vgl. McCall, 1994; Shultz & Cohen, 2004). Welche Prozesse dem Habituations- und Dishabituationsverhalten zugrunde liegen und wie universell diese die Leistungen in verschiedenen experimentellen Paradigmen erklären können, wird in den nächsten Kapiteln ausführlicher thematisiert (vgl. Kapitel 3 und 4).

### 2.5.3 Höhere kognitive Leistungen

Höhere kognitive Leistungen wie die Entwicklung psychologischen, physikalischen und mathematischen Wissens im Säuglingsalter werden zumeist mit einer Abwandlung des Habituationsparadigmas, dem *Erwartungsverletzungsparadigma* (Violation-of-Expectation Paradigm), untersucht. Hier gewöhnt man das Kind nicht an einen statischen Reiz, sondern an ein *Ereignis* oder einen Handlungsablauf (Live-Präsentation oder als Film).

In Studien zum Intensionsverstehen sieht das Kind zum Beispiel eine Person, die wiederholt nach einem von zwei Objekten greift und dabei - unabhängig von der Objektposition (links/rechts) - jeweils dasselbe Objekt (Woodward, 1998) bzw. Objekte der gleichen Kategorie (Benz, Pauen, & Pahnke, 2004; Pauen & Schleicher, 2007) bevorzugt. Im Test folgt eine Szene, in der das Handlungsziel der Person wechselt, diese also das zuvor weniger beachtete Objekt (bzw. kategoriale Exemplar) greift. Die Frage ist nun, ob die Kinder während der Habituationsphase eine Erwartung darüber aufgebaut haben, auf welche Art von Objekt das Handlungsziel der Person gerichtet ist. Wenn ja, sollten sie überrascht sein, wenn das Handlungsziel plötzlich wechselt (die Erwartung also verletzt wird), wenn nicht, sollten sie keine Präferenz für die Testszene im Vergleich zur letzten Habituationsszene zeigen. Tatsächlich ließ sich über diese Methode schon Intensionsverstehen für Objekte (5-6 Monate)

sowie für Kategorien (12 Monate) als Handlungsziele für Säuglinge im ersten Lebensjahr nachweisen.

In anderen Varianten dieses Paradigmas werden Ereignisse präsentiert, die teilweise von einem Wandschirm verdeckt sind; das Kind soll also während der Habituation eine Erwartung darüber aufbauen, was hinter dem Wandschirm passiert. Im Test folgen zwei Szenen: eine, die der Erwartung entspricht (bekannt), und eine, welche die Erwartung verletzt (neu).

In Studien zum physikalischen Wissen wie dem Soliditätsprinzip von Objekten (Spelke, Phillips, & Woodward, 1995) sieht das Kind zur Habituation beispielsweise einen Ball von oben hinter einen Wandschirm fallen. Der Wandschirm verschwindet und der Ball liegt auf der Bühne. Dies wird mehrfach wiederholt. Dann wird eine Barriere quer eingezogen; der Wandschirm verdeckt erneut den mittleren Bühnenteil und das Kind sieht wieder einen Ball von oben hinter den Schirm fallen. Die interessierende Frage ist nun, wo das Kind den Ball erwartet, auf der Barriere (perzeptuell neuer, aber physikalisch möglich) oder darunter auf dem Bühnenboden (perzeptuell aus Habituation vertraut, aber physikalisch unmöglich). Tatsächlich schauen schon drei bis vier Monate alte Kinder länger auf das physikalisch unmögliche Ereignis, welches das Soliditätsprinzip verletzt.

Erwartungs-Verletzungs-Studien wie die von Spelke et al. beschreiben auf den ersten Blick erstaunliche kognitive Fähigkeiten und Wissen von sehr jungen Säuglingen. Allerdings ist das Blickverhalten in einigen dieser Studien möglicherweise auch mit anderen Mechanismen als höherem konzeptuellen Wissen erklärbar, da Säuglinge unter bestimmten Umständen im Test lieber das Ereignis anschauen, das ihnen bereits vertrauter ist bzw. auch auf perzeptuelle Veränderungen des konzeptuell unstimmmigen Testereignisses reagieren können (z.B. Rivera, Wakeley, & Langer, 1999; Schilling, 2000; Schöner & Thelen, 2006; Sirois & Mareschal, 2002). Familiaritätspräferenzen solcher Art treten vor allem bei begrenzter Habitationsdauer, also in fixen Paradigmen auf, zu denen die Erwartungsverletzungsaufgaben gehören (vgl. auch Kapitel 3).

## **2.6 Grenzen des Habituations-Dishabituations-Paradigmas**

Die obigen Ausführungen machen anhand einiger Beispiele deutlich, mit welcher Bandbreite die Habituations-Dishabituations-Methodik mittlerweile in der experimentellen Säuglingsforschung Verwendung findet. So werden Kinder an singuläre oder multiple kategoriale Reize habituiert, an Bilder, Objekte, Personen oder komplexe Ereignisse; sie schauen auf

Präsentationswände, Bühnen, Tische oder Monitore; die Präsentation erfolgt nach festgelegten Zeitdauern oder wird vom Kind kontrolliert oder beides; es werden Blick-, Examinations-, Greifverhalten oder physiologische Parameter gemessen: und über alle Studien hinweg spricht man von *Habituation*, wenn irgendwann ein Abfall der Aufmerksamkeit stattfindet, und von *Dishabituation*, wenn ein erneuter Anstieg erfolgt. Diese Definition von Habituation und Dishabituation orientiert sich jedoch rein am beobachtbaren Verhalten und beantwortet nicht die Frage, welche Prozesse diesem Verhalten zugrunde liegen und ob diese Prozesse in allen Anwendungsbereichen wirklich vergleichbar sind. Tatsächlich muss konstatiert werden, dass die Breite der empirischen Anwendung des Habituationsparadigmas die Tiefe unseres theoretischen Verständnisses über die zugrunde liegenden Prozesse derzeit bei weitem übersteigt.

Eine zentrale Frage besteht etwa darin, ob Habituationsprozesse bei der Gewöhnung an gleich bleibende Reize und Ereignisse vergleichbar sind mit Habituationsprozessen bei der Gewöhnung an kategoriale Reize. Die Diskussion um die latenten Prozesse, die Habituations- und Dishabituationsverhalten bestimmen, hat gerade erst eingesetzt, und die Suche nach einem theoretischen Modell, das einen möglichst allgemeingültigen Rahmen bildet, ist noch lange nicht abgeschlossen. Das nächste Kapitel stellt die vorhandenen theoretischen Modelle zur Habituation dar und diskutiert diese hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit auf singuläre vs. kategoriale Habituationsreize.

### ***Zusammenfassung***

Das Habituations-Dishabituations-Paradigma wird in vielfältigen methodischen Variationen zur Untersuchung der Wahrnehmungs- und Denkentwicklung im ersten Lebensjahr eingesetzt. Dabei variieren nicht nur die Art der Habituationsstimuli (z.B. einzelne vs. kategoriale Reize), sondern auch die Darbietungsweise und experimentelle Prozedur (z.B. konsekutiv vs. paarweise; fixe vs. blickkontrollierte Präsentation), was jeweils auch die Maße für Habituation und Dishabituation beeinflussen kann. Allerdings hat sich die Tiefe unseres theoretischen Verständnisses der latenten Prozesse nicht proportional zur empirischen Anwendungsbreite der Habituationmethode weiterentwickelt. Bisher liegen erst wenige Studien vor, die Habituationsleistungen verschiedener Aufgaben zueinander in Bezug setzen oder deren Abhängigkeit von der gewählten Prozedur untersuchen, eine Auseinandersetzung, welche die theoretische Fundierung dieses Paradigmas verbessern könnte.

„At this time, however, the only theoretical consensus on the process or processes that control infants' attentional responses may be that the existing theories are inadequate.”

(Colombo & Mitchell, 1990, S. 196)

## KAPITEL 3

### THEORETISCHE MODELLE ZUR HABITUATION

Im Folgenden werden verschiedene theoretische Modelle zur Habituation dargestellt und im Hinblick auf ihre Aussagen zur Verarbeitung singulärer vs. kategorialer Habituationsreize diskutiert. Neben Modellen, die Habituation als Ergebnis sensorischer Adaptation oder von Veränderungen im allgemeinen Aktivierungsniveau erklären, wird besonders auf das kognitive bzw. Komparatormodell zur Habituation und auf dessen informationsverarbeitungs- und netzwerktheoretische Weiterentwicklungen eingegangen.

#### 3.1 Sensorische Adaptationsmodelle

Der Auffassung, dass Habituation und Dishabituation im Säuglingsalter kognitive Prozesse der Reizverarbeitung widerspiegeln, stehen Theorien der sensorischen Adaptation entgegen. Diese so genannten „Nonkomparator-Theorien“ führen Habituation auf die Ermüdung retinaler Rezeptoren bzw. kortikaler Nervenzellen zurück (vgl. Kavšek, 2000b).

*Retinale Adaptation.* So geht beispielsweise Bronson (1974) von der Annahme aus, dass im Laufe der Habituationsphase diejenigen retinalen Zellen ermüden, die durch den präsentierten Reiz stimuliert werden. Bei Darbietung eines neuen Reizes werden andere, nicht adaptierte Retinazellen angesprochen, so dass Dishabituation auftritt. Bronsons Theorie des „dekortikalen“ Neugeborenen ist jedoch auf elegante Weise von Slater, Morison und Rose (1983) widerlegt worden, deren Argumentation auf der Unabhängigkeit der retinalen Prozesse beider Augen aufbaut. So habituierten Slater et al. Neugeborene (1-6 Tage) mit einem Standardreiz, der nur auf *einem Auge* präsentiert wurde, und legten den Säuglingen dann den Testreiz simultan mit dem Standardreiz auf dem *anderen Auge* vor. Nach Bronson sollte

hierbei keine Präferenz für den neuen Testreiz auftreten, da das „Testauge“ noch keinerlei Adaptation für den Standardreiz erfahren hat. In den von Slater et al. durchgeführten Experimenten zeigten die neugeborenen Säuglinge jedoch durchweg signifikante Neuheitspräferenzen für den jeweiligen Testreiz (neue Farbe/neue Form).

Die Experimente von Slater et al. machen deutlich, dass das retinale Adaptationsmodell keine adäquate Erklärung für die Habituations- und Dishabituationsleistungen junger Säuglinge bietet; sie stellen jedoch noch keinen Beleg für das Vorhandensein kortikaler Verarbeitungsprozesse dar. Der Nachweis, dass Habituation nicht oder nicht nur auf die Adaptation subkortikaler visueller Strukturen jenseits der Retina, sondern tatsächlich auf Vorgänge im visuellen Kortex zurückzuführen ist, wurde in Experimenten zur Orientierungsdiskrimination erbracht (Atkinson, Hood, Wattam-Bell, Anker, & Tricklebank, 1988; Braddick, Wattam-Bell, & Atkinson, 1986; Maurer & Martello, 1980; Slater, Morison, & Somers, 1988). Hierbei konnte sowohl mit physiologischen als auch mit behavioralen Maßen gezeigt werden, dass Säuglinge spätestens ab einem Alter von sechs Wochen die Fähigkeit zur Orientierungsdiskrimination besitzen (je nach Studie und Methodik auch schon früher), d.h. dass bestimmte Merkmalsdetektoren, die nur im visuellen Kortex vorkommen und auf Orientierung von Objekten und Objekteigenschaften reagieren, schon bei sehr jungen Säuglingen funktional sind.

*Kortikale Adaptation.* Dannemiller und Banks (1983, 1991) gestehen zu, dass der visuelle Kortex schon im Neugeborenenalter funktionsfähig ist, behaupten aber, dass Habituation bis etwa zum Alter von 3 bis 4 Monaten auf der Ermüdung merkmalsselektiver Neuronen beruht; die Autoren bestreiten also das Vorliegen einer Informationsverarbeitung im Sinne von Gedächtnisprozessen. Empirische Evidenz gegen das kortikale Adaptationsmodell bieten Studien zum verzögerten Wiedererkennen, zur Größen- und Formkonstanz, sowie das Phänomen der Familiaritätspräferenzen.

So konnte Martin (1975) schon bei zwei Monate alten Säuglingen auch dann noch Präferenzen für den Dishabituationsreiz nachweisen, wenn zwischen der Habituations- und der Testphase eine Pause von bis 24 Stunden lag. Bei etwas älteren Säuglingen konnten Wiedererkennungslleistungen noch nach bis zu 14 Tagen nachgewiesen werden (vgl. Fagan, 1970, 1973). Cohen (1991) argumentiert, dass schon Säuglinge unter 3 Monaten über Größen- und Formkonstanz verfügen. In diesen Experimenten sehen Säuglinge in der Habituationsphase ein Objekt in unterschiedlichen Neigungen und Entfernungen; die jeweils angesprochenen retinalen und kortikalen Zellgruppierungen wechseln also stets. Die gefundenen Neuheitsreaktionen bei Wechsel des Objekts weisen darauf hin, dass Säuglinge

auf die tatsächliche Form bzw. Größe von Objekten reagieren anstatt auf deren retinale oder kortikale Bilder. Schließlich betont Slater (1995), dass insbesondere junge Säuglinge in der Dishabituationsphase häufig eine Präferenz für den vertrauten Reiz zeigen. Solche Familiaritätspräferenzen sprechen gegen die aufgeführten Adaptationsmodelle, da unplausibel bleibt, auf welche Weise die in der Habituationsphase adaptierten Zellgruppierungen auf ein Reaktionsniveau reaktiviert werden, welches sogar dasjenige der nicht adaptierten Neuronen übersteigt, die auf den Testreiz ansprechen.

Die genannten Studien weisen darauf hin, dass Adaptationsmodelle die gefundenen Habituations- und Dishabituationsleistungen im Säuglingsalter nicht ausreichend erklären können. Selbst wenn simple Adaptationsprozesse in den ersten Lebenswochen die Habituation auf visuelle Reize mit bedingen, ist dennoch von einer Beteiligung kognitiver Reizverarbeitung, insbesondere der Bildung von Gedächtnisspuren, auszugehen. Zentrale Habituationsphänomene wie Familiaritätspräferenzen, die Entwicklung von Habituationsleistungen mit dem Alter sowie das Vorhandensein individueller Unterschiede werden erst von Erklärungsmodellen aufgegriffen, die Habituation als Folge einer kognitiven Reizverarbeitung, also als „echten“ Informationsverarbeitungsprozess verstehen. Das bis heute populärste dieser Modelle ist das Komparatormodell.

### **3.2 Das Komparatormodell**

Das bekannteste und bis heute vorherrschende Modell zur Erklärung von Habituationsprozessen beim Menschen ist das *kognitive* oder *Komparatormodell*, das auf Sokolovs (1963, 1966, 1990) Arbeiten zur Orientierungsreaktion und seiner Theorie des neuronalen Modells basiert und später informationsverarbeitungstheoretisch weiterentwickelt wurde (Colombo & Janowsky, 1998; Kavšek, 2000b).

Das Konzept der *Orientierungsreaktion (OR)* wurde bereits Anfang des 20. Jahrhunderts von Pavlov eingeführt und kennzeichnet einen Reflex, der als Folge auf die Präsentation eines sensorischen Reizes auftritt (vgl. Sokolov, 1963). So reagieren Menschen und andere Tiere auf einen neuen Reiz in ihrer Umgebung mit erhöhter Aufmerksamkeit. Bei wiederholter Reizpräsentation reduziert sich jedoch die Aufmerksamkeitszuwendung (Habituation), um erst bei Vorgabe eines neuen Reizes wieder anzusteigen (Reaktivierung der Orientierungsreaktion).

Nach Sokolov dient die Orientierungsreaktion der Gewinnung von Informationen über den präsentierten Stimulus. So wird durch die intensive Hinwendung zum Reiz ein *neuronales Modell* des dargebotenen Stimulus aufgebaut, das bei erneuter Darbietung des Reizes erinnert und durch Abgleichprozesse ergänzt wird. Solange das interne Modell und die wahrgenommenen Informationen über den externen Reiz voneinander abweichen, tritt eine Orientierungsreaktion auf; schwächt sich diese jedoch ab, so ist dies auf die zunehmende Übereinstimmung von neuronaler Spur und Außenreiz zurückzuführen. Sokolov geht davon aus, dass die Abschwächung der Orientierungsreaktion über einen *Inhibitionsprozess* geregelt wird. Die aufgebaute Reizrepräsentation wirkt dabei wie ein Filter, der bei zunehmender Übereinstimmung mit dem dargebotenen Reiz die Orientierungsreaktion blockiert. Der Grad der Inhibition der Aufmerksamkeit hängt also von der Vollständigkeit des neuronalen Reizmodells ab.

Habituation als nachlassende Aufmerksamkeit indiziert im Komparatormodell demnach die Konstruktion einer *mentalen Repräsentation* des dargebotenen Reizes, welche durch andauernden Vergleich zwischen äußerem Reiz und innerer Repräsentation vervollständigt wird (lat. *comparare* = vergleichen).

Die Dishabituation als Reaktivierung der Aufmerksamkeit beruht im besonderen Maße auf diskriminativen Erinnerungs- und Abgleichprozessen: Ergibt der Vergleich zwischen gespeichertem Gedächtnismodell und neuer sensorischer Information eine Diskrepanz beider Informationsquellen, so tritt keine Inhibition auf und eine neue Orientierungsreaktion wird ausgelöst.

Im Komparatormodell wird das Habituations-Dishabituationsgeschehen als eindeutig *kognitiver* Verarbeitungsprozess konzipiert („The cortex is the most important element in these processes“, Sokolov, 1963, S. 289) und als Hinweis auf Wahrnehmungs- und Denkprozesse verstanden. So hat sich Sokolovs Theorie des mentalen Modells in der experimentellen Säuglingsforschung, vor allem der zur visuellen Wahrnehmung, als populäre Habituationstheorie durchgesetzt und gilt bis heute als das beste Modell zur Erklärung der beobachtbaren Habituations- und Dishabituationsreaktionen.

Bevor das Komparatormodell im Hinblick auf Kategorisierungsleistungen im Säuglingsalter diskutiert wird, sollen verschiedene informationsverarbeitungstheoretische Weiterentwicklungen vorgestellt werden.

### 3.3 Das Drei+Zwei-Komponenten-Modell

In seinem Drei+Zwei-Komponenten-Modell spezifiziert Kavšek (2000a, b) die dem Habituations-Dishabituationsgeschehen zugrunde liegenden Prozesse sowie die Zusammenhänge dieser einzelnen Komponenten. Dabei werden die im Komparatormodell postulierten Aufbau-, Erinnerungs- und Vergleichsprozesse (*drei* kognitive Operationen) in *zwei* kognitive Komponenten konkretisiert: (1) *Reizverarbeitungsgeschwindigkeit* und (2) *diskriminative Gedächtnisfähigkeiten* (siehe Abbildung 3).

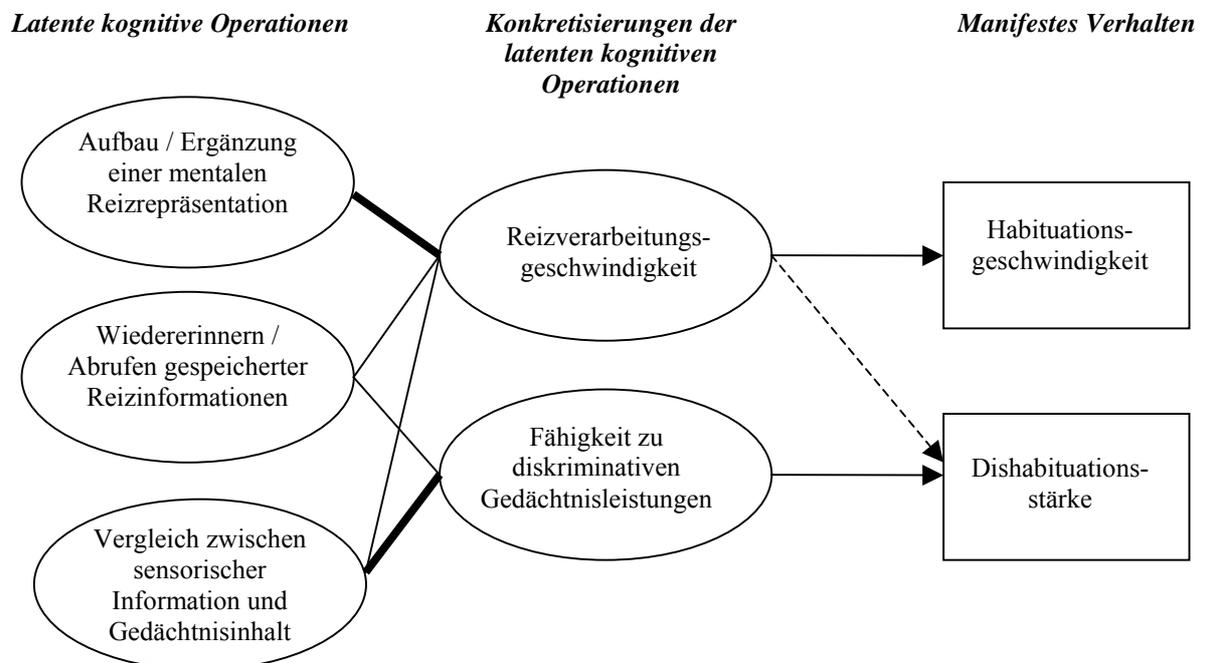


Abbildung 3. Das Drei+Zwei-Komponenten-Modell (Kavšek, 2000b) zur Erklärung des Habituations-Dishabituations-Verhaltens: Die Habitationsgeschwindigkeit eines Säuglings wird auf seine *Reizverarbeitungsgeschwindigkeit*, die Stärke seiner Dishabituationsreaktion auf Neues auf die *Fähigkeit zur Reizdiskrimination* zurückgeführt. Diesen beiden Variablen liegen drei latente kognitive Operationen zugrunde: *Aufbau* und *Abruf* von Reizrepräsentationen sowie der *Vergleich* mit neuer Reizinformation. Die Reizverarbeitungsgeschwindigkeit bezieht sich in erster Linie auf den Aufbau und die Ergänzung einer mentalen Reizrepräsentation, die Fähigkeit zur Reizdiskrimination vor allem auf den Vergleich von Gedächtnismodell und Außenreiz. Bei kurzer zugestandener Habitationsdauer hängt das Ausmaß der Dishabituation jedoch nicht nur von der Diskriminationsfähigkeit, sondern auch von der Reizverarbeitungsgeschwindigkeit im Sinne der Vollständigkeit der aufgebauten Repräsentation ab (Quelle: Kavšek, 2000b).

Nach dem 3+2-Komponenten-Modell wird die Geschwindigkeit, mit der eine Reizrepräsentation aufgebaut und durch Abruf- und Vergleichsprozesse ergänzt werden kann, von der Reizverarbeitungsgeschwindigkeit eines Individuums bestimmt. Interindividuelle Unterschiede in der Geschwindigkeit der Habituation indizieren demnach Unterschiede in der *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit*. Die Fähigkeit zur Diskrimination von bekannten und neuen Reizen wird dagegen vor allem durch die Fähigkeiten zum Abruf von Gedächtnisrepräsentation und zum Vergleich mit neuer sensorischer Information bedingt. Unterschiede in der Dishabituationsstärke messen daher in erster Linie das *diskriminative Gedächtnis* sowie die Sensitivität für Neues. Dies gilt allerdings nur für den Fall einer vorhandenen Reizrepräsentation, wenn ausreichend Zeit zur Habituation zugestanden wurde. Bei einer unvollständigen Enkodierung des Habituationsreizes, z.B. durch eine sehr kurze zugestandene *Habitationsdauer*, wird das Ausmaß der Dishabituation auch von der Reizverarbeitungsgeschwindigkeit mitbestimmt (siehe auch Kapitel 4, Abschnitt 4.2). Dient eine unvollständige, eher rudimentäre Reizrepräsentation als Basis für den Vergleichsprozess, ist statt einer Neuheitsreaktion eine Gleichverteilung der Aufmerksamkeit für den alten und neuen Reiz zu erwarten bzw. eine Fortsetzung des Habituationsprozesses auch bei Darbietung des Dishabituationsreizes, da dieser nicht als neu erkannt wird. Bei einem Paarvergleich zwischen Habituations- und Dishabituationsstimulus (simultane Darbietung) kann bei stark eingeschränkter Habitationszeit sogar eine Präferenz für den Standardreiz auftreten, dessen Verarbeitung noch nicht abgeschlossen ist. Solche Familiaritätspräferenzen in Abhängigkeit von der zugestandenen Habitationszeit, dem Alter der Säuglinge und der Komplexität der dargebotenen Stimuli werden bei Kavšek (2000b) ausführlich diskutiert.

Die drei latenten Prozesse des *Aufbaus* mentaler Repräsentationen, des *Wiedererinnerns* sowie des *Vergleichs* zwischen Gedächtnisinhalt und Außenreiz werden als grundlegende kognitive Operationen verstanden, die nicht nur Habitations- und Dishabitationsleistungen, sondern auch späteren Denkprozessen zugrunde liegen, beispielsweise als die drei Performanzkomponenten in der Komponentensubtheorie Sternbergs (1984) (vgl. Kavšek, 2000b).

### 3.4 Das Modell der seriellen Habituation

Eine Schwäche des ursprünglichen Komparatormodells besteht darin, dass es nicht erklärt, warum sich ein Säugling je vor Erreichen der Habituation, also bevor eine vollständige Repräsentation des Reizes aufgebaut wurde, vom Stimulus abwenden sollte; ein Verhalten, das jedoch in jeder Habituationsstudie mit Säuglingen zu beobachten ist. Um diese Ab- und Zuwendung der Aufmerksamkeit noch während der Habituationsphase zu erklären, postuliert die serielle Habituationshypothese, dass Säuglinge unterschiedliche Merkmale des Reizes nacheinander verarbeiten, je nach relativer Salienz des Merkmals (Jeffrey & Cohen, 1971; Miller, 1972). So kann ein bestimmtes Reizmerkmal bereits während eines einzigen langen Blicks enkodiert werden, andere Reizmerkmale zu jeweils anderen Zeitpunkten im Habitationsverlauf. Das Erreichen der Habituation signalisiert schließlich die vollständige Verarbeitung des ganzen Stimulus. Das serielle Habitationsmodell von Jeffrey erklärt auf plausible Weise, wie Säuglinge einen Stimulus visuell abtasten und dabei ein Gedächtnisengramm aufbauen (vgl. Colombo & Mitchell, 1990; Kavšek 2000b).

### 3.5 Cohens Modell des frühkindlichen Blickverhaltens

Eine weitere Konkretisierung der im kognitiven Modell postulierten Grundvorgänge bietet das Aufmerksamkeitsmodell von Cohen (1973), das zwischen zwei voneinander unabhängigen Aufmerksamkeitsprozessen unterscheidet (siehe Abbildung 4).

Im Prozess der *Aufmerksamkeitserregung* entscheidet sich durch den „peripheren Wahrnehmer“, ob ein Stimulus auffällig genug ist, um beim Säugling eine Orientierungsreaktion (OR) auszulösen. Im nachfolgenden Prozess der *Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit* wird der Reiz fixiert und durch den „perzeptuellen Prozessor“ analysiert. Die in diesem Kurzzeitspeicher verarbeiteten Informationen werden durch den „Komparator“ mit dem fixierten Stimulus abgeglichen; stimmen Prozessorinhalt und Stimulus überein, wird die Blickzuwendung abgebrochen. Außerdem werden die über den perzeptuellen Prozessor verarbeiteten Reizmerkmale im Langzeitspeicher aufgenommen, wo eine zunehmend vollständige Gedächtnisrepräsentation des betrachteten Stimulus entsteht. Auch der Langzeitspeicher kann bei Übereinstimmung von Reiz und Repräsentation über den Komparator die Fixation beenden, selbst wenn im Kurzzeitspeicher noch Reizinformation verarbeitet wird.

Zwischen die Prozesse der Aufmerksamkeitserrregung und –aufrechterhaltung ist mit dem „OR-Inhibitor/Facilitator“ eine Art Filter geschaltet, die die Blickzuwendung verhindert bzw. bestärkt, je nachdem, ob der dargebotene Reiz sehr anregend oder sehr langweilig bzw. als bereits bekannt gespeichert ist. Die Länge der Blickdauer bzw. die fortschreitende Habituation wird in Cohens Modell damit sowohl über das Kurzzeitspeichersystem (Prozessor → Komparator) als auch über das Langzeitspeichersystem (Gedächtnis → Komparator, Gedächtnis → OR-Inhibitor/Facilitator) gesteuert (vgl. auch Kavšek 2000b).

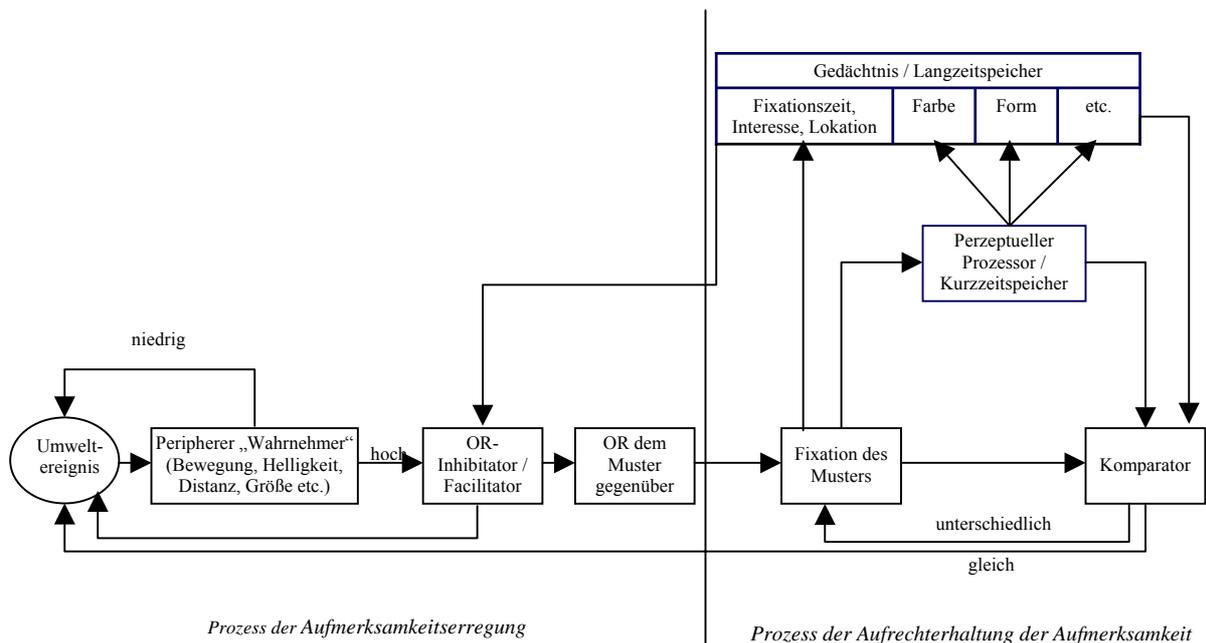


Abbildung 4. Cohens (1973) Modell zur Erklärung des frühkindlichen Blickverhaltens: Im Prozess der Aufmerksamkeitserrregung entscheidet sich, ob ein Reiz auffällig genug ist, um eine Orientierungsreaktion hervorzurufen. Im Prozess der Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit wird der Reiz während der Fixation verarbeitet. Hierbei entsteht im Kurz- wie im Langzeitspeicher eine Repräsentation des Reizes, die bei zunehmender Übereinstimmung mit dem Standardreiz (Abgleich im Komparator) zu einer Abnahme der Blickzuwendung bzw. Habituation führt (nach Cohen, 1973; Kavšek 2000b).

### 3.6 Aussagekraft des kognitiven Modells

Das Komparatormodell versteht Habituation als sichtbares Zeichen eines internen Repräsentationsaufbaus; Dishabituation als Ergebnis eines Abgleichs dieser Repräsentation mit einem davon abweichenden neuen Reiz. In den informationsverarbeitungstheoretischen

Weiterentwicklungen des kognitiven Modells wie der Drei+Zwei-Komponententheorie wird das Nachlassen der Aufmerksamkeit gegenüber einem wiederholten Reiz (Habituation) im Hinblick auf die *Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung* interpretiert, die Reaktivierung der Aufmerksamkeit gegenüber einem neuen Reiz (Dishabituation) als Fähigkeit zu *diskriminativen Gedächtnisleistungen* nach vollbrachter Enkodierungsleistung. Beide Fähigkeiten variieren interindividuell und entwickeln sich mit dem Alter (Kavšek, 2000b). Dabei stellen Enkodierungs-, Abrufs- und Vergleichsleistungen grundlegende kognitive Operationen dar, die für jedwede Denkleistung von Bedeutung sind und somit die Kontinuität zwischen frühkindlichen Habituations- und Dishabituationsleistungen und der späteren Intelligenz erklären können. Nicht umsonst bilden Geschwindigkeits- und Gedächtnisfähigkeiten das Grundgerüst vieler Intelligenztheorien (z.B. Jäger, 1984; Sternberg, 1984).

Mit der Interpretation frühkindlicher Aufmerksamkeitsleistungen als *kognitive Kompetenzen* bieten das Komparatormodell und seine Ausarbeitungen eine fundierte Erklärung der beobachteten individuellen und Altersunterschiede im Säuglingsalter sowie des Zusammenhangs dieser Leistungen mit der späteren Intelligenz. So sind die im kognitiven Modell postulierten Gedächtnis- und Geschwindigkeitskomponenten empirisch gut belegt (z.B. S. W. Jacobson et al., 1992). Da diese zugrunde liegenden Fähigkeiten eine Reihe von Habituationsphänomenen erklären können, wie z.B. das Auftreten und die Stabilität individueller Unterschiede in der Dauer der Blickzeiten und in der Habituations- und Dishabituationsstärke oder Entwicklungsfortschritte über das Alter, wird das kognitive Modell von vielen Autoren vertreten (z.B. Colombo, 1993, 1995; McCall & Mash, 1995; S. A. Rose & Feldman, 1997). Eine „Verteidigung des Komparatormodells“ anhand einer ausführlichen Zusammenstellung empirischer Befunde, welche die kognitive Interpretation des Habituations-Dishabituationsgeschehens belegen, hat Kavšek (2000b) vorgenommen.

Neben den vielfältigen Argumenten für die kognitive Interpretation von Habituations- und Dishabituationsprozessen im traditionellen Habituationsparadigma (Habituation auf *einen* Reiz, gefolgt von einem neuem Testreiz), hat jedoch die Weiterentwicklung der Komparatortheorie mit den inhaltlichen (z.B. Kategorisierung, Rolle konzeptuellen Wissens) und methodischen (z.B. Habituation an einzelne vs. kategoriale Reize, 3D-Objekte, Ereignisse etc.) Fortschritten in der Säuglingsforschung nicht Schritt gehalten, so dass für viele der heutigen Anwendungsbereiche des Habituationsparadigmas die Erklärungskraft des allgemeinen Komparatormodells kaum überprüft ist.

Für den Bereich der *Kategorisierung* trifft das Komparatormodell keine expliziten Aussagen darüber, in welcher Form der Repräsentationsaufbau vonstatten geht. Da hier nicht nur ein einzelner Stimulus, sondern multiple, mehr oder weniger stark divergierende Reize zur Habituation dargeboten werden, greift die Vorstellung eines Reizmodells, das nur die Eigenschaften *eines* bestimmten Stimulus' beinhaltet, zu kurz. Zwar beschränkt sich das Komparatormodell nicht zwangsläufig auf solche einfachen Reizrepräsentationen, da es ganz allgemein nur den *Aufbau* eines Engramms im Sinne eines neuronalen Modells postuliert. Dabei bleibt jedoch die Frage nach der *Gestaltung* des Engramms, z.B. in einer Kategorisierungsaufgabe, unbehandelt. Das Fehlen genauerer Vorgaben zur Gestaltung verschiedener Repräsentationsformen kann einerseits als Schwachpunkt des Komparatormodells, im Sinne fehlender Spezifizierung, andererseits als Stärke, im Sinne großer Flexibilität und breiter Anwendbarkeit des Grundprinzips, gesehen werden. Im Folgenden werden Aussagen der Komparatortheorie im Hinblick auf ihre Anwendung für die Kategorisierung multipler Stimuli ausgelotet.

Einen Anhaltspunkt für den Aufbau eines komplexeren neuronalen Systems bietet die von Sokolov (1963) beschriebene Veränderung der Orientierungsreaktion auf einen in einem bestimmten Zeitintervall wiederholten Stimulus. So fand Sokolov nach Habituation an den Stimulus eine Erneuerung der Orientierungsreaktion, wenn sich der *zeitliche Abstand* zwischen den Darbietungen veränderte und der wohlbekannt Stimulus nun zu einem unerwarteten Zeitpunkt präsentiert wurde. Die aufgebaute Repräsentation beinhaltete somit nicht nur äußere Stimulusmerkmale, sondern auch eine *Erwartung* über die zeitliche Sequenz der Darbietungen. Das neuronale Modell kann damit neben Stimuluseigenschaften auch die wahrscheinlichste Abfolge und eine *Vorhersage* kommender Ereignisse reflektieren (Sokolov, 1963, S. 287): "The nervous system thus elaborates a forecast of future stimuli as a result of repeated stimulation and compares these forecasts with the stimuli actually in operation."

Diese Idee des Erwartungsaufbaus über zukünftige Ereignisse auf der Basis vergangener Erfahrung könnte auf den Prozess des Aufbaus einer kategorialen Repräsentation übertragen werden. Zwar sagt die von Sokolov beschriebene Erwartung über die zeitlichen Abfolge kommender Reize noch nichts über die inhaltliche Verarbeitung ein oder mehrerer Reize aus, doch das sehr allgemeine Grundprinzip einer übergeordneten Erwartung, die anhand von dargebotenen Stimuli aufgebaut wird, ist nicht unvereinbar mit den in Kategorisierungsaufgaben geforderten Verarbeitungsprozessen. Auch hier ist eine Enkodierungsleistung gefordert, die über die Verarbeitung der auf den einzelnen Stimulus begrenzten Merkmale hinausgeht, wobei es jedoch nicht um das Erkennen eines zeitlichen Zusammenhangs geht,

sondern um eine Abstraktionsleistung auf einer Ebene höheren Allgemeinheitsgrades, zu der sich die einzelnen Stimuli durch bestimmte gemeinsame Merkmale zuordnen lassen. Ist eine hinreichende Repräsentation dieser gemeinsamen Merkmale aufgebaut, sollte eine Orientierungsreaktion nur dann wieder auftreten, wenn ein Stimulus dieser Erwartung widerspricht und nicht in diese Kategorie passt. Dass Sokolovs Theorie neben einfachen Orientierungsreaktionen grundsätzlich mit höheren kognitiven Leistungen vereinbar ist, wird schon in seiner Betonung des Kortex als wichtigstes Element für den Repräsentationsaufbau deutlich (Sokolov, 1963, S.289).

Allerdings bleibt offen, in welcher Beziehung ein solcher kategorialer Repräsentationsaufbau und eine beobachtbare Habituation stehen. Nach Sokolov ist der Aufbau eines internen Modells durch das äußere Zeichen der Abschwächung der Orientierungsreaktion gekennzeichnet. Eine Dishabituation ohne vorherige Habituation, wie sie zuweilen in Kategorisierungsstudien auftritt (L. B. Cohen & Arthur, 2003, zitiert nach Shultz & Cohen, 2004; McCall, 1994), wird somit vom Komparatormodell nicht erklärt. Wenn es auch denkbar ist, dass ein neuronales Modell einer Kategorie aufgebaut wird, welches möglicherweise schon in sehr unvollständigem Zustand (keine Habituation) beim Vergleich mit einem Exemplar der kontrastierten Kategorie eine Reaktivierung der Orientierungsreaktion auszulösen vermag (Dishabituation), stellen diese Überlegungen eher Spekulationen darüber dar, wie das Komparatormodell Habituationsprozesse im Rahmen von Kategorisierungsstudien erklären könnte. Obwohl seine Gültigkeit für den Kategorisierungsbereich implizit von vielen Kategorisierungsforschern vorausgesetzt wird, hat das Komparatormodell diesbezüglich limitierte Aussagekraft und kann folglich nicht alle Formen des Repräsentationsaufbaus theoretisch begründen.

Während unter den Anhängern des kognitiven Modells davon ausgegangen wird, dass der Abfall der visuellen Aufmerksamkeit während der Habituation auf Prozessen der Enkodierung und der Informationsspeicherung wie im Komparatormodell postuliert beruht, ist die Komparatortheorie kritisiert worden, da sie einige Beobachtungen im Habitationsverlauf nicht erklärt, wie z.B. die manchmal berichtete Steigerung der Aufmerksamkeitszuwendung zu Beginn der Habitationsphase, bevor die Abnahme der Aufmerksamkeit einsetzt (Gilmore & Thomas, 2002; Groves & Thompson, 1970; Hunter & Ames, 1988; Kaplan & Werner, 1986). Diese anfängliche Aufmerksamkeitssteigerung ist mit dem Konzept der Sensitivierung erklärt worden. Das Zusammenspiel der beiden Prozesse Habituation und Sensitivierung wurde in der so genannten Zwei-Prozess-Theorie formuliert, die im Folgenden erläutert wird.

### 3.7 Die Zwei-Prozess-Theorie

Nach der Zwei-Prozess-Theorie von Thompson und Spencer (1966; Groves & Thompson, 1970) wird Habituation von zwei unabhängigen und additiven Prozessen bestimmt. Bei wiederholter Präsentation eines Reizes gewöhnt sich der Organismus und reduziert seine Aufmerksamkeit. Dieser Prozess der *Habituation* ist spezifisch für den jeweiligen Reiz und führt zu einer Abnahme der Zuwendungsreaktion. Gleichzeitig bewirkt die Darbietung eines neuen Reizes eine Zunahme der allgemeinen Erregung oder Aktivierung des Organismus. Diese *Sensitivierung* erhöht die Aufmerksamkeitszuwendung, ist also dem Habituiierungsprozess gegenläufig. Ist der dargebotene Reiz von ausreichender Intensität, ist zunächst ein Anstieg der Aufmerksamkeit zu beobachten. Bei wiederholter Darbietung überwiegt jedoch die Gewöhnung an den Reiz und die anfänglich erhöhte Aufmerksamkeit nimmt mehr und mehr ab.

Bezüglich der beteiligten neuronalen Prozesse nehmen Groves und Thompson (1970) an, dass die Habituation in einem *spezifischen* „Reiz-Reaktions-Pfad“ im Sinne einer direkten neuronalen Route zwischen Reiz und Reaktion stattfindet, während die Sensitivierung in den Bereichen des Nervensystems stattfindet, die das *allgemeine* Erregungsniveau des Organismus kontrollieren. Beide Prozesse sind also voneinander unabhängig in separaten Teilen des neuronalen Systems angesiedelt, tragen aber gemeinsam zum beobachtbaren Aufmerksamkeitsverhalten bei.

Die Habituation hängt im Zwei-Prozess-Modell von der Intensität bzw. der Aktivierungsstärke des Habituationsreizes ab: Je intensiver der Reiz, desto stärker die anfängliche Sensitivierung und desto langsamer die Habituation. Die Dishabituationsreaktion indiziert in diesem Modell nicht zwangsläufig eine spezifische Diskriminierungsreaktion auf einen neuen Reiz; sie kann auch aufgrund einer allgemeinen Sensitivierung durch die Reizveränderung in der Dishabituationsphase zustande kommen, wobei der Dishabituationsreiz neben seiner spezifischen Abweichung vom Habituationsreiz eine generelle Aktivierung bewirkt. Da beide Prozesse additiv zusammenwirken, sollte die Reaktion auf den Dishabituationsreiz stärker ausfallen, wenn dieser Reiz nicht nur neu, sondern auch von größerer Intensität ist als der Habituationsreiz.

Das Zwei-Prozess-Modell hat in vielen empirischen Studien Bestätigung erfahren, vor allem in Tierexperimenten, aber auch in der Säuglingsforschung. So verabreichten Thompson und Spencer (1966) Ratten elektrische Schocks an der Haut, bis diese habituierten. Dann folgte ein Kneifen in den Schwanz, danach wurde der Schock an der Haut wiederholt. Die

Autoren beobachteten eine Dishabituationsreaktion der Ratten auf das Kneifen und darüber hinaus eine Reaktivierung der bereits habituierten Schockreaktion, die das ursprüngliche Maß sogar weit überstieg. Eine ähnliche Sensitivierungsreaktion war auch auf einen dritten Reiz hin zu beobachten. Thompson und Spencer werten dies als Evidenz für die Unabhängigkeit von Habituations- und Aktivierungsprozessen. Das Kneifen hatte demnach nicht einfach die Habituation auf die Hautschocks unterbrochen, sondern eine neue Aktivierung initiiert, die die Reaktion auf bereits bekannte wie auch auf neue Reize stark erhöhte.

Belege für diese so genannte „Thompson-Spencer-Dishabituation“ (Kaplan, Werner, & Rudy, 1990) finden sich auch in Habituationsstudien mit Säuglingen. So habituierten Kaplan und Werner (1986) vier Monate alte Säuglinge an Schachbrettmuster von unterschiedlicher Komplexität: niedrig (4 x 4), mittel (12 x 12) oder hoch (20 x 20). Dabei schauten die Säuglinge erwartungsgemäß zunächst länger auf die hoch komplexen Muster und dishabituieren auch auf diese (nach vorheriger Habituation) am stärksten. Nach dem Dishabituationsreiz wurden die Säuglinge erneut mit dem vorigen Habituationmuster konfrontiert. Hierbei fixierten nur diejenigen Säuglinge das bekannte Muster wieder länger, die zuvor auch auf den neuen Reiz dishabituieren hatten. Die hoch komplexen Schachbrettmuster bewirkten nach Kaplan und Werner damit einen unspezifischen Aktivierungsschub, der eine Reaktivierung der Blickdauer für den ursprünglichen Habituationsreiz auslöste (vgl. auch Colombo, Frick, & Gorman, 1997).

Im Gegensatz zum kognitiven Modell konzeptualisiert also die Zwei-Prozess-Theorie Habituation und Dishabituation nicht als reine Prozesse der Informationsverarbeitung, sondern führt das Aufmerksamkeitsverhalten gegenüber bekannten und neuen Reizen auch auf Veränderungen im *generellen Erregungs- und Aktivationsniveau* eines Säuglings zurück. Die Betonung allgemeiner Aktivierungsprozesse begrenzt dabei die Aussagekraft der Zwei-Prozess-Theorie für die durch die Habituationsleistung abgebildeten kognitiven Prozesse im Säuglings- und späteren Alter. So wird der komplexe Prozess der Dishabituation kaum erklärt: Der postulierte stimulus-spezifische Reiz-Reaktionspfad ist ausschließlich inhibitorisch, d.h. es wird keine Repräsentation des Habituationsreizes im Sokolovschen Sinn aufgebaut. Der neue Reiz erregt das System damit nur indirekt über einen höheren Erregungswert, steht aber nicht in einem spezifischen Verhältnis zum vorherigen Input. Somit werden kognitive Kompetenzen wie die Diskriminationsfähigkeit oder die Enkodierungsgeschwindigkeit eines Säuglings nicht miteinbezogen, wodurch individuelle Differenzen und die Altersentwicklung dieser Fähigkeiten sowie deren Vorhersagekraft für die spätere Intelligenz unberücksichtigt bleiben.

Obwohl die Zwei-Prozess-Theorie über die Verarbeitung kategorialer Reize keine Aussagen macht, könnte man vermuten, dass für Aufgaben mit multiplen Reizen eine weniger starke Habituation vorhergesagt würde, da bei wechselnden Stimuli sowohl der Inhibitionsprozess schwächer ausgeprägt sein als auch das allgemeine Erregungsniveau länger aufrechterhalten werden dürfte. Eine Dishabituation könnte nach diesem Modell nur ausgelöst werden, wenn das Exemplar der kontrastierten Kategorie einen deutlich höheren Erregungswert hat als das letzte Habituationsexemplar. Dabei muss kein spezifischer Bezug bzw. Kontrast der Testexemplare hergestellt oder erkannt werden; eine Annahme, die von Kategorisierungsforschern bezweifelt werden dürfte, welche die Rolle konzeptuellen und funktionellen Wissens für Kategorisierungsleistungen untersuchen (z.B. Mandler, 2004; Mandler & McDonough, 1996; Pauen, 2002; Träuble & Pauen, in press).

Während die Zwei-Prozess-Theorie sich also durch den Verweis auf allgemeine Erregungsprozesse wie die Sensitivierung auszeichnet, bietet sie kaum Anhaltspunkte für die Erklärung individueller Differenzen in Aufmerksamkeitsleistungen, deren Prädiktionskraft für spätere kognitive Leistungen oder über die zugrunde liegenden kognitiven Prozesse.

### **3.8 Die Dynamische Feldtheorie**

Eine der neuesten Habituationstheorien, die dynamische Feldtheorie von Schöner und Thelen (2006), fasst beide Prozesse der Zwei-Prozess-Theorie in einem einzigen Mechanismus zusammen. Sie hat den Vorteil, auch Habituationsprozesse im Rahmen von Kategorisierungsaufgaben zu erklären.

Das Konzept des Feldes geht auf Lewin (1963) zurück, der darunter die Umgebung, wie sie vom Organismus wahrgenommen wird, verstand. Feldtheorien basieren auf der Annahme, dass Verhaltensweisen eine dynamische (häufig nichtlineare) Funktion der unmittelbaren Reizumgebung sowie der kurz- und langfristigen Lerngeschichte des Organismus' in ähnlichen Situationen sind. Verhalten wird damit als Folge von *dynamischen Aktivationsfeldern* verstanden, in denen der Informationsinput aus der Umgebung integriert wird. Dabei können sich verschiedene Inputs gegenseitig verstärken bzw. hemmen, bis eine Verhaltensentscheidung erreicht ist. Ein entscheidender Bestandteil von Feldtheorien besteht in der Spezifikation der Feldinputs und der Feldparameter, welche die multiplen Inputs in eine Handlungsentscheidung umsetzen (vgl. Schöner & Thelen, 2006).

Im Fall der Habituation besteht das kritische Verhalten in der Entscheidung des Säuglings, auf den Reiz zu schauen bzw. wegzuschauen. Diese Verhaltensentscheidung entsteht im Schöner-Thelen-Modell in zwei isomorphen und interagierenden Feldern: einem *Aktivationsfeld*, das die Blickzuwendung prägt und einem *Habituationsfeld*, das die Blickabwendung regelt. Das *Aktivationsfeld* repräsentiert die Wahrnehmungseigenschaften eines Stimulus (perceptual metrics) sowie seine Aktivationsstärke. Unterschiedliche Reize können dabei anhand ihrer wahrzunehmenden Eigenschaften als ähnlich oder unähnlich charakterisiert werden bzw. wie nah oder fern sie sich im Aktivationsfeld sind (Grad der Überlappung bzw. Distanz im Feld). Reize ähnlicher Form oder mit ähnlichen Bewegungseigenschaften sind dabei näher oder ähnlicher als unterschiedlich aussehende oder sich verschiedenartig bewegende Reize. Weiterhin können Reize in ihrer Aktivierungskraft variieren; ein intensiverer oder komplexerer Reiz bringt dabei eine höhere Aktivierung in das Feld als ein schwächerer Reiz. Im Gegensatz zu den Wahrnehmungseigenschaften werden Unterschiede in der Aktivationsstärke von Reizen nicht als Distanz innerhalb des Feldes, sondern in der Höhe ihrer Amplituden gemessen.

Das mit dem Aktivationsfeld interagierende *Habituationsfeld* hingegen besteht aus Inhibitionsvariablen. Es repräsentiert den Grad der Habituation für einen Stimulus. Das Habituationsfeld erhält jedoch keinen direkten Input vom Stimulus, sondern wird mit Informationen aus dem Aktivationsfeld gespeist, welches somit das entscheidende Feld für das Blickverhalten ist: Sobald irgendein Ort in diesem Feld über eine bestimmte Schwelle hinaus aktiviert wird, ergibt sich eine Blickhinwendung; sobald diese Aktivierung unter diese Schwelle sinkt, endet die Blickzuwendung. Bei wiederholter Präsentation eines Stimulus entsteht nach Schöner und Thelen eine Aktivierung  $u$ , die mit den einzelnen Stimuluspräsentationen steigt (Stimulus vorhanden) und fällt (Interstimulusintervall). Gleichzeitig tritt eine Inhibition  $v$  auf, die durch  $u$  bestimmt wird. Diese Inhibition steigt im Laufe der Darbietungsdurchgänge an und hemmt dann die Aktivierung durch den Stimulus, so dass sich die Blickzeit darauf vermindert.

Habituation ist in diesem Modell also eine Folge der durch die Reizwahrnehmung ausgelösten Aktivierungsdynamik, die sowohl die Blickzuwendung als auch – durch die Kopplung mit dem Inhibitionsfeld – die Blickabwendung (Habituation) bestimmt. Jeder Stimulus produziert damit Aktivierungs- und Habituationsreaktionen. Habituation wird als stimuluspezifisch verstanden; besteht jedoch eine ausreichende Überlappung zwischen verschiedenen Stimuli im Aktivationsfeld, kann auch eine generalisierte Habituation für eine bestimmte Stimulusart resultieren. Dabei stellt die Stimulusstärke eine wichtige Variable für

die Habituation dar, denn je intensiver ein Stimulus, umso stärker ist die Aktivierung. Da eine starke Aktivierung aber auch größere Inhibition auslöst, kann trotzdem Habituation stattfinden, die der an schwächere Stimuli vergleichbar ist. Erst bei extremer Aktivierung findet kaum noch Habituation statt, da hier die Aktivierung die Inhibition anhaltend überwiegt. Dishabituation auf einen neuen Reiz findet statt, wenn dieser einen Ort im Aktivationsfeld und damit Blickzuwendung aktiviert, für den im Habituationsfeld noch keine Inhibition resultiert.

Die Schöner-Thelen-Feldtheorie bietet eine schöne Erklärung für die Dynamik der Habituation und stimmt erstaunlich genau mit tatsächlich beobachteten Habituationsdaten aus Säuglingsexperimenten überein. So konnten Schöner und Thelen (2006) in ihrer Simulation der berühmten Zugbrücken-Experimente von Baillargeon und Kollegen (Baillargeon, 1987; Baillargeon, Spelke, & Wasserman, 1985) die ursprünglichen Daten fast genau replizieren. Gleichzeitig kritisieren Schöner und Thelen die aus diesen und anderen auf dem Erwartungsverletzungsparadigma beruhenden Studien gezogenen Schlussfolgerungen, die längere Blickzeiten für das physikalisch unmögliche Ereignis auf wissenschaftliche Objektrepräsentationen der Kinder zurückführen. Nach einer genauen Analyse der Testereignisse im Hinblick auf ihre jeweiligen Wahrnehmungs- und Aktivierungseigenschaften, lehnen die Autoren tiefgehende Interpretationen über konzeptuelles Objektwissen ab, da die Befunde sparsamer mit der in der Feldtheorie beschriebenen Habituationsdynamik bzw. durch Familiaritätspräferenzen erklärt werden könnten (vgl. auch L. B. Cohen, 2004; L. B. Cohen & Marks, 2002; Schilling, 2000; Sirois & Mareschal, 2002).

Neben dieser Warnung vor übereilten Zuschreibungen tiefgehenden frühkindlichen Wissens in Habituationsstudien bietet die Feldtheorie den Vorteil, auch Habituation an eine Reizkategorie erklären zu können; nämlich dann, wenn sich die Wahrnehmungseigenschaften der dargebotenen kategorialen Exemplare im Aktivationsfeld ausreichend überlappen und so eine Inhibition für die Stimulusklasse erfolgt. Auch die manchmal in Kategorisierungsstudien beobachtbare Dishabituation ohne vorherige Habituation kann durch die Feldtheorie erklärt werden, da bei multiplen Reizen die Aktivierung die Inhibition zunächst überwiegen kann (schwache Habituation), es jedoch für einen relativen Anstieg der Blickzeit genügt, wenn der Dishabituationsreiz eine ausreichende Distanz zu den vorherigen Reizen im Aktivationsfeld aufweist (Kategorisierungseffekt).

Hingegen bleiben die Aussagen zu individuellen Unterschieden im Blickverhalten eher vage. So simulieren Schöner und Thelen schnell habituierende Kinder durch eine Erhöhung des anfänglichen Aktivationsniveaus. Trifft ein Stimulus auf ein System mit *höherer*

*Grundaktivierung* tritt nach einer stärkeren Blickzuwendung auch stärkere Inhibition auf, die dann schnellere Habituation bewirkt. Während dieser Ansatz innerhalb der Feldtheorie eine plausible Erklärung für Habituationsunterschiede bietet, bleibt unklar, warum schnell habitierende Kinder eine höhere Grundaktivierung haben bzw. wofür das allgemeine Aktivationsniveau steht. So werden keine genauen Aussagen bezüglich der latenten kognitiven Prozesse getroffen, die in der Interaktion von Aktivations- und Habituationfeldern wirken und die Vorhersagekraft von Habituationsleistungen für spätere kognitive Fähigkeiten erklären könnten, z.B. ob und wie ein höheres Aktivierungsniveau eine bessere Informationsverarbeitung begünstigt. Zwar findet mit der Verarbeitung der jeweiligen Stimuluseigenschaften und dem Inhibitionsaufbau im Habituationfeld eine Form von Lernen statt, und damit letztlich eine Art von Repräsentationsaufbau über den Stimulus. Im Gegensatz zur Zwei-Prozess-Theorie sind damit in der Feldtheorie sowohl Habituation als auch Dishabituation direkt mit den vorliegenden Stimuluseigenschaften verbunden, wobei beide Prozesse durch die parallele Aktivierung und Interaktion beider Felder zusammenwirken. Die spezifisch kognitive Komponente des Habituationsgeschehens bleibt jedoch offen, da auch nicht-kognitive Prozesse denkbar sind, die das Blickverhalten eines Kindes beeinflussen; so kann z.B. das Temperamentsmerkmal Unbehagen bei neuen Reizen die Habituation verstärken (Vonderlin, Pahnke, & Pauen, submitted). Die Stärke der dynamischen Feldtheorie liegt folglich eher in ihrer deskriptiven Kraft als in einer theoretischen Spezifizierung der latenten kognitiven Mechanismen, die im Habituationsgeschehen eine Rolle spielen.

Neben dem Zwei-Prozess-Modell und der dynamischen Feldtheorie, welche die Rolle allgemeiner Aktivierungsprozesse für das Habituationsgeschehen betonen, ist eine weitere Klasse von Modellen entstanden, die den Repräsentationsaufbau des Sokolovschen Modells netzwerktheoretisch weiterentwickelt haben. Auf diese Netzwerkmodelle soll im Folgenden eingegangen werden.

### **3.9 Netzwerkmodelle**

Aufbauend auf Sokolovs Theorie der neuronalen Gedächtnisspur sind eine Reihe von Modellen entwickelt worden, die den Prozess der Habituation als Aufbau von *neuronalen Netzen* verstehen (Kohonen, 1988; Mareschal, French, & Quinn, 2000; Schafer & Mareschal, 2001; Simon, 1998; Sirois, Buckingham, & Shultz, 2000). Einen ausführlichen Überblick

bieten Sirois und Mareschal (2002), die neuronale Netze definieren als „brain-inspired information-processing models, consisting of interconnected neuron-like units“ (S. 294). Die einzelnen Einheiten des Netzwerks kommunizieren dabei miteinander und übertragen ihre Aktivität zu anderen Einheiten über unterschiedlich stark gewichtete Verbindungen; Lernen besteht bei einem solchen Netzwerk typischerweise in einer Anpassung der Verbindungen und ihrer jeweiligen Gewichtungen mit dem Ziel, die Leistung des Gesamtnetzwerks zu verbessern.

In praktisch allen Netzwerkmodellen wird ein neuer Stimulus mit einer Reihe von Input-Einheiten aufgenommen, während die Reaktion des Netzwerks auf den Stimulus auf einer Reihe von Output-Einheiten erfolgt. In einigen Netzwerkmodellen gibt es auch zwischengeschaltete Einheiten (intermediate oder hidden units), die die Aktivierungsübertragung zwischen Input- und Output-Einheiten modulieren, indem sie abstrakte Repräsentationen des Inputstimulus aufbauen. *Habituation* entsteht in Netzwerkmodellen durch Lern- und Anpassungsprozesse im Netzwerk (z.B. im Aufbau eines Stimulusmodells auf der Ebene der hidden units), welches bei Reizwiederholung mit reduziertem Aufmerksamkeitsoutput reagiert.

Im Assoziations-Modell von Kohonen (1988) beispielsweise lernt das Netzwerk, eine Eins-zu-eins-Korrespondenz zwischen Input- und Output-Einheiten herzustellen. Dabei pegeln sich die Verbindungsgewichtungen nach und nach auf einen stabilen Wert ein, so dass sich die Einheiten gegenseitig inhibieren und der Output absinkt. Dabei wird der Input jedoch nicht im Sinne einer Repräsentation kopiert, sondern es wird nur gelernt, Aktivität zu reduzieren. Das Kohonen-Modell wird daher auch als *Novelty Filter* bezeichnet, denn neue Stimuli werden aufgrund ihrer mangelnden Übereinstimmung mit Output-Einheiten nicht gehemmt und lösen somit eine neue Aufmerksamkeitsreaktion aus. Hier werden Anklänge an die von Sokolov postulierte Hemmung der Orientierungsreaktion sowie die im Zwei-Prozess-Modell und später in der Feldtheorie formulierten Inhibitionsprozesse deutlich.

Das Modell der reproduktiven *Auto-Assoziation* von Sirois und Mareschal (2002) kommt dem Aufbau einer Reizrepräsentation im Sokolovschen Sinn am nächsten, da es neben einem Novelty Filter explizit eine Gedächtnisvariable postuliert. So baut ein Subsystem des Netzwerks eine Repräsentation des Habituationsreizes auf, während ein zweites Subsystem als Neuheitsfilter fungiert. Da das Gedächtnissystem schneller lernt als der Neuheitsfilter, schwächt sich die Reaktion auf gleich bleibende Reize schneller ab (*Habituation*) als die Reaktion auf neue Reize (*Dishabituation*). Zwei ähnliche Komponenten des Neuheitsfilters (OR-Facilitator/Inhibitor) und der Gedächtnisinstanz (perzeptueller Prozessor +

Langzeitspeicher) finden sich bereits im Aufmerksamkeitsmodell von Cohen (1973, vgl. Abschnitt 3.5, Abbildung 4).

Bezogen auf das Säuglingsalter liegen bereits Simulationen für Habituationsprozesse in den Bereichen Sprachwahrnehmung (Schafer & Mareschal, 2001), Grammatiklernen (Shultz & Bale, 2001) und Kategorisierung (Mareschal, French, & Quinn, 2000; Quinn & Johnson, 2000; Shultz & Cohen, 2004) vor. So konnten z.B. Mareschal et al. (2000) das Phänomen der asymmetrischen Kategorisierung von Hunde- und Katzenbildern bei drei bis vier Monate alten Säuglingen (Quinn, Eimas, & Rosenkrantz, 1993) erfolgreich in einem Autoencoder-Netzwerkmodell simulieren, und darüber hinaus auch Vorhersagen aus der Simulation in einem Verhaltensexperiment mit Säuglingen bestätigen. Mareschal et al. postulieren einen assoziativen Lernmechanismus der Kategorienbildung im Modell wie bei realen Säuglingen, der bei dem vorgegebenen Reizmaterial, d.h. der statistischen Verteilung einzelner Stimulusmerkmale (z.B. Nasenlänge der Hunde und Katzen), zu einer asymmetrischen Kategorisierung führt. So zeigte sich in Simulation wie in einer Verhaltensstudie ein Kategorisierungseffekt auf Hunde nach der Habituation an Katzen, wohingegen ein Katzenexemplar nach der Gewöhnung an Hunde keine Dishabituation auslöste. Mareschal und Kollegen erklären dieses Ergebnis mit dem Aufbau einer kategorialen Repräsentation im Sinne eines perzeptuellen Feldes, welches die kategorialen Habituationsexemplare beinhaltet. Weist das Testexemplar der kontrastierten Kategorie Merkmale auf, die durch dieses Feld repräsentiert sind, tritt keine Dishabituation auf; weicht das Testexemplar hinreichend ab, wird eine Neuheitsreaktion ausgelöst. Da im genannten Experiment die Hundekategorie eine größere Variabilität als die verwendeten Katzenexemplare aufwies, wurde die Katzenkategorie in diejenige der Hunde inkludiert, während andersherum die Hundetestexemplare aus dem durch die Katzenexemplare aufgespannten Feld heraus fielen und somit eine Kategorisierungsreaktion auslösten. Diese Idee des perzeptuellen Feldes im Netzwerkmodell weist Parallelen zum Aktivationsfeld der Feldtheorie auf, in welchem die Wahrnehmungseigenschaften eines Reizes repräsentiert sind.

Netzwerkmodelle haben sich insgesamt als gut geeignet erwiesen, bestimmte Habituations- und Dishabituationsprozesse deskriptiv abzubilden; erklären können sie bisher jedoch immer nur sehr *spezifische Phänomene*. Wenn auch teilweise schon Erklärungsmechanismen diskutiert werden, so sind diese zumeist nur auf eine Aufgabe, Materialart oder Altersgruppe anwendbar (bei Mareschal et al. etwa assoziatives Lernen perzeptueller Merkmale bei der visuellen Kategorisierung bestimmter Hunde- und Katzenbilder mit 3-4 Monaten). Für eine umfassende Erklärung von Habituationsprozessen

im Säuglingsalter reichen die vorhandenen Netzwerkmodelle jedoch nicht aus, wenn sie daran gemessen werden, wie gut sie die Mechanismen erschließen, die verschiedenen Habituationsphänomenen zugrunde liegen. Dem Anspruch eines solchen allgemeinen Prozessmodells wird bisher noch keines der Netzwerkmodelle gerecht. So schließen auch Sirois und Mareschal (2002, S. 293) in ihrem Überblick: “The review suggests that current models fail to offer comprehensive explanations of the behavioural phenomena.”

Einen viel versprechenden neuen Ansatz bieten Sirois und Mareschal (Sirois, 2004; Sirois & Mareschal, 2004) mit ihrem *HAB-Modell* (Habituation, Autoassociation and Brain), ein Modell, das die typischen Verhaltenskennzeichen<sup>2</sup> von Habituation umfasst, diese auf spezifische Prozesse des Repräsentationsaufbaus (und der Inhibition) zurückführt und zudem neuropsychologisch fundiert. So passt das HAB-Modell die Idee des autoassoziativen neuronalen Netzwerks (vgl. Sirois & Mareschal, 2002) einer erneuerten Version des Sokolovschen Komparatormodells an. Wie in den verwandten Zwei-Prozess- und Feldtheorien werden zwei Prozesse postuliert, zusätzlich jedoch einem neurologischen Substrat bzw. Netzwerk zugeordnet: So werden sensorische Eindrücke über den Thalamus weitergeleitet und anschließend einerseits im Hippocampus, andererseits im entorhinalen Kortex verarbeitet (vgl. Abbildung 5). Während der Hippocampus lernt, den Input selektiv zu hemmen (Neuheitsfilter), lernt der Kortex, den Input zu reproduzieren (Gedächtnis: Repräsentationsaufbau). Beide Prozesse führen mit der Zeit zu Habituation an den gegebenen Stimulus.

Eine Neuerung im HAB-Modell gegenüber den bisherigen Modellen liegt in der Interaktion des kortikalen Reproduktionssystems mit dem Inhibitionssystem. Hierdurch kann nicht nur die Kurzzeitverarbeitung, sondern auch Wissen aus dem Langzeitgedächtnis das Habitationsgeschehen beeinflussen. Der Einfluss kortikaler Strukturen kann dabei sowohl Langzeit-Habituationseffekte (Erinnerung von Habitationsreizen über einen längeren Zeitraum) erklären, als auch die Einwirkung früherer Erfahrung auf die Habituation vermitteln: „Moreover, cortical structures provide the gateway for effects of prior experience onto habituation“ (Sirois, 2004, S. 138).

---

<sup>2</sup> Habituation im Säuglingsalter ist nach Sirois und Mareschal (2002, 2004) durch sieben empirisch beobachtbare Kennzeichen beschreibbar: (1) Zeitliche Veränderung der interessierenden Variable; (2) Exponentielle Abnahme über die Zeit; (3) Shift von Familiaritäts- zu Neuheitspräferenzen im Verlauf der Habituation; (4) Habituation an wiederholte Stimuli; (5) Diskriminierbarkeit von Habituationsexemplaren (Itemidentität kann trotz Habituation an Itemklasse in Repräsentation gewahrt bleiben); (6) Selektive Hemmung (stimuluspezifischer Inhibitionsprozess durch Hippocampus); (7) Interaktionen zwischen Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis (Einfluss kortikaler Strukturen/Hippocampus auf subkortikale Prozesse).

Der letztgenannte Aspekt ist für die Kategorisierungsforschung vor allem hinsichtlich der Rolle von kausalem oder funktionalem Objektwissen relevant, um dessen Stellenwert unter Säuglingsforschern eine kontroverse Diskussion geführt wird.

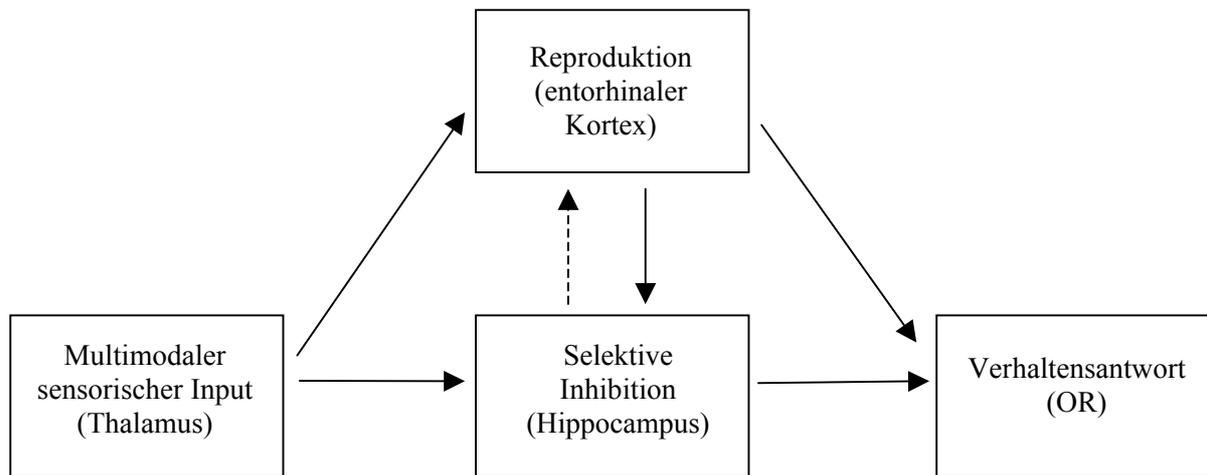


Abbildung 5. Funktionelle Organisation des HAB-Modells von Sirois und Mareschal (2004) (durchgezogene Linien zeigen exzitatorische Verbindungen an, der gestrichelte Pfeil beschreibt einen inhibitorischen Pfad): Der sensorische Input aus dem Thalamus wird in Hippocampus und Kortex verarbeitet, wobei im Kortex eine Repräsentation des Reizes aufgebaut wird, während im Hippocampus gleichzeitig eine selektive Hemmung stattfindet. Beide Instanzen beeinflussen sich dabei gegenseitig: Der Hippocampus hemmt die Weiterleitung bereits verarbeiteter Inhalte an den Kortex, während dieser bekannte Information an den Hippocampus sendet. Der Output beider Systeme beeinflusst das Ausmaß der Orientierungsreaktion (Quelle: Sirois & Mareschal, 2004).

Der große Vorteil des HAB-Modells gegenüber den bisherigen Modellen liegt in der neuropsychologischen Fundierung der postulierten Prozesse sowie der Spezifikation von Kurz- und Langzeitgedächtnisinteraktionen im Netzwerk (vgl. auch Westermann et al., 2007). Damit kann das Modell als Rahmentheorie für viele Felder der Säuglingsforschung dienen und die theoretischen Annahmen zur Erklärung beobachtbaren Verhaltens in neurologische Grundlagen einbetten. Für den Kategorisierungsbereich schlagen Sirois und Mareschal (2004) dies ausdrücklich vor (vgl. z.B. das konnektionistische Kategorisierungsmodell von Mareschal & Quinn, 2001); jedoch liegen bisher noch kaum Studien dazu vor. Während auf diese Weise die zugrunde liegenden Mechanismen der im Experiment gefundenen Habituationsleistung zunehmend genau spezifiziert werden können, bietet das HAB-Modell keine neue Antworten auf die kognitiven Prozesse, die der Kontinuität von frühkindlichen

Aufmerksamkeitsleistungen und späterer Intelligenz zugrunde liegen; interindividuelle Unterschiede werden kaum thematisiert.

Bei allen Vorteilen und breiten Anwendungsmöglichkeiten ist auch das HAB-Modell ein „1960s-inspired model“, das letztlich auf „basic Sokolovian principles“ beruht (Sirois, persönliche Kommunikation, Juni 2006). So bietet auch dieses Neueste der Netzwerkmodelle bei aller formalen und neuropsychologischen Spezifikation inhaltlich nur wenig Erweiterung über das Sokolovsche Komparatormodell hinaus. McCalls Aussage (1994, S. 108), „progress has advanced little beyond the general orienting reflex model proposed 30 years ago by Sokolov“, ist auch heute noch eine im Wesentlichen zutreffende Beschreibung der theoretischen Modellvorstellungen.

### 3.10 Lerntheorie

Habituation ist von einigen Autoren auch als Prozess der operanten Konditionierung interpretiert worden. So beziehen sich Malcuit, Pomerleau und Lamarre (1988) vor allem auf die blickkontrollierte (infant-control) Habituationsprozedur, bei welcher der Säugling die Länge der Reizdarbietungen selbst bestimmt. Der Standardreiz wird dabei nur so lange präsentiert, wie er vom Säugling angeschaut wird, und die Habituationsphase wird beendet, wenn die Blickzeit für den Standardreiz ein bestimmtes Kriterium unterschritten hat. Malcuit et al. verstehen diese Situation als operantes Lernen, wobei der Stimulus den Verstärker darstellt und die Blickzuwendung das verstärkte Verhalten. Der Standardreiz gilt als Belohnung, da er eine neue und interessante Stimulation beinhaltet. Im Laufe der Habituation verliert der Reiz jedoch diese belohnenden Eigenschaften, so dass das Fixationsverhalten nicht mehr verstärkt wird und daher nachlässt. Erst ein neuer Reiz ist wieder belohnend genug, um eine verstärkte Blickzuwendung auszulösen (Neuheitsreaktion in der Dishabituationsphase).

Die Argumentation von Malcuit et al. ist nur unzureichend durch experimentelle Befunde gestützt und von einer Vielzahl von Autoren kritisiert worden (vgl. Kavšek, 2000b). So verweist Slater (1988) darauf, dass Habituation und operantes Lernen nicht ohne weiteres gleichzusetzen seien. Schließlich ginge es beim operanten Lernen darum, die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Verhaltens durch Verstärkung zu erhöhen, während bei der Habituation das verstärkte Verhalten ganz im Gegenteil abfalle, was auf unterschiedliche zugrunde liegende Mechanismen hindeute. Pêcheux (1988) diskutiert die sich aufdrängende

Frage, was denn eigentlich den Verstärkungswert eines Stimulus bedinge. So könne ein Reiz durchaus deswegen interessant sein, weil er kognitive Aktivität stimuliere. Nach McCall (1988) kann der Verstärkungswert eines Stimulus nur dann nachlassen und sich in reduziertem Blickverhalten äußern, wenn ein Lernprozess vonstatten geht, in dessen Folge der Reiz als zunehmend uninteressant *bewertet* wird. Ein solcher Lernprozess impliziert jedoch die Enkodierung bestimmter Stimuluseigenschaften, wobei man schließlich wieder bei Sokolovs Modell angelangt sei. Wenn Malcuit et al. die Beteiligung von kognitiven Vorgängen am Habitationsgeschehen auch gar nicht explizit ausschließen, so bleibt ihr Ansatz doch beschränkt auf die blickkontrollierte Habitationsprozedur; für andere Habituationstechniken sowie für den Vorgang der Dishabituation postulieren auch diese Autoren kognitive Vergleichsprozesse im Sinne des Komparatormodells.

### **3.11 Adaptive Funktion**

Schließlich ist das Phänomen der Habituation auch aus evolutionärer Perspektive betrachtet worden. So betont Rovee-Collier (1988) die funktionale Bedeutung der Habitationsfähigkeit für das Individuum. Schließlich stellt die Möglichkeit zur Habituation eine wichtige und auch schützende Fähigkeit eines Individuums zur Selbstregulation dar. Während diese Herangehensweise zunächst keinen theoretischen Rahmen für eine detaillierte Analyse und Interpretation von Habitationsleistungen bietet, verweist die funktional-adaptive Perspektive auf die Bedeutung der dargebotenen Stimuli bzw. der Interaktion zwischen Stimulus und Individuum (vgl. Colombo & Mitchell, 1990). Die Wirkung der experimentell präsentierten Stimuli ist in der Säuglingsforschung vor allem dann zu berücksichtigen, wenn die dargebotenen Reize in ihrer emotionalen Valenz variieren und somit je nach Paradigma (z.B. Still-Face-Prozedur, Darbietung sehr intensiver Stimuli) und Regulationsfähigkeiten des Kindes (z.B. Temperament) unterschiedliche Gewöhnungsreaktionen hervorrufen können bzw. sollen (vgl. z.B. Kagan & Saudino, 2001; Vonderlin, Pahnke, & Pauen, submitted; Weinberg & Tronick, 1996).

### **Zusammenfassung**

Die Modelle zur Habituation teilen sich in mehrere theoretische Ansätze auf: Die beiden bekanntesten Habituationstheorien sind das kognitive oder Komparatormodell und die Zwei-Prozess-Theorie. Während das Komparatormodell und seine informationsverarbeitungstheoretischen Weiterentwicklungen Habituation als das Ergebnis eines Prozesses der Reizenkodierung ansehen (abnehmendes Interesse bei zunehmender Konkordanz von Habituationsreiz und Reizrepräsentation), postuliert die Zwei-Prozess-Theorie neben einem reizspezifischen Habituationsprozess den dazu gegenläufigen Prozess der Sensitivierung, eine Aufmerksamkeitssteigerung aufgrund der allgemeinen Aktivierung des Organismus bei Darbietung eines neuen oder intensiven Reizes. Beide Ansätze sind in neueren Modellen wie der dynamischen Feldtheorie oder konnektionistischen Netzwerkmodellen zu integrieren versucht worden, wobei auch Bezüge zu neurowissenschaftlichen Erkenntnissen hergestellt wurden. Während dabei Habituationsverläufe immer besser simuliert und erklärt werden konnten, blieben die meisten Erklärungsansätze auf spezifische inhaltliche Phänomene beschränkt. Mit Kategorisierungsleistungen beschäftigen sich nur einige der vorhandenen Theorien; ein umfassendes Modell, das die Fähigkeit zum Aufbau einer kategorialen Repräsentation mit dem Prozess der Habituation an einen einzelnen Reiz vergleicht, liegt bisher nicht vor. Während das kognitive Modell durch vielfältige Studien, z.B. zum visuellen Rekognitionsgedächtnis, Bestätigung erfahren hat, sind die Aussagen der Komparatortheorie in Bezug auf Kategorisierungsleistungen kaum überprüft. Das folgende Kapitel beleuchtet offene Fragen zum möglichen Zusammenhang der Habituationsprozesse in beiden Aufgabenarten und konkretisiert den Ansatz der eigenen Studie.

*„The assumed theoretical process will necessarily have a tie with performance which reflects (in theory) the magnitude of the process.“*

(Underwood, 1975, S. 130)

## **KAPITEL 4**

### **PROZESS-PERFORMANZ-BEZÜGE IM KOGNITIVEN MODELL**

Das folgende Kapitel diskutiert Annahmen des kognitiven Modells zum Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsleistungen innerhalb und zwischen verschiedenartigen Habitationsaufgaben (Prozess-Performanz Bezüge). Vor dem Hintergrund verschiedener Erklärungsmodelle zur Kontinuität frühkindlicher kognitiver Fähigkeiten werden offene Fragen bezüglich der Prozesse thematisiert, die der beobachtbaren individuellen Variabilität in Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben zugrunde liegen.

#### **4.1 Das kognitive Modell der Informationsverarbeitung im Säuglingsalter**

Zur Erklärung der empirisch gefundenen individuellen und Altersunterschiede im Aufmerksamkeitsverhalten junger Säuglinge sind verschiedene theoretische Modelle herangezogen worden (vgl. Kapitel 1 und 3). Die bekannteste und am weitesten verbreitete Habituationstheorie ist das kognitive Modell oder Komparatormodell (basierend auf Sokolov, 1963). Dieses Modell und seine Weiterentwicklungen führen das Habitations- und Dishabitationsverhalten auf Informationsverarbeitungsprozesse zurück (siehe Kapitel 3): So wird davon ausgegangen, dass bei wiederholter Darbietung eines Reizes eine interne Repräsentation dieses Reizes aufgebaut wird und die beobachtbare Aufmerksamkeitsabnahme Folge eines Abgleichprozesses zwischen dieser Repräsentation und dem dargebotenen Reiz ist. Je vollständiger die Repräsentation, desto größer die Übereinstimmung mit dem Standardreiz und desto weniger Aufmerksamkeitszuwendung erfolgt (Habituation). Bei Darbietung eines neuen Reizes ergibt der Vergleichsprozess hingegen eine Diskrepanz zwischen der aufgebauten Repräsentation und dem neuen Stimulus, wodurch sich die

Blickzuwendung reaktiviert (Dishabituation). Somit liegen dem Habituations-Dishabituationsgeschehen mehrere kognitive Komponenten zugrunde: Die Fähigkeit zur schnellen Enkodierung eines Reizes (Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit), die Fähigkeit, diese Reizrepräsentation über einen gewissen Zeitraum – in der Regel bis zum nächsten Darbietungsdurchgang - zu erinnern und abzurufen (Gedächtnis), sowie die Fähigkeit zum Abgleich von Reiz und Gedächtnisinhalt (Diskriminationsfähigkeit) (vgl. 3+2-Komponentenmodell von Kavšek, 2000b; Kapitel 3.3).

Während die Schnelligkeit der Habituation (bzw. des Repräsentationsaufbaus) vor allem als Indikator der *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* verstanden wird, interpretiert man das Ausmaß der Dishabituation eher als Indikator des *diskriminativen Gedächtnisses* (Unterscheidungsleistung). Führt man sich die Logik einer klassischen sequentiellen Habituationsaufgabe vor Augen (mehrfache Wiederholung eines Reiz, dann Darbietung eines neuen Reizes) wird jedoch deutlich, dass beide Prozesse in beiden Phasen (Habituations- und Dishabituationsphase) gebraucht werden. So kann keine Habituation stattfinden, ohne dass über einen Abgleichprozess *kein* bzw. ein nur noch geringer Unterschied zwischen Repräsentation und Reiz festgestellt worden wäre. Ebenso sollte keine Dishabituation stattfinden können, ohne dass der vorherige Reiz hinreichend enkodiert worden wäre; andernfalls könnte der neue Reiz gegen kein inneres Modell abgeglichen werden, und die reaktivierte Blickzuwendung für den Dishabituationsreiz könnte statt einer vergleichenden Diskriminationsleistung eine schlichte A-Priori-Präferenz anzeigen (welche keine innere Repräsentation voraussetzt).

Aufgrund dieser Überlegungen sollte, insbesondere bei begrenzter Habitationsdauer (Zeit, die zur Enkodierung zur Verfügung steht), ein Zusammenhang zwischen Habitations- und Dishabituationsleistung bestehen. Dabei stellt sich das grundsätzliche Problem, die Höhe dieses Zusammenhangs quantitativ einzuschätzen (vgl. Abschnitte 4.2, 4.5ff). Versteht man die postulierten kognitiven Komponenten weiterhin als generelle geistige Fähigkeiten, die allgemein bei der Gewöhnung und Unterscheidung von Reizen eine Rolle spielen, so sollten auch Zusammenhänge von Aufmerksamkeitsleistungen zwischen verschiedenen Habitationsaufgaben zu beobachten sein, sofern diesen ähnliche Verarbeitungsprozesse zugrunde liegen. Ein mögliches Rahmenmodell zur Einbettung solcher Prozess-Leistungs-Zusammenhänge bietet die Prozess-Performanz-Theorie von Underwood (1975).

## 4.2 Das Prozess-Performanz-Rahmenmodell

Underwood stellte 1975 ein allgemeines Rahmenmodell (Process-Product Framework) zur Theorieentwicklung vor, in welchem er die Rolle individueller Unterschiede für die Formulierung theoretischer Prozesse besonders betonte. So zeichne sich Theoriebildung dadurch aus, dass bestimmte zugrunde liegende *Prozesse* zur Erklärung beobachtbaren Verhaltens angenommen werden. Dabei komme dem angenommenen Prozess eine umso größere Aussagekraft zu, je besser individuelle Unterschiede im Verhalten erklärt werden könnten: “In choosing theoretical processes if at all possible choose at least one which has some possibility of yielding an individual-differences interpretation” (Underwood, 1975, S.132). Weiterhin ist es nach Underwood zentral, dass die Gültigkeit des postulierten Prozesses überprüfbar ist, indem Zusammenhänge mit dem aus diesem Prozess entstehenden *Produkt* getestet werden können. So sollte der angenommene Prozess notwendigerweise einen Bezug zu einer manifesten Leistung aufweisen, die das Ausmaß dieses Prozesses erfasst: „The assumed theoretical process will necessarily have a tie with performance which reflects (in theory) the magnitude of the process” (Underwood, 1975, S. 130).

Diese Idee des Zusammenhangs zwischen latentem Prozess und manifesten Produkt lässt sich auf den Bereich frühkindlicher Aufmerksamkeits- und Lernprozesse übertragen (vgl. Colombo, 2004; Colombo & Mitchell, 1990), wo sich die Interpretation visueller Habituation als Informationsverarbeitungsprozess (“a central measure of early stimulus encoding and processing”, Colombo & Mitchell, 1990, S. 194) weitgehend durchgesetzt hat. Mithin sollten sich individuelle Differenzen im Reizverarbeitungsprozess auch in individuellen Unterschieden in den entstehenden kognitiven Produkten widerspiegeln. Eine solche Vorhersage geistiger Leistungen aus dem Habitationsgeschehen im Sinne einer Übereinstimmungsvalidität kann auf unterschiedlichen Ebenen erfolgen: (1) der konkurrenten (gleichzeitigen) und (2) der prädiktiven Vorhersage (vgl. auch Kavšek, 2000b). So betont Rolfe (1994, S. 68): “The ability of the infant to process information is a key ingredient of intelligent behaviour both presently and in the future.”

Zunächst soll diskutiert werden, welche Maße sich im Sinne einer konkurrenten Vorhersage eignen könnten. So erlaubt die Untersuchung von Informationsverarbeitungsprozessen im Säuglingsalter, speziell von Zusammenhängen verschiedener Aufmerksamkeitsmaße, die Prüfung von Vorhersagen des Komparatormodells. Laut Komparatortheorie spiegelt das Aufmerksamkeitsverhalten während einer visuellen Habitationsaufgabe den Prozess der Enkodierung eines Stimulus wider. Während der Habituation wird somit

Information über den Reiz aufgenommen, eine basale Form des Lernens. Die Habituationsleistung sollte daher mit dem Ergebnis dieser Lernleistung zusammenhängen, d.h. mit der Dishabituation auf einen im Vergleich zum gelernten Stimulus neuen Reiz: „Attentional measures should therefore correlate with independent measures of how well, how much, or how quickly that stimulus has been processed” (Colombo & Mitchell, 1990, S. 212).

Wenn sich also individuelle Differenzen im Verarbeitungsprozess auch im dabei entstehenden Produkt äußern, so sollten schnell habituierte Kinder auch eine gute Dishabituationsleistung zeigen. Damit sollte eine Übereinstimmung zwischen latentem Konstrukt und manifester Testleistung zu beobachten sein, wie in einer klassischen kriteriumsbezogenen Validitätsprüfung zu erwarten (vgl. Kavšek, 2000b). Schließlich sollte aus dem komparatortheoretisch postulierten Vergleich zwischen dargebotenen Reiz und innerem Reizmodell eine umso größere Diskrepanz resultieren, je mehr vom Standardreiz bereits enkodiert wurde. Damit sollte die Stärke der Reaktivierung der Aufmerksamkeit (Ausmaß der Dishabituation) mit der Stärke der Habituation zusammenhängen. Allerdings sind aus dem kognitiven Modell keine genauen Aussagen über die Höhe dieses Zusammenhangs abzuleiten. Während eine Dishabituation ohne vorherige Enkodierungsleistung nicht möglich sein sollte (keine Korrelation von 0), ist eine Erneuerung der Orientierungsreaktion durchaus denkbar, wenn erst Teilelemente des Standardreizes verarbeitet wurden und der Dishabituationsreiz *in Teilen* als nicht überstimmend erkannt wird (keine Korrelation von 1). Der genaueren Quantifizierung des erwarteten Wertes zwischen 0 und 1 kann sich einerseits durch empirische Studien (vgl. Abschnitt 4.3), andererseits durch weitere theoretische Überlegungen angenähert werden (vgl. Abschnitte 4.5 sowie Kapitel 5).

Neben einem Zusammenhang zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung sollte sich die Habituationsleistung, wenn diese einen Prozess allgemeiner Enkodierungskapazität abbildet, auch in der Performanz anderer Habituationsaufgaben widerspiegeln; auf diesen Aspekt wird in Kapitel 5.1 näher eingegangen. Schließlich liegt es auch nahe, dass die Fähigkeit zur visuellen Reizenkodierung sich auf die Leistung in anderen Säuglingsparadigmen auswirkt, die eine Verarbeitung visueller Information erfordern. Tatsächlich konnten positive Zusammenhänge zwischen Habitationsverhalten und der Lernleistung in Paradigmen der visuellen operanten Konditionierung (z.B. Hayes, Ewy, & Watson, 1982), visuellen Behaltens- und Transferleistungen (Mitchell & Colombo, 1989, zitiert nach Colombo & Mitchell, 1990) sowie dem Verhalten in Spielsituationen im ersten und zweiten

Lebensjahr (z.B. Kagan & Lewis, 1965; Pêcheux & Lécuyer, 1983; Riksen-Walraven, 1978) beobachtet werden (vgl. Überblick bei Colombo & Mitchell, 1990; Kavšek, 2000b).

Da die vorliegende Arbeit sich auf die Untersuchung visueller Habituations-/ Dishabituationsleistungen bei Kindern im ersten Lebensjahr konzentriert, soll im Folgenden ausführlich auf Befunde zum konkurrenten Zusammenhang zwischen Habituations- und Dishabituationsverhalten eingegangen werden; im Anschluss werden prädiktive Bezüge zwischen frühkindlichem Blickverhalten und späteren geistigen Leistungen erörtert (vgl. auch Kapitel 1).

### **4.3 Konkurrente Vorhersage geistiger Leistungen**

Zum Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsleistungen liegen eine Reihe bestätigender Befunde vor. Die Arbeitsgruppe um John Colombo untersuchte die Dishabituationsleistungen von Kindern, die wenig Blickzeit während der Habituationsphase aufwenden (short lookers) und Kinder, die den Habituationsstimulus sehr lange anschauen (long lookers). Hierbei zeigten die kurz fixierenden Kinder in verschiedenen Paradigmen eine deutlich bessere Rekognitionsleistung als die lang fixierenden Kinder (Colombo, Mitchell, Coldren, & Freeseaman, 1991; Colombo, Mitchell, & Horowitz, 1988; Colombo, Richman, Shaddy, Greenhoot, & Maikranz, 2001; Freeseaman, Colombo, & Coldren, 1993; s. auch S. A. Rose, Feldman, & Jankowski, 2003); die Höhe der Korrelation von Habituations- und Dishabituationsleistung bewegte sich bei Colombo et al. (1988) zwischen .36 bis .41.

Besonders stark zeigte sich der Vorteil für die kurz schauenden Kinder, wenn die zugestandene Habituationszeit verkürzt wurde: In diesem Fall zeigten nur noch die kurzen Fixierer eine Neuheitsreaktion, während die langen Fixierer den bekannten und den neuen Reiz nicht diskriminieren konnten (Colombo, Mitchell, Coldren, & Freeseaman, 1991; Colombo, Mitchell, & Horowitz, 1988). Dieser Befund entspricht der Vorhersage des kognitiven Modells, wonach Säuglinge, die visuelle Reizinformationen schnell verarbeiten können, auch in der Lage sein sollten, einen Reiz in kürzerer Habitationsdauer ausreichend zu enkodieren, um im Test eine Unterscheidungsleistung zwischen bekanntem und neuem Reiz zeigen zu können. Dagegen ist es für langsamer verarbeitende Kinder schwieriger, innerhalb einer begrenzten Zeit eine Reizrepräsentation aufzubauen; die Enkodierung ist somit am Ende der Familiarisierungsphase noch nicht abgeschlossen, was in der Testphase zu

einer Null- oder sogar einer Familiaritätspräferenz führen kann, wenn nämlich der noch nicht vollständig enkodierte Reiz noch weiter verarbeitet wird (vgl. Kapitel 3.3).

Auch die Arbeitsgruppe um Marc Bornstein hat den Zusammenhang zwischen Habituations- und Dishabituationsreaktionen untersucht. Bornstein und Ruddy (1984) fanden bei vier Monate alten Säuglingen eine Korrelation von .45 zwischen der Stärke des Nachlassens der Aufmerksamkeitszuwendung über 15 Habitationsdurchgänge und der Stärke der Dishabituation. Bornstein und Tamis-LeMonda (1994) habituierten fünf Monate alte Säuglinge in einem blickkontrollierten Paradigma mit konsekutiver Reizdarbietung; auch die Testphase war sequentiell gestaltet (vier Durchgänge, in denen der Dishabitationsreiz jeweils mit dem Standardreiz abwechselte). In dieser Studie fand sich eine negative Korrelation von -.39 zwischen der Gesamtblickzeit in der Habitationsphase und der Dishabituation auf den neuen Reiz, d.h. kürzer fixierende Kinder zeigten eine stärker ausgeprägte Neuheitsreaktion.

Auch für Paradigmen mit festgelegter Darbietungszeit (fixed-trial) konnten Unterschiede zwischen langsamen und schnellen Habituerern belegt werden. So fanden z.B. McCall (1973; McCall & Kagan, 1970) und Miller (1972) eine bessere Diskriminationsleistung von kurz fixierenden und schnell habitierenden Kindern im Vergleich zu Langzeitfixierern und langsamen Habituerern. Vergleichbare Vorteile für schnelle Habituerer fanden McCall, Kennedy und Dodds (1977) auch unter infant-control Bedingungen (vgl. auch Colombo & Mitchell, 1990; Kavšek, 2000b; Slater, 1995).

Die genannten Befunde stehen im Einklang mit der Annahme des Komparatormodells, dass der der Habituation zugrunde liegende Prozess (hier: Enkodierung und Repräsentationsbildung) mit einem Maß für das dadurch entstehende Produkt zusammenhängen sollte, in diesem Fall dem Auftreten oder dem Ausmaß der Dishabituation als Indikator für die Vollständigkeit der aufgebauten Repräsentation. Allerdings gipfelt eine schnelle Habituation nicht immer in einer ausgeprägten Dishabituation. So fand z.B. DeLoache (1976) keinen Zusammenhang zwischen der Habitations- und der Dishabituationsleistung. Auch Kavšek berichtet von fehlenden Bezügen dieser Leistungen in eigenen Stichproben (persönliche Kommunikation, Januar 2007).

Eine Erklärung dieser Widersprüche könnte in der methodischen Vorgehensweise der einzelnen Studien liegen. So stellt sich die Frage, welche Maße für Habituation und Dishabituation verwendet wurden und in welcher Prozedur diese Maße was erfassen. Wird z.B. ein vollständig blickkontrolliertes Design angewendet, in dem alle Kinder bis zum Erreichen eines bestimmten Kriterium habituiert werden, so sollten auch alle Kinder eine

hinreichende Repräsentation des dargebotenen Reizes aufgebaut haben und folglich mit gleichen Bedingungen in die Testphase eintreten, d.h. den neuen Reiz als neu erkennen können, sofern die Stimuli prinzipiell von der betreffenden Altersgruppe zu diskriminieren sind. Tatsächlich finden sich bei vollständiger Habituation aller Kinder kaum oder keine Unterschiede im Ausmaß der Dishabituation zwischen schnellen und langsamen Habituierten, wie z.B. in der Studie von DeLoache (1976); teilweise zeigen langsame Habituierte sogar längere Blickzeiten für den Dishabituationsstimulus (McCall, Hogarty, Hamilton, & Vincent, 1973).

Einen weiteren Ansatz zur Erklärung der widersprüchlichen Befunde bietet die *Diskrepanzhypothese* (McCall, Kennedy, & Appelbaum, 1977; Kavšek, 2000b). So fällt die Neuheitsreaktion bei Säuglingen generell umso größer aus, je stärker sich Standardreiz- und Testreiz voneinander unterscheiden; eine empirische Beobachtung, die auch komparatortheoretisch sinnvoll ist (vgl. Kapitel 3). Allerdings ist der Zusammenhang zwischen Dishabituationsstärke und zunehmender Diskrepanz von Standard- und Testreiz nur für langsame Habituierte linear, während er für schnelle Habituierte umgekehrt U-förmig verläuft. So zeigen schnelle Habituierte die größte Neuheitsreaktion bei einer mittelgroßen Abweichung, langsame Habituierte hingegen bei einer maximalen Abweichung des Dishabituationsreizes vom Habituationsstimulus (McCall et al., 1973). Dadurch kann die Fixationszeit für einen stark abweichenden Dishabituationsreiz bei schnell habituierten Kindern tatsächlich geringer ausfallen als bei langsamen Habituierten.

Das Ausweichen vor extremen Diskrepanzen bei schnellen Habituierten interpretiert McCall dabei als ein reifes Reaktionsmuster, ein Entwicklungsvorteil, über den die langsamen Habituierte noch nicht verfügen (McCall, Kennedy & Appelbaum, 1977; Kavšek, 2000b). Diese Annahme passt zur aktivierungstheoretischen Modellvorstellung von Hunter und Ames (1988), die allgemein einen umgekehrt U-förmigen Zusammenhang zwischen Reizkomplexität und Stärke der Blickzuwendung postulieren, wobei zu langweilige oder zu starke Reize weniger Aufmerksamkeit erregen als Reize mittlerer Reizkomplexität. Dieser Idee liegt die Vorstellung zugrunde, dass Organismen ein „optimales“ Erregungsniveau bevorzugen: Unter- oder überschreitet die Stimulation dieses Niveau, so initiiert der Organismus Verhaltensweisen, die zu einer Anhebung bzw. einer Reduktion der Erregung führen (vgl. Berlyne, 1960; Hebb, 1955; Kavšek, 2000b).

Neben einer effizienteren Reizverarbeitungskapazität scheinen kurz fixierende Kinder ihren lang fixierenden Altersgenossen auch in ihrer Fähigkeit der Aufmerksamkeitssteuerung überlegen zu sein. So zeigen kurze Fixierer mehr Blickbewegungen, wenn sie einen Reiz oder

mehrere Reize betrachten (shift rate), was einen Vorteil für die Enkodierung des Gesamtreizes darstellt (Colombo et al., 2001; Frick, Colombo, & Saxon, 1999; Jankowski, Rose, & Feldman, 2001; S. A. Rose, Feldman, & Jankowski, 2003). Lange fixierende Kinder bleiben hingegen häufig für längere Zeit an einem Reizelement haften, ein Verhalten, das auch als „sticky fixation“ bezeichnet wird (Hood, 1995). Solche langen Blicke können ihre Ursache in der Schwierigkeit haben, den Blick von einem einmal fixierten Ort wieder zu lösen (disengagement ability), ein Verhalten, das für junge Säugling in den ersten Lebensmonaten charakteristisch ist (Colombo, 1995; Colombo et al., 2001, vgl. auch Kapitel 6.7 zur Aufmerksamkeitsentwicklung im ersten Lebensjahr). Inwiefern diese Fähigkeit zur *Aufmerksamkeitsinhibition* das Habitationsverhalten beeinflusst, spielt eine wichtige Rolle für die Interpretation der zugrundeliegenden kognitiven Prozesse (siehe Abschnitt 4.5); insbesondere vor dem Hintergrund der Vorhersagekraft frühkindlicher Aufmerksamkeitsmaße für spätere kognitive Leistungen, auf die im Folgenden eingegangen wird.

#### **4.4 Prädiktive Vorhersage geistiger Leistungen**

Bezüge zwischen Habitations-/ Dishabitationsleistungen mit kognitiven Leistungen wurden weit über das erste Lebensjahr hinaus nachgewiesen (Colombo & Mitchell, 1990; vgl. auch Kapitel 1). So zeigten sich im Längsschnittprojekt von Miller und Kollegen Bezüge zwischen der Habitationsstärke mit vier Monaten und Objekt-Permanenz- und Uzgiris-Hunt-Aufgaben mit 14 Monaten und anderen kognitiven und sprachlichen Leistungen im zweiten bis vierten Lebensjahr (z.B. Miller, Spiridigliozzi, Ryan, Callan, & McLaughlin, 1980). Auch Bezüge frühkindlicher Habitationsleistungen mit den Bayley Scales of Infant Development mit 12 und 24 Monaten wurden beobachtet (Bornstein & Ruddy, 1984; Lewis & Brooks-Gunn, 1981; Ruddy & Bornstein, 1982) sowie Zusammenhänge mit dem Spiel- und Explorationsverhalten (Tamis-LeMonda & Bornstein, 1989).

Schließlich liegt eine Reihe von Längsschnittstudien zum Zusammenhang mit standardisierten Intelligenztests vor. Wie in Kapitel 1 ausgeführt, beträgt die mittlere Korrelation zwischen Habitations-/ Dishabitationsleistungen im Säuglingsalter und späterer Intelligenz etwa .41 (vgl. Bornstein & Sigman, 1987; McCall & Carriger, 1993; Kavšek, 2004a), ein Wert, der die Intelligenzvorhersage anhand traditioneller Entwicklungstests bei weitem überschreitet (z.B. Bayley Scales .04 bis .29; Fagan & Singer, 1983). Diese vergleichsweise hohe Vorhersagekraft der Säuglingsmaße ist erstaunlich, wenn man bedenkt,

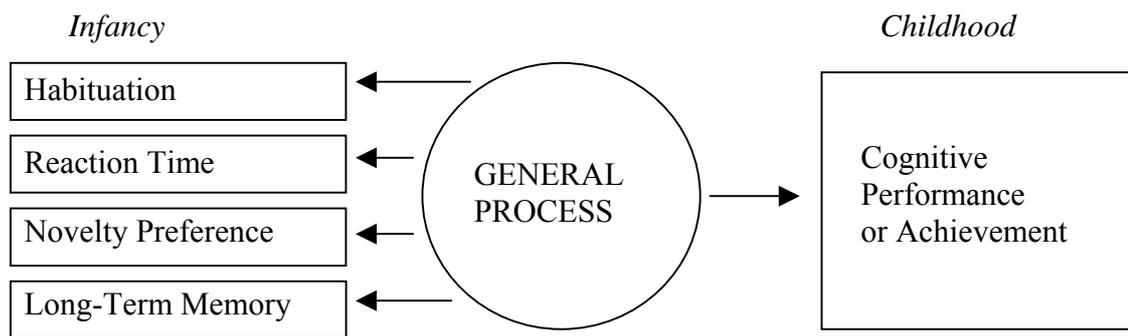
wie komplex die Aufgaben standardisierter Intelligenztests sind und wie einfach dagegen das Blickverhalten, das man im Säuglingsalter erhebt. Während einzelne Untertests in Intelligenztestverfahren selten höher als .60 mit dem Gesamt-IQ korrelieren, können Habitationsmaße durchaus Korrelationswerte in ähnlicher Höhe erreichen (vgl. Kavšek, 2004a; Slater, 1995). Die frühkindlichen Aufmerksamkeitsmaße scheinen damit elementare Prozesse der Informationsverarbeitung zu erfassen, die so etwas wie Bausteine der weiteren Intelligenzentwicklung darstellen bzw. auf Mechanismen beruhen, die auch für spätere geistige Leistungen relevant sind. Im Folgenden sollen Modellvorstellungen zur Erklärung dieser Kontinuität in der kognitiven Entwicklung vorgestellt werden. Welche Rolle die Kategorisierungsforschung dabei spielt, wird in Abschnitt 4.7 behandelt.

#### **4.5 Erklärungsmodelle zur Kontinuität frühkindlicher kognitiver Fähigkeiten**

Die vielfältigen Belege für die Vorhersagekraft frühkindlicher Habitationsmaße für konkurrenente und spätere kognitive Leistungen werfen die Frage auf, was diese Kontinuität kognitiver Performanz vom Säuglings- bis ins Kindesalter bedingt. Nach Colombo und Janowsky (1998) sind zwei Modelle denkbar: So könnte entweder (1) ein allgemeiner Prozess zwischen verschiedenen Aufmerksamkeitsleistungen im Säuglingsalter und später kognitiver Leistung vermitteln, oder (2) multiple Prozesse, die jeweils spezifisch für verschiedenen Säuglingsmaße sind und unterschiedliche Anteile der späteren Performanz bedingen (vgl. Abbildung 6).

Je nachdem, ob z.B. Habituation und Neuheitspräferenzen auf einem gemeinsamen versus auf getrennten Prozesse beruhen, würde man eine Korrelation bzw. keinen Bezug dieser Leistungen erwarten. Andersherum könnte eine genaue Untersuchung der Zusammenhänge von Habitations- und Dishabitationsmaßen in verschiedenen Aufgaben Aufschluss darüber geben, welches Modell besser geeignet ist, frühkindliche kognitive Leistungen zu erklären und welche Rolle diese Fähigkeiten in der weiteren Intelligenzentwicklung spielen könnten.

**GENERAL-PROCESS MODEL**



**MULTIPLE-PROCESS MODEL**

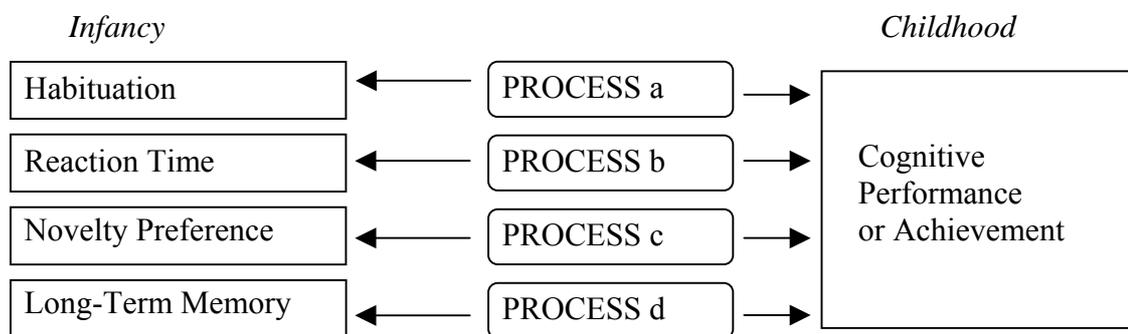


Abbildung 6. Modellannahmen zur Erklärung der Kontinuität frühkindlicher Aufmerksamkeitsmaße mit kognitiven Leistungen in der späteren Kindheit nach Colombo & Janowsky (1998). Das „General-Process Modell“ nimmt einen allgemeinen Prozess an, der die Korrelation der Säuglingsmaße untereinander und mit der späteren kognitiven Performanz vermittelt. Im modularen oder „Multiple-Process Modell“ hingegen liegen verschiedenen Aufmerksamkeitsmaßen im Säuglingsalter jeweils unterschiedliche Prozesse zugrunde; die Maße können daher unkorreliert sein und verschiedene Anteile der späteren kognitiven Leistung vorhersagen.

Das Komparatormodell ist prinzipiell mit beiden Kontinuitätsannahmen der obigen Graphik vereinbar (siehe Abbildung 6). So kämen als ein allgemeiner Prozess, der sowohl dem Habituations- als auch dem Dishabituationsverhalten zugrunde liegt, die *Gedächtnisfähigkeiten* eines Kindes in Frage. Schließlich ist nach Sokolov Habituation die Folge einer sich aufbauenden Gedächtnisspur und Dishabituation das Ergebnis des Abgleichs dieses Engramms mit einem kontrastierenden Reiz. In beiden Fällen spielen Gedächtnisfähigkeiten eine zentrale Rolle, sollte doch ohne die Erinnerung an den bekannten Reiz weder eine Gewöhnung (Habituation) noch ein Erstaunen bei Abweichung von diesem Gedächtnismodell (Dishabituation) auftreten können. Als weiterer singulärer Vermittlungsprozess wäre der von McCall (1994) postulierte allgemeine Faktor der *Aufmerksamkeitsinhibition* denkbar (siehe

Abschnitt 4.6), da die Fähigkeit, den Blick von einem bekannten Stimulus abzuwenden, sowohl die Habituations- als auch die Dishabituationsleistung (zumindest bei paarweiser Reizdarbietung) verbessern sollte.

Auf der anderen Seite betonen Weiterentwicklungen des Komparatormodells wie das 3+2-Komponentenmodell von Kavšek (2000b; Kapitel 3.3) die Bedeutung verschiedener Komponenten der Informationsverarbeitung im Habituations-Dishabituations-geschehen. So sei für die Habituation vor allem die Fähigkeit zur raschen Enkodierung und Aufbau einer Reizrepräsentation von Bedeutung (Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit), während die Dishabituation eher den diskriminativen Vergleich zwischen Reizmodell und neuem Reiz abbilde. Somit stehen für beide Verhaltensweisen entweder (1) die Fähigkeit zur *Enkodierung* (encoding speed) oder (2) die *Unterscheidungsfähigkeit* bzw. Sensitivität für Neues im Vordergrund (visual recognition ability).

Alle genannten latenten Prozesse sind als wichtige Bausteine kognitiver Leistungen in der frühen Kindheit wie im späteren Alter denkbar, so dass beide von Colombo und Janowsky (1998) postulierten Modellstrukturen Gültigkeit beanspruchen können. Die entscheidende Frage besteht darin, *in welchem Ausmaß* welche Prozesse welchen Anteil am Habituations-Dishabituationsgeschehen und an späteren geistigen Leistungen haben, also die Frage der Überlappung bzw. Unabhängigkeit des Einflusses dieser Kompetenzen. Aufschluss können Studien geben, die eine Analyse der Zusammenhänge dieser Maße vornehmen, wobei hohe Interkorrelationen eher auf einen gemeinsamen Faktor hinweisen, niedrige Korrelationen eher getrennte, wenn auch einander beeinflussende Prozesse andeuten.

Bisher liegen Belege für beide Modellannahmen vor. So weisen die moderaten Interkorrelationen verschiedener Säuglingsmaße auf einen gemeinsamen zugrundeliegenden Faktor hin (Colombo, 1993; Colombo & Janowsky, 1998). Auch die Langzeitzusammenhänge zwischen Habituations-/Dishabituationsleistungen und späterer Intelligenz können durch einen allgemeinen Fähigkeitsfaktor, der Kompetenzen in beiden Entwicklungsstufen bedingt, erklärt werden; zumal beispielsweise Neuheitspräferenzen im Säuglingsalter (Fähigkeit zur Reizerkennung) deutlich höher mit der späteren allgemeinen Intelligenz korrelieren als mit parallel zum IQ erfassten rekognitiven Gedächtnisfähigkeiten im Kindesalter (Fagan, 1984b), was eher für einen allgemeinen als für einen sehr spezifischen Vermittlungsprozess (hier: über das Rekognitionsgedächtnis) dieser Stabilität spricht. In Einklang mit dieser Vermutung konnten auch Bornstein & Tamis-LeMonda (1994) vor dem Hintergrund der in ihrer Studie beobachteten Kovariation von Habituations- und Dishabituationsleistung mit fünf Monaten eine latente Variable „Information Processing“

identifizieren, welche durch das Blickverhalten mit zwei Monaten, die mütterliche Responsivität mit fünf Monaten und mütterlichen IQ vorgesagt werden konnte. Allerdings weisen die Autoren darauf hin, dass die Korrelation mit  $-.39$  nur moderat hoch war, was auf zwei getrennte, wenn auch miteinander zusammenhängende Prozesse, hindeuten kann.

Auch für das modulare Modell multipler Vermittlungsprozesse gibt es Evidenz. Hier sind vor allem die beiden Prozesse der *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* und des visuellen *Rekognitionsgedächtnisses* zu nennen, die sowohl in Längsschnittuntersuchungen als auch faktorenanalytisch bestätigt werden konnten. So fand Jacobson (1995; zitiert nach Colombo & Janowsky, 1998) zwei unterschiedliche Faktoren für Blickdauer (+ Reaktionsgeschwindigkeit) und Neuheitspräferenzen. Untersuchungen zum Einfluss pränataler Alkohol- oder PCB<sup>3</sup>-Einwirkung (ein chemisches Teratogen) deuten darauf hin, dass beide Kompetenzen tatsächlich unterschiedliche Fähigkeitskonstrukte erfassen. Dabei zeigten PCB-exponierte Säuglinge geringere Neuheitspräferenzen als nicht exponierte Kontrollkinder, ein Nachteil, den alkoholexponierte Kinder nicht aufwiesen; dagegen ergaben sich für Kinder, die in der Schwangerschaft massivem Alkoholeinfluss ausgesetzt waren, im Vergleich zur Kontrollgruppe längere Blick- und Reaktionszeiten, während die Fixationsdauern der PCB-Kinder unauffällig waren (J. L. Jacobson, 1995; S. W. Jacobson, Fein, Jacobson, Schwartz, & Dowler, 1985; S. W. Jacobson et al., 1992; S. W. Jacobson, Jacobson, Sokol, Martier, & Ager, 1993). Auch Rose und Feldman (1997; Rose, Feldman & Jankowski, 2003; 2005) plädieren für ein modulares Modell, nachdem sie die Korrelationen zwischen visuellen Rekognitionsfähigkeiten im Säuglingsalter und verschiedenen Sprach- und Denkleistungen mit 11 Jahren nicht auf einen einzelnen „speed-of-processing“-Faktor zurückführen konnten (siehe auch Colombo & Janowsky, 1998).

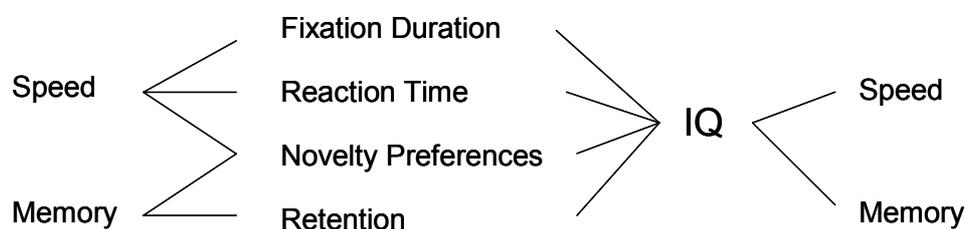


Abbildung 7. Colombos (1993) Zwei-Faktoren-Modell der Entwicklungskontinuität kognitiver Fähigkeiten. Nach Colombo beruhen verschiedene Maße der Denkentwicklung im Säuglingsalter auf den beiden Faktoren Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung (speed of processing) und Gedächtnisfähigkeiten (memory). Diese beiden Faktoren werden als zentrale Komponenten der späteren Intelligenz auch durch die Messung mit standardisierten Intelligenztestverfahren in der Kindheit erfasst (Quelle: Colombo, 1993).

<sup>3</sup> PCB = polychlorierte Biphenyle, giftige und krebserregende chemische Chlorverbindungen.

Die beiden gut belegten kognitiven Komponenten Geschwindigkeit und Gedächtnis wurden von John Colombo (1993) in einem Zwei-Faktoren-Modell zur Erklärung der Entwicklungskontinuität kognitiver Fähigkeiten aufgegriffen (vgl. Abbildung 7); jedoch schließt Colombo die Existenz eines allgemeinen zugrundeliegenden Prozesses nicht aus, wenn auch „the current trend of investigation“ derzeit in Richtung multipler Faktoren weise (Colombo & Frick, 1999, S. 56). Um zur Ausrichtung der Wegweiser in diesem Forschungsfeld beizutragen, erscheint es daher sinnvoll, den Zusammenhang verschiedener Habituations- und Dishabituationsmaße im Säuglingsalter genauer zu untersuchen und dabei einen Vergleich von Aufmerksamkeitsleistungen sowohl innerhalb als auch zwischen verschiedenen Habituationaufgaben vorzunehmen.

Zuvor soll jedoch noch ein dritter, dem Habitationsgeschehen möglicherweise zugrundeliegender Prozess diskutiert werden, der von McCall (1994; McCall & Mash, 1995) als Alternative zum Konzept der Informationsverarbeitungskapazität postuliert wurde: die Fähigkeit zur Inhibition von Aufmerksamkeit. Während bereits Sokolovs Modell einen Inhibitionsprozess beinhaltet (vgl. Kapitel 3, sowie Abschnitt 4.6 unten), versucht McCall, sein Inhibitionskonstrukt unabhängig von Informationsverarbeitungsfähigkeiten zu interpretieren.

#### **4.6 Aufmerksamkeitsinhibition versus Informationsverarbeitungskapazität**

McCall (1994) stellt neben den Faktoren Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und Gedächtnis noch einen dritten Faktor zur Diskussion, nämlich die Fähigkeit zur *Aufmerksamkeitsinhibition*. So postuliert McCall, dass die beobachtbare Habituation weniger mit der zunehmenden Enkodierung des Habitationsreizes zu erklären sei, als durch die Fähigkeit eines Säuglings, die Aufmerksamkeit von einem zunehmend vertrauten Stimulus wieder abzuwenden. Hierbei steht nicht die Verarbeitung neuer Information im Vordergrund, sondern der Umgang mit bekannter Information, nämlich „how the infant and child deal with familiar information, low-salient stimuli, and information irrelevant to a particular task“ (McCall & Mash, 1995, S. 42).

Tatsächlich hängen Schwierigkeiten mit der Abwendung und Verteilung von Aufmerksamkeit (attention disengagement) mit einer weniger guten Rekognitionsleistung zusammen, gleichzeitig sind Blickdauer und Aufmerksamkeitssteuerung korreliert: Typischerweise zeigen kurz fixierende Kinder mehrere Blickverschiebungen (shifts of

attention) und eine bessere Dishabituationsleistung, während lang fixierende Kinder weniger Blicke und damit weniger Verschiebungen der Aufmerksamkeit aufweisen (Colombo et al., 2001; Frick et al., 1999; Jankowski et al., 2001; Rose et al., 2003; vgl. Abschnitt 4.3). Hierbei bleibt zunächst unklar, ob die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsabwendung eine bessere Informationsverarbeitung bedingt, oder ob eine schnellere Informationsverarbeitung die Abwendung von bekannten Reizelementen erleichtert. Die Studie von Jankowski, Rose & Feldman (2001) deutet darauf hin, dass es sich um zwei voneinander unabhängige Fähigkeiten handelt, wobei eine experimentell induzierte breite Aufmerksamkeitsverteilung die Verarbeitungsleistung steigern kann. In dieser Studie verbesserte sich die Rekognitionsleistung von lang fixierenden Kindern deutlich, nachdem ihre Aufmerksamkeit durch wechselnde Beleuchtung auf verschiedene Elemente des Habituationsreizes gelenkt wurde, so dass die zuvor beobachteten Unterschiede zwischen kurz und lang fixierenden Kindern verschwanden. Trotzdem bleibt ungeklärt, warum lang fixierende Kinder dieses Verhalten nicht von sich aus zeigen. Gründen die langen Fixationen in mangelnder Inhibition oder in langsamer Informationsverarbeitung?

Untersuchungen, in denen das Blickverhalten anhand der Herzrate in Aufmerksamkeitsphasen unterschiedlicher Verarbeitungsintensität unterteilt wird (vgl. Richards & Casey, 1992), zeigen, dass lange Fixierer zwar mehr Zeit in der Phase der Aufmerksamkeitsabwendung (attention termination) verbringen, was auf Inhibitionsschwierigkeiten hindeutet, gleichzeitig verbringen sie aber erstaunlicherweise auch mehr Zeit in der Phase fokussierter Aufmerksamkeit (sustained attention) als kurze Fixierer (Colombo et al., 2001), wobei sie im Anschluss eine schlechtere Rekognitionsleistung zeigen. Die Länge der Sustained-Attention-Phase scheint demnach nicht unbedingt die Qualität der darin stattfindenden Informationsverarbeitung zu indizieren. Gleichzeitig erwies sich nur der Anteil der Abwendungsphase als prädiktiv für die Rekognitionsleistung.

Die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsabwendung scheint somit eine wichtige Variable im Habituations-Dishabituationsgeschehen zu sein, ist allerdings noch nicht klar von der Informationsverarbeitungskapazität abzugrenzen. Schließlich postulierte bereits Sokolov einen Inhibitionsprozess im Aufmerksamkeitsverhalten, der mit der Repräsentationsbildung während der Reizenkodierung eng zusammenhängt: So wirkt das entstehende innere Reizmodell wie ein Filter für die Ausprägung der Orientierungsreaktion, wobei der Grad der Vollständigkeit des Engramms den Grad der Inhibition der Aufmerksamkeit steuert und die Aufmerksamkeitszuwendung zunehmend blockiert (vgl. Kapitel 3.2 zum Komparatormodell). Wenn McCall Aufmerksamkeitsinhibition als Fähigkeit zur Abwendung von „low-salient,

familiar, and irrelevant stimuli“ definiert (McCall & Mash, 1995, S. 50), drängt sich die Frage auf, wann und wie der Organismus bemerkt, dass ein gegebener Reiz bekannt ist, wenn nicht vorher ein Verarbeitungsprozess stattgefunden hat; so befindet auch McCall (1994, S. 110): „Encoding is necessary“.

#### **4.7 Individuelle Variabilität in Kategorisierungsaufgaben**

In der Diskussion um die Prozesse, die dem Habituationsgeschehen zugrunde liegen und die Stabilität zwischen frühkindlichen Aufmerksamkeitsleistungen und späterer Denkentwicklung vermitteln, tauchen Kategorisierungsstudien bisher so gut wie gar nicht auf. Dabei ist es für die Frage, wie viele Prozesse am Habituationsgeschehen beteiligt sind bzw. wie allgemein z.B. die Fähigkeit zur Reizverarbeitung schon in der frühen Kindheit ausgeprägt ist, von großem Interesse, das Aufmerksamkeitsverhalten in möglichst verschiedenartigen Habituationaufgaben zu untersuchen. Da Kategorisierungsaufgaben auf dem allgemeinen Habituationparadigma beruhen, gleichzeitig aber eine komplexere kognitive Leistung erfordern als einfache Diskriminationsaufgaben zwischen zwei Reizen, kann die Diskussion um die Struktur frühkindlicher kognitiver Fähigkeiten und deren Weiterentwicklung bis zur späteren Intelligenz von der Einbeziehung kategorialer Aufgaben profitieren. Gleichzeitig könnte sich unser Verständnis von Kategorisierungsprozessen im ersten Lebensjahr durch die Analyse interindividueller Unterschiede, z.B. der Habituationsleistung von Kategorisierern und Nicht-Kategorisierern, vertiefen.

Dabei ist auch hier die Auswahl der speziellen Habitationsprozedur und der Aufmerksamkeitsmaße (z.B. der Subgruppenkriterien) für die Auswertung der Bezüge zwischen Habitations- und Dishabitationsleistungen relevant. Für den Bereich der Kategorisierungsforschung liegt eine solche Analyse individueller Habitations- und Dishabitationsleistungen, die unterschiedliche Maße und experimentelle Prozeduren berücksichtigt, bisher nicht vor. Zwar gibt es Ansätze, den Einfluss der verwendeten Methode auf die Kategorisierungsleistung zu untersuchen (z.B. Oakes & Ribar, 2005; Pauen & Pahnke, 2004; Pauen & Träuble, submitted); diese beschäftigen sich bisher jedoch vornehmlich mit Gesamtgruppeneffekten und kaum mit der Analyse interindividueller Differenzen.

Eine Ausnahme bildet die Untersuchung von Arterberry und Bornstein (2002). Die Autoren untersuchten 3, 5, 6 und 9 Monate alte Säuglinge in insgesamt dreizehn Studien zur Kategorisierung von Tieren und Fahrzeugen sowie von Gesichtsausdrücken; wobei in der

Habituationsphase die kategorialen Exemplare konsekutiv und blickkontrolliert vorgegeben wurden, während die Testphase entweder konsekutiv oder paarweise gestaltet war. Dabei wurden verschiedene Informationsverarbeitungsvariablen identifiziert, welche die Wahrscheinlichkeit, als „Kategorisierer“ klassifiziert zu werden, beeinflussten. Als Cut-off diente ein Kriterium, welches die Abweichung der Neuheitspräferenz vom Zufallswert (.50) und die Standardabweichung der Stichprobe einbezog.

Arterberry und Bornstein stellten fest, dass die Anzahl der Habitationsdurchgänge und die Dauer des längsten Blicks während der Habituation die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Kategorisierung erhöhten, die Dauer der Gesamtblickzeit hingegen die Kategorisierungswahrscheinlichkeit verringerte. Während das letztgenannte Ergebnis zum oben beschriebenen Befund der besseren Rekognitionsleistung von kurzen Fixierern passt, verwundert die bessere Kategorisierungsleistung von Kinder mit vielen Habitationsdurchgängen und einem ausgeprägten längsten Blick (peak look), da dieses typischerweise Kennzeichen für lange Fixierer sind, bei denen man eher eine schlechtere Kategorisierungsleistung vermuten würde. Eine Erklärung bietet das blickkontrollierte (infant-control) Design der Autoren, in dem das Habitationskriterium von 50% Verringerung der Blickzeit in zwei aufeinander folgenden Durchgängen im Vergleich zu den ersten beiden Durchgängen bereits nach vier Habituationsexemplaren erreicht werden konnte; eine Anzahl, die möglicherweise zu gering ist, um eine kategoriale Repräsentation aufzubauen. Kinder, die mehr Durchgänge bis zum Erreichen des Habitationskriteriums brauchten, sahen somit mehr Exemplare der zu enkodierenden Kategorie, was ihre Dishabitationsleistung positiv beeinflusste. Dass sich *eine* sehr lange Fixation positiv auf die Kategorisierung in der Testphase auswirkte, erklären sich die Autoren mit einer besonders intensiven Verarbeitung des betreffenden Habituationsexemplars, die es in der Folge ermöglichte, die Ähnlichkeiten zu den anderen Habituationsexemplaren sehr schnell zu erkennen, so dass über alle Durchgänge trotz dieser langen Fixation eine eher kurze Gesamtblickzeit akkumuliert wurde, welche wiederum die Wahrscheinlichkeit der Kategorisierung erhöhte.

Die Studie von Arterberry und Bornstein weist darauf hin, dass auch für die Verarbeitung in Kategorisierungsstudien Erwartungen hinsichtlich der üblicherweise in Diskriminationsstudien erhobenen Maße formuliert werden können (z.B. ein negativer Zusammenhang zwischen Gesamtblickzeit und Kategorisierungsleistung); gleichzeitig zeigt die Untersuchung Besonderheiten auf, durch die speziell Kategorisierungsaufgaben gekennzeichnet sind, wie beispielsweise die besondere Bedeutung der Anzahl von Durchgängen (= Anzahl von Exemplaren der Habitationskategorie).

Während Kategorisierungsstudien im Säuglingsalter durch Auswertungsansätze wie den von Arterberry und Bornstein im Hinblick auf konkurrente Innaufgabenzusammenhänge neu analysiert werden können, liegen zur Vorhersage *späterer* geistiger Leistungen aus Kategorisierungsstudien noch kaum Daten vor. Allerdings gibt es Hinweise darauf, dass die frühkindliche Kategorisierungsleistung mit dem Spracherwerb zusammenhängt. So fanden Pauen und Schulz (submitted) einen größeren rezeptiven Wortschatz bei einjährigen Kindern, die mit 11 Monaten Basic-Level Kategorien unterscheiden konnten im Vergleich zu Kindern ohne diese Kategorisierungskompetenz. Ob sich dieser Zusammenhang auf spezifische Prozesse des Spracherwerbs gründet, oder ob die besseren Kategorisierungs- und Sprachleistungen möglicherweise auf einen gemeinsamen Faktor, wie beispielsweise das allgemeine kognitive Fähigkeitsniveau, zurückgehen, wird derzeit in einer Längsschnittstudie der eigenen Arbeitsgruppe untersucht.

### **Zusammenfassung**

Im kognitiven Modell wird angenommen, dass Habituation im Säuglingsalter einen basalen Prozess der Reizenkodierung abbildet. Ein solcher Prozess sollte sich bei ein- und demselben Kind in unterschiedlichen Leistungen widerspiegeln, die eine entsprechende basale Informationsverarbeitungsfähigkeit voraussetzen (vgl. Prozess-Performanz-Rahmenmodell, Underwood, 1975). Das lässt einerseits einen empirischen Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsleistung in visuellen Habituationsaufgaben erwarten. Andererseits sollten Habituationsleistungen auch über unterschiedliche Aufgabenkontexte hinweg stabil sein. Ein wichtiges Anliegen künftiger Forschung muss es daher sein, entsprechende Leistungen in unterschiedlichen Aufgabentypen parallel zu testen und die Bezüge zwischen Habituations- und Dishabituationsreaktionen genauer aufzuklären. Das folgende Kapitel spezifiziert die eigene Fragestellung und Hypothesen und erläutert die Grundkonzeption der empirischen Umsetzung.



## EMPIRISCHER TEIL

„Please infant, can you tell me exactly what you are doing during a habituation experiment?“

(Lécuyer, 1988, S. 476)

## KAPITEL 5

### EIGENE FRAGESTELLUNG UND UNTERSUCHUNGSANSATZ

#### 5.1 Ausgangsüberlegungen

Die bisherigen Ausführungen nennen Belege für verschiedene Annahmen des kognitiven Modells, weisen jedoch gleichzeitig auf eine Reihe offener Fragen dazu hin, welche kognitiven Prozesse durch Habituation und Dishabituation im Säuglingsalter erfasst werden können. Diese betreffen vor allem Aspekte der verwendeten Maße und deren Zusammenhang untereinander, die experimentelle Prozedur sowie die verwendeten Stimuli bzw. den Inhalt der dargebotenen Habituationaufgabe.

Bisher ungeklärt ist zum Beispiel die Frage, welches Habituationsmaß das Ausmaß der Reizenkodierung am besten anzeigt: Die Gesamtfixationsdauer (fixation duration), wie sie z.B. von Colombo herangezogen wurde, oder das Ausmaß der Aufmerksamkeitsabnahme während der Habituation (response decrement, Habituationsstärke), wie z.B. von McCall verwendet (siehe Kapitel 4.3). So ist es fraglich, ob beide Maße das Ausmaß einer späteren Neuheitsreaktion in gleicher Weise vorhersagen; dies könnte zudem von der jeweiligen Habituationsprozedur (z.B. infant-control vs. fixed-trial) abhängen.

Auch bezüglich der Dishabituation stellen sich messtheoretische Fragen. Dabei gilt es zu klären, wie individuelle Unterschiede im Ausmaß der Dishabituation inhaltlich zu bewerten sind. Stellt das *Ausmaß* einer Neuheitsreaktion tatsächlich eine relevante Variable dar, oder ist es zur Beurteilung der Diskriminationsleistung ausreichend, *dass* überhaupt eine Neuheitsreaktion auftritt? Für den Fall, dass ein Kind einen Stimulus hinreichend verarbeitet hat, um die Neuheit eines davon abweichenden Reizes zu erkennen (wie es in einem klassischen blickkontrollierten Design der Fall sein sollte), nehmen beispielsweise Rose und Feldman (1987) an, dass die Stärke dieser Neuheitsreaktion keinen zusätzlichen Informationsgewinn mehr bietet: „It is quite possible that, once a preference for novelty has been

established, the actual magnitude of the score is meaningless“ (Rose & Feldman, 1987, S. 494; vgl. auch Slater, 1995). In diesem Fall wären keine Bezüge zwischen der Fixationsdauer oder Geschwindigkeit der Habituation und dem Ausmaß der Dishabituationsleistung zu erwarten.

Auf der anderen Seite wirft die Erfassung des reinen Auftretens der Dishabituation (ja/nein) die Frage auf, wie beurteilt werden soll, ab wann eine Dishabituation aufgetreten ist. Hier herrscht noch keine Einigkeit. Für eine Gesamtstichprobe von Kindern lässt sich varianzanalytisch feststellen, ob die mittlere Blickdauer für den neuen Reiz die Blickdauer für den Standardreiz signifikant überschreitet (bzw. vom Zufallswert 50% abweicht, wenn Test- und Standardreiz simultan dargeboten werden). Doch wie ist es bei einem einzelnen Kind? Hier kann eine einfache Beurteilung der Blickdifferenz von Testreiz und Standardreiz ( $> 0$ ) in Erwägung gezogen werden, wobei es jedoch äußerst fraglich ist, ob ein Blickzeitenanstieg von nur wenigen Sekundenbruchteilen tatsächlich eine Diskriminationsreaktion anzeigt. Weiterhin könnte man die Standardabweichung der jeweiligen Stichprobe einbeziehen und die Klassifikation „Dishabituierer“ nur für Kinder mit überdurchschnittlichem Blickzeitenanstieg vergeben (Mittelwert plus eine Standardabweichung). Bei einer Stichprobe, in der die Mehrzahl der Kinder dishabituert, könnten dann jedoch eine Reihe von Kindern in ihrer Dishabituationsleistung unterschätzt werden. In Studien, die die Neuheitspräferenz für den Dishabituationsreiz im simultanen Paarvergleich prozentual erfassen, wird häufig ein Erfahrungswert von 55% als Cut-off Kriterium für Dishabituierer und Nichtdishabituierer genutzt (z.B. Colombo et al., 2001; Fagan et al., 1986; Frick & Colombo, 1996; S. A. Rose, Feldman, Wallace, & McCarton, 1989). Arterberry und Bornstein (2002) befürworten jedoch ein Kriterium, welches die Varianz der individuellen Stichprobe mit einbezieht, was in der Regel höhere Cut-off Werte zwischen .56 und .60 hervorbringt. Wie diese Überlegungen zeigen, bleibt das Ausmaß der Dishabituation, besonders für die Analyse individueller Differenzen und die Klassifikation einzelner Kinder, eine wesentliche Variable, deren Bedeutung weiterer Klärung bedarf.

Die Auswahl der Aufmerksamkeitsmaße ist besonders für eine Analyse der Bezüge zwischen Habituations- und Dishabituationsleistungen relevant, sowie für den Versuch einer Einschätzung, welche Prozesse während der Habituation und der Dishabituation ablaufen und wie diese innerhalb der Aufgabe zusammenhängen (vgl. Kapitel 4.5), insbesondere für den diesbezüglich noch kaum untersuchten Bereich der Kategorisierungsforschung. So ist unklar, in welchem Ausmaß Habituationsprozesse an der Dishabituationsleistung beteiligt sind, und inwiefern diese Zusammenhänge von der Aufgabenart abhängen.

Neben der Frage des Zusammenhangs zwischen Habituation und Dishabituation innerhalb einer Aufgabe ist außerdem ungeklärt, wie gut die Habituationsleistung in einer Aufgabe (Gesamtblickzeit, Habituationsstärke) die Habituationsleistung *in einer anderen Habituationaufgabe* vorhersagen kann. Studien, in denen vergleichbare Habituationaufgaben in derselben Stichprobe von Säuglingen dargeboten werden, sind - vermutlich wegen des hohen Aufwands und Ausfallrisikos bei mehreren Aufgaben - leider sehr selten. Allerdings hat sich das Blickverhalten in den Familiarisierungsphasen verschiedener Paarvergleichsaufgaben (paired comparison) zum visuellen Rekognitionsgedächtnis (visual recognition memory, VRM) als recht stabil erwiesen.

Colombo und Kollegen fanden für den längsten Blick innerhalb der akkumulierten Fixationsdauer zweier Familiarisierungsphasen Korrelationen zwischen .30 und .41 bei vier Monate alten Säuglingen (Colombo et al., 2001; Frick et al., 1999; vgl. auch Colombo & Mitchell, 1990). Rose et al. (2003) beobachteten etwa vergleichbare Zusammenhänge, d.h. Werte zwischen .20 und .30, bei fünf, sieben und zwölf Monate alten Kindern für verschiedene Blickmaße in der Familiarisierungsphase einer VRM-Aufgabe und einer „kontinuierlichen“ Familiarisierungsaufgabe (continuous familiarization task), in der ein konstant bleibender Reiz in jedem Durchgang mit einem neuen Reiz kontrastiert wurde (vgl. Aufgabe von Fantz, 1964, Kapitel 2.2).

Legt man die Übereinstimmungsannahme von latenten Konstrukten mit deren manifesten Abbildungen wie z.B. nach Underwoods Prozess-Performanz-Rahmenmodell zugrunde, so ist gut denkbar, dass sich die im Habituationsprozess abgebildete Fähigkeit auch in der Performanz anderer Habituationaufgaben widerspiegelt, sofern beide eine vergleichbare Enkodierungsleistung erfordern. Colombo & Mitchell (1990, S. 208) schreiben: „If visual attention and habituation are thought to signify cognitive processes that are a characteristic trait of the individual, then those attentional measures should also be trait like; that is, they should be consistent within individuals across time.“ Wenn es so etwas wie einen *Trait* im Sinne einer allgemeinen Habituationsfähigkeit gibt, sollte diese Fähigkeit in verschiedenen Habituationaufgaben in ähnlicher Weise zum Tragen kommen, also nicht nur zeitlich, sondern auch über Aufgaben hinweg stabil sein. Dieselbe Frage lässt sich für die Fähigkeit zur Reizdiskrimination stellen. Beruht diese auf einer allgemeinen Fähigkeit, Reize zu unterscheiden und auf Neues zu reagieren, so sollten sich auch Zusammenhänge der Dishabituationsleistung in verschiedenen Aufgaben finden.

Die Frage der Konsistenz von Habituations- und Dishabituationsleistungen zwischen Aufgaben lässt sich einerseits im Vergleich von klassischen Habituations-Dishabituations-

aufgaben zur Diskriminierung einzelner Reize untersuchen: Es wird an einen Reiz habituiert und dann mit einem anderen Reiz auf Dishabituation getestet. Der Vergleich solcher Aufgaben zur Einzelreizdiskrimination (im Folgenden *Einzelreizaufgaben* genannt) bietet die Möglichkeit, Habituationsreaktionen auf verschiedene Stimuli zu untersuchen, die sich in ihrer Gestaltung und Komplexität (Form, Farbe, Musterung etc.) unterscheiden.

Im Hinblick auf die Frage, ob es so etwas wie eine allgemeine Habituationsfähigkeit (im Sinne eines Traits) gibt bzw. wie allgemein eine solche Eigenschaft sich in unterschiedlichsten Habituationsaufgaben abbilden lässt, bietet sich auch ein Vergleich mit Aufgaben an, die eine komplexere kognitive Leistung während der Habituation erfordern, wie *Kategorisierungsaufgaben*. Diese erfordern nicht nur die Gewöhnung an einen einzelnen Reiz, sondern die Enkodierung einer Kategorie anhand einer Serie von multiplen Reizen, wobei die Gemeinsamkeiten der verschiedenen Habituationsexemplare erkannt werden müssen.

Bisher wird in der Kategorisierungsforschung meist vorausgesetzt, dass der Gewöhnung an eine Kategorie ähnliche Prozesse zugrunde liegen wie der Habituation an einen einzelnen Reiz, nämlich eine Repräsentationsbildung nach Sokolovschen Prinzipien (vgl. Shultz & Cohen, 2004). Schließlich basieren beide Arten von Aufgaben auf dem Habituationsparadigma. Allerdings wurde diese Annahme bisher kaum untersucht. Basieren Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben tatsächlich auf den gleichen Enkodierungsfähigkeiten, so sollten Kinder, die beide Aufgabentypen bearbeiten, eine vergleichbare Habituationsleistung zeigen, d.h. ein Kind, das einen einzelnen Reiz schnell verarbeitet, sollte auch in einer Kategorisierungsaufgabe schnell habituierten. Zeigt sich hingegen keine Konsistenz der Leistungen zwischen beiden Aufgaben, so würde dies auf unterschiedliche Verarbeitungsprozesse beider Stimulustypen (Einzel vs. Kategorial) hindeuten.

Die komplexe Befundlage zu interindividuellen Unterschieden visueller Habituations-/ Dishabituationsleistungen im Säuglingsalter wirft eine Fülle von Fragen dazu auf, welche Informationsverarbeitungsprozesse durch welche Aufmerksamkeitsmaße in welcher Art von Habituationsaufgabe abgebildet werden. Für die eigene Arbeit war es notwendig, gezielt überprüfbare Fragestellungen aus der Fülle möglicher Untersuchungsgegenstände auszuwählen. Konkret standen drei Themenbereiche im Fokus des Interesses: (1) die Generalität der Habituationsfähigkeit im Säuglingsalter, (2) der Zusammenhang zwischen Habituation und Dishabituation und (3) die Bedeutung der verwendeten Blickmaße und der experimentellen Prozedur.

## 5.2 Hypothesen

### 5.2.1 Generalität der Habitutionsfähigkeit im Säuglingsalter

Ausgehend von den im vorangegangenen Kapitel dargelegten Überlegungen soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit erstmals empirisch geprüft werden, ob es sich bei der Habitutionsfähigkeit im Säuglingsalter um eine vom Aufgabenkontext unabhängige Fähigkeit der Informationsverarbeitung handelt. Zu diesem Zweck wurde der Vergleich zwischen der Habituation an *einen* Einzelreiz (Einzelreizaufgabe) und der Habituation an *multiple* Reizexemplare einer Kategorie (Kategorisierungsaufgabe) gewählt und die Frage gestellt:

- *Ist die frühkindliche Fähigkeit zur Habituation stabil über verschiedenartige Habitutionsaufgaben, hier: im Vergleich von Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben?*

Hierzu soll ein Vergleich der Habitutionsleistung *zwischen* beiden Arten von Aufgaben Aufschluss geben. Während zwischen verschiedenen Einzelreiz-Rekognitionsaufgaben Konsistenzen im Blickverhalten während der Familiarisierungsphase berichtet wurden (vgl. Abschnitt 5.1), liegen zum Vergleich mit kategorialer Habituation noch keine Daten vor. Geht man jedoch davon aus, dass Habituation einen Reizgewöhnungsprozess darstellt, der von einer allgemeinen Enkodierkapazität bestimmt wird, so sollte sich diese Informationsverarbeitungsfähigkeit prinzipiell in allen Aufgaben abbilden lassen, die den Aufbau einer Repräsentation anhand einer Reihe wiederholte Reize erfordern. Die spezifische Habitutionsprozedur sollte sich auf eine solche allgemeine Fähigkeit kaum auswirken.

Vor dem Hintergrund der Sokolovschen Komparatortheorie und der kognitiven Interpretation des Habitutionsgeschehens (Colombo, 1993; Kavšek, 2000b), kann somit erwartet werden, dass die Habitutionsleistung in beiden Aufgabentypen signifikante Zusammenhänge aufweist (*Hypothese 1*). Ein positiver Zusammenhang wird sowohl für die insgesamt aufgewendete Blickzeit (*Hypothese 1a*), als auch für das Ausmaß der Habituation (Stärke der Aufmerksamkeitsabnahme im Verlauf der Habituation) erwartet (*Hypothese 1b*) (für eine genaue Beschreibung der erfassten Habitutionsmaße siehe Kapitel 7.6).

Während die Habituation an kategoriale Reize insgesamt etwas langsamer bzw. weniger steil abfallend verlaufen sollte, da die Aufgabe komplexer ist und eine höhere Abstraktionsleistung erfordert, sollte gleichwohl ein Kind, das einen Einzelreiz schnell

verarbeiten kann, auch mehrere Reize relativ schneller verarbeiten können; es sollte damit in beiden Aufgaben eine vergleichbare Rangposition einnehmen, so dass eine positive Korrelation resultiert. Bei jeweils übereinstimmender experimenteller Darbietung der beiden zu vergleichenden Aufgaben sollte sich die spezifische Habituationsprozedur kaum auf die Zusammenhänge zwischen beiden Aufgabenarten auswirken.

Zeigte sich hingegen kein Zusammenhang der Habituationsleistung in beiden Aufgaben, so würde dies eher auf unterschiedliche Verarbeitungsprozesse (mehrere Arten der Habituation) hindeuten, was hieße, dass die Habituation an einen Reiz vs. an eine Kategorie nicht auf einer gemeinsamen Habitationsfähigkeit basiert, sondern auf unterschiedlichen latenten Habitationsprozessen, die sich in je nach Aufgabe variierendem Blickverhalten äußern.

Die gleiche Frage lässt sich bezüglich des Zusammenhangs der Dishabituationsleistung zwischen den Aufgaben stellen: Falls die Dishabituation in Habitationsaufgaben auf einer allgemeinen Reizdiskriminationsfähigkeit basiert, sollten sich interindividuelle Unterschiede dieser Fähigkeit in beiden Aufgaben vergleichbar abbilden lassen. Geht man davon aus, dass eine Dishabituation auf einen Reiz nur dann möglich sein sollte, wenn der Organismus das Neue im Vergleich zum Vorhergehenden erkennt (Reaktivierung der Sokolovschen Orientierungsreaktion), so ist es denkbar, dass sich diese Fähigkeit zur Neuheitsreaktion ebenfalls unabhängig vom spezifischen Aufgabenkontext äußert (*Hypothese 1c*). Das Spekulative der letztgenannten Annahme rührt vor allem daher, dass für kategoriale Aufgaben der Zusammenhang zwischen Habituation und Dishabituation kaum untersucht ist, und auch für Einzelreizaufgaben teilweise widersprüchliche Befunde vorliegen (vgl. Kapitel 4.3). Hiermit beschäftigt sich der zweite Themenbereich, der sich der Frage der zugrundeliegenden Prozesse durch einen Vergleich von *Inneraufgaben*zusammenhängen annähert.

### **5.2.2 Zusammenhang zwischen Habituation und Dishabituation**

Bisher herrscht noch keine Einigkeit darüber, welche(r) Prozess(e) sich in der Dishabituationsleistung abbilden: das Ergebnis der Enkodierung während der Habituation (= ein Prozess), oder zusätzlich ein zweiter Prozess, der auf einer separaten Fähigkeit, auf Neues zu reagieren, beruht (= zwei Prozesse) (vgl. Kapitel 4.5). Weder im Bereich der Einzelreizverarbeitung, noch weniger für den Bereich der Kategorisierung, ist diese Diskussion bisher abgeschlossen. Hier besteht also noch Klärungsbedarf.

Die Frage, ob Habituations- und Dishabituationsleistung auf einer *gemeinsamen Fähigkeit* oder auf *separaten Fähigkeiten* basieren, soll durch einen Vergleich der Aufmerksamkeitsleistungen *innerhalb* jeder Aufgabenart untersucht werden. Zusätzlich soll geklärt werden, ob die allgemeinen Annahmen des Komparatormodells *für verschiedene visuellen Habituationaufgaben* gleichermaßen gültig sind. Die Kernfragen lauten daher:

- *Sagt die Habituationsleistung auch Dishabituationsreaktionen vorher? In welchem Ausmaß sind Habituationsprozesse an der Dishabituationsleistung beteiligt?*
- *Sind diese Bezüge abhängig von der Aufgabenart, oder finden sich für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben vergleichbare Zusammenhänge?*

Die Untersuchung der Zusammenhänge von Habituations- und Dishabituationsleistungen innerhalb jeder Aufgabe kann hilfreich sein, um der Art der *Repräsentationsbildung* innerhalb eines Aufgabentyps auf die Spur zu kommen bzw. um herauszufinden, wie sich der Aufbau einer Repräsentation, ohne den eine Dishabituation nicht möglich sein sollte, im beobachtbaren *Habitationsverhalten* äußert. So ist es insbesondere von Interesse, ob und in welcher Höhe die Habituationsleistung mit dem Ausmaß der Dishabituation korreliert ist, und ob Unterschiede je nach Habituationsmaß oder Aufgabeninhalt bestehen. Hierbei gilt es z.B. zu klären, ob eine beobachtbare Habituation gleichermaßen mit der Einzelreizdiskrimination wie mit der Kategorisierungsleistung in der Dishabituationsphase einhergeht, und ob sich der vermutete latente Engrammaufbau eher in der Gesamtblickzeit oder in der Abnahme der Blickzeit über die einzelnen Habitationsdurchgänge (Habitationsstärke) äußert.

Aufgrund der häufig berichteten besseren Dishabituationsleistung von kurz fixierenden Kindern (vgl. Kapitel 4.3), wird für die Einzelreizaufgabe ein positiver Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsperformanz erwartet (*Hypothese 2*), wie es auch das Komparatormodell vorhersagen würde. Dies sollte sowohl für den Zusammenhang mit der Gesamtfixationsdauer in der Habitationsphase (*Hypothese 2a*), als auch für die Stärke der Habituation gelten (*Hypothese 2b*). Für die Kategorisierungsaufgabe werden, unter der Annahme vergleichbarer latenter Prozesse und der auch hier gegebenen Gültigkeit der Komparatortheorie, gleichförmige Zusammenhänge zwischen Habituation und Dishabituation wie in der Einzelreizaufgabe erwartet (*Hypothese 3*), sowohl für die Gesamtblickzeit (*Hypothese 3a*), als auch für die Habitationsstärke (*Hypothese 3b*).

### 5.2.3 Maße und experimentelle Prozedur

Der dritte Themenbereich der Arbeit fokussiert auf methodische Aspekte des Habituations-Dishabituations-Paradigmas. Vor dem Hintergrund der vielfältigen experimentellen Variationsmöglichkeiten der Habituationsprozedur und der sich daraus ergebenden Maße der Habituation und Dishabituation (vgl. Kapitel 2), sollten neben den inhaltlichen Themenbereichen auch folgende Fragen untersucht werden:

- *Welche Maße eignen sich in einer gegebenen Habituationsaufgabe besonders, um interindividuelle Unterschiede in Habituations- und Dishabituationsleistung abzubilden? Wie bildet man geeignete Subgruppen zur Analyse individueller Unterschiede?*
- *Wie hängen diverse Habituationsmaße einer Aufgabe zusammen? Messen verschiedene Maße unterschiedliche Prozesse?*
- *Welche Rolle spielt die experimentelle Prozedur (z.B. blickkontrollierte vs. fixe, konsekutive vs. paarweise Stimulusdarbietung) für die sich ergebenden Zusammenhänge? Sind die Bezüge innerhalb und zwischen den Aufgaben abhängig von der Habituationsprozedur oder den verwendeten Blickmaßen?*

Zur Untersuchung der genannten inhaltlichen Fragen sollen dabei verschiedene Maße für Habituation und Dishabituation gebildet werden, die in der Literatur häufig benannt werden (siehe Kapitel 7). Zunächst sollen die Maße der jeweiligen Aufgaben daraufhin betrachtet werden, ob sie geeignet sind, interindividuelle Varianz abzubilden, d.h. ob sich sowohl eine breite Streuung im Blickverhalten als auch klare Gesamtgruppeneffekte abbilden lassen, die als Grundlage für eine Unterteilung in Subgruppen dienen können (z.B. starke vs. schwache Habituerer).

Weiterhin soll der Zusammenhang verschiedener Habituationsmaße einer Aufgabe untersucht werden. Vor der Annahme einer allgemeinen Habituationsfähigkeit wird vermutet, dass verschiedene Habituationsmaße (wie Gesamtblickzeit und Habituationsstärke) die gleiche zugrunde liegende Informationsverarbeitungscompetenz indizieren und daher in beiden Aufgaben Zusammenhänge aufweisen sollten (*Hypothese 4*). Hierbei sollte eine hohe Gesamtblickzeit mit einem geringen Abfall der Blickzeit über die Habitationsdurchgänge kovariieren und vice versa. Diese negative Korrelation wird für alle Habitationsprozeduren mit einer Reihe von nacheinander folgenden Durchgängen erwartet, unabhängig davon, ob die

Reize einzeln oder paarweise präsentiert werden. Weisen verschiedene Habituationsindikatoren jedoch keinen Zusammenhang auf, oder variieren die Bezüge je nach Aufgabenart (Einzel vs. Kategorial) oder Prozedur, so würde dies eher auf unterschiedliche latente Habituationsprozesse hindeuten.

Es ist außerdem denkbar, dass die beobachteten Bezüge der Habituations- mit den Dishabituationsmaßen innerhalb und zwischen den Aufgaben mit der verwendeten experimentellen Prozedur variieren können. Während der oben postulierte Zusammenhang zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung für Prozeduren mit festgelegter Habituationszeit erwartet wird (vgl. Hypothesen 2 und 3), ist anzunehmen, dass bei blickkontrollierter Darbietung kein oder nur ein sehr geringer Zusammenhang zwischen Habituation und Neuheitsreaktion zu beobachten ist (*Hypothese 5*), da hier alle Kinder Gelegenheit zur ausführlichen Verarbeitung des Standardreizes erhalten und somit gleichermaßen erstaunt auf den Dishabituationsreiz reagieren sollten. Auch bei paarweiser Stimulusdarbietung könnten sich die Innaufgabenzusammenhänge von denen bei konsekutiver Darbietung unterscheiden: Da eine paarweise Präsentation den Vergleich der dargebotenen Stimuli betont, könnte allen Kindern der Aufbau einer Reizrepräsentation leichter fallen. Daneben ist auch die Andersartigkeit des neuen Reizes bei simultaner Darbietung vermutlich leichter zu erkennen und erfordert weniger Gedächtnisfähigkeiten. Aufgrund dieser prozeduralen Enkodierungserleichterungen ist es denkbar, dass die Bewältigung des Dishabituationstests in einer paarweisen Prozedur weniger stark von der Fortgeschrittenheit der Habituation abhängen könnte und der Bezug zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung somit geringer ausfällt (*Hypothese 6*).

Generell gilt, je allgemeiner der oder die Prozesse, die dem Habitationsgeschehen zugrunde liegen, desto unabhängiger von Aufgabenart, Maß und Prozedur sollten die Zusammenhänge zu beobachten sein. Starke Variationen der Zusammenhänge je nach Habitationsmethodik würden dagegen auf die Erfassung unterschiedliche Prozesse durch verschiedene Maße hinweisen bzw. die Notwendigkeit betonen, inhaltliche Prozesse von den blickbeeinflussenden Gegebenheiten der Prozedur abzugrenzen. Stellt sich aber ein über unterschiedliche Maße und Prozeduren hinweg übergreifendes Bild von Inner- und Zwischenaufgabenzusammenhängen ein, so würde dies darauf hindeuten, dass die Erfassung von robusten Zusammenhängen gelungen ist, die mit einiger Sicherheit eine inhaltliche Interpretation erlauben.

### 5.3 Grundkonzeption der empirischen Umsetzung

Für das empirische Vorgehen war es erforderlich, ein Design zu entwickeln, welches die Untersuchung der Habituations- und Dishabituationsleistungen junger Säuglinge in *mehreren Habitationsaufgaben* und in verschiedenen *experimentellen Prozeduren* parallel ermöglicht. Da zudem die Vergleichbarkeit zwischen der Habituation an einen Einzelreiz mit der Habituation an kategoriale Reize im Fokus des Interesses stand, lag es nahe, ein Set von Habitationsaufgaben zu erstellen, das beide Arten von Aufgaben enthielt.

Es wurden daher ein visuelles Habituationsparadigma entwickelt, das aus zwei kombinierten visuellen Habitationsaufgaben bestand: (1) eine *Einzelreizaufgabe*, (2) eine *Kategorisierungsaufgabe* (vgl. Kapitel 6). Dabei wurden verschiedene geometrische Stimuli erstellt, die flexibel in verschiedenartige Darbietungsprozeduren einzubinden waren, so dass unterschiedliche experimentelle Variationen wie ein *infant-control* vs. *fixed-trial* Design oder *konsekutive* vs. *paarweise* Reizdarbietung umgesetzt werden konnten, die zudem die Bildung verschiedener *Maße* für die Habituations- und Dishabituationsleistung ermöglichten.

Dabei sollte auch das *Alter* der Säuglinge berücksichtigt werden, da im ersten Lebensjahr wichtige Veränderungen in der Aufmerksamkeitssteuerung stattfinden (vgl. Kapitel 1 und 6). Da auch die Höhe der Vorhersage späterer kognitiver Leistungen variieren kann, je nachdem, wann im Säuglingsalter der Prädiktor (Habituation/Dishabituation) erhoben wird, wurden Kinder in der ersten Hälfte (5 Monate) und in der zweiten Hälfte (7 Monate) des ersten Lebensjahres untersucht (siehe Kapitel 6.7)

Ein essentielles Element des vorliegenden Ansatzes bestand in der Umsetzung eines *Innersubjekt-Designs* (Within-Subject-Design), in dessen Rahmen jeweils beide Habitationsaufgaben innerhalb *derselben* Stichprobe bearbeitet wurden. Jedem Kind wurden dabei zum selben Zeitpunkt beide Aufgaben präsentiert, um die interessierenden intraindividuellen Zusammenhänge vergleichen zu können.

Hierfür war es notwendig, ein Paradigma zu entwickeln, welches hinsichtlich des verwendeten Stimulusmaterials und der Operationalisierung der Aufgaben die Untersuchung der vorliegenden Fragestellung erlaubte und gleichzeitig vor allem im Hinblick auf die Aufgabenlänge und –attraktivität für die Testung junger Säuglinge geeignet war. Die konkrete Operationalisierung dieses Paradigmas wird im folgenden Kapitel beschrieben.

## ***Zusammenfassung***

Wenn - wie im kognitiven Modell angenommen - Habituation im Säuglingsalter einen basalen Prozess der Reizenkodierung abbildet, so sollte dieser Prozess Zusammenhänge mit Leistungen aufweisen, die eine entsprechende Informationsverarbeitungsfähigkeit erfordern. Neben einem Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsleistung in visuellen Habituationsaufgaben kann ein Zusammenhang von Habituationsleistungen auch über unterschiedliche Aufgabenkontexte hinweg vermutet werden. Die vorliegende Studie testet das Vorliegen einer solchen Gleichförmigkeit der Habituationsperformanz durch den Vergleich von Habituations-/Dishabituationsleistungen in Aufgaben zur Diskrimination von einzelnen Reizen und von kategorialen Reizen mit einem Innersubjektdesign (an derselben Stichprobe von Säuglingen). Dabei sollen individuelle Unterschiede im Blickverhalten innerhalb und zwischen beiden Aufgabentypen analysiert werden, wobei verschiedene Blickmaße und unterschiedliche experimentelle Habituationsprozeduren Berücksichtigung finden.



„As yet there is no infant intelligence test based on habituation/dishabituation techniques. . . . Measures of habituation, like those of novelty preference, may prove very useful in the early detection of infants-at-risk.”

(Rolfe, 1994, S. 66)

## KAPITEL 6

### ENTWICKLUNG EINES VISUELLEN HABITUATIONSVERFAHRENS:

#### DAS HIP-PARADIGMA

##### 6.1 Studienkonzeption

Ein zentrales Anliegen der vorliegenden Arbeit bestand darin, die Forschungsstränge zur Untersuchung von Einzelreiz-Diskrimination (visual recognition tasks) und zur Untersuchung von Kategorisierungsleistungen (categorization tasks) zusammenzuführen und individuelle Unterschiede im Habituations- und Dishabituationsverhalten in beiden Aufgabentypen parallel zu untersuchen. Hierzu wurde eine neue experimentelle Aufgabe entwickelt, mit Hilfe derer die Habituationsleistung in beiden Paradigmen (Habituation an *Einzelreize* vs. Habituation an *kategoriale Reize*) systematisch verglichen werden kann: Das HIP-Paradigma (Habituation als Informationsverarbeitungsprozess).

Dieses Paradigma sollte mehrere Kriterien erfüllen. Einerseits sollte es die Exploration der im vorhergehenden Kapitel aufgeworfenen Fragen ermöglichen, die sich (1) auf die individuelle Stabilität von Habituationsleistungen bei der Diskrimination von einzelnen Reizen und von kategorialen Stimuli beziehen, sowie (2) auf die Zusammenhänge von Habituations-/Dishabituationsleistungen innerhalb und zwischen diesen Aufgaben. Hierbei sollten (3) neben der Erfassung verschiedener Blickmaße auch unterschiedliche Variationen der experimentellen Prozedur umsetzbar sein, wobei die Bearbeitung *beider* Aufgaben nacheinander in einer Sitzung für Säuglinge im ersten Lebensjahr praktikabel sein musste.

Andererseits sollte das erstellte Paradigma als Grundlage für die Entwicklung eines standardisierten Testverfahrens zur Messung kognitiver Fähigkeiten im Säuglingsalter dienen können. Im Hinblick auf diese Anwendungsimplication war es wichtig, Material zu erstellen, das ausreichend interindividuelle Varianz (Differenzierung) und gleichzeitig klare Gesamtgruppeneffekte produziert; da die Verteilung der erhobenen Maße (Mittelwerte, Streuung)

einen Ansatzpunkt für spätere Normierung und Cut-Off-Setzung bildet. Die Dauer des Verfahrens (1 Sitzung) und Umsetzbarkeit in verschiedenen Altersgruppen sollte zudem eine spätere Reliabilitäts- und Validitätsprüfung ermöglichen (Re-Testung in Intervallen von kurzem und längerem Zeitabstand, Vergleiche mit klinischen Stichproben oder Frühgeborenen; Längsschnittuntersuchung z.B. mit den Bayley Skalen), sowie den Ausbau durch den Einbezug anderer Variablen, die Beziehungen zum Habituationsprozess aufweisen können (z.B. Leistung/Verhalten in anderen kognitiven Aufgaben, physiologische Daten, Temperament).

Im Folgenden werden die experimentellen Aufgaben, die verwendeten Stimuli, die Versuchspräsentation, das experimentelle Setting und Vorgehen bei der Versuchsdurchführung sowie das technische Setup des Verfahrens genauer beschrieben.

## 6.2 Experimentelle Aufgaben

Eine Kernfrage der vorliegenden Arbeit bestand im Vergleich von Habituations-Dishabituations-Reaktionen derselben Kinder in zwei verschiedenen Aufgabentypen: der Habituation an einen einzelnen Reiz vs. der Habituation an kategoriale Reize.

*Einzelreizaufgabe.* Als Einzelreizaufgabe wird im Folgenden eine visuelle Habituationsaufgabe bezeichnet, in der ein und *derselbe Reiz* wiederholt präsentiert wurde, um die Säuglinge an diesen zu gewöhnen. In der Testphase wurde ein neuer Reiz derselben Art, jedoch mit anderer Musterung dargeboten. Alle Reize wurden als zweidimensionale Bilder gezeigt.

*Kategorisierungsaufgabe.* In der kategorialen Habituationsaufgabe wurden verschiedene *Exemplare einer Kategorie* zur Gewöhnung dargeboten, d.h. die einzelnen Habituationsreize unterschieden sich leicht voneinander, gehörten jedoch alle derselben Kategorie an. In der Testphase wurde ein neuer Reiz aus einer kontrastierten Kategorie präsentiert. Auch in dieser Aufgabe wurden alle Stimuli bildhaft zweidimensional dargeboten.

*Wahl des Stimulusmaterials.* Für beide Habituationsaufgaben wurden als visuelle Stimuli abstrakte, geometrische Reize verwendet. Für die Aufgabe zur Einzelreizdiskriminierung wurden schwarz-weiße Sternformen verschiedenartiger Musterung entwickelt. Während solche abstrakten Musterreize in visuellen Reizdiskriminierungsstudien bereits vielfach verwendet wurden, untersuchen klassische Kategorisierungsstudien im Säuglingsalter meist die Unterscheidung natürlicher Kategorien wie beispielsweise Tiere vs. Möbel oder Hunde vs.

Katzen. Dabei werden in der Regel komplexe Bild- oder Objektexemplare der jeweiligen Kategorien dargeboten, die häufig nicht unerheblich in Form, Farbe, Größe, Textur, Musterung usw. variieren. Darüber hinaus können Kinder auf natürliches Kategorienmaterial unterschiedlich reagieren, je nachdem, welche Vorerfahrung sie mit Exemplaren der betreffenden Kategorien besitzen (vgl. z.B. Pauen, Babocsai, Löffler, & Träuble, 2003, zum Kontrast Hunde vs. Katzen). Da in der folgenden Untersuchung jedoch weniger konzeptuelles Wissen, sondern vielmehr grundlegende Informationsverarbeitungsprozesse zwischen beiden Aufgabentypen verglichen werden sollten, wurden auch für die kategoriale Aufgabe *abstrakte, geometrische Formen* von überschaubarer perzeptueller Komplexität und geringem konzeptuellen Bedeutungsgehalt gewählt. Hierfür wurden Reizkategorien ähnlicher Form- und Farbgebung, z.B. rund rot-orange vs. eckig grün-blau, entwickelt.

### 6.3 Stimuli

Alle Stimuli wurden im Grafikmenü des Microsoft-Programms Powerpoint hergestellt. Neben der übersichtlichen Handhabung zur Erstellung und Weiterentwicklung der Stimuli konnten die Reize auf diese Weise direkt als animierte Objekte in die jeweiligen Versuchspräsentationen eingearbeitet werden, da diese ebenfalls als PowerPoint-Präsentationen erstellt wurden.

*Einzelreize.* Als Einzelreize für die Experimente 1 bis 4 wurden vier verschiedene schwarz-weiße Sternformen entwickelt, die sich aus übereinander gelegten Dreiecken verschiedenartiger Musterung zusammensetzten (siehe Abbildung 8). Für Experiment 5 wurde die Komplexität zweier Reize reduziert, indem aus zwei Formen jeweils zwei Dreiecke entfernt wurden. Insgesamt entstanden so sechs verschiedene schwarz-weiße Einzelreize.

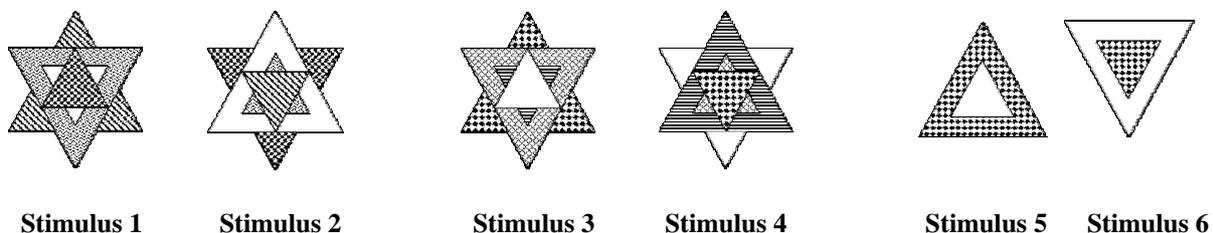
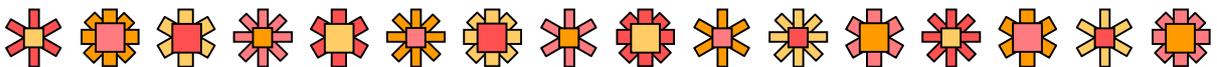


Abbildung 8. Einzelreize, schwarz-weiß gemustert. Als Habitations- und Testreize wurden in den ersten vier Experimenten jeweils Stimuli 1 und 2 sowie Stimuli 3 und 4 kontrastiert. Im letzten Experiment wurden Stimuli 5 und 6 kontrastiert.

*Kategoriale Reize.* Als kategoriale Reize wurden insgesamt acht Reizkategorien erstellt, die sich in Form (rund vs. eckig) und Farbgebung (rot-orange, grün-blau, lila-pink, türkis-gelb) systematisch unterscheiden (2 Formtypen x 4 Farbkombinationen = 8 Kategorien). Jede Reizkategorie besteht aus 16 Exemplaren, die systematisch in den Teilflächen der Objekte (Anzahl: sechs vs. acht; Dicke: dünn vs. dick) und den verwendeten Farbschattierungen (Anzahl: je zwei Farben; Helligkeit: hell vs. dunkel) variieren ( $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ ). Eine Übersicht aller kategorialen Reize bietet Abbildung 9.

### Stimuluskategorien Eckig

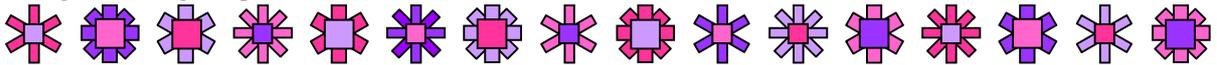
Kategorie: Eckig rot-orange



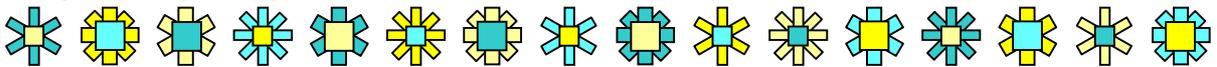
Kategorie: Eckig grün-blau



Kategorie: Eckig lila-pink



Kategorie: Eckig türkis-gelb



### Stimuluskategorien Rund

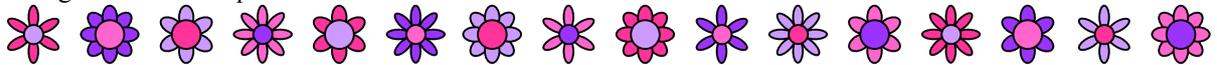
Kategorie: Rund rot-orange



Kategorie: Rund grün-blau



Kategorie: Rund lila-pink



Kategorie: Rund türkis-gelb



*Abbildung 9.* Kategoriale Reize, bunt. Es wurden acht Stimuluskategorien entwickelt: Vier Kategorien enthalten eckige, vier Kategorien runde Reize, jeweils in den Farbschattierungen rot-orange, grün-blau, lila-pink und türkis-gelb. Pro Kategorie liegen 16 Exemplare vor. Als Habituations- und Testreize wurden jeweils die Kategorien Eckig rot-orange und Rund grün-blau (und vice versa) miteinander kontrastiert, je nach Studie wurden auch Testobjekte andersfarbiger Kategorien eingefügt (Experimente 1 bis 3). In den Experimenten 4 und 5 wurde ausschließlich auf die Kategorie Eckig rot-orange bzw. auf ein Exemplar dieser Kategorie habituiert und mit einem Exemplar der Kategorie Rund grün-blau getestet.

Als Habitations- und Testreize wurden beispielsweise die Kategorien Eckig rot-orange und Rund grün-blau (und vice versa) miteinander kontrastiert, je nach Studie wurden auch Testobjekte andersfarbiger Kategorien eingefügt (vgl. Kapitel 7 bis 9). Eine Unterscheidung der Reizklassen war somit anhand der Form *und* anhand der Farbschattierung möglich, wobei beide Merkmale von Säuglingen zur Diskrimination von Reizen genutzt werden können (z.B. Rose & Slater, 1983). Während bereits Neugeborene auf Konturveränderungen von Reizen reagieren (vgl. Kavšek, 2000b), können Säuglinge spätestens ab dem vierten Lebensmonat die Grundfarben Rot, Blau, Grün und Gelb, sowie auch Zwischenfarbtöne unterscheiden, und beginnen Präferenzen zu zeigen, die der ästhetischen Farbwahrnehmung von Erwachsenen ähneln (Blau und Rot vor Grün und Gelb) (Adams, 1987; Bornstein, 1975; Civan, Teller, & Palmer, 2005). Es wurde daher vermutet, dass eine Unterscheidung von form- und farbkontrastierten Kategorien von Säuglingen im ersten Lebensjahr gut geleistet werden kann.

Die Diskrimination der Einzelreize basierte hingegen hauptsächlich auf einer Musterunterscheidung (Stimuli 1 bis 4), wobei im letzten Experiment (vgl. Kapitel 11) auch die Orientierung der Außenform wechselte (Stimuli 5 und 6) (siehe Abbildung 8).

Die Reize der beiden Aufgabentypen unterschieden sich somit neben der Grundform und der Darbietung als singulärer Reiz vs. als Reizkategorie auch in ihrer Farbgebung (schwarz-weiß vs. bunt) und in der Komplexität ihrer Form und Musterung. Diese Unterschiedlichkeit wurde bewusst gewählt, um beide Aufgaben im Within-Group-Design vorgeben zu können und ein systematisches Fortführen der Habituation von einer Aufgabe zur anderen möglichst zu vermeiden.

Alle entwickelten Stimuli konnten je nach Fragestellung flexibel in visuelle Versuchspräsentationen eingebunden werden und waren im Rahmen einer Powerpoint Präsentation leicht mit Bildschirmanimationen wie Filmausschnitten oder Tönen kombinierbar. Diese experimentellen Variationsmöglichkeiten erlaubten auch die Umsetzung unterschiedlicher Habitationsprozeduren (z.B. blickkontrollierte vs. fixe Präsentation; konsekutive vs. paarweise Reizdarbietung)

## **6.4 Versuchspräsentation**

Für jeden der beiden Aufgabentypen (einzel vs. kategorial) wurden Powerpoint Präsentationen mit benutzerdefinierter Animation entwickelt. Die Reize wurden dabei auf einem weißen Quadrat vor dunkelgrauem Hintergrund in mehreren Durchgängen

nacheinander präsentiert. Um die Aufmerksamkeit der Kinder zu Beginn eines jeden Darbietungsdurchgangs nach vorne zu ziehen, blinkte das weiße Hintergrundquadrat vor der Reizeinblendung mehrfach auf. Zusätzlich ertönte ein Glockenton in mittlerer Lautstärke. Die Kombination aus blinkendem Quadrat plus Ton hatte sich in Pilotstudien als sehr brauchbar erwiesen, um die Aufmerksamkeit der Säuglinge auf den Präsentationsmonitor hin auszurichten, bevor der Versuchsstimulus eingeblendet wurde.

Die Anzahl der Durchgänge pro Aufgabe betrug je nach Studie sieben bis zehn Habituationstrials und ein bis zwei Testtrials; die Dauer eines Durchgangs wurde je nach Experiment vom Säugling kontrolliert oder war auf 15 Sekunden festgelegt. Bei zwei Aufgaben in Folge (Einzelreizaufgabe und Kategorisierungsaufgabe) wurden jedem Säugling damit 18 bis 24 auswertungsrelevante Durchgänge präsentiert.

## 6.5 Experimentelles Setting

Eine der wichtigsten Aufgaben auf dem Weg zum HIP-Paradigma bestand in der Entwicklung eines experimentellen Settings im Säuglingslabor, welches die Präsentation zweier Aufgaben in Folge bei sehr jungen Säuglingen erlaubt, ohne dass diese ermüden oder irritiert werden. Dabei galt es, einerseits Stress durch zu intensive, zu laute oder ablenkende Präsentation und Raumumgebung zu vermeiden, andererseits ein Ermüden in Folge von zu lang(weilig)er Reizpräsentation oder auch Unwohlsein bei zu dunkler und ungewohnter Raumumgebung zu verhindern. Ziel war es, ein für Säuglinge und Eltern angenehmes Setting zu entwickeln, das die Anzahl von Abbrüchen vor Beendigung beider Aufgaben aufgrund von Weinen, Einschlafen oder Unruhe minimiert.

Ein erfolgreicher Baustein auf dem Weg zu diesem Ziel war die Entwicklung der Versuchspräsentation, die neben dem blinkenden und klingelnden Quadrat zu Beginn jedes Trials auch die Einfügung von kurzen Zeichentrickfilmen enthält (30 Sekunden bunte Unterwasserwelt mit schwimmenden Fischen), die am Anfang, am Ende des Versuchs und als Pause zwischen den beiden Aufgaben gezeigt wurden. Diese Filmausschnitte (ohne Ton) eigneten sich hervorragend, um die Aufmerksamkeit der Säuglinge zu Beginn des Versuchs auf die Präsentation hin auszurichten. In der Pause zwischen beiden Aufgaben diente der Film neben der Aufrechterhaltung des Interesses auch der Entspannung und Beruhigung, sowie der weiteren Motivierung für die dargebotene Präsentation. Selbst unruhige Säuglinge sahen sich auch den letzten Film als Belohnung am Ende des Versuchs in der Regel noch gerne an.

Als Versuchsaufbau wurde ein großer PC-Monitor gewählt (Durchmesser: 54 cm), der in einen Aufbau dunkelblauer Paravents eingekleidet ist. Der Säugling wurde in einen Babysitz zwischen den Paravent-Wänden vor den Monitor gesetzt, die Mutter bzw. die Begleitperson saß schräg dahinter (siehe Abbildung 10). Dieser Aufbau reduzierte die Ablenkung von außen, konzentrierte das Interesse auf den Bildschirm und ermöglichte neben der Nähe zum Elternteil auch ein zügiges und unkompliziertes Umsetzen des Kindes auf den Schoß, falls es unruhig wurde. Unterhalb des Präsentationsmonitors befand sich eine Videokamera, die das Gesicht des Kindes aufzeichnete und auf einen Fernsehmonitor hinter dem Wandschirm übertrug. Hier hielt sich die Versuchsleiterin während des Versuchs auf, um die Versuchspräsentation zu steuern und das Blickverhalten des Kindes zu beobachten.

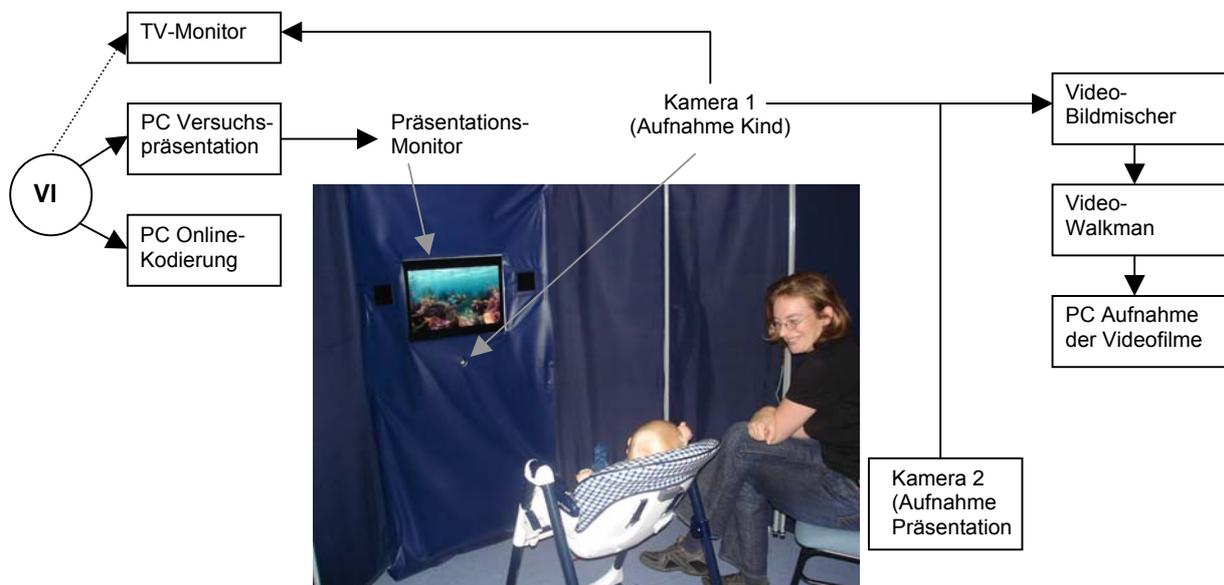


Abbildung 10. Versuchsaufbau des HIP-Paradigmas: Sieben Monate alter Säugling im Hochstuhl vor dem Präsentationsmonitor. Unter dem Monitor befindet sich eine Videokamera, die das Blickverhalten des Kindes hinter den Wandschirm überträgt, von wo die Versuchsleiterin die Versuchspräsentation, ggf. die Online-Kodierung sowie die Aufnahme der Videodaten steuert (Bildabdruck mit freundlicher Einwilligung der Mutter).

## 6.6 Technisches Setup

Die Versuchspräsentationen liefen auf einem leistungsstarken Windows PC, der zeitgenau Powerpoint Präsentationen, Filmdateien und Tonanimationen präsentieren konnte; der Präsentationsmonitor für das Kind besaß die höchstmögliche Auflösung, so dass alle Reize so scharf wie möglich dargeboten wurden. Ein zweiter PC-Monitor hinter dem Wandschirm

diente zur Versuchssteuerung durch die Versuchsleiterin und Mitverfolgung der aktuellen Präsentation. In den Studien mit infant-control Design bediente die Versuchsleiterin parallel zur Präsentation einen weiteren Laptop, um mit der Kodiersoftware XHAB die Blickzeiten des Kindes online zu erfassen.

Weiterhin gab es zwei Kameras: Eine unterhalb des Monitors, die das Gesicht des Kindes für die Blickzeit-Kodierung aufzeichnete; eine zweite hinter dem Kind, welche die dargebotene Präsentation aufnahm. Mithilfe eines Video-Schnittsystems wurden beide Aufnahmen als Picture-in-Picture (PinP)-Zuschnitt auf einer Mini-DV Kasette digital aufgezeichnet (vgl. Abbildungen 10 und 11).



Abbildung 11. Picture-in-Picture Aufnahme eines Säuglings im HIP-Paradigma: Im Vordergrund das Gesicht des Kindes zur Erfassung des Blickverhaltens, im Hintergrund die Versuchspräsentation, die das Kind sich anschaut (Rasmus, 7 Monate, Abdruck mit freundlicher Einwilligung der Mutter).

Das PinP-Format erlaubte eine nachträgliche Kontrolle, ob das Kind eine fehlerfreie Präsentation gesehen hatte, und bot zudem einen direkten Einblick in die Reaktionen des Kindes auf die Stimuli, was wichtige Hinweise zur Weiterentwicklung der Reizdarbietung oder des Ablaufs gab (z.B. Lautstärke der Klingeltöne, Helligkeit, Kontraste etc.). Mit einem angeschlossenen MPG-Encoder wurden die Videofilme direkt als mpg-Datei auf einem Laptop aufgezeichnet und als Sicherungskopie auf DVD gespeichert. Diese Digitalisierung der Daten ermöglichte neben der sicheren Speicherung auch die spätere komfortable und zügige Kodierung der Blickzeitendaten am PC. Damit die KodiererInnen jedoch nicht durch die Reizpräsentation beeinflusst wurden, sondern *blind* zur Stimulusdarbietung auswerteten, sahen sie während der Kodierung nur das Blickverhalten des Kindes ohne den aktuell dargebotenen Reiz.

## **6.7 Untersuchte Altersgruppen**

Zur Messung der visuellen Habitationsleistung bei Säuglingen eignet sich die Zeit um die Mitte des ersten Lebensjahres (fünfter bis achter Lebensmonat) besonders gut. Dieses Alter wird häufig in Studien zur Untersuchung der visuellen Wahrnehmung eingesetzt, da sich die Aufmerksamkeitsentwicklung in einer für visuelle Aufgaben günstigen Phase befindet.

Nach Colombo (2001) entwickelt sich die frühkindliche Aufmerksamkeit in drei Phasen: Von der Geburt bis etwa zwei Lebensmonate (Phase 1) nehmen die Blickzeiten auf bildhafte Reize kontinuierlich zu, während das Aufmerksamkeitssystem reift (vor allem Hirnstamm-Areale wie das aufsteigende retikuläre System). Zwischen drei und sechs Monaten (Phase 2) zeigt sich eine Abnahme der beobachtbaren Blickzeiten, die vor allem auf die verbesserte Fähigkeit, den Blick wieder abzuwenden, zurückgeht (attention disengagement); die Ursachen hierfür werden in der fortschreitenden Hirnreifung, insbesondere des posterioren parietalen Systems, vermutet (Hood & Atkinson, 1993; Johnson, Posner, & Rothbart, 1991). Ab sechs Monaten bis ins zweite und dritte Lebensjahr (Phase 3) nimmt die willentliche Kontrolle der Aufmerksamkeitssteuerung zu, wodurch die Reizzuwendungszeiten wieder länger werden können (z.B. Ruff & Rothbart, 1996). Wie sich die Blickzeit in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres entwickelt, hängt jedoch nicht nur vom Alter, sondern auch von den verwendeten Stimuli ab. Während ältere Säuglinge (> 6 Monate) aufgrund ihrer besseren Verarbeitungskapazität typischerweise weniger Blickzeit als jüngere (< 6 Monate) auf einfache geometrische (meist statische) Bildstimuli zeigen, verwenden sie mit zunehmendem Alter mehr Aufmerksamkeit auf komplexere (meist dynamische) Gesichts- oder Filmstimuli (Courage, Reynolds, & Richards, 2006).

Legt man Colombos triphasisches Modell der Aufmerksamkeitsentwicklung im Säuglingsalter zugrunde, so zeigt sich die Altersspanne um die Hälfte des ersten Lebensjahres (5 bis 7 Monate) zur Untersuchung der visuellen Habitationsleistung als besonders geeignet. Mit etwa fünf Monaten ist das visuelle Wahrnehmungssystem so weit ausgereift, dass die Säuglinge das Problem der „obligatorischen Aufmerksamkeit“, die Schwierigkeit, den Blick von einem einmal fixierten Stimulus abzuwenden, überwunden haben (vgl. Bronson, 1997; Hood, 1995); d.h. dass die Gefahr des Fehlschlusses, obligatorische Blickzuwendungen („sticky fixations“) als aktive Informationsverarbeitung zu interpretieren, für dieses Alter deutlich abgenommen hat. Um die Auswirkungen der weiteren Aufmerksamkeitsentwicklung auf die Habitationsleistung zu überprüfen, bietet sich die Altersgruppe von sieben Monaten an. Säuglinge dieses Alters sind, was ihre visuellen Kompetenzen betrifft, hervorragend in der

Lage, und in der Regel auch guten Willens, an visuellen Habituationaufgaben teilzunehmen. Im letzten Viertel des ersten Lebensjahres wird die Testung in rein visuellen Aufgaben schwieriger, da die Kinder sich in dieser Zeit motorisch und sozial-kognitiv stark weiterentwickeln und lieber an komplexeren oder interaktiven Aufgaben teilnehmen, in denen sie auch selbst Objekte manipulieren dürfen (z.B. Objektexaminations- oder Imitationsaufgaben). Mit zunehmendem Alter, besserer willentlicher Aufmerksamkeitssteuerung und damit größerem Einfluss der Testmotivation erweisen sich visuelle Habituationaufgaben dann als nicht mehr altersgemäß.

Aufgrund dieser Überlegungen wurden für die folgenden Studien zur visuellen Habituationsleistung die beiden Altergruppen von fünf und sieben Monate alten Säuglingen untersucht.

## **6.8 Stichprobenrekrutierung**

Die Abteilung für Entwicklungspsychologie am Psychologischen Institut Heidelberg erhält als Institution, an der Forschungsprojekte des öffentlichen Interesses durchgeführt werden, Geburts- und Adressdaten vom Einwohnermeldeamt der Stadt Heidelberg. Die Eltern der teilnehmenden Säuglinge wurden zunächst brieflich, dann telefonisch kontaktiert, um einen Termin auszumachen. Alle Kinder entstammten einer gemischten Population aus Akademikern, Handwerkern und Angestellten aus dem Raum Heidelberg (vorwiegend kaukasisch, Mittelschicht). Als kleines Dankeschön für ihre Teilnahme erhielten die Eltern eine Urkunde mit einem Foto ihres Kindes sowie anschauliches Informationsmaterial über bisherige Forschungsergebnisse.

## **6.9 Studienüberblick**

Das beschriebene Habituationparadigma hat sich als gut geeignet sowohl zur Untersuchung von fünf Monate als auch von sieben Monate alten Säuglingen erwiesen, so dass für diese Arbeit insgesamt fünf Studienreihen durchgeführt werden konnten (vgl. Tabelle 3). Dabei wurden eine Reihe von Stimulussets, Reizanordnungen und Aufgabenreihenfolgen erprobt. Neben dem inhaltlichen Vergleich der Verarbeitung von einzelnen vs. kategorialen Reizen bestand ein besonderer methodischer Schwerpunkt der Arbeit im Vergleich verschiedener

experimenteller Prozeduren, wie sequentielle vs. paarweise Reizdarbietung und infant-control vs. fixed-trial Präsentationen. So wurden in Experiment 1 die Habitations- und Dishabitationsreaktionen von fünf und sieben Monate alten Säuglingen auf die neu entwickelten Stimuli (vier Materialsets) bei sequentieller Darbietung und vom Kind kontrollierter Darbietungsdauer in beiden Aufgabentypen verglichen. Experiment 2 untersuchte die Aufmerksamkeitsreaktionen für dieselben Stimuli bei sequentieller Darbietung mit fixer Trialdauer. In Experiment 3 wurden gezielt Dishabitationsreaktionen auf verschiedene Testreize der Kategorisierungsaufgabe überprüft, und in der Folge mit einem statt der bisher vier Materialsets weitergearbeitet. In Experiment 4 und 5 wurden die Stimuli nicht mehr sequentiell, sondern als Reizpaare mit fester Trialdauer präsentiert, ebenfalls in beiden Altersgruppen. Während in den Experimenten 1 bis 4 jeweils eine Einzelreizaufgabe und eine Kategorisierungsaufgabe innerhalb einer Gruppe von Säuglingen miteinander verglichen wurden, bearbeiteten die Säuglinge in Experiment 5 zwei Einzelreizaufgaben: Eine Aufgabe erforderte die Diskriminierung zweier vereinfachter Einzelreize der Vorgängerstudien, die andere Aufgabe bestand in der Diskriminierung zweier Einzelexemplare der zuvor kontrastierten Kategorien. Dieses Design ermöglichte einen direkten Vergleich von Einzel- und kategorialer Reizverarbeitung *desselben* Stimulusmaterials als Zwischengruppenvergleich zwischen Experiment 4 und 5.

Nachfolgend werden die Experimente im Einzelnen beschrieben. Die Ergebnisse werden dabei zunächst für jedes Experiment separat dargestellt, gefolgt von integrierten Auswertungen mehrerer Experimente.

### ***Zusammenfassung***

Zur Untersuchung der vorliegenden Fragestellung wurde ein Paradigma zur Messung von Habituation als Informationsverarbeitungsprozess (HIP) entwickelt, das den Vergleich von Habitations-/Dishabitationsleistungen über verschiedene Aufgabenkontexte hinweg ermöglichte. Aus mehreren Sets schwarz-weiß gemusterter sowie farbiger geometrischer Stimuli konnten so jeweils zwei Arten von visuellen Habitationsaufgaben zusammengestellt werden, bestehend aus je einer (1) Einzelreizaufgabe und (2) Kategorisierungsaufgabe, wobei die Gestaltung der Stimuli und der Versuchspräsentation die Umsetzung verschiedener experimenteller Habitationsprozeduren erlaubte.

Tabelle 3  
 Übersicht der Habitationsaufgaben und Methodik der fünf durchgeführten Experimente

Experiment	Aufgaben	Art der Reizdarbietung	Anzahl der Habitationsdurchgänge	Anzahl der Testdurchgänge	Dauer der Durchgänge	Alter in Monaten
1	Einzelreizaufgabe	konsekutiv	10	1	infant-control	5 + 7
2	Kategorisierungsaufgabe	konsekutiv	10	2	fixed-trial 15s	5 + 7
3	Einzelreizaufgabe	konsekutiv	10	1	infant-control	7
4	Kategorisierungsaufgabe	konsekutiv	11	1	fixed-trial 15s	5 + 7
5	Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß	paarweise	7	2	fixed-trial 15s	5 + 7
	Einzelreizaufgabe Bunt	paarweise	7	2	fixed-trial 15s	5 + 7

*„Children confront the formidable task of assimilating information in the environment and accommodating their cognitive structures to that information. Developmental science is concerned equally with two distinct features of these processes: children’s group mean level of performance . . . and the standing of individual children.”*

(Bornstein et al., 2006, S. 151)

## **KAPITEL 7**

### **EXPERIMENT 1:**

#### **VERGLEICH EINER EINZELREIZ- UND EINER KATEGORISIERUNGSAUFGABE IN EINEM INFANT-CONTROL DESIGN MIT SEQUENTIELLER STIMULUSDARBIETUNG**

##### **7.1 Konzeption und Design**

Ziel von Experiment 1 war es, die Habituations- und Dishabituationsreaktionen von fünf und sieben Monate alten Säuglingen auf die beiden neu entwickelten experimentellen Aufgaben zu erfassen und zu vergleichen. Um das erstellte Stimulusmaterial möglichst breit abzubilden, wurden vier Materialsets aus je einem der vier schwarz-weiß gemusterten Einzelreize und vier der acht mehrfarbigen Kategorien zusammengestellt (siehe Abbildung 12). Als Darbietungsprozedur wurde ein infant-control Design gewählt, da die Säuglinge hierbei die Dauer eines Durchgangs selbst bestimmen können und sich auf diese Weise die erwünschte interindividuelle Varianz zwischen den Kindern erzeugen lässt. Allerdings wurde kein vollständig blickkontrolliertes Design durchgeführt, in dem auch das Ende der Habituationsphase von jedem Kind individuell bestimmt wird, sondern vorab die Anzahl der Durchgänge auf zehn Trials pro Kind festgelegt. Dieses modifizierte Design sollte für die kategoriale Aufgabe sicherstellen, dass jedes Kind gleich viele Exemplare der jeweiligen Habituationsskategorie dargeboten bekam (vgl. Kapitel 4.7). Die Darbietung einer festen Anzahl von Exemplaren pro Kategorie ist das in der Kategorisierungsforschung übliche Vorgehen und sollte daher für den hier angestrebten Vergleich der Repräsentationsbildung zwischen kategorialem und gleich bleibendem Stimulusmaterial nicht abgeändert werden. Zur Abbildung größtmöglicher interindividueller Varianz bei gerade noch zu vertretender Versuchsdauer wurde die Trialanzahl auf zehn Durchgänge pro Aufgabe festgelegt und die Stimuli, wie bei infant-control Prozeduren erforderlich, einzeln sequentiell dargeboten (vgl. Kapitel 2).

## 7.2 Stichprobe

An Experiment 1 nahmen  $n = 40$  fünf Monate und  $n = 40$  sieben Monate alte Säuglinge teil (44 Mädchen, 36 Jungen). Das Durchschnittsalter betrug 5 Monate, 12 Tage (Range 5;1 - 5;23) und 7 Monate, 11 Tage (Range 7;1 - 7;29). Weitere  $n = 22$  untersuchte Kinder wurden wegen Unruhe und Weinen ( $n = 17$ ) oder technischer Probleme und Versuchsleiterfehlern ( $n = 5$ ) von der Auswertung ausgeschlossen. Ein Kind schlief während des Versuchs ein. Ein weiteres Kind wurde aufgrund seiner extrem langen Blickzeit von 120 Sekunden im ersten Habitationsdurchgang der Einzelreizaufgabe ausgeschlossen, die mehr als zwei Standardabweichungen über dem Mittelwert der Stichprobe ( $M = 10.58$ ,  $SD = 13.93$ ) und mehr als sechs Standardabweichungen über dem Maximalwert (35.05 Sekunden) der restlichen Gruppe lag. Die Ausfallquote betrug damit insgesamt 23 Prozent. Die verbleibenden  $N = 80$  Kinder nahmen erfolgreich an beiden Aufgaben in Folge teil und wurden etwa gleichmäßig auf die experimentellen Bedingungen aufgeteilt (siehe Tabelle 4; zur Geschlechteraufteilung siehe Anhang Tabelle A1).

## 7.3 Experimentelle Aufgaben und Stimuli

Jedem Säugling wurden nacheinander zwei visuelle Habitationsaufgaben präsentiert: eine Einzelreiz-Diskriminationsaufgabe und eine Kategorisierungsaufgabe. Die Reihenfolge der Aufgaben wurde ausbalanciert, so dass etwa die Hälfte der Kinder die Einzelreizaufgabe zuerst erhielt, die andere Hälfte die Kategorisierungsaufgabe zuerst (vgl. Tabelle 4).

In der Einzelreizaufgabe wurden die Säuglinge in zehn Habitationsdurchgängen an einen gleich bleibenden visuellen Reiz gewöhnt und im Test mit einem neuen Reiz konfrontiert.<sup>4</sup> Als Stimuli dienten hierbei zweidimensionale, schwarz-weiß gemusterte Sternformen (siehe Abbildung 12).

In der Kategorisierungsaufgabe wurden zur Habituation zehn verschiedene Exemplare einer Kategorie nacheinander dargeboten (z.B. rund rot-orange), auf die in der Testphase zwei neue Reize aus anderen Kategorien und von unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad folgten: So wurde als erstes Testobjekt ein Reiz mit neuen Farbeigenschaften, aber von vergleichbarer

---

<sup>4</sup> Der neue Einzelreiz wurde im Test zweimal präsentiert (vgl. Abbildung 12). Da sich jedoch die Blickzeit über beide Testdurchgänge nicht signifikant veränderte,  $F(1, 79) = 2.22$ ,  $p = .14$ , wurde für die vorliegenden Auswertungen nur das Aufmerksamkeitsverhalten bei der *ersten* Darbietung des Testreizes berücksichtigt.

Form präsentiert (z.B. rund lila-pink); als zweites Testobjekt folgte hingegen ein Reiz mit kontrastierten Farb- und Formeigenschaften (z.B. eckig grün-blau).

Tabelle 4

*Versuchsdesign Experiment 1: Aufteilung der beiden Altersgruppen auf vier verschiedene Materialbedingungen in zwei Aufgabenreihenfolgen (N = 80)*

Materialset	5 Monate		7 Monate	
	Einzel zuerst <i>n</i> = 20	Kategorial zuerst <i>n</i> = 20	Einzel zuerst <i>n</i> = 24	Kategorial zuerst <i>n</i> = 16
Einzelreiz 1 + Kategorie Eckig rot-orange	4	6	7	6
Einzelreiz 2 + Kategorie Eckig grün-blau	6	4	8	2
Einzelreiz 3 + Kategorie Rund rot-orange	4	6	5	3
Einzelreiz 4 + Kategorie Rund grün-blau	6	4	4	5

In beiden Altersgruppen wurden vier verschiedene Materialsets (bestehend aus jeweils einem Einzelreiz mit Testreiz und einer Reizkategorie mit Testreizen) zur Habituation dargeboten (vgl. Abbildung 12). Jede der vier kategorialen Aufgaben wurde dabei mit einer der vier Einzelreizaufgaben kombiniert, so dass vier Material-Bedingungen entstanden, auf welche die Säuglinge ungefähr gleich verteilt waren (vgl. Tabelle 4).

Während die vier Materialsets der Einzelreizaufgabe jeweils die gleiche Reizabfolge der Habituationssequenz enthielten (es erschien wiederholt derselbe Reiz, gefolgt von einem festgelegten Testreiz, der eine andere Musterung aufwies), wurde die Abfolge der kategorialen Reize für jedes Set der Kategorisierungsaufgabe systematisch variiert. Für jede der vier kategorialen Aufgaben entstanden auf diese Weise vier verschiedene Habituationssequenzen. Für die Abfolge der präsentierten Habituationsexemplare wurde dabei darauf geachtet, dass die Anzahl der Elemente der Objekte bzw. die Dicke ihrer Teilflächen sowie die Helligkeit der jeweiligen Farbschattierungen ständig wechselte, so dass nie zwei Exemplare identischer Form oder Farbgebung aufeinander folgten.

Je nachdem, mit welchem Exemplar die Habituationsphase endete, wurde eine von vier möglichen Testreizkombinationen pro Set vorgegeben (vgl. Anhang Abbildung A1). Während also in der Testphase der Einzelreizaufgabe die Säuglinge in allen vier Aufgaben mit jeweils identischen Reizen getestet wurden, bekamen die Säuglinge innerhalb der kategorialen Aufgaben verschiedene Exemplare der betreffenden Testkategorie dargeboten. Da die Anzahl und/oder Dicke der Stimuluselemente über alle zwölf Darbietungsdurchgänge hinweg ständig wechselte, zeichnete sich die Neuheit der kategorialen Testreize vor allem durch den Wechsel der Farbgebung (Test 1) bzw. den Wechsel von Farbe *und* Form (Test 2) aus.

	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
	Einzel (1 Rf)	Kategorial (4 Rf)						
Trial 1								
Trial 2								
Trial 3								
Trial 4								
Trial 5								
Trial 6								
Trial 7								
Trial 8								
Trial 9								
Trial 10								
Test 1								
Test 2								

Abbildung 12. Stimuli in Experiment 1: Sequentielle infant-control Darbietung von vier Materialsets, kombiniert aus je einer Einzelreizaufgabe und einer Kategorisierungsaufgabe, in jeweils zehn Habituationstrials und zwei Testtrials. Die Stimulusabfolge in der Einzelreizaufgabe war innerhalb eines Sets identisch; die Kategorisierungsaufgabe wurde pro Set in vier Reihenfolgen (Rf) vorgegeben (vgl. Anhang Abbildung A1).

## 7.4 Versuchsablauf

Die Säuglinge saßen in einem Babysitz oder auf dem Schoß der Begleitperson in einem abgedunkelten Raum vor einem PC-Monitor (Abstand ca. 100 cm), auf dem die experimentellen Aufgaben in einer Powerpoint-Präsentation dargeboten wurden (vgl. auch Kapitel 6 zum allgemeinen Ablauf des Paradigmas). Um Ablenkungen zu vermeiden und die Aufmerksamkeit der Säuglinge auf das Monitorgeschehen zu richten, war die unmittelbare Versuchsumgebung mit dunklen Wandschirmen umstellt. Das Elternteil saß schräg hinter dem Kind und wurde instruiert, während des Versuchs nicht zu sprechen, möglichst nicht mit dem Kind zu interagieren, sondern nach vorn auf den Monitor zu schauen (außer bspw. Schnullergeben zwischen einzelnen Trials oder beruhigender, leichter Körperkontakt).

Unterhalb des Präsentationsmonitors befand sich eine Videokamera, mit der das Blickverhalten des Säuglings aufgezeichnet und auf einen Fernsehmonitor hinter dem Wandschirm übertragen wurde. Die Versuchsleiterin hielt sich während des Versuchs hinter dem Wandschirm auf, von wo sie das Blickverhalten des Kindes online verfolgte und die Versuchspräsentation steuerte.

Beide Habituationaufgaben wurden nacheinander in einer animierten Powerpoint Präsentation in einem infant-control Design dargeboten. Die Aufgabenreihenfolge (Einzel zuerst bzw. Kategorial zuerst) war über die Kinder ungefähr ausbalanciert (Tabelle 4). Jede Aufgabe bestand aus zehn Habitationsdurchgängen und zwei Testdurchgängen. Die Stimuli (ca. 10 x 10 cm) wurden einzeln nacheinander in einem weißen Quadrat (14 x 14 cm) vor dunklem Hintergrund präsentiert. Um die Aufmerksamkeit der Kinder zu Beginn eines jeden Trials nach vorne zu lenken, ertönte ein Glockenton in mittlerer Lautstärke und das weiße Quadrat blinkte mehrfach auf. Sobald der Säugling nach vorne schaute, wurde der experimentelle Stimulus eingeblendet. Die Dauer eines Durchgangs wurde vom Kind selbst bestimmt (infant-controlled). Die Blickzeiten wurden dabei online von der Versuchsleiterin mit der Kodier-Software XHAB kodiert. Hierfür drückte die Versuchsleiterin so lange eine Taste der Computertastatur, wie der Säugling seinen Blick dem Stimulus zuwandte. Sobald der Säugling länger als 2 Sekunden vom Stimulus wegschaute, ertönte ein akustisches Signal, das den jeweiligen Trial beendete. Nachfolgend startete die Versuchsleiterin den Beginn des nächsten Durchgangs (Glockenton und Blinkreiz) und präsentierte den Zielreiz, sobald das Kind sich erneut dem Monitor zuwandte.

Nach der ersten Aufgabe folgte eine kurze Pause, danach die zweite Aufgabe. Vor Beginn des Versuchs, in der Pause zwischen den Aufgaben und am Ende des Experiments

wurde den Säuglingen zum Aufbau und Aufrechterhaltung des Interesses sowie zur Entspannung und weiteren Motivierung eine kurze Zeichentrickfilmsequenz gezeigt (30 Sekunden Unterwasserwelt mit schwimmenden Fischen).

### **7.5 Kodierung der Blickzeiten**

Zusätzlich zur Erstkodierung der Blickzeiten aus dem Versuch wurden die Aufzeichnungen aller untersuchten Säuglinge nach der Versuchsdurchführung von einer zweiten unabhängigen Kodiererin ausgewertet, die gegenüber der Stimulusdarbietung blind war. Hierbei wurde für beide Aufgaben die kumulierte Dauer der Blickzeit auf jeden Stimulus pro Durchgang erfasst. Die mittlere Beobachterübereinstimmung betrug  $r = .99$ ; somit war eine sehr hohe Interrater-Reliabilität gewährleistet.

### **7.6 Statistische Auswertung und Maße**

Als abhängige Variable für die statistische Analyse diente die Blickzeit der Säuglinge auf die Teststimuli. Dabei gingen die Mittelwerte beider Beobachterinnen für jeden Durchgang als Rohdaten in die Berechnungen ein.

Aus den Blickzeiten wurden verschiedene Maße zur Erfassung der Habituations- und Dishabituationsreaktion berechnet. Für die statistische Auswertung wurden neben der Blickdauer pro Trial drei Maße ausgewählt, die sowohl mit in der Literatur verwendeten Habituationsmaßen vergleichbar, als auch für alle fünf experimentellen Prozeduren zu berechnen sind und damit einen direkten Vergleich einzelner Experimente untereinander ermöglichen.

*Gesamtblickzeit.* Als Maß für die Gesamtblickzeit diente die Summe aller Blickzuwendungen während der Habituationsphase (Summe Trial 1 bis 10). Die Gesamtfixationsdauer ist ein Standardmaß in visuellen Habituationsstudien und hat sich als eines der reliabelsten und aussagekräftigsten Habituationsmaße erwiesen (vgl. Kapitel 2). Geringere Blickzeiten deuten dabei auf eine schnelle Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit hin: So zeigen Säuglinge mit kürzeren Fixationszeiten (short lookers) eine höhere Enkodierungseffizienz in visuellen Rekognitionsaufgaben als Säuglinge mit langen Blickzeiten (long

lookers) und weisen im Kindesalter eine höhere Intelligenz auf (vgl. Kapitel 1 und 4; Colombo & Mitchell, 1990).

*Habituationsstärke.* Als Maß für die Habituationsstärke wurde das Ausmaß des Absinkens der Blickzeit vom Beginn zum Ende der Habituationsphase erfasst. Hierfür wurden jeweils die ersten und die letzten drei Durchgänge zusammengefasst und der jeweilige Mittelwert berechnet. Das Mittelungsfenster von drei Durchgängen wird von Ashmead und Davis (1996, vgl. Kapitel 2) empfohlen, die die Phasenbildung aus nur ein bis zwei Durchgängen ebenso wie den Vergleich von Phasen aus vier und mehr Durchgängen ablehnen, da hier Habituationseffekte jeweils über- oder unterschätzt würden. Der Vergleich der ersten und letzten drei Trials hatte hier zudem den Vorteil, dass dieses Habituationsmaß für alle durchgeführten Experimente gebildet werden konnte. Da die einfache Differenz der beiden Mittelwerte zu einer verzerrten Verteilung führte, was insbesondere für Korrelationsanalysen problematisch ist (vgl. Kapitel 2; Appelbaum & McCall, 1983; Stelzl, 2005; Laucht, Esser & Schmidt, 1994), und zudem mit der Gesamtblickzeit korrelierte (Kinder, die mit einer hohen Blickzeit starten, können auch einen stärkeren Abfall zeigen als Kinder mit anfänglich geringerer Blickzeit), wurde die Differenz der ersten und letzten drei Habituationsdurchgänge an der Summe der Blickzeit in der Anfangs- und Endphase relativiert:  $(\text{Trial 1-3} - \text{Trial 8-10}) / (\text{Trial 1-3} + \text{Trial 8-10})$ . Hierdurch wurde das Ausmaß des Abfalls an der absolut aufgewendeten Blickzeit gewichtet und eine Werteverteilung zwischen -1 und 1 erreicht, wobei positive Werte ein Absinken der Blickzeiten, negative Werte ein Ausbleiben jeglicher Habituation indizierten.

*Dishabituationsstärke.* Als Maß für die Dishabituationsstärke wurde ein Erholungsmaß gebildet. Hierbei wurde der Anstieg der Blickzeit vom letzten Habituationsdurchgang zum ersten bzw. zweiten Testdurchgang berechnet. Auch hier wurde aus den oben genannten Gründen nicht die reine Differenz gebildet, sondern diese durch die Gesamtblickdauer in der Testphase geteilt:  $(\text{Test} - \text{Trial 10}) / (\text{Test} + \text{Trial 10})$ . Dieses Erholungsmaß konnte für alle Experimente mit konsekutiver Stimulusdarbietung gebildet werden und variierte zwischen -1 und 1. Ein positiver Wert deutete dabei auf einen Anstieg des Interesses auf den Testreiz hin, ein negativer Wert auf eine relative Bevorzugung des Standardreizes.

Im Ergebnisteil werden neben der deskriptiven Darstellung der Blickzeitenverläufe und berechneten Maße zunächst die Habituations- und Dishabituationseffekte in der *Gesamtgruppe* analysiert. Hierbei wurden für jede Aufgabe Varianzanalysen mit Messwiederholung durchgeführt, in denen auch der Einfluss der Faktoren Alter und Aufgabenreihenfolge geprüft wurde. Zur Bestimmung der Zusammenhänge zwischen beiden

Aufgabentypen wurden *Korrelationsanalysen* für die einzelnen Maße durchgeführt. Zur Überprüfung von Vorhersagen des Komparatormodells und Analyse der Zusammenhänge von Habituations- und Testleistung wurden für beide Aufgabentypen *Subgruppen* anhand der Habituationsleistung gebildet, die im Hinblick auf ihre Dishabituationsleistung miteinander verglichen wurden.

Vorab wurde varianzanalytisch geprüft, ob sich der Faktor *Geschlecht* auf die Habituations- oder Dishabituationsleistung in einer der beiden Aufgaben auswirkte. Da dies erwartungsgemäß nicht der Fall war (alle  $p$ -Werte  $> .05$ ) und keine geschlechtsspezifischen Hypothesen vorlagen, wurden für alle weiteren Analysen männliche und weibliche Säuglinge zusammengefasst. Auch der Faktor *Stimulusmaterial* (Habituationsreiz bzw. Reizkategorie) interagierte in keiner der beiden Aufgaben mit den Habituations- und Dishabituationsleistungen der Gesamtgruppe (alle  $p$ -Werte  $> .05$ ), so dass die folgenden Analysen über alle dargebotenen Reizbedingungen hinweg vorgenommen wurden.

## **7.7 Ergebnisse**

### **7.7.1 Effekte in der Gesamtgruppe**

Vor einer Analyse der Zusammenhänge von Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb und zwischen beiden Aufgaben auf Ebene der individuellen Unterschiede wurden die Habituations- und Dishabituationseffekte in der Gesamtgruppe separat für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe varianzanalytisch untersucht.

Zur Bestimmung des Habituationseffekts wurde die mittlere Blickzeit der ersten drei Durchgänge (Phase A) mit derjenigen der letzten drei Durchgänge (Phase B) der Habituationssequenz verglichen. Für jede der beiden Aufgaben wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit dem Innersubjektfaktor Habituationsphase (Phase A, Phase B) und den Zwischensubjektfaktoren Alter (5 Monate, 7 Monate) und Aufgabenreihenfolge (Einzel zuerst, Kategorial zuerst) gerechnet.

Zur Bestimmung des Dishabituationseffekts wurde die Blickzeit im letzten Habitationsdurchgang (Trial 10) mit der Blickzeit im ersten bzw. zweiten Testdurchgang verglichen. Der Messwiederholungsfaktor Test war in der Einzelreizaufgabe zweifach gestuft (Trial 10, Test 1), in der Kategorisierungsaufgabe dreifach gestuft (Trial 10, Test 1, Test 2). Als Zwischensubjektfaktoren wurden ebenfalls Alter und Aufgabenreihenfolge mitgeführt.

Abbildung 13 zeigt den Verlauf der Blickzeiten über die einzelnen Durchgänge der Habituations- und Testphase in der Einzelreiz- und in der Kategorisierungsaufgabe für beide Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen.

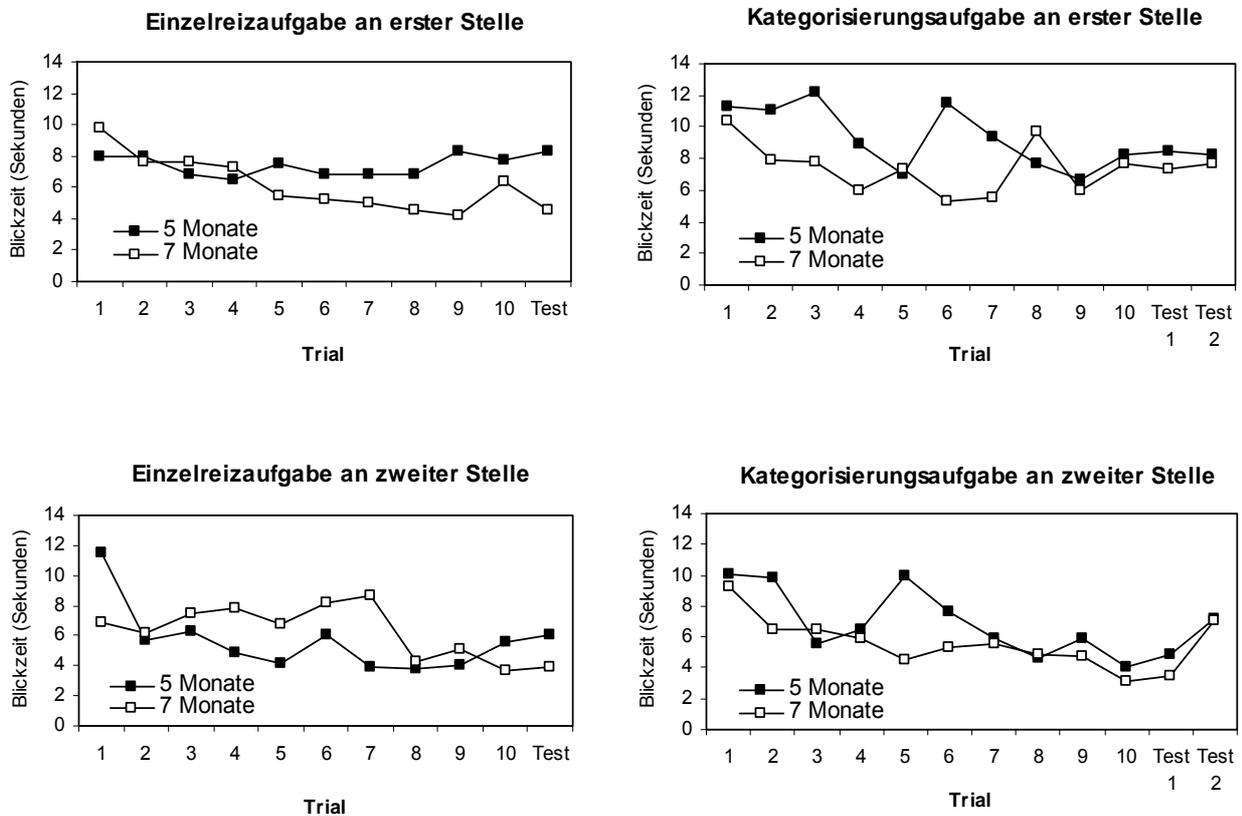


Abbildung 13. Verlauf der mittleren Blickzeiten in Habituationsphase (10 Trials) und Testphase der Einzelreiz- und der Kategorisierungsaufgabe für beide Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen in Experiment 1 ( $N = 80$ ). In der Einzelreizaufgabe wurde im Testdurchgang (Trial 11) ein neuer Einzelreiz präsentiert; in der Kategorisierungsaufgabe erschien im ersten Testdurchgang (Trial 11) ein farbveränderter Testreiz gleicher Form, im zweiten Testdurchgang (Trial 12) ein Teststimulus kontrastierter Farbe und Form.

*Einzelreizaufgabe.* In der Habituationsphase der Einzelreizaufgabe zeigte sich ein signifikanter Abfall der mittleren Blickzeiten (in Sekunden) von den ersten drei ( $M = 7.75$ ,  $SD = 4.04$ ) zu den letzten drei Durchgängen ( $M = 5.41$ ,  $SD = 3.87$ ),  $F(1, 76) = 21.29$ ,  $p < .001$ . Dieser Gewöhnungseffekt war unabhängig vom Alter der Kinder,  $F(1, 76) = 1.56$ ,  $p = .22$ , und von der Reihenfolge der Aufgabendarbietung,  $F(1, 76) = 1.63$ ,  $p = .21$ . Allerdings zeigte sich eine Dreifachinteraktion zwischen Habituationsphase, Alter und Aufgabenreihenfolge,  $F(1, 76) = 4.47$ ,  $p < .05$ , welche darauf zurückzuführen ist, dass die Gruppe der fünf Monate

alten Säuglinge, welche die Einzelreizaufgabe zuerst bearbeitete, als einzige keine Habituationsreaktion zeigte,  $t(19) = -.01$ ,  $p = .99$ , im Gegensatz zu den siebenmonatigen Säuglingen dieser Bedingung,  $t(23) = 3.45$ ,  $p < .01$ , und den Kindern beider Altersgruppen, welche die Einzelreizaufgabe an zweiter Stelle erhielten,  $t(35) = 4.31$ ,  $p < .001$  (vgl. Abbildung 13). Es ergaben sich keine weiteren signifikanten Interaktionen oder Haupteffekte.

In der Testphase der Einzelreizaufgabe zeigte sich kein Dishabituationseffekt für die Gesamtgruppe,  $F(1, 76) = 0.02$ ,  $p = .88$ , d.h. der neue Einzelreiz ( $M = 5.74$ ,  $SD = 5.74$ ) wurde nicht länger angeschaut als der Standardreiz im letzten Habituationsdurchgang ( $M = 5.95$ ,  $SD = 5.74$ ), und zwar unabhängig von Alter,  $F(1, 76) = 0.75$ ,  $p = .39$ , und Aufgabenreihenfolge  $F(1, 76) = 0.34$ ,  $p = .56$ . Es ergab sich ein Haupteffekt Alter,  $F(1, 76) = 5.17$ ,  $p < .05$ , der darauf zurückgeht, dass die fünf Monate alten Säuglinge in der Testphase im Mittel höhere Blickzeiten zeigten als die sieben Monate alten Säuglinge (Standardreiz: 6.62 vs. 5.23 Sekunden, Testreiz: 7.18 vs. 4.29 Sekunden). Schließlich zeigte sich in der Testphase auch der Haupteffekt Aufgabenreihenfolge knapp signifikant,  $F(1, 76) = 0.07$ ,  $p = .05$ , da die Kinder etwas längere Blickzeiten zeigten, wenn die Einzelreizaufgabe als erstes statt als zweites präsentiert wurde (Trial 10: 6.97 vs. 4.70 Sekunden, Test: 6.29 vs. 5.06 Sekunden). Weitere Effekte wurden nicht beobachtet.

*Kategorisierungsaufgabe.* In der Habituationsphase der Kategorisierungsaufgabe ergab sich ebenfalls ein signifikanter Gewöhnungseffekt,  $F(1, 76) = 18.91$ ,  $p < .001$ . Die Säuglinge zeigten ein deutliches Absinken ihrer Blickzeiten von Habituationsphase A ( $M = 8.97$ ,  $SD = 6.21$ ) zu Phase B ( $M = 5.92$ ,  $SD = 4.28$ ), unabhängig von Alter,  $F(1, 76) = 1.71$ ,  $p = .20$ , und Aufgabenreihenfolge,  $F(1, 76) = 0.53$ ,  $p = .47$ . Zusätzlich ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für die Aufgabenreihenfolge,  $F(1, 76) = 7.47$ ,  $p < .01$ . So schauten sich die Säuglinge die kategorialen Reize länger an, wenn diese als erste Aufgabe anstatt als zweite Aufgabe gezeigt wurden, habituierten jedoch in vergleichbarem Ausmaß von Phase A zu Phase B (als erste Aufgabe: 10.26 zu 7.64 Sekunden, als zweite Aufgabe: 7.92 zu 4.51 Sekunden). Es gab keine weiteren Interaktionen oder Haupteffekte.

In der Testphase der Kategorisierungsaufgabe konnte kein signifikanter Dishabituationseffekt beobachtet werden,  $F(2, 75) = 2.26$ ,  $p = .11$ , obwohl die Blickzeiten vom letzten Habitationsdurchgang ( $M = 5.54$ ,  $SD = 5.30$ ), über den ersten Testdurchgang ( $M = 5.82$ ,  $SD = 5.75$ ) zum zweiten Testdurchgang hin anstiegen ( $M = 7.53$ ,  $SD = 6.78$ ). Hierbei erreichte der Anstieg vom letzten Habitationsobjekt auf das zweite Testobjekt statistische Signifikanz,  $t(79) = -2.31$ ,  $p < .05$ , wohingegen das erste Testobjekt keine Neuheitsreaktion auslöste,  $t(79) = -0.39$ ,  $p = .70$ . Die Reaktionen in der Testphase waren unabhängig von Alter,  $F(2, 75) =$

0.15,  $p = .86$ , und Aufgabenreihenfolge  $F(2, 75) = 2.08$ ,  $p = .13$ , wenn auch die Neuheitsreaktionen bei der Darbietung als zweite Aufgabe tendenziell stärker ausfielen (vgl. Abbildung 13). Ferner trat ein Haupteffekt Aufgabenreihenfolge auf,  $F(1, 76) = 10.82$ ,  $p < .01$ , der sich wie in der Habituationsphase darauf gründete, dass die Kinder die kategorialen Reize etwas länger anschauten, wenn diese als erste Aufgabe präsentiert wurden (vgl. Abbildung 13). Weitere Effekte gab es nicht.

## 7.7.2 Analyse individueller Unterschiede

### *Interindividuelle Varianz*

Da sich für beide Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen in der Gesamtgruppenauswertung weitgehend vergleichbare Habituations-/Dishabituationsleistungen zeigten (keine signifikanten Zweifachinteraktionen dieser Variablen mit den Habituations- und Dishabituationseffekten), wurden für die Analyse individueller Unterschiede innerhalb und zwischen den Aufgaben die Säuglinge über diese Bedingungen hinweg zusammengefasst.

Wie erhofft, zeigte sich eine große Varianz in den Blickzeiten der Kinder sowie in der Stärke ihrer Habituations- und Dishabituationsreaktionen (siehe Tabelle 5). Die Standardabweichungen sind dabei häufig größer als die Mittelwerte der jeweiligen Aufmerksamkeitsmaße. In der kategorialen Aufgabe wurde insgesamt etwas mehr Blickzeit aufgewendet als in der Einzelreizaufgabe,  $t(79) = -1.74$ ,  $p < .05$  (einseitig). Die Habituationsstärke war in beiden Aufgaben gleichermaßen stark ausgeprägt,  $t(79) = -0.08$ ,  $p = .94$ , während sich die Dishabituationsreaktionen auf den neuen Einzelreiz und auf das zweite kategoriale Testexemplar klar unterschieden,  $t(79) = -2.76$ ,  $p < .01$ .

Die Mittelwerte für die Habituations- und Dishabituationsleistungen wurden jeweils mit einem  $t$ -Test gegen den Wert 0 getestet. Ein Wert von Null zeigte ein gleich bleibendes Blickniveau über die Habitationsdurchgänge (d.h. keine Habituation) sowie den Zufallswert für die Dishabituation an (d.h. keine Präferenz für den Dishabituationsreiz im Vergleich zum Standardreiz). In Übereinstimmung mit den varianzanalytischen Auswertungen der Gesamtgruppeneffekte zeigten sich die Habitationswerte beider Aufgaben als signifikant von Null verschieden, sowie auch die Dishabituation auf das zweite, farb- und formveränderte Testobjekt der kategorialen Aufgabe.

Tabelle 5

Mittelwerte, Standardabweichungen und Range der verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße (in Sekunden) für beide Aufgabentypen in Experiment 1 ( $N = 80$ )

Aufmerksamkeitsmaß		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Testwert = 0 <i>t</i> (79)
<b>Einzelreizaufgabe</b>						
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-10	64.30	38.11	17.10	266.48	
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 8-10}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 8-10}}$	0.19	0.27	-0.39	0.68	6.33***
Dishabituation	$\frac{\text{Test} - \text{Trial 10}}{\text{Test} + \text{Trial 10}}$	-0.01	0.35	-0.66	0.64	-0.31
<b>Kategoriale Aufgabe</b>						
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-10	72.61	42.22	21.63	231.50	
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 8-10}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 8-10}}$	0.20	0.28	-0.46	0.74	6.23***
Dishabituation Test 1	$\frac{\text{Test 1} - \text{Trial 10}}{\text{Test 1} + \text{Trial 10}}$	0.02	0.32	-0.74	0.83	0.45
Dishabituation Test 2	$\frac{\text{Test 2} - \text{Trial 10}}{\text{Test 2} + \text{Trial 10}}$	0.15	0.37	-0.87	0.79	3.51**

*Beachte:* Die Mittelwerte der Habituations- und Dishabituationsleistungen wurden jeweils gegen den Wert 0 getestet. Dabei zeigten sich die Habituationen beider Aufgaben als signifikant von 0 verschieden, wie auch die Dishabituation zum zweiten, farb- und formveränderten Testobjekt der kategorialen Aufgabe.

\*\*  $p < .01$ . \*\*\*  $p < .001$ <sup>5</sup>.

### Bezüge von Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb jeder Aufgabe

Von besonderem Interesse im Hinblick auf das Komparatormodell ist eine Analyse der Zusammenhänge von Habituations- und Dishabituationsleistungen innerhalb einer Aufgabe. Da laut Komparatormodell eine Diskriminierung des Testreizes nur bei hinreichender Enkodierung des vorhergehenden Habituationsreizes möglich ist, sollte die Stärke der Dishabituation einen Zusammenhang zur Habituationsleistung (Gesamtblickzeit, Habituationsstärke) aufweisen. Tabelle 6 zeigt die Interkorrelationen der verwendeten Aufmerksamkeitsmaße innerhalb und zwischen den beiden Aufgabentypen. Zunächst sollen die Zusammenhänge der Maße *innerhalb* jeder Aufgabe diskutiert werden.

<sup>5</sup> Im Folgenden kennzeichnen Sternchen \* stets zweiseitige  $p$ -Werte, Kreuze † hingegen einseitige  $p$ -Werte.

*Einzelreizaufgabe.* Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, zeigte sich für die Einzelreizaufgabe kein Zusammenhang zwischen Gesamtblickzeit und Dishabituationsstärke, dafür aber eine positive Korrelation zwischen der Habituationsstärke und der Stärke der Dishabituation auf das neue Testobjekt, die in ihrer Höhe einem kleinen bis mittleren Effekt entspricht (J. Cohen, 1988)<sup>6</sup>. Kinder, deren Blickzeiten über die Habituationsphase stärker abgesunken sind, zeigten eine größere Erholung ihrer Aufmerksamkeit bei Vorhabe des neuen Einzelreizes.

*Kategorisierungsaufgabe.* Für die kategoriale Aufgabe ergab sich ein umgekehrtes Bild (siehe Tabelle 6). Während die Habituationsstärke keinen Zusammenhang zur Dishabituationsstärke in der Testphase aufwies, ergab sich eine negative Korrelation zwischen der Gesamtblickzeit und der Dishabituation auf das erste sowie auf das zweite Testobjekt, d.h. Kinder, die in der Habituationsphase wenig Blickzeit aufwendeten, reagierten in stärkerem Ausmaß auf den neuen Testreiz als Kinder, die den Standardreiz länger anschauten.

Tabelle 6  
Korrelationen der verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße innerhalb und zwischen beiden Aufgabentypen in Experiment 1 ( $N = 80$ )

Aufmerksamkeitsmaß	2	3	4	5	6	7
<b>Einzelreizaufgabe</b>						
1. Gesamtblickzeit	-0.00	-.12	<b>.44**</b>			
2. Habituation		.25*		<b>-.06</b>		
3. Dishabituation					<b>-.08</b>	<b>-.02</b>
<b>Kategorisierungsaufgabe</b>						
4. Gesamtblickzeit				.01	-.22*	-.24*
5. Habituation					.03	.18
6. Dishabituation Test 1						
7. Dishabituation Test 2						

*Beachte:* Angegeben sind Produkt-Moment Korrelationen  $r$  nach Pearson. Die fett gedruckten Korrelationen beschreiben Zusammenhänge *zwischen* der Einzelreiz- und der Kategorisierungsaufgabe, die restlichen Werte geben die Korrelationen der Aufmerksamkeitsmaße *innerhalb* jedes Aufgabentyps wieder.

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

<sup>6</sup> Nach Cohens (1988) Analyse der Effektgrößen von Zusammenhängen entspricht eine Korrelation ab  $r = .10$  einem kleinen Effekt, ab  $r = .30$  einem mittleren Effekt und ab  $r = .50$  einem großem Effekt.

*Dishabituationsleistung von stark vs. schwach habituerenden Säuglingen*

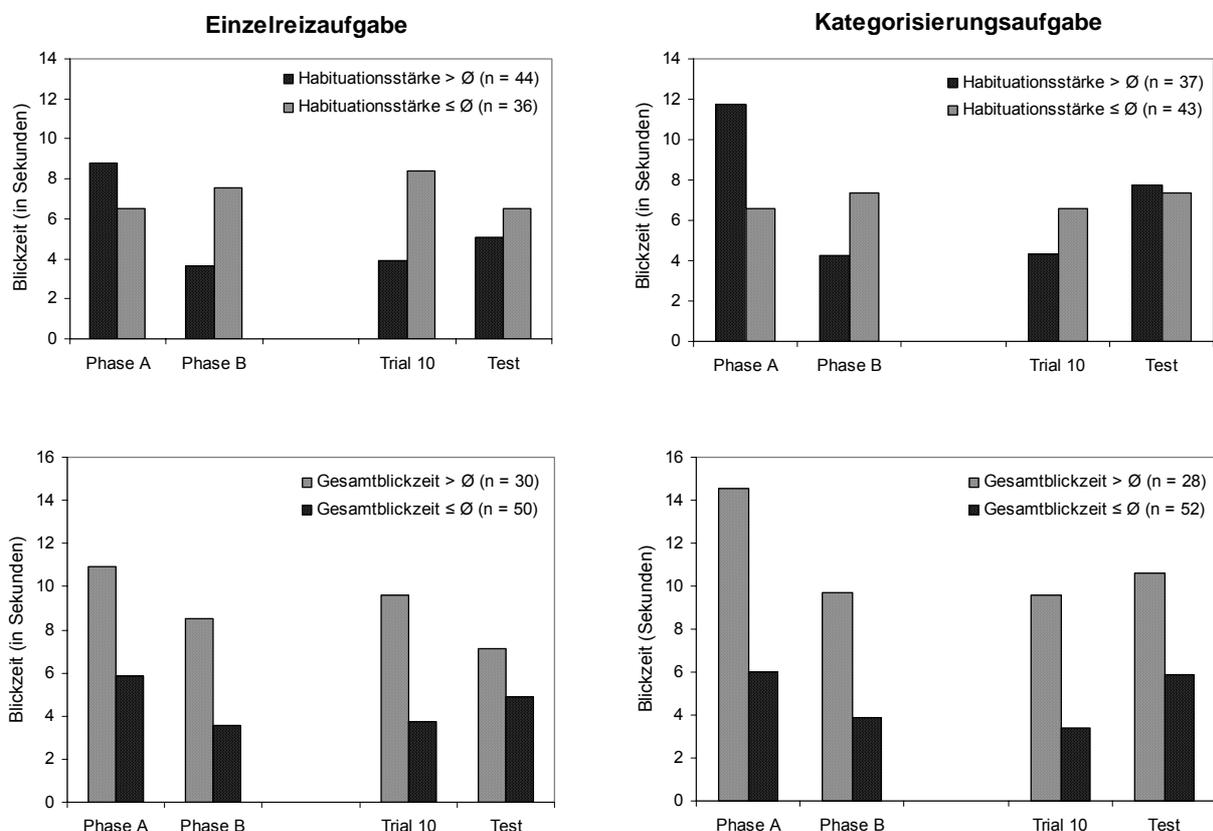
Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Aufgabentypen zeigte sich im Vergleich der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituerern. Hierfür wurden die Kinder anhand ihrer Habituationsleistung pro Aufgabe in zwei Gruppen eingeteilt: (1) danach, ob die Abnahme ihrer Blickzeiten über die Habituationsphase überdurchschnittlich versus unterdurchschnittlich stark ausgeprägt war (Meansplit Habituationsstärke), und (2) danach, ob sie über- versus unterdurchschnittlich viel Gesamtblickzeit in der Habituationsphase aufwendeten (Meansplit Gesamtblickzeit)<sup>7</sup>. Nachfolgend wurden die beiden Gruppen im Hinblick auf ihre Dishabituationsleistung in beiden Aufgaben verglichen. Für die Kategorisierungsaufgabe wurde dabei die Reaktion auf das zweite Testobjekt analysiert, welche insgesamt stärker ausgeprägt war und zudem die größere Varianz zwischen den Kindern aufwies (vgl. Gesamtgruppeneffekte sowie Tabelle 5). Für beide Habituationsmaße (Habituationsstärke, Gesamtblickzeit) und beide Aufgaben wurde je eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Test (Trial 10, Testtrial) und dem Zwischensubjektfaktor Habituationsleistung (über- vs. unterdurchschnittlich) berechnet. Die Faktoren Alter und Aufgabenreihenfolge wurden hier nicht miteinbezogen, da sie keinen Einfluss auf die Dishabituationsleistung oder deren Interaktion mit der Gruppenzugehörigkeit hatten (alle  $p$ -Werte  $> .05$ ).

*Einzelreizaufgabe.* Für die Einzelreizaufgabe fand sich eine signifikante Interaktion zwischen Habituationsgruppenzugehörigkeit und Dishabituationsreaktion in der Testphase: Nur die stärker habituierten Kinder reagierten mit einem Anstieg der Aufmerksamkeit auf das neue Testobjekt; Kinder mit schwächer ausgeprägter Habituation zeigten die gegenläufige Tendenz,  $F(1, 78) = 4.00, p < .05$  (siehe Abbildung 14). Dieser Befund stimmt mit den Ergebnissen der Korrelationsanalyse überein (Tabelle 6). Darüber hinaus zeigte sich eine Interaktion zwischen Gesamtblickdauer und Neuheitsreaktion: Kinder, die unterdurchschnittlich wenig Blickzeit in der Habituationsphase aufwendeten, dishabituierten auf den neuen Einzelreiz, während Kinder mit längerer Gesamtblickdauer dies nicht taten,  $F(1, 78) = 5.59, p < .05$  (siehe Abbildung 14).

---

<sup>7</sup> Aufgrund der Besonderheit des modifizierten infant-control Designs von Experiment 1 wurde statt des für Gruppenvergleiche sonst häufig benutzten Mediansplits die Gruppenunterteilung am Mittelwert gewählt: Die Mehrzahl der Kinder zeigte einen Habituationseffekt, was durch die blickkontrollierte Dauer eines Durchgangs und die feste Anzahl von zehn Durchgängen ermöglicht wurde (vgl. Ergebnisse Gesamtgruppeneffekte; 61% aller Kinder zeigten in beiden Aufgaben einen Blickzeitenabfall  $> 0$  von Habituationsphase A zu B, weitere 31% zeigten einen Abfall in zumindest einer der beiden Aufgaben). Da bei einem Mediansplit somit eine Reihe von Kindern, deren Blickzeiten tatsächlich deutlich abgesunken sind, der schwach habituerenden Gruppe fehlzugeordnet würde, wurde die Unterscheidung von Gruppen mit über- versus unterdurchschnittlicher Habituationsleistung vorgezogen.

*Kategorisierungsaufgabe.* Für die Kategorisierungsaufgabe fanden sich hingegen keine Unterschiede in der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituierten, weder für den Gruppenvergleich anhand der Habituationsstärke,  $F(1, 78) = 2.38, p = .13$ , noch anhand der Gesamtblickzeit,  $F(1, 78) = 0.65, p = .42$ . Letzteres Ergebnis verwundert insofern, als es der negativen Korrelation von Gesamtblickzeit und Dishabituationstärke (siehe Tabelle 6) entgegensteht. Wie aus Abbildung 14 ersichtlich, zeigten die Kinder mit stärkerer Habituation,  $t(78) = 1.68, p < .05$  (einseitig), und kürzerer Gesamtblickzeit,  $t(78) = -2.13, p < .05$ , jedoch auch in der Kategorisierungsaufgabe eine stärker ausgeprägte Neuheitsreaktion als die Vergleichsgruppen.



*Abbildung 14.* Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsleistung innerhalb jeder Aufgabe in Experiment 1 ( $N = 80$ ). Angegeben sind die mittleren Blickzeiten in den ersten drei (Phase A) und letzten drei (Phase B) Habituationsdurchgängen sowie im letzten Habituations- und im Testdurchgang, jeweils für Gruppen unterdurchschnittlicher vs. überdurchschnittlicher Habituationsleistung (Maße: Habituationsstärke, Gesamtblickzeit) in beiden Aufgaben. In der Einzelreizaufgabe zeigten nur diejenigen Kinder einen Aufmerksamkeitsanstieg in der Testphase, die überdurchschnittlich stark habituierten bzw. unterdurchschnittlich wenig Blickzeit in der Habituationsphase aufwendeten (short lookers). In der Kategorisierungsaufgabe hingegen zeigten auch die Nichthabituierten sowie Kinder mit hoher Gesamtblickdauer (long lookers) eine Dishabituationsreaktion, jedoch in jeweils geringerem Ausmaß als die Vergleichsgruppen.

### *Bezüge von Aufmerksamkeitsleistungen zwischen beiden Aufgabentypen*

Tabelle 6 gibt fett gedruckt die Korrelationen der Aufmerksamkeitsmaße *zwischen* der Einzelreizaufgabe und der Kategorisierungsaufgabe in der Gesamtgruppe wieder. Erwartungsgemäß ergab sich eine signifikante Korrelation zwischen der Gesamtblickzeit in beiden Aufgaben, die in ihrer Höhe von .44 einem mittelgroßen Effekt entspricht (Cohen, 1988) und somit nicht nur statistisch signifikant, sondern auch inhaltlich einen bedeutsamen Effekt darstellt. Die Länge der verwendeten Blickzeit weist damit eine hohe Konsistenz über beide Aufgabentypen auf.

Kein Zusammenhang zeigte sich hingegen zwischen dem Ausmaß der Habituations- und Dishabituationsreaktionen in beiden Aufgaben (siehe Tabelle 6). Während die Säuglinge vergleichbar viel Blickzeit in beiden Aufgabentypen aufwendeten, so nutzten sie diese in jeder Aufgabe unterschiedlich: Zeigten sie in der ersten Aufgabe eine starke Habituationsreaktion, dann senkten sie ihre Blickzeit in der zweiten Aufgabe nicht in ähnlicher Weise über die Habitationsdurchgänge ab, und vice versa. Die Nullkorrelation zwischen der Dishabituationsstärke offenbart eine ähnliche Diskrepanz zwischen beiden Aufgabentypen für die Testphase: Zeigte ein Säugling beispielsweise eine Diskrimination der Einzelreize, so bedeutete dies nicht, dass er auch die kategorialen Reize diskriminieren konnte.

## **7.8 Diskussion der Ergebnisse**

### *Diskussion der Gesamtgruppeneffekte*

In beiden Aufgaben zeigte die Gesamtgruppe einen deutlichen Habituationseffekt an die vorgegeben Stimuli, was darauf hinweist, dass das infant-control Design funktioniert hat. Die Säuglinge hatten durch die individuell unterschiedlich lange Dauer eines Durchgangs trotz der fixen Anzahl der Durchgänge ausreichend Zeit, die Habitationsreize zu verarbeiten und sich an diese zu gewöhnen. Im Test schien das Material aber vor allem in der Einzelreizaufgabe für die Mehrheit der Kinder zu anspruchsvoll zu sein, was sich an den schwachen Diskriminierungsleistungen zeigte. Während der neue schwarz-weiße Testreiz der Einzelreizaufgabe keinerlei Dishabituation auslöste, zeigten die Kinder in der Kategorisierungsaufgabe jedoch einen Anstieg ihrer Aufmerksamkeit auf das zweite

Testobjekt, welches sich in Farbe *und* Form von der Habituationkategorie unterschied. Die Diskriminierung zweier Kategorien schien den Kindern damit erstaunlicherweise leichter zu fallen als die zweier Einzelreize.

Es ist jedoch anzumerken, dass die Reize der beiden Aufgabentypen sich auch in der Farbgebung und der Komplexität ihrer Form und Musterung unterschieden haben. Diese Unterschiedlichkeit wurde bewusst gewählt, um beide Aufgaben im Within-Group-Design vorgeben zu können und ein systematisches Fortführen der Habituation von einer Aufgabe zur anderen möglichst zu vermeiden. Die bunten Stimuli der Kategorisierungsaufgabe könnten aber trotz ihrer höheren Anforderungen an die Abstraktionsleistung während der Enkodierung bei den Kindern ein größeres Interesse im Sinne einer intensiveren Aufmerksamkeitsfokussierung oder einer höheren allgemeinen Aktivierung ausgelöst haben als der zwar gleich bleibende, doch sehr komplex gemusterte schwarz-weiße Einzelreiz (vgl. aktivations-theoretische Annahmen zum optimalen Erregungsniveau in Kapitel 4.3, sowie Kapitel 3.7 und 3.8). Die Tatsache, dass in der kategorialen Aufgabe zwei Testobjekte unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades dargeboten wurden (1. Farbänderung, 2. Farb- und Formänderung), könnte außerdem die Dishabituationsreaktionen auf die kontrastierte Kategorie abgeschwächt haben. Auf die Frage der Auswahl der kategorialen Testreize wird daher in Experiment 3 noch ausführlicher eingegangen; die Komplexität verschiedener Einzelreize wird in den Experimenten 4 und 5 thematisiert werden.

In keiner der beiden Aufgaben wurden Zweifach-Interaktionen der Aufmerksamkeitsleistungen mit der Aufgabenreihenfolge oder dem Alter beobachtet. Zwar wurden die Stimuli der als zweites präsentierten Aufgabe zuweilen kürzer angeschaut als diejenigen der ersten Aufgabe, das Ausmaß der Habituations- und Dishabituationsreaktionen war jedoch vom Blickzeitenniveau unabhängig. Auch das Alter schien sich nur wenig auf die Aufmerksamkeitsleistung auszuwirken. Allerdings zeigten die fünf Monate alten Säuglinge in der Einzelreizaufgabe nur einen Habituationseffekt, wenn die Aufgabe als zweites präsentiert wurde, was möglicherweise eher auf einen Ermüdungseffekt als auf effiziente Enkodierung hindeutet. Auch die Tatsache, dass die fünfmonatigen Säuglinge in der Testphase der Einzelreizaufgabe höhere Blickzeiten als die siebenmonatigen Säuglinge aufwiesen, könnte ein Hinweis auf eine altersbegründete langsamere Informationsverarbeitung sein: Die jüngeren Säuglinge zeigten zwar insgesamt einen Habituationseffekt, bewegten sich in der Testphase (Trial 10, Test 1) aber immer noch auf einem höheren Blickzeitenniveau als die älteren Kinder, die bereits stärker abgesunken waren. Beide Altersgruppen schienen die Habituation bei Darbietung des Testreizes fortzuführen (keine Dishabituation), die älteren

Säuglinge wenden dafür jedoch weniger Blickzeit auf. In der kategorialen Aufgabe zeigten sich keine systematischen Altersunterschiede.

Neben diesen Gruppeneffekten, die die mittlere Leistung der gesamten Stichprobe beschreiben, zeigte sich auch eine große Variabilität in den kindlichen Blickzeiten, welche günstige Voraussetzungen für die Analyse individuell unterschiedlicher Habituations- und Dishabituationsleistungen schuf.

### *Diskussion individueller Unterschiede*

Die hohen interindividuellen Varianzen im Blickverhalten deuten darauf hin, dass das erstellte Aufgabenmaterial gut geeignet ist, vorhandene interindividuelle Unterschiede in den Habituationsreaktionen sowie in der Diskriminierungsleistung abzubilden.

Die Analyse der Zusammenhänge von Habituations- und Dishabituationsleistungen *innerhalb* und zwischen den einzelnen Aufgaben ergab ein vielfältiges Bild, das je nach verwendetem Maß und Auswertungsansatz nur teilweise mit der Komparatortheorie zur Informationsverarbeitung im Säuglingsalter (nach Sokolov, 1963) vereinbar ist, und einige Diskrepanzen zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe aufzeigt.

Die Beobachtung, dass die Kinder, deren Blickzeiten über die Habituationsphase der Einzelreizaufgabe stärker absanken, auch eine größere Neuheitsreaktion auf den Testreiz zeigten, steht im Einklang mit den Annahmen des Komparatormodells, welches eine Dishabituation nur bei ausreichender Enkodierung des Standardreizes vorhersagt (vgl. Kapitel 3). Auch die bessere Testleistung der Kinder mit kürzerer Gesamtblickzeit ist mit einem kognitiven Modell vereinbar und bestätigt frühere Befunde der Arbeitsgruppe um John Colombo zu kurz und lang fixierenden Säuglingen (z.B. Colombo et al., 1991; vgl. Kapitel 4.3). Interpretiert man das Habituationsmaß der Gesamtblickzeit als Indikator der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, so zeigten erwartungsgemäß die schneller enkodierenden Kinder mit weniger Habituationszeit die größere Dishabituationsreaktion.

Allerdings findet sich dieses Befundmuster nicht in paralleler Weise für beide Aufgabentypen. Während für die Einzelreizaufgabe die Habituationsstärke mit der Dishabituationsleistung korrelierte und interagierte, war dies für die Kategorisierungsaufgabe nicht der Fall. Auch schwach oder gar nicht habituierte Kinder reagierten auf das neue kategoriale Testexemplar erstaunt, wenn auch nicht gleichermaßen stark wie ausgeprägte Habituierte. Dieser Befund steht im Widerspruch zum Sokolovschen Ansatz, der eine gelungene Repräsentationsbildung an einer *Abnahme* der Aufmerksamkeit festmacht. Das

Ergebnis einer Dishabituation ohne vorherige Habituation ist jedoch eine Beobachtung, die in der Kategorisierungsforschung häufiger gemacht wird, und weist darauf hin, dass die Bildung einer kategorialen Repräsentation scheinbar auch ohne eine sichtbare Habituation erfolgen kann (vgl. McCall, 1994; Cohen & Arthur, 2003, zitiert nach Shultz & Cohen, 2004).

Für das Maß der Gesamtblickdauer ergibt sich ein komplexeres Bild zwischen den Aufgaben, da die Ergebnisse hier mit der gewählten Analyseverfahren variieren. So korrelierte die Gesamtblickdauer in der Einzelreizaufgabe nicht mit der Dishabituationsleistung, unterschied aber im Subgruppenvergleich zwischen kurz und lang fixierenden Säuglingen. Für die Kategorisierungsaufgabe ergab sich hingegen eine Korrelation, aber keine Interaktion zwischen Blickdauer und Testleistung, wenn auch Kinder mit wenig Gesamtblickzeit einen stärkeren Dishabituationsanstieg zeigten als Kinder, die viel Blickzeit aufwendeten. Diese Art widersprüchlicher Ergebnisse findet sich häufiger zwischen Korrelations- und Subgruppenanalysen. Da aber Nullergebnisse zuweilen durch Gruppenvergleiche aufgeklärt werden können (Dixon & Smith, submitted; Vonderlin, Pahnke, & Pauen, submitted), sollten gerade für die Untersuchung interindividueller Unterschiede beide Auswertungsebenen berücksichtigt werden. Tendenziell zeigten jedoch in beiden Aufgaben - in je einer Analyse - die Kinder mit kürzerer Gesamtblickzeit eine stärkere Neuheitsreaktion als die Kinder mit hoher Blickdauer. Die Gesamtblickdauer schien sich damit in beiden Aufgabentypen in ähnlicher Richtung auf die Diskriminationsleistung auszuwirken, während dies für das Maß der Habituationsstärke nur für die Einzelreizaufgabe der Fall war.

Die zwischen den Habituationsmaßen divergierenden Ergebnisse setzen sich fort, wenn die Zusammenhänge der Aufmerksamkeitsmaße *zwischen* den Aufgaben betrachtet werden. Während die Gesamtblickdauer in beträchtlicher Höhe zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe korrelierte, fanden sich keine Zusammenhänge der Habituationsstärke und der Dishabituationsstärke zwischen beiden Aufgaben.

Die unterschiedlich hohe Übereinstimmung der Habituationsmaße Blickdauer (.44,  $p < .01$ ) und Habituationsstärke (-.06, n.s.) zwischen den Aufgaben deutet darauf hin, dass die beiden Maße innerhalb einer Aufgabe nicht zusammenhängen (hierauf wurde bei der Bildung der Maße geachtet) und zudem auch zwischen beiden Aufgabentypen unterschiedliche Prozesse abzubilden scheinen. Die hohe Konsistenz in der Länge der Blickzeit, die in beiden Aufgaben verwendet wurde, entspricht der Interpretation dieses Maßes im Sinne einer allgemeinen Fähigkeit zur Reizenkodierung, die relativ unabhängig vom dargebotenen Habituationsreiz zu beobachten ist. Der fehlende Zusammenhang zwischen der Habituationsstärke in beiden Aufgaben weist hingegen darauf hin, dass das Ausmaß der

Aufmerksamkeitsabnahme über die Habituationsphase einen von der allgemeinen Blickdauer unabhängigen Prozess indiziert, der sich für beide Aufgabentypen unterscheidet, und kann somit als Hinweis auf die Existenz von Unterschieden im Verlauf der Repräsentationsbildung in Einzel- und Kategorisierungsaufgabe gewertet werden. Eine ähnliche Diskrepanz zwischen beiden Aufgabentypen zeigt die mangelnde Übereinstimmung der Dishabituationsreaktionen in der Testphase auf. So implizierte die erfolgreiche Diskrimination der Einzelreize keineswegs auch eine Diskrimination der kategorialen Reize. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass die Gesamtgruppe in der Einzelreizaufgabe keinen signifikanten Dishabituationseffekt zeigte, was die Wahrscheinlichkeit, einen Zusammenhang mit der Kategorisierungsleistung zu finden, beeinträchtigt haben könnte.

Diese Ergebnisse des ersten Experiments deuten darauf hin, dass sich die Verarbeitung kategorialer Reize von der Verarbeitung eines einzelnen Habituationsreizes unterscheiden könnte. Die Informationsverarbeitung bei der Enkodierung und Diskrimination von Einzelreizen ist dabei möglicherweise nicht direkt vergleichbar mit der Formierung einer perzeptuellen Kategorie während der Habituationsphase sowie mit der Diskrimination des Testreizes von dieser Kategorie – ein Umstand, auf den bisherige theoretische Modelle zur Informationsverarbeitung im Säuglingsalter nur unzureichend Bezug nehmen. Es erscheint daher äußerst lohnend, weitere Studien zum systematischen Vergleich der Habituations- und Dishabituationsreaktionen innerhalb und zwischen beiden Arten von Aufgaben durchzuführen.

In Experiment 2 soll untersucht werden, inwiefern sich eine systematische Variation der experimentellen Prozedur auf die vorliegenden Befunde auswirkt. Hierbei sollen beide Aufgaben nicht mehr blickkontrolliert (*infant-control*), sondern in einem Design mit festgelegter Durchgangsdauer (*fixed-trial*) dargeboten und die Befunde beider Experimente im Hinblick auf das Komparatormodell verglichen werden. Im nachfolgenden Experiment 3 sollen die Reaktionen auf verschiedene Teststimuli der kategorialen Aufgabe untersucht werden, während Experiment 4 auf den Einfluss der Stimulusdarbietung in *Paaren* fokussiert. Für die Analyse der Bezüge zwischen beiden Aufgaben ist dabei zu bedenken, dass sich die verwendeten singulären und multiplen Stimuli nicht nur durch ihre Präsentation als Einzelreiz versus als Reizkategorie unterscheiden, sondern auch in ihrer Farbgebung und Komplexität der Musterung. Da hierdurch nicht ausgeschlossen werden kann, dass die unterschiedlichen Reaktionen in beiden Aufgaben auf Unterschiede z.B. in der Verarbeitung von Farbinformation vs. Schwarz-Weiss-Information zurückgehen, wird in Experiment 5 eines der kategorialen Exemplare in einer Einzelreizaufgabe vorgegeben. In einer abschließenden

Zwischen-Gruppen-Auswertung der letzten beiden Experimente kann so die kategoriale Habituation mit der Habituation auf ein kategoriales Exemplar anhand desselben Stimulusmaterials verglichen werden.

### **Zusammenfassung**

Experiment 1 untersuchte die Habituations-/Dishabituationsleistungen von fünf und sieben Monate alten Säuglingen ( $N = 80$ ) in einer Einzelreiz- und einer Kategorisierungsaufgabe, die in einem blickkontrollierten Design mit sequentieller Stimuluspräsentation dargeboten wurden (Aufgabenreihenfolge ausbalanciert). In beiden Aufgaben trat eine klare Habituation an die Stimuli auf, aber nur in der Kategorisierungsaufgabe zeigten die Kinder eine signifikante Dishabituation auf das zweite, in Form und Farbe kontrastierende Testobjekt; der Dishabituationsreiz der Einzelreizaufgabe wurde von der Gesamtgruppe nicht diskriminiert. Diese Effekte waren weitgehend unabhängig von Alter und Aufgabenreihenfolge zu beobachten.

Die Analyse individueller Unterschiede im Blickverhalten erbrachte in der Einzelreizaufgabe einen Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsleistung: Hierbei wirkten sich eine starke Habituation und eine kurze Gesamtblickzeit positiv auf die Unterscheidungsleistung im Test aus: Kinder mit unterdurchschnittlicher Habituationsleistung zeigten keine Dishabituation. In der Kategorisierungsaufgabe war dieser Zusammenhang ebenfalls zu beobachten; allerdings zeigten hier auch schwache Habituierte und lange Fixierer einen Anstieg ihrer Blickzeiten in der Testphase, wobei dieser deutlich schwächer ausgeprägt war als bei den Kindern mit überdurchschnittlicher Habitationsperformanz.

Zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe ergab sich für die Gesamtblickzeit eine beträchtliche Konsistenz (.44), während sich weder für die Habituationsstärke, noch für das Ausmaß der Dishabituation signifikante Korrelationen zwischen beiden Aufgaben zeigten. Die Ergebnisse aus Experiment 1 wurden in weiteren Experimenten überprüft, wobei Variationen der experimentellen Prozedur als wichtiger Einflussfaktor auf das Blickverhalten in beiden Aufgaben untersucht wurden (vgl. Kapitel 8 bis 11).



*„Correlations for identical or similar measures have a habit of fluctuating from one study to another.“*

(Slater, 1995, S. 96)

## **KAPITEL 8**

### **EXPERIMENT 2:**

#### **VERGLEICH EINER EINZELREIZ- UND EINER KATEGORISIERUNGSAUFGABE IN EINEM FIXED-TRIAL DESIGN MIT SEQUENTIELLER STIMULUSDARBIETUNG**

##### **8.1 Konzeption und Design**

Experiment 2 zielte darauf ab, die Ergebnisse von Experiment 1 (infant-control Design) in einer abgeänderten Darbietungsprozedur (fixed-trial Design) zu überprüfen. Hierbei wurden die verwendeten Materialsets und die sequentielle Anordnung der Reize in beiden Aufgabentypen beibehalten; die Darbietung der Stimuli wurde nun jedoch nicht mehr vom Kind blickkontrolliert, sondern für eine feste Dauer von 15 Sekunden pro Trial präsentiert. Diese Trialdauer ist in visuellen Kategorisierungsstudien üblich (vgl. Mareschal & Quinn, 2001; Oakes & Ribar, 2005; vgl. Quinn & Eimas, 1996) und bei einer Anzahl von zehn Durchgängen pro Aufgabe von der Länge der experimentellen Sitzung für die Säuglinge der untersuchten Altersgruppen vertretbar. Zwar wird bei einer fixen Darbietungsprozedur die mögliche Varianz der Blickzeiten nach oben hin eingeschränkt; da jedoch in Experiment 1 die mittlere Blickdauer pro Trial unter 15 Sekunden lag ( $M = 6.78$ ,  $SD = 6.50$ ), wurde angenommen, dass bei dieser Trialdauer ein Großteil der interindividuellen Varianz der Aufmerksamkeitsleistungen erhalten bleiben würde. Darüber hinaus bestand ein Hauptziel von Experiment 2 darin, zu überprüfen, ob und inwiefern sich die Ergebnisse des ersten Experiments durch eine systematische Variation der experimentellen Prozedur verändern würden, oder ob die erlangten Befunde auch relativ unabhängig vom gewählten Paradigma repliziert werden können. Da sich die Reihenfolge der Aufgabendarbietung im ersten Experiment nur teilweise auf das Blickniveau, nicht aber auf die Habituations- und Dishabituationsleistungen ausgewirkt hatte, wurde in Experiment 2 aus ökonomischen

Gründen nur eine Aufgabenreihenfolge realisiert und für alle Kinder die Einzelreizaufgabe vor der Kategorisierungsaufgabe dargeboten.

## 8.2 Stichprobe

An Experiment 2 nahmen  $n = 21$  fünf Monate und  $n = 20$  sieben Monate alte Säuglinge teil (20 Mädchen, 21 Jungen). Das Durchschnittsalter betrug 5 Monate, 13 Tage (Range 5;0 - 5;27) und 7 Monate, 13 Tage (Range 7;1 - 7;30). Achtzehn weitere untersuchte Kinder wurden wegen Unruhe und Weinen ( $n = 15$ ), technischer Probleme und Versuchsleiterfehlern ( $n = 2$ ) oder Interferenz der Mutter ( $n = 1$ ) von der Auswertung ausgeschlossen. Die Ausfallquote betrug damit 31 Prozent. Die verbleibenden  $N = 41$  Kinder nahmen erfolgreich an beiden Aufgaben in Folge teil und wurden etwa gleichmäßig auf die experimentellen Bedingungen aufgeteilt (siehe Tabelle 7; zur Geschlechteraufteilung siehe Anhang Tabelle A2).

Tabelle 7

*Versuchsdesign Experiment 2: Aufteilung der beiden Altersgruppen auf vier verschiedene Materialbedingungen in einer Aufgabenreihenfolge (Einzelreizaufgabe zuerst,  $N = 41$ )*

Materialset	5 Monate	7 Monate
	$n = 21$	$n = 20$
Einzelreiz 1 + Kategorie Eckig rot-orange	7	4
Einzelreiz 2 + Kategorie Eckig grün-blau	4	6
Einzelreiz 3 + Kategorie Rund rot-orange	5	4
Einzelreiz 4 + Kategorie Rund grün-blau	5	6

## 8.3 Experimentelle Aufgaben und Stimuli

Jedem Säugling wurden nacheinander zwei visuelle Habituationaufgaben präsentiert: zuerst die Einzelreiz-Diskriminationsaufgabe, danach die Kategorisierungsaufgabe.

In der Einzelreizaufgabe wurden die Säuglinge in zehn Habitationsdurchgängen an einen gleich bleibenden schwarz-weiß gemusterten Reiz gewöhnt und im Test mit einem

neuen Reiz konfrontiert<sup>8</sup>. In der Kategorisierungsaufgabe wurden zur Habituation zehn verschiedene Exemplare einer Kategorie nacheinander dargeboten, auf die in der Testphase zwei neue Reize aus anderen Kategorien und von unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad folgten. Die Stimuli entsprachen dabei exakt den in Experiment 1 verwendeten Materialsets und Stimulusreihenfolgen (vgl. Abbildung 15 unten, Abbildung 12 in Kapitel 7, sowie Anhang Abbildung A1).

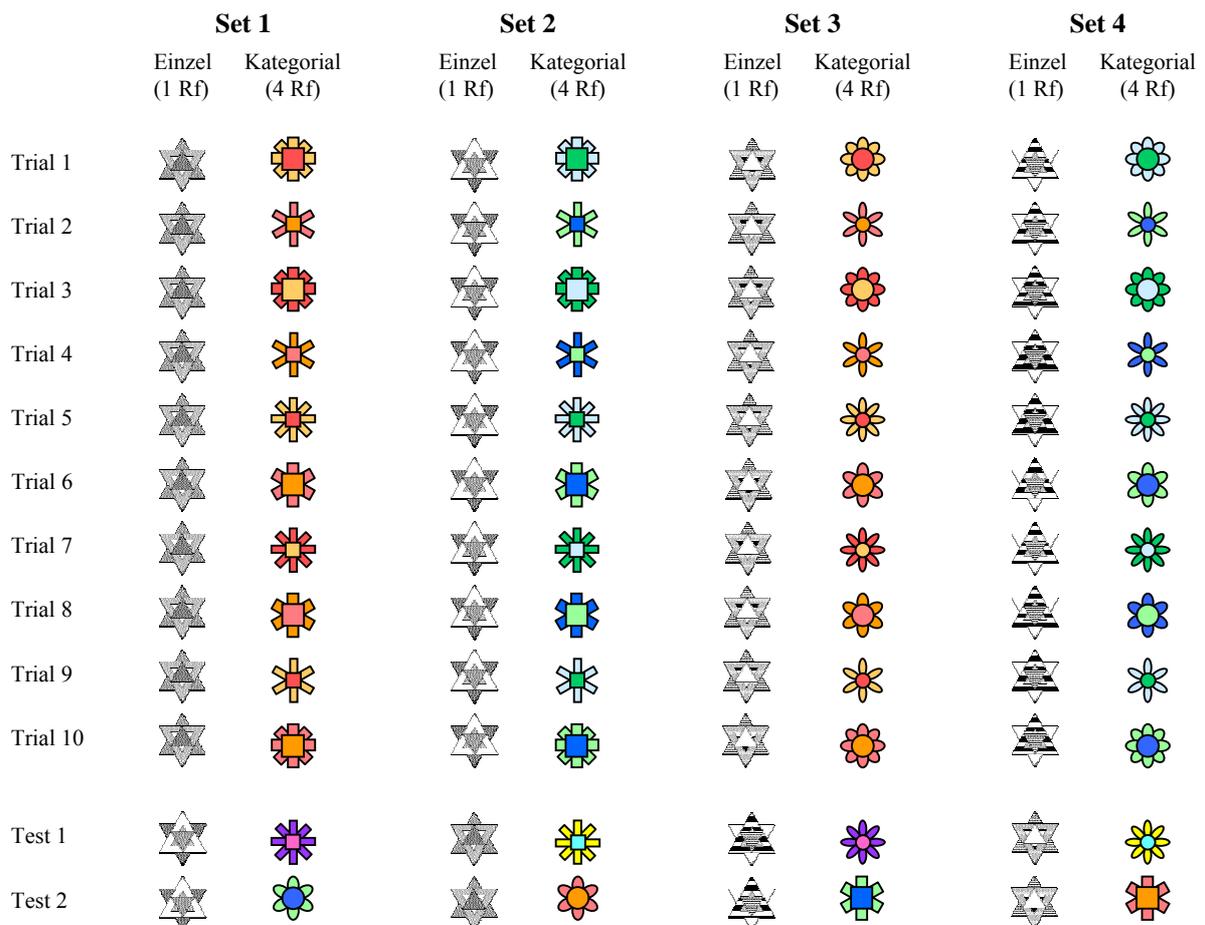


Abbildung 15. Stimuli in Experiment 2: Sequentielle fixed-trial Darbietung von vier Materialsets (bestehend aus je einer Einzelreiz- und einer Kategorisierungsaufgabe) in jeweils zehn Habituationstrials und zwei Testtrials von je 15 Sekunden Dauer. Die Stimulusabfolge in der Einzelreizaufgabe war innerhalb eines Sets identisch; die Kategorisierungsaufgabe wurde pro Set in vier Reihenfolgen (Rf) vorgegeben (vgl. Anhang Abbildung A1).

<sup>8</sup> Analog zu Experiment 1 wurde im Test der Einzelreizaufgabe nur das Aufmerksamkeitsverhalten bei der *ersten* Darbietung des neuen Reizes ausgewertet.

## 8.4 Versuchsablauf

Der Versuchsablauf war weitgehend mit der Durchführung in Experiment 1 identisch. Die Säuglinge saßen in einem Babysitz oder auf dem Schoß der Begleitperson vor dem Präsentationsmonitor, auf dem die experimentellen Aufgaben in einer Powerpoint-Präsentation dargeboten wurden (vgl. Kapitel 6 und 7). Unterhalb des Präsentationsmonitors befand sich eine Videokamera, mit der das Blickverhalten des Säuglings für die spätere Kodierung aufgezeichnet wurde. Die Versuchsleiterin hielt sich während des Versuchs hinter einem Wandschirm auf, von wo aus sie die Versuchspräsentation steuerte.

Beide Habituationaufgaben wurden nacheinander in einer animierten Powerpoint Präsentation in einem fixed-trial Design dargeboten. Jede Aufgabe bestand aus zehn Habituationdurchgängen und zwei Testdurchgängen. Die Stimuli wurden jeweils einzeln nacheinander in einem weißen Quadrat vor dunklem Hintergrund präsentiert. Um die Aufmerksamkeit der Kinder zu Beginn eines jeden Trials nach vorne zu lenken, ertönte ein Glockenton in mittlerer Lautstärke und das weiße Quadrat blinkte dreimal auf, bevor der experimentelle Stimulus eingeblendet wurde. Die Dauer eines Durchgangs betrug 15 Sekunden, danach verschwand der Stimulus und der nächste Trial begann.

Nach der Einzelreizaufgabe folgte eine kurze Pause, danach die Kategorisierungsaufgabe. Vor Beginn des Versuchs, in der Pause zwischen den Aufgaben und am Ende des Experiments wurde den Säuglingen zum Aufbau und Aufrechterhaltung des Interesses sowie zur Entspannung und weiteren Motivierung eine kurze Zeichentrickfilmsequenz gezeigt (30 Sekunden Unterwasserwelt mit schwimmenden Fischen).

## 8.5 Kodierung der Blickzeiten

Die Videoaufzeichnungen aller untersuchten Säuglinge wurden nach der Versuchsdurchführung von zwei unabhängigen Kodiererinnen ausgewertet, die blind zur Stimulusdarbietung waren. Hierbei wurde für beide Aufgaben die kumulierte Dauer der Blickzeit auf jeden Stimulus pro Durchgang erfasst. Die mittlere Beobachterübereinstimmung betrug  $r = .97$ ; somit war eine sehr hohe Interrater-Reliabilität gewährleistet.

## 8.6 Statistische Auswertung und Maße

Als abhängige Variable für die statistische Analyse diente die Blickzeit der Säuglinge auf die Teststimuli. Dabei gingen die Mittelwerte beider Beobachterinnen für jeden Durchgang als Rohdaten in die Berechnungen ein. Aus den Blickzeiten wurden zur Erfassung der Habituations- und Dishabituationsreaktionen dieselben drei Maße wie in Experiment 1 berechnet:

*Gesamtblickzeit.* Als Maß für die Gesamtblickzeit diente die Summe aller Blickzuwendungen während der Habituationsphase (Summe Trial 1 bis 10).

*Habituationsstärke.* Als Maß für die Habituationsstärke wurde das Ausmaß des Absinkens der Blickzeit vom Beginn zum Ende der Habituationsphase erfasst. Hierfür wurde die Differenz der Mittelwerte der ersten und letzten drei Habitationsdurchgänge durch die Summe der Blickzeit in der Anfangs- und Endphase geteilt:  $(\text{Trial 1-3} - \text{Trial 8-10}) / (\text{Trial 1-3} + \text{Trial 8-10})$ .

*Dishabituationsstärke.* Als Maß für die Dishabituationsstärke wurde der Anstieg der Blickzeit vom letzten Habitationsdurchgang auf den ersten bzw. zweiten Testdurchgang berechnet. Hierfür wurde die Differenz der betreffenden Trials durch die Gesamtblickdauer in der Testphase geteilt:  $(\text{Test} - \text{Trial 10}) / (\text{Test} + \text{Trial 10})$ .

Die Darstellung der Ergebnisse von Experiment 2 erfolgt analog zur Analyse der Ergebnisse des ersten Experiments: Zunächst werden die Effekte für die Gesamtgruppe berichtet, danach die Analyse der interindividuellen Unterschiede vorgestellt. Da sich das Geschlecht und das dargebotene Stimulusset, wie schon zuvor, in keiner der beiden Aufgaben auf die Habituations- oder Dishabituationsleistungen auswirkte (alle  $p$ -Werte  $> .05$ ), wurden männliche und weibliche Säuglinge über alle Reizbedingungen hinweg zusammengefasst ausgewertet.

## 8.7 Ergebnisse

### 8.7.1 Effekte in der Gesamtgruppe

Vor der Analyse der Zusammenhänge von Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb und zwischen beiden Aufgaben auf Ebene der interindividuellen Unterschiede wurden die

Habituations- und Dishabituationseffekte in der Gesamtgruppe separat für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe varianzanalytisch untersucht.

Abbildung 16 zeigt den Verlauf der Blickzeiten über die einzelnen Durchgänge der Habituations- und Testphase in der Einzelreiz- und in der Kategorisierungsaufgabe für beide Altersgruppen.

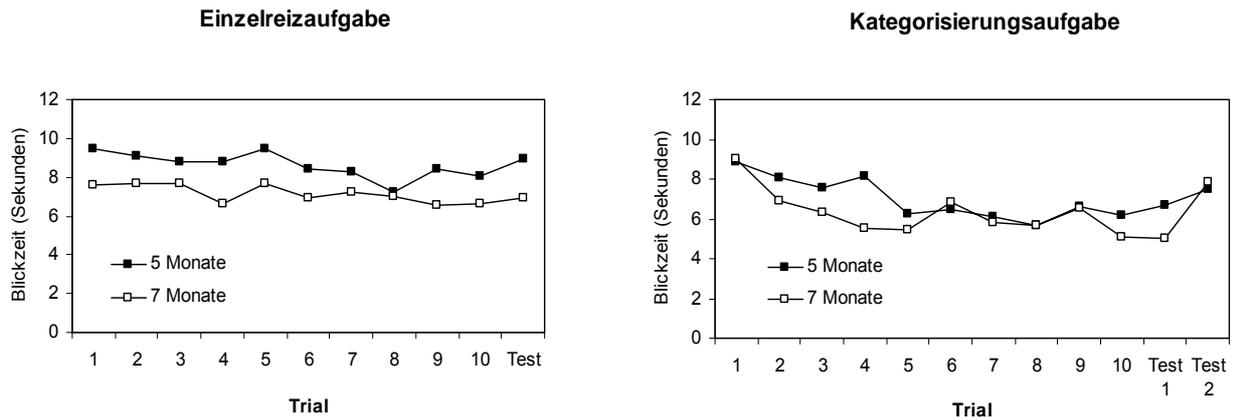


Abbildung 16. Verlauf der mittleren Blickzeiten in Habituationsphase (zehn Trials à 15 Sekunden) und Testphase der Einzelreizaufgabe (zuerst präsentiert) und der Kategorisierungsaufgabe (als zweite Aufgabe präsentiert) für beide Altersgruppen in Experiment 2 ( $N = 41$ ). In der Einzelreizaufgabe wurde im Testdurchgang (Trial 11) ein neuer Einzelreiz präsentiert; in der Kategorisierungsaufgabe erschien im ersten Testdurchgang (Trial 11) ein farbveränderter Testreiz gleicher Form, im zweiten Testdurchgang (Trial 12) ein Teststimulus kontrastierter Farbe *und* Form.

Zur Bestimmung des Habituationseffekts wurde die mittlere Blickzeit der ersten drei Habitationsdurchgänge (Phase A) mit derjenigen der letzten drei Durchgänge (Phase B) verglichen. Für jede der beiden Aufgaben wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit dem Innersubjektfaktor Habituationsphase (Phase A, Phase B) und dem Zwischensubjektfaktor Alter (5 Monate, 7 Monate) gerechnet. Da in Experiment 2 die Einzelreizaufgabe immer vor der Kategorisierungsaufgabe dargeboten wurde, entfiel der im ersten Experiment mitgeführte Zwischensubjektfaktor Aufgabenreihenfolge.

Zur Bestimmung des Dishabituationseffekts wurde die Blickzeit im letzten Habitationsdurchgang (Trial 10) mit der Blickzeit im ersten bzw. zweiten Testdurchgang verglichen. Der Messwiederholungsfaktor Test war in der Einzelreizaufgabe zweifach gestuft (Trial 10, Test 1), in der Kategorisierungsaufgabe dreifach gestuft (Trial 10, Test 1, Test 2). Als Zwischensubjektfaktor wurde das Alter mitgeführt.

*Einzelreizaufgabe.* In der Habituationsphase der Einzelreizaufgabe zeigte sich ein schwacher, aber signifikanter Abfall der mittleren Blickzeiten (in Sekunden) von den ersten drei ( $M = 8.39$ ,  $SD = 3.03$ ) zu den letzten drei Durchgängen ( $M = 7.34$ ,  $SD = 3.47$ ),  $F(1, 39) = 6.91$ ,  $p < .05$ . Dieser Gewöhnungseffekt war unabhängig vom Alter der Kinder,  $F(1, 39) = 0.16$ ,  $p = .69$ . Auch der Haupteffekt Alter war nicht signifikant,  $F(1, 39) = 2.07$ ,  $p = .16$ , obwohl die fünf Monate alten Säuglinge tendenziell mehr Blickzeit in der Habituationsphase aufwendeten als die sieben Monate alten Säuglinge (vgl. Abbildung 16).

In der Testphase der Einzelreizaufgabe zeigte sich kein Dishabituationseffekt für die Gesamtgruppe,  $F(1, 39) = 1.76$ ,  $p = .19$ , unbeeinflusst vom Alter,  $F(1, 39) = 0.42$ ,  $p = .52$ , d.h. der neue Einzelreiz ( $M = 7.96$ ,  $SD = 3.96$ ) wurde nicht signifikant länger angeschaut als der Standardreiz im letzten Habitationsdurchgang ( $M = 7.37$ ,  $SD = 4.12$ ). Weitere Effekte traten nicht auf.

*Kategorisierungsaufgabe.* In der Habituationsphase der Kategorisierungsaufgabe ergab sich ebenfalls ein signifikanter Gewöhnungseffekt,  $F(1, 39) = 17.62$ ,  $p < .001$ . Die Säuglinge zeigten ein deutliches Absinken ihrer Blickzeiten von Habituationsphase A ( $M = 7.81$ ,  $SD = 2.57$ ) zu Phase B ( $M = 5.97$ ,  $SD = 2.59$ ), unabhängig vom Alter,  $F(1, 39) = 0.17$ ,  $p = .69$ . Es ergab sich kein Haupteffekt Alter.

In der Testphase der Kategorisierungsaufgabe zeigte die Gesamtgruppe einen signifikanten Dishabituationseffekt,  $F(2, 38) = 8.90$ ,  $p < .01$ . So stiegen die Blickzeiten vom letzten Habitationsdurchgang ( $M = 5.64$ ,  $SD = 2.77$ ), über den ersten Testdurchgang ( $M = 5.87$ ,  $SD = 3.24$ ) vor allem zum zweiten Testdurchgang hin an ( $M = 7.69$ ,  $SD = 3.01$ ). Dabei war der Anstieg vom letzten Habitationsobjekt auf das zweite (in Form und Farbe variierende) Testobjekt deutlich stärker ausgeprägt,  $t(40) = -4.16$ ,  $p < .001$ , als die Reaktion auf das erste (nur farblich variierende) Testobjekt,  $t(40) = -0.58$ ,  $p = .57$ . Die Testreaktionen waren unabhängig vom Alter,  $F(2, 38) = 1.37$ ,  $p = .27$ . Weitere Effekte ergaben sich nicht.

## 8.7.2 Analyse individueller Unterschiede

### *Interindividuelle Varianz*

Auch in diesem Experiment zeigte sich eine große Varianz in den Blickzeiten der Kinder sowie in der Stärke ihrer Habituations- und Dishabituationsreaktionen. Wie aus Tabelle 8 ersichtlich, sind die Standardabweichungen häufig größer als die Mittelwerte der jeweiligen

Aufmerksamkeitsmaße. Auf die Einzelreizaufgabe wurde als erste Aufgabe insgesamt etwas mehr Blickzeit verwendet als auf die an zweiter Stelle folgende Kategorisierungsaufgabe,  $t(40) = 2.94, p < .01$ . Die Habituationsstärke war in beiden Aufgaben gleichermaßen stark ausgeprägt,  $t(40) = -1.12, p = .27$ , während sich die Dishabituationsreaktionen auf den neuen Einzelreiz und auf das zweite kategoriale Testexemplar in ihrem Ausmaß deutlich unterschieden,  $t(40) = -1.88, p < .05$  (einseitig).

Die Mittelwerte für die Habituationsleistungen erwiesen sich für beide Aufgaben als signifikant von Null verschieden, sowie auch die Dishabituation auf das zweite, farb- und formveränderte Testobjekt der kategorialen Aufgabe. Diese Ergebnisse stimmen mit den varianzanalytischen Auswertungen der Gesamtgruppeneffekte sowie den Befunden aus Experiment 1 überein.

Tabelle 8

Mittelwerte, Standardabweichungen und Range der verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße (in Sekunden) für beide Aufgabentypen in Experiment 2 ( $N = 41$ )

Aufmerksamkeitsmaß		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Testwert = 0 <i>t</i> (40)
<b>Einzelreizaufgabe</b>						
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-10	79.03	29.95	20.24	141.53	
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 8-10}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 8-10}}$	0.09	0.20	-0.43	0.44	3.02**
Dishabituation	$\frac{\text{Test} - \text{Trial 10}}{\text{Test} + \text{Trial 10}}$	0.06	0.25	-0.49	0.60	1.41
<b>Kategoriale Aufgabe</b>						
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-10	66.64	20.77	32.88	130.79	
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 8-10}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 8-10}}$	0.14	0.20	-0.32	0.69	4.55***
Dishabituation Test 1	$\frac{\text{Test 1} - \text{Trial 10}}{\text{Test 1} + \text{Trial 10}}$	0.01	0.24	-0.61	0.55	0.29
Dishabituation Test 2	$\frac{\text{Test 2} - \text{Trial 10}}{\text{Test 2} + \text{Trial 10}}$	0.17	0.22	-0.34	0.56	4.82***

*Beachte:* Die Mittelwerte der Habituations- und Dishabituationsleistungen wurden jeweils gegen den Wert 0 getestet. Dabei zeigten sich die Habituationswerte beider Aufgaben als signifikant von 0 verschieden, wie auch die Dishabituation zum zweiten, farb- und formveränderten Testobjekt der kategorialen Aufgabe.

\*\*  $p < .01$ . \*\*\*  $p < .001$ .

### Bezüge von Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb jeder Aufgabe

Tabelle 9 zeigt die Interkorrelationen der verwendeten Aufmerksamkeitsmaße innerhalb und zwischen den beiden Aufgabentypen. Zunächst werden die Korrelationen der Maße *innerhalb* jeder Aufgabe unter besonderer Berücksichtigung des Zusammenhangs von Habituations- und Testleistung diskutiert.

Tabelle 9  
Korrelationen der verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße innerhalb und zwischen beiden Aufgabentypen in Experiment 2 ( $N = 41$ )

Aufmerksamkeitsmaß	2	3	4	5	6	7
<b>Einzelreizaufgabe</b>						
1. Gesamtblickzeit	-.37*	-.11	<b>.48**</b>			
2. Habituation		.41**		<b>-.10</b>		
3. Dishabituation					<b>-.07</b>	<b>-.30</b>
<b>Kategorisierungsaufgabe</b>						
4. Gesamtblickzeit				-.20	-.17	-.33*
5. Habituation					.10	.51**
6. Dishabituation Test 1						
7. Dishabituation Test 2						

*Beachte:* Angegeben sind Produkt-Moment Korrelationen  $r$  nach Pearson. Die fett gedruckten Korrelationen beschreiben Zusammenhänge *zwischen* der Einzelreiz- und der Kategorisierungsaufgabe, die restlichen Werte geben die Korrelationen der Aufmerksamkeitsmaße *innerhalb* jedes Aufgabentyps wieder.

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

*Einzelreizaufgabe.* Wie aus Tabelle 9 ersichtlich, zeigte sich für die Einzelreizaufgabe kein Zusammenhang zwischen Gesamtblickzeit und Dishabituationsstärke, dafür aber eine positive Korrelation zwischen der Habituationsstärke und der Stärke der Dishabituation auf das neue Testobjekt, die in ihrer Höhe einem mittelgroßen Effekt entspricht (Cohen, 1988). Wie in Experiment 1 zeigten Kinder, deren Blickzeiten während der Habituationsphase stärker abgesunken sind, eine größere Erholung ihrer Aufmerksamkeit bei Vorgabe des neuen Einzelreizes als Kinder mit schwacher oder keiner Habituation. Zusätzlich zeigte sich in Experiment 2 eine negative Korrelation von Gesamtblickzeit und Habituationsstärke, d.h. Kinder, die viel Blickzeit in der Gewöhnungsphase aufwendeten, habituierten weniger stark als Kinder mit kürzerer Gesamtblickdauer.

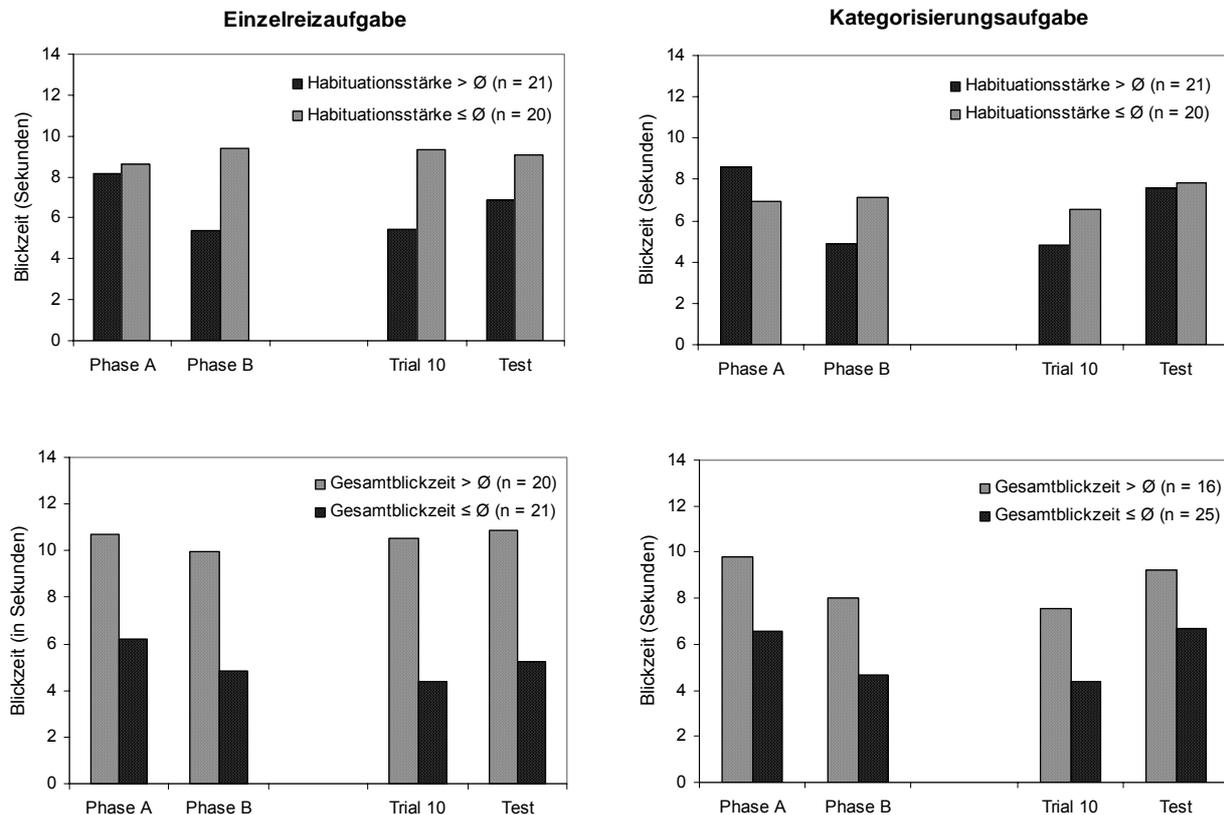
*Kategorisierungsaufgabe.* Für die kategoriale Aufgabe ergab sich für die Zusammenhänge mit der Gesamtblickzeit ein umgekehrtes Bild (siehe Tabelle 9). Während die Gesamtblickdauer keinen signifikanten Zusammenhang zur Habituationsstärke aufwies, ergab sich eine negative Korrelation zwischen der Gesamtblickzeit und der Dishabituation auf das erste sowie auf das zweite Testobjekt, die jedoch hier nur für das zweite Testobjekt signifikant war. Wie in Experiment 1 reagierten Kinder, die in der Habituationsphase der Kategorisierungsaufgabe wenig Blickzeit aufwendeten, in stärkerem Ausmaß auf den diskrepanten Testreiz als Kinder, die den Standardreiz länger anschauten. Allerdings zeigte sich für die Kategorisierungsaufgabe in Experiment 2 parallel zur Einzelreizaufgabe auch eine Korrelation zwischen dem Ausmaß der Habituation und der Stärke der Dishabituation auf das zweite Testobjekt, der nach Cohen (1988) als großer Effekt zu bezeichnen ist und in seiner Höhe den entsprechenden Zusammenhang für die Einzelreizaufgabe sogar übertrifft.

#### *Dishabituationsleistung von stark vs. schwach habitierenden Säuglingen*

Für den Vergleich der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituerern wurden die Kinder analog zu Experiment 1 anhand ihrer Habituationsleistung in zwei Gruppen eingeteilt: (1) danach, ob die Abnahme ihrer Blickzeiten über die Habituationsphase überdurchschnittlich versus unterdurchschnittlich stark ausgeprägt war (Meansplit Habituationsstärke), und (2) danach, ob sie über- versus unterdurchschnittlich viel Gesamtblickzeit in der Habituationsphase aufwendeten (Meansplit Gesamtblickzeit). Nachfolgend wurden die beiden Gruppen im Hinblick auf ihre Dishabituationsleistung in beiden Aufgaben verglichen. Für die Kategorisierungsaufgabe wurde dabei wiederum die Reaktion auf das zweite Testobjekt analysiert, welches insgesamt eine größere Neuheitsreaktion ausgelöst hatte (vgl. Tabelle 6.2). Für beide Habituationsmaße (Habituationsstärke, Gesamtblickzeit) und beide Aufgaben wurde je eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Test (Trial 10, Testtrial) und dem Zwischensubjektfaktor Habituationsleistung (über- vs. unterdurchschnittlich) berechnet.

*Einzelreizaufgabe.* Für die Einzelreizaufgabe fand sich eine knapp signifikante Interaktion zwischen Habituationsstärke und Dishabituationsreaktion in der Testphase: Nur die stärker habitierten Kinder reagierten mit einem Anstieg der Aufmerksamkeit auf das neue Testobjekt; Kinder mit schwächer ausgeprägter Habituation zeigten die gegenläufige Tendenz,  $F(1, 39) = 1.84, p = .05$  (siehe Abbildung 17). Keine Interaktion zeigte sich hingegen zwischen Gesamtblickdauer und Neuheitsreaktion: Kinder, die unterdurchschnittlich

wenig Blickzeit in der Habituationsphase aufwendeten, zeigten zwar einen etwas höheren Aufmerksamkeitsanstieg auf den neuen Einzelreiz als Kinder mit längerer Gesamtblickdauer, der betreffende Unterschied war jedoch nicht signifikant,  $F(1, 39) = 0.27, p = .60$ . Diese Befunde stimmen mit den Ergebnissen der Korrelationsanalyse überein (Tabelle 9).



**Abbildung 17.** Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsleistung innerhalb jeder Aufgabe in Experiment 2 ( $N = 41$ ). Angegeben sind die mittleren Blickzeiten in den ersten drei (Phase A) und letzten drei (Phase B) Habituationsdurchgängen sowie im letzten Habituations- und im Testdurchgang, jeweils für Gruppen unterdurchschnittlicher vs. überdurchschnittlicher Habituationsleistung (Maße: Habituationsstärke, Gesamtblickzeit) in beiden Aufgaben. In der Einzelreizaufgabe zeigten nur diejenigen Kinder einen Aufmerksamkeitsanstieg in der Testphase, die überdurchschnittlich stark habituierten; für die Kinder, die unterdurchschnittlich wenig Blickzeit in der Habituationsphase aufwendeten, ergab sich jedoch kein signifikanter Gruppenvorteil. In der Kategorisierungsaufgabe dishabituieren jeweils auch die Nichthabituierer sowie die Kinder mit langer Gesamtfixationsdauer, allerdings in geringerem Ausmaß als die Habituierer und kurzen Fixierer.

**Kategorisierungsaufgabe.** Für die Kategorisierungsaufgabe fand sich kein Unterschied in der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituierern, weder für den Gruppenvergleich anhand der Habituationsstärke,  $F(1, 39) = 17.50, p = .15$ , noch anhand der Gesamtblickzeit,  $F(1, 39) = 0.40, p = .53$ . Diese Ergebnisse stehen den signifikanten

Korrelationsbefunden entgegen (siehe Tabelle 9), erklären sich aber vermutlich daher, dass im Gruppenvergleich der Kategorisierungsaufgabe auch die Kinder mit schwächerer Habituation und längerer Fixationszeit eine Neuheitsreaktion zeigen (Abbildung 17). Allerdings ist die Kategorisierungsreaktion der starken Habituierten,  $t(39) = 1.84$ ,  $p < .05$  (einseitig), und der kurzen Fixierer,  $t(39) = -1.84$ ,  $p < .05$  (einseitig), jeweils stärker ausgeprägt als diejenige der Vergleichsgruppen mit unterdurchschnittlicher Habituationsleistung.

#### *Bezüge von Aufmerksamkeitsleistungen zwischen beiden Aufgabentypen*

Tabelle 9 gibt fett gedruckt die Korrelationen der Aufmerksamkeitsmaße *zwischen* der Einzelreizaufgabe und der Kategorisierungsaufgabe in der Gesamtgruppe wieder. Wiederum ergab sich eine signifikante Korrelation zwischen der Gesamtblickzeit in beiden Aufgaben, die mit .48 knapp einem großen Effekt entspricht (Cohen, 1988). Die Länge der verwendeten Blickzeit weist damit erneut eine hohe Konsistenz über beide Aufgabentypen auf.

Wie in Experiment 1 zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Habituations- und Dishabituationsreaktionen in beiden Aufgaben (siehe Tabelle 9). Obwohl die Säuglinge vergleichbar viel Blickzeit in beiden Aufgabentypen aufwendeten, nutzten sie diese nicht in jeder Aufgabe gleich: So bedeutete eine starke Habituationsreaktion in der ersten Aufgabe nicht auch ein Absinken der Blickzeit in der zweiten Aufgabe. Für die Dishabituationsreaktion zeigte sich ebenfalls keine signifikante Korrelation zwischen beiden Aufgabentypen: Konnte ein Säugling also in der Testphase zwei Einzelreize diskriminieren, so zeigte er nicht zwangsläufig auch eine Unterscheidung der kategorialen Reize.

## **8.8 Diskussion der Ergebnisse**

### *Diskussion der Gesamtgruppeneffekte*

Wie in Experiment 1 zeigte die Gesamtgruppe in beiden Aufgaben einen Habituationseffekt auf die vorgegebenen Stimuli. Die Säuglinge hatten somit trotz der festgelegten Dauer eines Durchgangs ausreichend Zeit, sich an die Habituationsreize zu gewöhnen, wobei der mittlere Blickzeitenabfall für die kategoriale Aufgabe numerisch höher ausfiel (1.84s) als für die Einzelreizaufgabe (1.05s); dieser Unterschied in der Habituationsstärke war jedoch nicht signifikant (vgl. Abschnitt 8.7.2). Während in der Einzelreizaufgabe der neue schwarz-weiße

Testreiz wiederum keine Dishabituation auslöste, zeigten die Kinder in der Testphase der Kategorisierungsaufgabe einen signifikanten Aufmerksamkeitsanstieg auf das zweite Testobjekt, das sich in Farbe *und* Form von der Habituationkategorie unterschied. Die Enkodierung und Diskriminierung der kategorialen Stimuli schien den Kindern damit erneut leichter zu fallen als die der Einzelreize. Da das Stimulusmaterial der kategorialen Aufgabe sich jedoch auch durch die Farbgebung und das Fehlen einer komplexen Musterung von den schwarz-weißen Einzelreizen abhob, können die Leistungsunterschiede in beiden Aufgaben nicht eindeutig auf die Art des Stimulustyps (kategorial vs. non-kategorial) zurückgeführt werden. In Experiment 4 und 5 wird daher die Habituation auf ein Exemplar der kategorialen Reize mit der Habituation auf die entsprechende Kategorie in einem Zwischengruppendesign verglichen.

In keiner der beiden Aufgaben wurden Zweifach-Interaktionen der Aufmerksamkeitsleistungen mit dem Alter oder Haupteffekte dieser Variablen beobachtet. Die sieben Monate alten Säuglinge schienen zwar tendenziell weniger Blickzeit in der Habituationsphase aufzuwenden als die jüngeren Säuglinge (vgl. Abbildung 16), dieser Altersvorteil war jedoch für keine der beiden Aufgaben signifikant.

Insgesamt zeigte die Gesamtgruppe in Experiment 2 in beiden Aufgaben Habituations- und Dishabituationsreaktionen, die denen in Experiment 1 vergleichbar sind. In beiden Experimenten habituierten die Kinder in beiden Aufgaben und dishabituieren nicht in den Einzelreizaufgaben. Die Diskriminationsreaktionen in der Kategorisierungsaufgabe waren vom Ausmaß her in beiden Experimenten fast identisch (Trial 10: 5.54 vs. 5.64; Test 1: 5.82 vs. 5.87; Test 2: 7.53 vs. 7.69; jeweils Experiment 1 vs. Experiment 2, Angaben in Sekunden), erreichten jedoch erst in der fixed-trial Prozedur des zweiten Experiments statistische Signifikanz.

### *Diskussion individueller Unterschiede*

Auch in Experiment 2 zeigte sich eine große Variabilität in den kindlichen Blickzeiten, was darauf hinweist, dass das erstellte Aufgabenmaterial auch bei festgelegter Präsentationsdauer gut geeignet ist, vorhandene interindividuelle Unterschiede im Habituations- und Dishabitationsverhalten abzubilden.

Die Analyse der Zusammenhänge von Habituations- und Dishabituationsleistungen *innerhalb* und zwischen den einzelnen Aufgaben bestätigte eine Reihe von Ergebnissen aus Experiment 1, erbrachte aber auch neue Befunde, welche die Bedeutung der Diskussion von

Aufgabentyp und Durchführungsprozedur für die Interpretation von Aufmerksamkeitsmaßen als Informationsverarbeitungscompetenzen hervorheben.

Für die Einzelreizaufgabe war in Korrelations- und Subgruppenanalyse erneut zu beobachten, dass die Kinder mit starkem Blickzeitenabfall in der Habituationsphase eine größere Neuheitsreaktion auf den Testreiz zeigten als schwach oder nicht habituierte Kinder. Interpretiert man die Stärke der Habituationsreaktion als Indikator für die Fortgeschrittenheit der Repräsentationsbildung bei der Enkodierung des Standardreizes, so kann dieses Ergebnis als eine Bestätigung des Komparatormodells gewertet werden; denn dieses Modell erklärt die Reaktivierung der Aufmerksamkeit (Dishabituationsreaktion) als Ergebnis eines Vergleichs zwischen aufgebauter Repräsentation und neuem Reiz, und ohne hinreichend aufgebautes Modell des Habituationsreizes sollte keine Dishabituationsreaktion stattfinden können (vgl. Kapitel 3).

Wie in Experiment 1 ergab sich für die Einzelreizaufgabe keine Korrelation zwischen Gesamtblickzeit und Dishabituationsreaktion; auch im Gruppenvergleich zeigten die Kinder mit kürzerer Gesamtblickzeit (short lookers) kaum eine bessere Testleistung als die Kinder mit längerer Blickdauer (long lookers)<sup>9</sup>. Allerdings zeigten die Kinder mit kurzer Blickdauer eine stärkere Habituationsreaktion als die Kinder, die viel Blickzeit aufwendeten; eine negative Korrelation beider Habituationsmaße, die nur für das fixed-trial Design (Experiment 2), nicht jedoch für das infant-control Design (Experiment 1) zu finden war. Der Zusammenhang von Blickdauer und Habituationsstärke scheint damit in Abhängigkeit von der verwendeten Untersuchungsmethode aufzutreten.

Werden Habituationsstärke und Gesamtblickdauer im Sinne des kognitiven Modells als Informationsverarbeitungscompetenzen interpretiert, so ist ein negativer Zusammenhang beider Maße nicht erstaunlich, deutet er doch darauf hin, dass die schneller verarbeitenden Kinder auch eher eine Repräsentation des wiederholten Reizes aufgebaut haben. Das Auftreten dieses Zusammenhangs nur bei *fixer* Trialdauer ist vermutlich damit zu erklären, dass die mögliche Fixationsdauer nach oben hin begrenzt war. Während bei blickkontrollierter Trialdauer sowohl kurz als auch lang fixierende Säuglinge einen Abfall ihrer Blickzeiten zeigten und beide Maße keinen Zusammenhang aufwiesen (vgl. Tabelle 6 und Abbildung 14 in Kapitel 7), konnten die langen Fixierer bei festgelegter Präsentationszeit

---

<sup>9</sup> Das Verschwinden der im Subgruppenvergleich des ersten Experiments beobachteten Interaktion von Blickdauer und Testleistung ist vermutlich auf die vergleichsweise höheren Blickzeiten der langen Fixierer für den Dishabituationsstimulus in Experiment 2 zurückzuführen, die hier eine genauso große bzw. kleine Präferenz für den Testreiz zeigten wie die kurzen Fixierer, während in Experiment 1 die langen Fixierer eher eine Familiaritätspräferenz für den Standardreiz aufwiesen (vgl. Abbildung 17 oben; Abbildung 14 in Kapitel 7).

nicht mit ausreichend hohen Blickzeiten starten, um über die Habituationsphase einen ebenso starken Abfall zu zeigen wie die kurz fixierenden Kinder. Ein weiterer Grund für die Unterschiede in den Befunden beider Studien könnte darin bestehen, dass es in der fixed-trial Prozedur möglich ist, den Blick auch für mehr als 2 Sekunden abzuwenden, ohne dass die Blickzeitmessung für einen gegebenen Durchgang abgebrochen wird. Kinder, die generell länger fixieren, könnten auch im zweiten Teil der Habituationsphase mehr als kurze Fixierer dazu geneigt haben, mit ihrem Blick zum Reiz zurückkehren und daran haften zu bleiben, und damit längere Fixationszeiten und eine geringere Habituationsstärke erreicht haben. Zwar akkumulierten auch die kurz fixierenden Kinder im zweiten Teil der Habituationsphase der fixed-trial Prozedur etwas mehr Blickzeit als im blickkontrollierten Design; deren Blickzeiten betrug jedoch nur etwa die Hälfte bis ein Drittel der Blickdauern der lang fixierenden Kinder (vgl. Gruppenmittelwerte der Blickzeiten in beiden Habituationsphasen in Abbildung 17 oben und Abbildung 14, Kapitel 7). Kurzen Fixierern schien es somit bei festgelegter Präsentationsdauer leichter zu fallen als langen Fixierern, ihren Blick trotz andauernder Reizdarbietung wieder abzuwenden.

Die beschriebenen Zusammenhänge von Gesamtblickzeit und Habituationsstärke waren nicht in gleicher Weise für die Kategorisierungsaufgabe zu finden. Gesamtblickzeit und Habituationsstärke korrelierten zwar auch hier tendenziell negativ, jedoch nicht signifikant, d.h. sowohl kurze als auch lange Fixierer zeigten einen Abfall ihrer Blickzeiten über die Habituationsphase (vgl. Abbildung 17). Dass die Begrenzung der Trialdauer sich für die kategorialen Stimuli nicht hemmend auf die Habituationsleistung der lang fixierenden Kinder auswirkte, kann im Einklang mit den Gesamtgruppenergebnissen als ein Hinweis auf die geringere Schwierigkeit der Kategorisierungsaufgabe gewertet werden.

Was die Bezüge zwischen Habituationsstärke und Dishabituationsleistung betrifft, ergab sich in Experiment 2 ein für beide Aufgaben vergleichbares Bild: Wie in der Einzelreizaufgabe, zeigten auch in der Kategorisierungsaufgabe die stärker habitierenden Kinder eine größere Neuheitsreaktion im Test. Dieser positive Zusammenhang trat in der Kategorisierungsaufgabe des ersten Experiments so nicht auf. Die fixed-trial Prozedur scheint damit den Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Habituationstärke und der Dishabituationsleistung schärfer herauszustellen als die infant-control Prozedur. Dieser Befund ist komparatortheoretisch sinnvoll, da die Reizverarbeitungsgeschwindigkeit sich umso stärker auf die Diskriminationsleistung auswirken sollte, je weniger Zeit für die Repräsentationsbildung zugestanden wird (vgl. Kapitel 3.3, Drei+Zwei-Komponentenmodell von Kavšek, 2000b). Tatsächlich lag die mittlere kategoriale Blickzeit in Experiment 2

( $M = 66.64$ ,  $SD = 20.77$ ) unter dem Niveau der kategorialen Gesamtblickzeit in Experiment 1 ( $M = 72.61$ ,  $SD = 42.22$ ), wobei sich zwar nicht die mittleren Blickzeiten,  $t(118.87) = 1.04$ ,  $p = .30$ , wohl aber deren Varianzen,  $F(1, 119) = 12.23$ ,  $p < .01$ , signifikant voneinander unterschieden. Auch korrelierte die kategoriale Gesamtblickzeit in Experiment 2 - im Gegensatz zur Einzelreizaufgabe, doch in Übereinstimmung mit den Ergebnissen des ersten Experiments - negativ mit der Dishabituationsleistung, d.h. Kinder mit kurzer Blickdauer in der Habituationsphase reagierten stärker auf die kontrastierte Kategorie als lang fixierende Kinder.

Die Korrelationen beider Habituationsmaße mit der Kategorisierungsleistung in Experiment 2 scheinen zunächst mit der allgemeinen Komparatortheorie gut vereinbar. Allerdings zeigte sich im Vergleich der jeweiligen Subgruppen, dass sich starke und schwache Habituerer bzw. kurze und lange Fixierer zwar im Ausmaß ihrer Dishabituationsreaktionen unterschieden, insgesamt aber jeweils beide Gruppen erstaunt auf die kontrastierte Kategorie reagierten (Abbildung 17), deren Diskrimination der Gesamtgruppe offensichtlich leichter fiel als die Diskrimination des neuen Einzelreizes (siehe Gesamtgruppeneffekte), und die wie in Experiment 1 auch ohne ausgeprägte Habituation möglich war. Wiederum reagierten also auch Kinder ohne starke Habituation auf das neue kategoriale Testexemplar erstaunt, ein Befund, der die Sokolovsche Gleichsetzung der Repräsentationsbildung mit einer beobachtbaren Abnahme der Aufmerksamkeit für die Verarbeitung kategorialer Stimuli in Frage stellt. Möglicherweise war jedoch die Unterscheidung des neuen kategorialen Testexemplars aufgrund der salienten Form- und Farbänderung bereits nach einer unvollständigen Enkodierung der Habituationsstimuli möglich, so dass sowohl starke als auch schwache Habituerer die Andersartigkeit erkennen konnten (Deckeneffekt), wenn Kinder mit überdurchschnittlicher Habituationsleistung dies auch durch eine stärker ausgeprägte Neuheitsreaktion taten.

Bei der Betrachtung der Zusammenhänge der Aufmerksamkeitsmaße *zwischen* den Aufgaben fand sich wie in Experiment 1 eine positive Korrelation zwischen der Gesamtblickdauer in beiden Aufgaben, die nach Cohen (1988) nur knapp die Klassifikation eines großen Effekts (ab .50) verfehlt. Die große Übereinstimmung in der verwendeten Blickdauer auch im zweiten Experiment weist erneut auf die Fixationsdauer als Maß einer allgemeinen Informationsverarbeitungsfähigkeit relativ unabhängig vom jeweiligen Aufgabentyp hin.

Für die Habituationsstärke fand sich im Gegensatz zur Blickdauer wiederum kein Zusammenhang zwischen beiden Aufgaben, eine Diskrepanz, die andeutet, dass dieses Maß in beiden Aufgabentypen unterschiedliche Prozesse abbildet. Das Ausmaß der Aufmerksam-

keitsabnahme über die Habituationsphase scheint keine über Aufgabentypen hinweg stabile Fähigkeit zu messen, die in ähnlicher Weise bei der Verarbeitung eines einzelnen und von kategorialen Stimuli gezeigt wird. Auch für die Testphase zeigte sich mit dem mangelnden, tendenziell sogar negativen Zusammenhang der Dishabituationsreaktionen eine Diskrepanz zwischen beiden Aufgabentypen: Konnte ein Säugling die beiden Einzelreize unterscheiden, so diskriminierte er nicht automatisch auch die Stimuli der Kategorisierungsaufgabe.

Diese Ergebnisse deuten an, dass sich die Prozesse der Habituation und Dishabituation in Kategorisierungsaufgaben von der Verarbeitung und Diskrimination einzelner Habituationsreize unterscheiden könnten. Insgesamt zeigten Experiment 1 und 2 ähnliche Zusammenhänge der Aufmerksamkeitsmaße zwischen den Aufgabentypen auf; innerhalb der Aufgaben variierten die Zusammenhänge jedoch mit der Aufgabenart und der experimentellen Prozedur. Dabei konnten in der fixed-trial Darbietung des Experiments 2 die Befunde des ersten Experiments weitestgehend repliziert werden. Darüber hinaus zeigte das zweite Experiment weitere Zusammenhänge auf, die sowohl theoretisch als auch unter dem Aspekt der späteren Anwendung des Verfahrens zur standardisierten Habituationsdiagnostik interessant erscheinen. Während das infant-control Design in Experiment 1 sich als gut geeignet zur Abbildung individueller Unterschiede erwiesen hat, war es mit zwei wesentlichen Nachteilen verbunden: Zunächst wurde deutlich, dass bei diesem Vorgehen Kinder mit extremen Werten Gruppenmittelwerte verzerren und die Prüfung von Gruppeneffekten erschweren können. Dies ist ungünstig für die Prüfung allgemeiner Hypothesen, die sich auf das Komparatormodell beziehen. Weiterhin kann ein Abbruchkriterium (Blickabwendung von 2 Sekunden) zu Verzerrungen der Ergebnisse führen: Möglicherweise schaut das Kind für diesen Zeitraum weg, obwohl es noch nicht endgültig mit der Reizverarbeitung fertig ist. Ferner stellt die Durchführung von infant-control Versuchen sehr hohe Anforderungen an die Versuchsleiter und an das technische Equipment, die vor allem im Hinblick auf die praktische Testentwicklung und die spätere Anwendung in der Praxis Hindernisse darstellen. Da die fixed-trial Prozedur aufgrund ihrer weit weniger aufwendigen Durchführung und geringeren Fehleranfälligkeit eine Reihe praktischer und ökonomischer Vorteile aufweist und sich bereits in Experiment 2 zur Untersuchung der vorliegenden Fragestellung als brauchbar erwiesen hat, wurde für die folgenden Studienreihen in Experiment 4 und 5 ebenfalls ein fixed-trial Design gewählt. Hierbei wurden jedoch die Art der Darbietung (als Reizpaare) sowie die Art der Stimuli (Auswahl eines kategorialen Exemplars als Einzelreiz) variiert.

Zuvor wurden in einer Zusatzstudie zu den ersten beiden Experimenten die Dishabituationsreaktionen auf die beiden kategorialen Testobjekte genauer untersucht. In

Experiment 1 und 2 hatte sich gezeigt, dass das erste Testobjekt in der kategorialen Aufgabe von der großen Mehrheit der Kinder nicht als neu erkannt wurde, während das zweite Testobjekt eine Neuheitsreaktion auslösen konnte. Dies erscheint insofern plausibel, als der erste Testreiz ganz bewusst so ausgewählt worden war, dass er sich nur in der Farbschattierung von den vorhergehenden Reizen unterschied, während der zweite Reiz Unterschiede in Form *und* Farbe aufwies. Die erste Art der Diskrimination war damit zu schwer für die Kinder der untersuchten Altersgruppen, die das erste Testobjekt vielmehr in die vorher präsentierte Habituationkategorie einzuordnen schienen. Somit würde dieses Objekt nicht anders als ein weiteres Habituationsobjekt wahrgenommen werden. Um die Aufmerksamkeitsreaktionen auf das farblich veränderte Testobjekt mit den Reaktionen auf ein stattdessen dargebotenes farb- und formgleiches Habituationsobjekt vergleichen zu können, wurde Experiment 3 durchgeführt. In diesem Experiment wurde das erste Testobjekt der Kategorisierungsaufgabe durch ein weiteres Exemplar der Habituationkategorie ersetzt und nachfolgend nur der zweite Testreiz dargeboten; die Reaktionen auf diese abgeänderte Kategorisierungsaufgabe wurden dann mit der entsprechenden Aufgabe aus Experiment 1 verglichen.

### **Zusammenfassung**

Experiment 2 untersuchte die Habituations-/Dishabituationsleistungen von fünf und sieben Monate alten Säuglingen ( $N = 41$ ) in einer Einzelreiz- und einer Kategorisierungsaufgabe, die in einem fixed-trial Design mit sequentieller Stimulusdarbietung (15s) präsentiert wurden. Wie in Experiment 1 trat in beiden Habituationaufgaben eine klare Habituation an die Stimuli auf, doch nur in der Kategorisierungsaufgabe dishabituieren die Kinder auf das zweite, in Form und Farbe kontrastierende Testobjekt; der Dishabituationsreiz der Einzelreizaufgabe wurde von der Gesamtgruppe nicht diskriminiert. Diese Effekte waren unabhängig vom Alter der Kinder zu beobachten.

Die Analyse individueller Unterschiede im Blickverhalten erbrachte in der Einzelreizaufgabe einen Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsstärke: Während wie in Experiment 1 starke Habituierte eine bessere Diskriminationsleistung zeigten als schwache Habituierte, wirkte sich die Gesamtblickdauer in Experiment 2 nicht signifikant auf die Dishabitationsperformanz aus. Auch für die Kategorisierungsaufgabe fand sich ein Zusammenhang zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung: Kinder mit überdurch-

schnittlicher Habitationsperformanz zeigten eine stärker ausgeprägte Neuheitsreaktion als unterdurchschnittliche Habitierer, allerdings zeigten wie im ersten Experiment auch schwach habitierende und lang fixierende Kinder einen Anstieg ihrer Aufmerksamkeit in der Dishabitationsphase.

Zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe ergab sich für die Gesamtblickzeit erneut eine beträchtliche Konsistenz (.48), wohingegen sich weder für die Habitationsstärke, noch für das Ausmaß der Dishabituation signifikante Korrelationen zwischen beiden Aufgaben zeigten. Während die intraindividuelle Stabilität der Gesamtfixationsdauer auf eine allgemeine Informationsverarbeitungsfähigkeit hindeutet, die sich sowohl in Einzelreiz- als auch in Kategorisierungsaufgaben äußert, weisen die fehlenden Zusammenhänge zwischen der Habitationsstärke und zwischen dem Ausmaß der Dishabituation in beiden Aufgaben darauf hin, dass sich in diesen Maßen keine intraindividuell stabilen Verhaltensweisen abzubilden scheinen.



*„Indeed, the role of the stimulus in analyzing individual differences in infant visual cognition has not been widely investigated.”*

(Colombo et al., 2001, S. 1614)

## **KAPITEL 9**

### **EXPERIMENT 3:**

#### **DARBIETUNG EINER KATEGORISIERUNGSAUFGABE MIT VERÄNDERTER TESTPHASE IN EINEM INFANT-CONTROL DESIGN MIT SEQUENTIELLER STIMULUSDARBIETUNG**

##### **9.1 Konzeption und Design**

Experiment 3 hatte zum Ziel, die Dishabituationsreaktionen der Kinder auf kategoriale Testreize unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades zu überprüfen. Weder im ersten noch im zweiten Experiment hatte das erste Testobjekt der kategorialen Aufgabe, das sich nur in der Farbschattierung, nicht aber in der Form von der Habituationkategorie unterschied, eine signifikante Neuheitsreaktion ausgelöst, während die Mehrzahl der Kinder das zweite, in Farbe *und* Form kontrastierte Testobjekt diskriminieren konnte. Das den Habituationsstimuli formgleiche erste Testobjekt schien somit in die Kategorie der Gewöhnungsreize eingeordnet worden zu sein, während das zweite Testobjekt als andersartig und neu erkannt wurde.

Unklar blieb bisher, inwiefern das leicht unterschiedliche erste Testobjekt die Reaktionen der Kinder auf die neuartige Kategorie beeinflusste, da dieses zwischen dem letzten Habituationsdurchgang und dem deutlich unterschiedlichen Exemplar der kontrastierten Kategorie präsentiert wurde. Im vorliegenden Experiment wurde daher der Schwierigkeitsgrad der in Experiment 1 verwendeten Teststimuli systematisch variiert. Während nach zehn blickkontrollierten Habituationsdurchgängen das neuartige Testobjekt unverändert an zwölfter Stelle dargeboten wurde, erschien an elfter Stelle nun statt eines farbveränderten Objekts ein weiteres Exemplar der vorherigen Habituationkategorie, ein Stimulus also, der keine Neuheitsreaktion auslösen sollte. Da sich in Experiment 1 weder das Alter noch die Aufgabenreihenfolge direkt auf die Habituations- und Dishabituationsleistungen ausgewirkt hatten, wurde in Experiment 3 aus ökonomischen Gründen nur eine

Altersgruppe in einer Aufgabenreihenfolge untersucht und eine Stichprobe von sieben Monate alten Kindern, die zuerst die abgeänderte Kategorisierungsaufgabe, dann die Einzelreizaufgabe bearbeitete, mit der entsprechenden Substichprobe gleichen Alters (7 Monate) und Aufgabenreihenfolge (1. Aufgabe kategorial) aus Experiment 1 verglichen.

## 9.2 Stichprobe

An Experiment 3 nahmen  $N = 17$  Säuglinge teil (acht Mädchen, neun Jungen). Das Durchschnittsalter betrug 7 Monate, 12 Tage (Range 7;4 - 7;23). Sechs weitere untersuchte Kinder wurden wegen Unruhe und Weinen ( $n = 4$ ), technischer Probleme und Versuchsleiterfehlern ( $n = 1$ ) oder Interferenz des Bruders ( $n = 1$ ) von der Auswertung ausgeschlossen. Die Ausfallquote betrug somit 26 Prozent. Die verbleibenden 17 Kinder nahmen erfolgreich an beiden Aufgaben in Folge teil und wurden denselben experimentellen Bedingungen zugeordnet wie die Kinder der Vergleichsstichprobe ( $n = 16$ ) aus Experiment 1 (siehe Tabelle 10; zur Geschlechteraufteilung siehe Anhang Tabelle A3).

Tabelle 10

*Versuchsdesign Experiment 3: Aufteilung der beiden Experimentalgruppen auf vier verschiedene Materialbedingungen in einer Aufgabenreihenfolge (Kategorisierungsaufgabe zuerst,  $N = 33$ )*

Materialset	7 Monate (Experiment 3)	7 Monate (Experiment 1)
	$n = 17$	$n = 16$
Kategorie Eckig rot-orange + Einzelreiz 1	7	6
Kategorie Eckig grün-blau + Einzelreiz 2	2	2
Kategorie Rund rot-orange + Einzelreiz 3	3	3
Kategorie Rund grün-blau + Einzelreiz 4	5	5

## 9.3 Experimentelle Aufgaben und Stimuli

Jedem Säugling wurden nacheinander zwei visuelle Habituationaufgaben präsentiert: zuerst die abgeänderte Kategorisierungsaufgabe, danach die Einzelreizaufgabe.

In der Kategorisierungsaufgabe wurden zur Habituation zehn verschiedene Exemplare einer Kategorie nacheinander dargeboten, auf die im elften Durchgang ein weiteres Exemplar

der Habituationkategorie, dann ein Testreiz einer kontrastierten Kategorie (Farb- und Formänderung) folgte. Die Habituationsstimuli und der kontrastierte Testreiz entsprachen dabei exakt den in Experiment 1 verwendeten Materialsets und Stimulusreihenfolgen, im elften Durchgang wurde jedoch statt eines farblich veränderten Testobjekts ein neues Exemplar der vertrauten Kategorie präsentiert (vgl. Abbildung 18, Abbildung 12 in Kapitel 7, sowie Anhang Abbildung A2).

In der Einzelreizaufgabe wurden die Säuglinge wie in Experiment 1 in zehn Habituationsdurchgängen an einen gleich bleibenden schwarz-weiß gemusterten Reiz gewöhnt und im Test mit einem neuen Reiz konfrontiert.

	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
	Einzel (1 Rf)	Kategorial (4 Rf)						
Trial 1								
Trial 2								
Trial 3								
Trial 4								
Trial 5								
Trial 6								
Trial 7								
Trial 8								
Trial 9								
Trial 10								
Trial 11								
Test								

Abbildung 18. Stimuli in Experiment 3: Sequentielle infant-control Darbietung von vier Materialsets (bestehend aus je einer Kategorisierungs- und einer Einzelreizaufgabe) in elf bzw. zehn Habituationstrials und einem Testtrial. Die Kategorisierungsaufgabe wurde pro Set in vier Reihenfolgen (Rf) vorgegeben (vgl. Anhang Abbildung A2); in der Einzelreizaufgabe war die Stimulusabfolge innerhalb eines Sets identisch.

## 9.4 Versuchsablauf

Der Versuchsablauf war mit der Durchführung in Experiment 1 identisch. Die Säuglinge saßen in einem Babysitz oder auf dem Schoß der Begleitperson vor dem Präsentationsmonitor, auf dem die experimentellen Aufgaben in einer Powerpoint-Präsentation dargeboten wurden (vgl. Kapitel 6 und 7). Unterhalb des Präsentationsmonitors befand sich eine Videokamera, mit der das Blickverhalten des Säuglings aufgezeichnet wurde. Die Versuchsleiterin hielt sich während des Versuchs hinter einem Wandschirm auf, von wo sie das Blickverhalten des Kindes online verfolgte und die Versuchspräsentation steuerte.

Beide Habituationaufgaben wurden nacheinander in einer animierten Powerpoint Präsentation in einem infant-control Design dargeboten. Jede Aufgabe bestand aus zehn Habituationdurchgängen und zwei Testdurchgängen. Die Stimuli wurden einzeln nacheinander in einem weißen Quadrat vor dunklem Hintergrund präsentiert. Die Dauer eines Durchgangs wurde vom Kind selbst bestimmt (infant-controlled). Die Blickzeiten wurden dabei online von der Versuchsleiterin kodiert. Sobald der Säugling länger als 2 Sekunden vom Stimulus wegschaute, ertönte ein akustisches Signal, das den jeweiligen Trial beendete. Nachfolgend startete die Versuchsleiterin den Beginn des nächsten Durchgangs und präsentierte den Zielreiz, sobald das Kind sich erneut dem Monitor zuwandte.

Nach der Kategorisierungsaufgabe folgte eine kurze Pause, danach die Einzelreizaufgabe. Vor Beginn des Versuchs, in der Pause zwischen den Aufgaben und am Ende des Experiments wurde den Säuglingen zum Aufbau und Aufrechterhaltung des Interesses sowie zur Entspannung und weiteren Motivierung eine kurze Zeichentrickfilmsequenz gezeigt (30 Sekunden Unterwasserwelt mit schwimmenden Fischen).

## 9.5 Kodierung der Blickzeiten

Die Videoaufzeichnungen aller untersuchten Säuglinge wurden nach der Versuchsdurchführung von einer zweiten unabhängigen und blinden Kodiererin ausgewertet. Dabei wurde für beide Aufgaben die kumulierte Dauer der Blickzeit auf jeden Stimulus pro Durchgang erfasst. Die mittlere Beobachterübereinstimmung der Online- und Zweitkodierung betrug  $r = .97$ ; somit war eine sehr hohe Interrater-Reliabilität gewährleistet.

## 9.6 Statistische Auswertung und Maße

Als abhängige Variable für die statistische Analyse diente die Blickzeit der Säuglinge auf die Teststimuli. Dabei gingen die Mittelwerte beider Beobachterinnen für jeden Durchgang als Rohdaten in die Berechnungen ein. Eine Analyse der interindividuellen Unterschiede wurde aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht durchgeführt. Die Auswertung fokussiert zunächst auf die Beschreibung der Gesamtgruppeneffekte in beiden Aufgaben. Anschließend werden die Dishabituationsreaktionen in der vorliegenden Kategorisierungsaufgabe (nur ein Testobjekt) mit den Reaktionen der sieben Monate alten Kinder aus Experiment 1 verglichen (zwei Testobjekte), welche ebenfalls die Kategorisierungsaufgabe zuerst bearbeiteten. Geschlecht und Stimulusmaterial hatten wiederum keinen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistungen (alle  $p$ -Werte  $> .05$ ) und gingen daher nicht als Zwischensubjektfaktoren in die Auswertung ein.

## 9.7 Ergebnisse

### 9.7.1 Effekte in der Gesamtgruppe

Die Habituations- und Dishabituations-effekte in der Gesamtgruppe wurden separat für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe varianzanalytisch untersucht. Zur Bestimmung des Habituationseffekts wurde die mittlere Blickzeit der ersten drei Durchgänge (Phase A) mit derjenigen der letzten drei Durchgänge (Phase B) der Habituationssequenz verglichen. Für jede der beiden Aufgaben wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit dem Innersubjektfaktor Habituationsphase (Phase A, Phase B) gerechnet. Da an Experiment 3 nur sieben Monate alte Kinder teilnahmen und die Kategorisierungsaufgabe immer vor der Einzelreizaufgabe dargeboten wurde, fielen die Zwischensubjektfaktoren Alter und Aufgabenreihenfolge weg. Zur Bestimmung des Dishabituations-effekts wurde die Blickzeit im letzten Habitationsdurchgang (Kategorisierungsaufgabe: Trial 11, Einzelreizaufgabe: Trial 10) mit der Blickzeit im Testdurchgang verglichen.

Abbildung 19 zeigt den Verlauf der Blickzeiten über die einzelnen Durchgänge der Habituations- und Testphase der Kategorisierungs- und Einzelreizaufgabe hinweg. Wie ersichtlich, verschwindet in Experiment 3 die in Experiment 1 tendenziell vorhandene Abhängigkeit der Kategorisierungsleistung von der Aufgabenreihenfolge (vgl. Kapitel 7,

Abbildung 13). So zeigt die vorliegende Stichprobe bei Darbietung der Kategorisierungsaufgabe an erster Stelle einen klaren Anstieg ihrer Blickzeiten in der Testphase (vgl. Auswertung Gesamtgruppeneffekte unten).

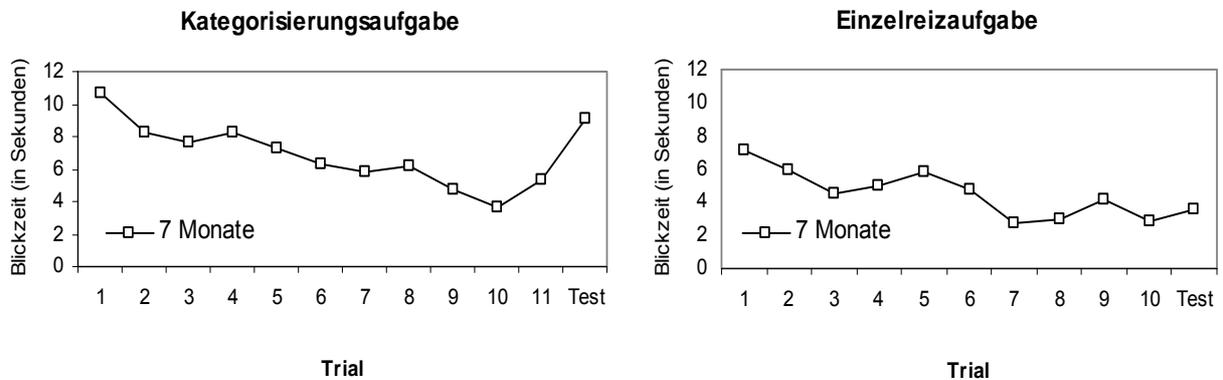


Abbildung 19. Verlauf der Blickzeiten über Habituationsphase und Testphase der Kategorisierungsaufgabe (zuerst präsentiert) und der Einzelreizaufgabe (als zweite Aufgabe präsentiert) für die sieben Monate alten Kinder in Experiment 3 ( $N = 17$ ). In der Kategorisierungsaufgabe erschien im elften Habitationsdurchgang ein weiteres Exemplar der Habitationskategorie (statt des in Experiment 1 präsentierten farbveränderten Testreizes gleicher Form), im Testdurchgang (Trial 12) ein Teststimulus kontrastierter Farbe *und* Form. In der Einzelreizaufgabe wurde wie zuvor im Testdurchgang (Trial 11) ein neuer Einzelreiz präsentiert.

*Kategorisierungsaufgabe.* In der Habituationsphase der Kategorisierungsaufgabe ergab sich ein signifikanter Gewöhnungseffekt,  $F(1, 16) = 23.19, p < .001$ . Die Säuglinge zeigten ein deutliches Absinken ihrer Blickzeiten von Habitationsphase A ( $M = 8.84, SD = 3.44$ ) zu Phase B ( $M = 4.55, SD = 2.48$ ). In der Testphase der Kategorisierungsaufgabe reagierten die Säuglinge auf das Testobjekt der kontrastierten Kategorie ( $M = 9.13, SD = 5.52$ ) mit einem deutlichen Anstieg ihrer Aufmerksamkeit im Vergleich zum letzten Habituationsexemplar ( $M = 5.28, SD = 3.10$ ),  $F(1, 16) = 6.84, p < .05$ . Währenddessen fand vom zehnten ( $M = 3.64, SD = 2.71$ ) zum letzten Habitationsdurchgang keine signifikante Aufmerksamkeitsveränderung statt,  $F(1, 16) = 4.24, p = .06$ .

*Einzelreizaufgabe.* In der Habituationsphase der Einzelreizaufgabe zeigte sich ein signifikanter Abfall der mittleren Blickzeiten (in Sekunden) von den ersten drei ( $M = 5.88, SD = 2.94$ ) zu den letzten drei Durchgängen ( $M = 3.31, SD = 1.56$ ),  $F(1, 16) = 16.32, p < .01$ . In der Testphase der Einzelreizaufgabe zeigte sich kein Dishabituationseffekt,  $F(1, 16) = 1.69, p = .21$ , d.h. der neue Einzelreiz ( $M = 3.56, SD = 1.47$ ) wurde nicht signifikant länger angeschaut als der Standardreiz im letzten Habitationsdurchgang ( $M = 2.80, SD = 1.62$ ). Weitere Effekte gab es nicht.

### 9.7.2 Vergleich der Kategorisierungsreaktionen in Experiment 1 und 3

In einer integrierten varianzanalytischen Auswertung der vorliegenden Stichprobe und der Vergleichsstichprobe ( $n = 16$ ) aus Experiment 1 zeigte sich in der Testphase der Kategorisierungsaufgabe ein signifikanter Anstieg der Blickzeiten vom elften Durchgang auf das an zwölfter Stelle dargebotene form- und farbveränderte Testobjekt,  $F(1, 25) = 4.44$ ,  $p < .05$ , unabhängig davon, was im elften Durchgang dargeboten wurde,  $F(1, 25) = 1.74$ ,  $p = .20$ . Ein direkter Vergleich der absoluten Blickzeiten in Trial 11 auf das farbveränderte Testobjekt in Experiment 1 ( $M = 7.29$ ,  $SD = 4.97$ ) versus das weitere Habituationsexemplar in Experiment 3 ( $M = 5.28$ ,  $SD = 3.10$ ) ergab ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Studien,  $t(1, 31) = 1.40$ ,  $p = .17$ .

Auch der prozentuale Anteil der Kategorisierer (Dishabituationsreaktion  $> 0$ ) und der Nicht-Kategorisierer (Dishabituationsreaktion  $\leq 0$ ) unterschied sich nicht zwischen Experiment 1 und 3, weder in den Reaktionen vom zehnten Habitationsdurchgang zum elften Durchgang,  $\chi^2(1, N = 33) = 1.52$ ,  $p = .28$ , noch in den Reaktionen vom elften Durchgang zum Testdurchgang,  $\chi^2(1, N = 33) = 0.24$ ,  $p = .72$ . Da sich die Reaktionen der Säuglinge auch vom zehnten Habitationsdurchgang zum Testdurchgang nicht zwischen beiden Experimenten unterschieden,  $\chi^2(1, N = 33) = 0.76$ ,  $p = .47$ , scheint das farbveränderte erste Testobjekt die Reaktionen auf das zweite form- und farbkontrastierte Testobjekt nicht maßgeblich anders zu beeinflussen als ein weiteres Habituationsexemplar.

## 9.8 Diskussion der Ergebnisse

Die vorliegende Stichprobe zeigte in der Einzelreizaufgabe den erwarteten Habituationseffekt sowie keine Dishabituation in der Testphase, was den Reaktionen der Gesamtgruppe im ersten Experiment entspricht. In der Kategorisierungsaufgabe habituierten die Kinder ebenfalls in einer den vorigen Experimenten vergleichbaren Weise und zeigten wie erwartet eine deutliche Neuheitsreaktion auf die kontrastierte Kategorie im Test. Beim Vergleich der Kategorisierungsreaktionen in Experiment 1 und 3 erbrachten weder die varianzanalytische Auswertung noch der Vergleich der Kategorisierer und Nicht-Kategorisierer signifikante Unterschiede zwischen den beiden Studien. In beiden Experimenten löste nur das zweite Testobjekt eine Dishabituation aus. Was an elfter Stelle dargeboten wurde, machte dabei

keinen Unterschied für die Diskriminierung der kontrastierten Kategorie oder für den Anteil der Kinder, die dishabituieren.

Damit deuten die Ergebnisse darauf hin, dass das farbveränderte erste Testobjekt tatsächlich wie ein elftes Habituationsexemplar wahrgenommen wird, und selbst bei der älteren der beiden untersuchten Altersgruppen keine Dishabituation auslöst. Da die Blickzeiten für das erste kategoriale Testobjekt ( $S = 4.03$  Sekunden) zudem in den ersten drei Experimenten durchschnittlich weniger Varianz zeigten als die Blickzeiten für das zweite Testobjekt ( $S = 5.10$  Sekunden), wurde in den nachfolgenden Studien nur das zweite, *farb- und formkontrastierte* Testobjekt dargeboten.

Während diese kategoriale Aufgabe für die untersuchten Altersgruppen lösbar und dennoch zur Erfassung individueller Unterschiede geeignet sein sollte, sprechen die fehlenden Dishabituationsleistungen in der Einzelreizaufgabe dafür, dass die Diskrimination der komplexen schwarz-weißen Muster für die untersuchten Kinder sehr schwer war. Möglicherweise hat auch die Art der sequentiellen Präsentation den Kindern die Dishabituationsreaktion erschwert, da sie hierbei den Habituationsreiz im Gedächtnis abrufen und aktiviert halten müssen, um ihn mit dem neuen Reiz im Test zu vergleichen. Im Vergleich hierzu würde eine *paarweise* Präsentation der Reize die Gedächtnisanforderungen vereinfachen und zudem die erforderliche Aufgabe – den Vergleich zwischen beiden Reizen – salienter machen. So scheint Säuglingen die Diskrimination zweier Reize oder Kategorien leichter zu fallen, wenn die Familiarisierung in Reizpaaren erfolgt anstatt in konsekutiven Reizen (Oakes & Ribar, 2005). Da die Gestaltung der Reizdarbietung in der Familiarisierungsphase somit die Habituations- und Dishabituationsleistungen beeinflussen kann, sollte auch das hier entwickelte Material in einer paarweisen Darbietung vorgelegt werden. Um den Einfluss dieser prozeduralen Variation auf die Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb und zwischen den beiden Aufgabentypen zu prüfen, wurde für die folgenden Experimente eine paarweise Familiarisierung in beiden Aufgaben geplant. Für die Dishabituationsphase entschlossen wir uns aus testökonomischen Gründen (s. o.) in beiden Aufgaben nur jeweils ein Testobjekt (gepaart mit einem Standardreiz) darzubieten, dafür aber in mehreren Testtrials, um Seitenpräferenzen auszuschließen und die Reliabilität zu erhöhen.

### **Zusammenfassung**

Experiment 3 wurde durchgeführt, um Dishabituationsreaktionen auf kategoriale Testreize unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades zu überprüfen. Dazu wurden die Habituations-/Dishabituationsleistungen von sieben Monate alten Säuglingen ( $N = 17$ ) mit denjenigen einer Substichprobe aus Experiment 1 ( $N = 16$ ) in je einer Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe verglichen, die in einem blickkontrollierten Design mit sequentieller Stimulusdarbietung präsentiert wurden. Wie in Experiment 1 und 2 trat in beiden Habituationaufgaben eine klare Habituation an die Stimuli auf, und keine Dishabituation auf den Testreiz der Einzelreizaufgabe. In der leicht veränderten Kategorisierungsaufgabe des dritten Experiments wurde statt dem zuvor dargebotenen farbveränderten ersten Testobjekt an elfter Stelle ein weiteres Exemplar der Habituationekategorie dargeboten, welches wie erwartet keine Neuheitsreaktion auslöste. Die Dishabituation auf das zweite, in Form und Farbe kontrastierende Testobjekt entsprach derjenigen im ersten Experiment; dabei machte es für das Ausmaß der Dishabituation oder den Anteil der dishabituierenden Kinder keinen Unterschied, was an elfter Stelle dargeboten wurde. Da das farbveränderte erste Testobjekt somit vergleichbare Reaktionen wie ein weiteres Habituationsexemplar auslöste, wurde in den nachfolgenden Studien analog zur Einzelreizaufgabe auch in der Kategorisierungsaufgabe nur noch ein Dishabituationsreiz (das farb- *und* formkontrastierte Testobjekt) dargeboten.



*“Infant visual habituation has not been subject to rigorous parametric examination, and so little is known about the effects of such procedural variations.”*

(Colombo & Mitchell, 1990, S. 197)

## **KAPITEL 10**

### **EXPERIMENT 4:**

#### **VERGLEICH EINER EINZELREIZ- UND EINER KATEGORISIERUNGSAUFGABE IN EINEM FIXED-TRIAL DESIGN MIT PAARWEISER STIMULUSDARBIETUNG**

##### **10.1 Konzeption und Design**

Experiment 4 diente dazu, den Einfluss einer *paarweisen* Reizdarbietung auf die Habituations- und Dishabituationsleistungen in Einzel- und Kategorisierungsaufgabe zu prüfen. Variationen der experimentellen Prozedur haben sich als wichtige Einflussgröße frühkindlicher Aufmerksamkeitsleistungen erwiesen, sind jedoch bisher erst in wenigen Studien systematisch untersucht worden (vgl. Colombo & Mitchell, 1990; Oakes & Ribar, 2005; Pauen & Träuble, submitted). So kann eine paarweise Reizpräsentation die Gedächtnisanforderungen vereinfachen und die erforderliche Aufgabe für Habituation und Test, nämlich den *Vergleich* der dargebotenen Reize, betonen (vgl. Kavšek, 2000b).

In Experiment 4 wurden daher Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe paarweise in ausbalancierter Darbietungsreihenfolge und in beiden Altersgruppen, jedoch nur mit einem Stimulusset vorgegeben. In jeder Aufgabe wurden die Säuglinge in sieben Reizpaaren an den Einzelreiz bzw. die Kategorie gewöhnt<sup>10</sup>; in der Testphase wurde der Standardreiz in zwei Durchgängen mit einem neuartigen Reiz kontrastiert, wobei die Lokation des neuen

---

<sup>10</sup> Da pro Habituationskategorie jeweils 16 Exemplare vorhanden waren und der Verlauf der Habituation über möglichst viele Darbietungsdurchgänge und das Mittelungsfenster von jeweils drei Durchgängen beobachtet werden sollte, wurden 14 verschiedene kategoriale Exemplare in sieben Familiarisierungsdurchgängen dargeboten. In den beiden Testdurchgängen wurde ein 15. Exemplar mit der kontrastierten Kategorie gepaart. Die Einzelreizaufgabe wurde analog in neun Durchgängen präsentiert, wobei in der Familiarisierungsphase derselbe Reiz wiederholt gezeigt wurde, um in den letzten beiden Durchgängen gegen einen neuen Einzelreiz getestet zu werden. Als Stimuli dienten für die Einzelreizaufgabe der Kontrast aus Stimulus 3 und 4, für die Kategorisierungsaufgabe der Kontrast der Kategorien Eckig rot-orange und Rund grün-blau aus Experiment 1 (vgl. Abbildung 20 sowie Abbildungen 8 und 9 in Kapitel 6).

Testreizes (rechts, links) über die Kinder ausbalanciert wurde, um den Einfluss systematischer Seitenpräferenzen auszuschließen. Jedes Reizpaar wurde für 15 Sekunden präsentiert, eine Darbietungsdauer, wie sie in paarweisen Kategorisierungsstudien üblich ist (vgl. Quinn & Eimas, 1996; Vonderlin et al., submitted), und die sich in Experiment 2 als ausreichend lang zur Abbildung individueller Unterschiede im Blickverhalten erwiesen hatte.

## 10.2 Stichprobe

An Experiment 4 nahmen  $n = 40$  fünf Monate und  $n = 40$  sieben Monate alte Säuglinge teil (40 Mädchen, 40 Jungen). Das Durchschnittsalter betrug 5 Monate, 10 Tage (Range 5;0 - 5;27) und 7 Monate, 11 Tage (Range 6;28 - 7;30). Weitere 23 untersuchte Kinder wurden wegen Unruhe und Weinen ( $n = 20$ ) oder technischer Probleme und Versuchsleiterfehlern ( $n = 2$ ) von der Auswertung ausgeschlossen. Ein Kind war nicht auswertbar, da es über die Hälfte der dargebotenen Trials trotz der akustischen Hinweisreize nicht anschaute (es sah nur acht der insgesamt achtzehn Trials beider Aufgaben). Die Ausfallquote betrug damit 22 Prozent. Die verbleibenden  $N = 80$  Kinder nahmen erfolgreich an beiden Aufgaben in Folge teil und wurden gleichmäßig auf die experimentellen Bedingungen aufgeteilt (siehe Tabelle 11; zur Geschlechteraufteilung siehe Anhang Tabelle A4).

Tabelle 11

*Versuchsdesign Experiment 4: Aufteilung der beiden Altergruppen in einer Materialbedingung auf beide Aufgabenreihenfolgen ( $N = 80$ )*

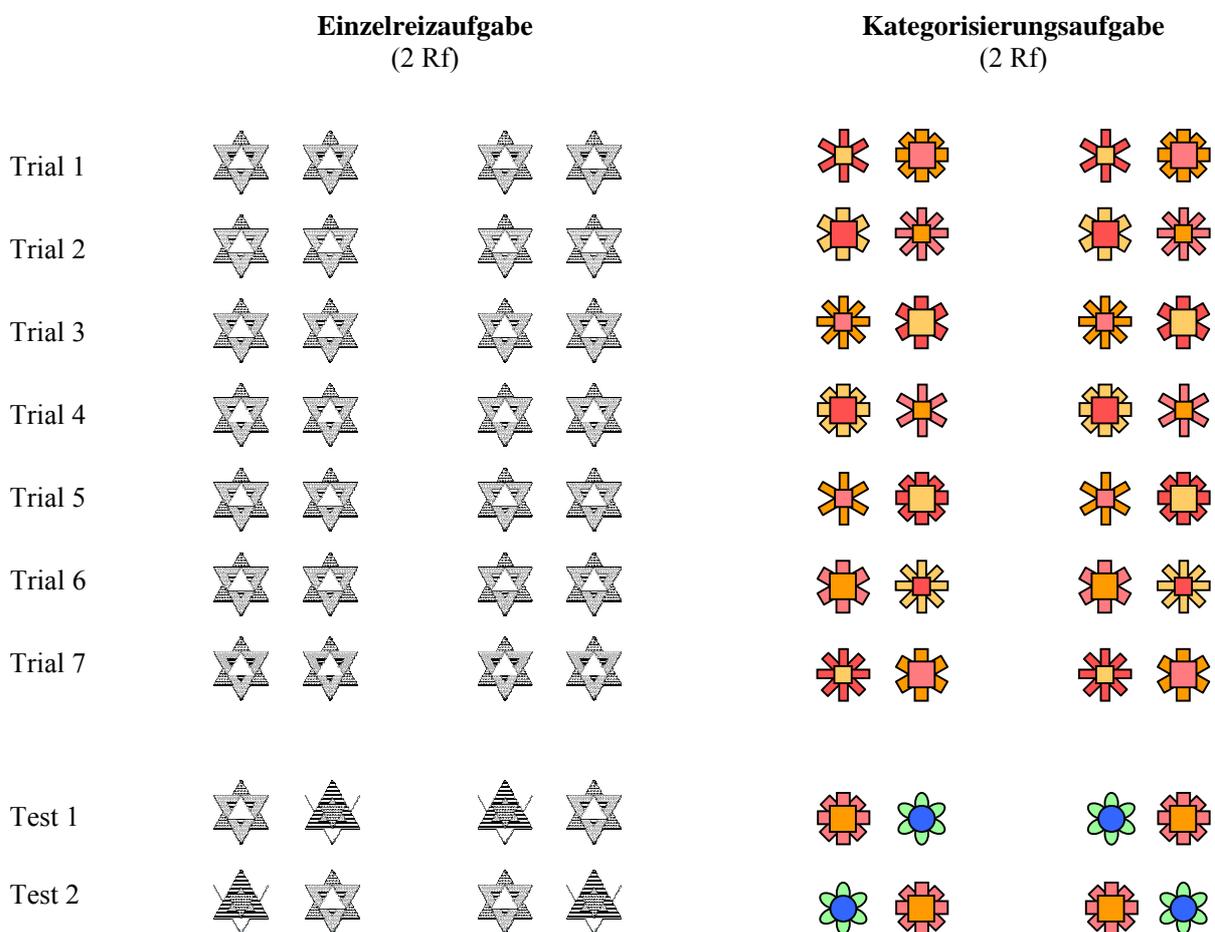
Materialset	5 Monate $n = 40$		7 Monate $n = 40$	
	Einzel zuerst	Kategorial zuerst	Einzel zuerst	Kategorial zuerst
Einzelreiz 3 + Kategorie Eckig rot-orange	20	20	20	20

## 10.3 Experimentelle Aufgaben und Stimuli

Jedem Säugling wurden nacheinander zwei visuelle Habitationsaufgaben präsentiert: eine Einzelreiz-Diskriminationsaufgabe und eine Kategorisierungsaufgabe. Die eine Hälfte der

Säuglinge erhielt die Einzelreizaufgabe zuerst, die andere Hälfte die Kategorisierungsaufgabe zuerst (siehe Tabelle 11).

In der Einzelreizaufgabe wurden die Säuglinge in sieben Familiarisierungsdurchgängen an einen gleich bleibenden schwarz-weiß gemusterten Reiz gewöhnt, der paarweise präsentiert wurde. In zwei Testdurchgängen wurde der bekannte Stimulus dann mit einem neuen schwarz-weißen Reiz kontrastiert. Die Position (rechts, links) des neuen Reizes im Testpaar war über die Kinder hinweg ausbalanciert und wechselte im zweiten Testdurchgang (vgl. Abbildung 20).



*Abbildung 20.* Stimuli in Experiment 4: Paarweise fixed-trial Darbietung von einem Materialset (bestehend aus einer Einzelreiz- und einer Kategorisierungsaufgabe) in jeweils sieben Familiarisierungstrials und zwei Testtrials von je 15 Sekunden Dauer. Die Stimulusabfolge war in der Familiarisierungsphase jeweils für beide Aufgaben identisch; in der Testphase gab es je zwei mögliche Reihenfolgen (Rf) je nach Positionierung des neuen Testreizes, die über die Kinder systematisch ausbalanciert wurden (Rechts-Links-Abfolge innerhalb und zwischen den Aufgaben).

In der Kategorisierungsaufgabe wurden in sieben Familiarisierungspaaren 14 verschiedene Exemplare einer Kategorie (eckig rot-orange) dargeboten. In der Testphase wurde ein neuer Reiz einer anderen Kategorie (rund grün-blau) mit einem weiteren Exemplar der vertrauten Kategorie kontrastiert. Auch hier war die Rechts-Links-Position der Testreize in beiden Durchgängen systematisch ausbalanciert (siehe Abbildung 20).

#### 10.4 Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau stimmte zu großen Teilen mit der Durchführung der bisherigen Experimente überein. Die Säuglinge saßen in einem Babysitz oder auf dem Schoß der Begleitperson vor dem Präsentationsmonitor, auf dem die experimentellen Aufgaben in einer Powerpoint-Präsentation dargeboten wurden (vgl. Kapitel 6 und 7). Unterhalb des Präsentationsmonitors befand sich eine Videokamera, mit der das Blickverhalten des Säuglings für die spätere Kodierung aufgezeichnet wurde. Die Versuchsleiterin hielt sich während des Versuchs hinter einem Wandschirm auf, von wo aus sie die Versuchspräsentation steuerte.

Beide Habituationaufgaben wurden nacheinander in einer animierten Powerpoint Präsentation in einem fixed-trial Design dargeboten. Jede Aufgabe bestand aus sieben Familiarisierungsdurchgängen und zwei Testdurchgängen. Die Stimuli (ca. 7 x 7 cm) wurden paarweise, jeweils in einem weißen Quadrat, vor dunklem Hintergrund präsentiert. Die beiden Quadrate maßen je 8 x 8 cm, der Abstand von Zentrum zu Zentrum betrug 16 cm. Da die Stimuli durch die paarweise Darbietung etwas kleiner waren als in den Studien mit konsekutiver Reizdarbietung, wurden die Säuglinge näher an den Präsentationsmonitor gesetzt (Abstand ca. 80 cm), um den Sehwinkel in etwa vergleichbar zu halten.

Um die Aufmerksamkeit der Kinder zu Beginn eines jeden Trials nach vorne zu lenken, ertönte ein Glockenton in mittlerer Lautstärke und ein weißes Quadrat (8 x 8 cm) in der Mitte des Präsentationsfeldes blinkte dreimal auf, bevor das experimentelle Stimuluspaar eingeblendet wurde. Die Dauer eines Durchgangs betrug 15 Sekunden, danach verschwanden die Stimuli und der nächste Trial begann.

Nach der ersten Aufgabe folgte eine kurze Pause, danach die zweite Aufgabe. Die Reihenfolge der Aufgabendarbietung war dabei über die Stichprobe hinweg ausbalanciert. Vor Beginn des Versuchs, in der Pause zwischen den Aufgaben und am Ende des

Experiments wurde den Säuglingen zum Aufbau und Aufrechterhaltung des Interesses sowie zur Entspannung und weiteren Motivierung eine kurze Zeichentrickfilmsequenz gezeigt (30 Sekunden Unterwasserwelt mit schwimmenden Fischen).

### 10.5 Kodierung der Blickzeiten

Die Videoaufzeichnungen aller untersuchten Säuglinge wurden nach der Versuchsdurchführung von zwei unabhängigen KodiererInnen ausgewertet, die der Stimulusdarbietung gegenüber blind waren. Hierbei wurde für beide Aufgaben die kumulierte Dauer der Blickzeit auf jeden Stimulus pro Durchgangspaar erfasst. Die mittlere Beobachterübereinstimmung betrug  $r = .97$ ; somit war eine sehr hohe Interrater-Reliabilität gewährleistet.

### 10.6 Statistische Auswertung und Maße

Als abhängige Variable für die statistische Analyse diente die Blickzeit der Säuglinge auf die Teststimuli. Dabei gingen die Mittelwerte beider Beobachterinnen als Rohdaten in die Berechnungen ein. Für die sieben Familiarisierungsdurchgänge basierten die Auswertungen auf der mittleren Blickzeit *pro Stimuluspaar*; in der Testphase wurde die Blickzeit *pro Teststimulus* (vertraut vs. neu) jeweils über beide Testdurchgänge gemittelt. Aus diesen Blickzeiten wurden zur Erfassung der Aufmerksamkeitsreaktionen dieselben beiden Habituationsmaße wie in den vorherigen Experimenten sowie ein vergleichbares Dishabituationsmaß berechnet:

*Gesamtblickzeit.* Als Maß für die Gesamtblickzeit diente die Summe aller Blickzuwendungen während der Habituationsphase (Summe Trial 1 bis 7).

*Habituationsstärke.* Als Maß für die Habituationsstärke wurde das Ausmaß des Absinkens der Blickzeit vom Beginn zum Ende der Habituationsphase erfasst. Hierfür wurde die Differenz der Mittelwerte der ersten und letzten drei Habituationdurchgänge durch die Summe der Blickzeit in der Anfangs- und Endphase geteilt:  $(\text{Trial 1-3} - \text{Trial 5-7}) / (\text{Trial 1-3} + \text{Trial 5-7})$ .

*Dishabituationsstärke.* Als Maß für die Dishabituationsstärke wurde die Differenz der über beide Testdurchgänge gemittelten Blickzeiten für den neuen und den vertrauten Testreiz

berechnet und an der Gesamtblickdauer in der Testphase relativiert:  $(\text{neuer Testreiz} - \text{vertrauter Testreiz}) / (\text{neuer Testreiz} + \text{vertrauter Testreiz})$ . Dieses Dishabituationsmaß verteilt sich wie die Maße der bisherigen Experimente zwischen -1 und 1 und korreliert zu 1.0 mit einem weiteren üblichen Maß der Neuheitspräferenz (Range 0 bis 1), zu dessen Berechnung der Anteil des neuen Testreizes an der Testblickdauer ermittelt wird [ $\text{neuer Testreiz} / (\text{neuer Testreiz} + \text{vertrauter Testreiz})$ ] (vgl. Oakes & Ribar, 2005; Quinn & Eimas, 1996).

Die Darstellung der Ergebnisse von Experiment 4 erfolgt analog zur Analyse der vorherigen Experimente: Zunächst werden die Effekte für die Gesamtgruppe berichtet, danach die Analyse der interindividuellen Unterschiede vorgestellt. Da sich, wie schon zuvor, der Faktor Geschlecht in keiner der beiden Aufgaben auf die Habituations- oder Dishabituationsleistungen auswirkte (alle  $p$ -Werte  $> .05$ ), wurden männliche und weibliche Säuglinge in allen Auswertungen zusammengefasst.

## 10.7 Ergebnisse

### 10.7.1 Effekte in der Gesamtgruppe

Vor der Analyse der Zusammenhänge individueller Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb und zwischen beiden Aufgaben wurden die Habituations- und Dishabituationseffekte in der Gesamtgruppe separat für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe varianzanalytisch untersucht. Abbildung 21 zeigt den Verlauf der Blickzeiten über die einzelnen Durchgänge der Habituations- und Testphase in der Einzelreiz- und in der Kategorisierungsaufgabe für beide Altersgruppen in beiden Aufgabenreihenfolgen.

Zur Bestimmung des Habituationseffekts wurde die mittlere Blickzeit der ersten drei Durchgänge (Phase A) mit derjenigen der letzten drei Durchgänge (Phase B) der Habitationssequenz verglichen. Für jede der beiden Aufgaben wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit dem Innersubjektfaktor Habitationsphase (Phase A, Phase B) und den Zwischensubjektfaktoren Alter (5 Monate, 7 Monate) und Aufgabenreihenfolge (Einzel zuerst, Kategorial zuerst) gerechnet.

Zur Bestimmung des Dishabituationseffekts wurde die über beide Testdurchgänge gemittelte Blickzeit für den neuen Testreiz mit der mittleren Blickzeit für den vertrauten Testreiz verglichen. Der Messwiederholungsfaktor Test war in beiden Aufgaben zweifach

gestuft (vertrautes Testobjekt vs. neues Testobjekt). Als Zwischensubjektfaktoren wurden ebenfalls Alter und Aufgabenreihenfolge mitgeführt.

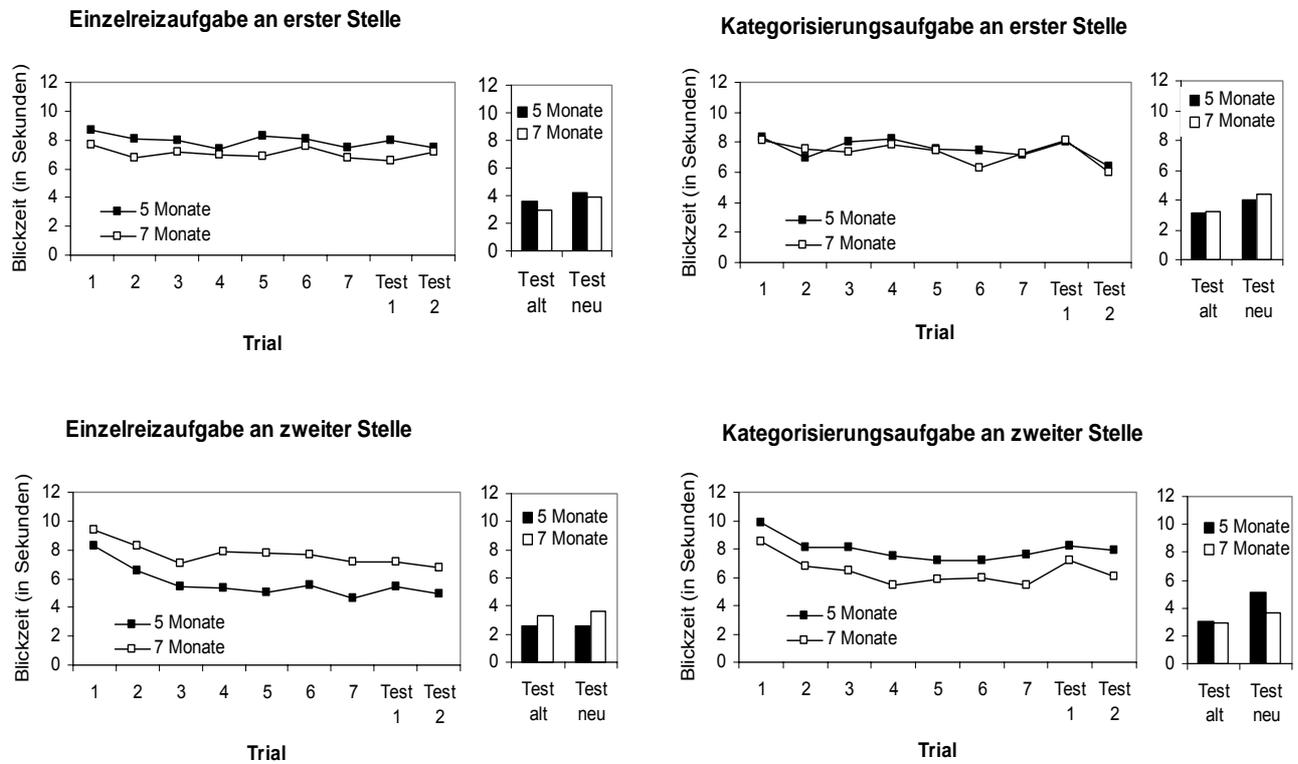


Abbildung 21. Verlauf der Blickzeiten in den sieben Familiarisierungsdurchgängen und zwei Testdurchgängen (jeweils 15 Sekunden) in der Einzelreiz- und in der Kategorisierungsaufgabe für beide Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen in Experiment 4 ( $N = 80$ ). Angegeben sind die summierten Blickzeiten für jeweils beide Stimuli des dargebotenen Reizpaares als Verlaufskurve aller Durchgänge. In den beiden Testdurchgängen wurde ein neuer Stimulus mit dem Standardreiz gepaart, wobei jeweils die Rechts-Links-Position wechselte. Die mittleren Blickzeiten für den vertrauten und neuen Testreiz (gemittelt über beide Testdurchgänge) sind als Balkendiagramm angegeben.

*Einzelreizaufgabe.* In der Familiarisierungsphase der Einzelreizaufgabe zeigte sich ein schwaches, doch signifikantes Absinken der mittleren Blickzeiten (in Sekunden) von den ersten drei ( $M = 7.62$ ,  $SD = 2.92$ ) zu den letzten drei Durchgängen ( $M = 6.89$ ,  $SD = 3.16$ ),  $F(1, 76) = 8.32$ ,  $p < .01$ . Dieser Gewöhnungseffekt war unabhängig vom Alter der Kinder,  $F(1, 76) = 1.38$ ,  $p = .24$ , hing jedoch von der Aufgabenreihenfolge ab,  $F(1, 76) = 3.86$ ,  $p = .05$ . Dabei habituierten die Kinder nur von Phase A zu Phase B, wenn die Einzelreizaufgabe an zweiter Stelle dargeboten wurde (7.51 zu 6.30 Sekunden,  $t(39) = 3.37$ ,  $p < .01$ ), nicht jedoch, wenn diese als erste Aufgabe präsentiert wurde (7.72 zu 7.49 Sekunden,  $t(39) = 0.66$ ,  $p = .51$ ) (vgl. Abbildung 21). Dreifachinteraktionen gab es nicht. Als einzig weiterer Effekt erreichte die Interaktion der Zwischensubjekteffekte Alter und Aufgabenreihenfolge

Signifikanz,  $F(1, 76) = 5.47, p < .05$ . Während die Säuglinge beider Altersgruppen die Einzelreize bei Darbietung an erster Stelle etwa gleich lang betrachteten,  $F(1, 38) = 1.25, p = .27$ , schauten bei Darbietung an zweiter Stelle die siebenmonatigen Kinder die Einzelreize etwas länger an als die fünfmonatigen Säuglinge,  $F(1, 38) = 4.66, p < .05$  (die entsprechenden Mittelwerte und Standardabweichungen finden sich im Anhang Tabelle A5).

In der Testphase der Einzelreizaufgabe zeigte sich auch in diesem Experiment kein Dishabituationseffekt für die Gesamtgruppe,  $F(1, 76) = 2.64, p = .11$ , d.h. der neue Einzelreiz ( $M = 3.57, SD = 2.11$ ) wurde gegenüber dem simultan präsentierten Standardreiz ( $M = 3.11, SD = 1.89$ ) nicht signifikant bevorzugt. Weder das Alter der Kinder,  $F(1, 76) = 0.38, p = .54$ , noch die Aufgabenreihenfolge,  $F(1, 76) = 1.29, p = .26$ , spielten dabei eine Rolle. Weitere Effekte traten nicht auf.

*Kategorisierungsaufgabe.* In der Habituationsphase der Kategorisierungsaufgabe ergab sich ein hochsignifikanter Habituationseffekt,  $F(1, 76) = 16.50, p < .001$ . Die Säuglinge zeigten ein konsistentes Absinken ihrer Blickzeiten von Habituationsphase A ( $M = 7.85, SD = 2.58$ ) zu Phase B ( $M = 6.85, SD = 2.86$ ), unabhängig von Alter,  $F(1, 76) = 0.17, p = .68$ , und Aufgabenreihenfolge,  $F(1, 76) = 3.43, p = .07$ , obwohl die Habituation bei Darbietung an zweiter Stelle auch hier tendenziell stärker ausgeprägt war (vgl. Abbildung 21). Keine weiteren Effekte erreichten Signifikanz.

In der Testphase der Kategorisierungsaufgabe schaute die Gesamtgruppe den neuen Testreiz ( $M = 4.28, SD = 2.05$ ) signifikant länger an als den vertrauten Testreiz ( $M = 3.07, SD = 1.76$ ),  $F(1, 76) = 19.74, p < .001$ . Diese Neuheitspräferenz war unabhängig von Alter,  $F(1, 76) = 0.86, p = .36$ , und Aufgabenreihenfolge,  $F(1, 76) = 0.44, p = .51$ , zu beobachten. Weitere Effekte ergaben sich nicht.

## 10.7.2 Analyse individueller Unterschiede

### *Interindividuelle Varianz*

Auch bei paarweiser Darbietung der Aufgaben zeigte sich eine große Varianz in den Blickzeiten der Kinder sowie in der Stärke ihrer Habituations- und Dishabituationsreaktionen. In Analogie zu den Auswertungen der vorigen Experimente wurde das Blickverhalten in jeder Aufgabe jeweils zusammengefasst für beide Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen analysiert. Wie aus Tabelle 12 ersichtlich, sind die Standardabweichungen häufig größer als

die Mittelwerte der jeweiligen Aufmerksamkeitsmaße. Während die standardisierten Habituations- und Dishabituationsmaße den vorigen Experimenten vom Range her gleichen bzw. sogar höhere Maximalwerte aufweisen, liegt die mittlere Gesamtblickzeit in beiden Aufgaben leicht unter dem Niveau der vorhergehenden Experimente. Dies ist insofern nicht verwunderlich, als den Kindern nur sieben Durchgänge à 15 Sekunden (maximal 105 Sekunden) zur Habituation zugestanden wurde, während die mögliche Habituationszeit in Experiment 2 150 Sekunden betrug und in Experiment 1 und 3 durch das infant-control Design fast unbegrenzt war. Vergleichbar mit den ersten beiden Experimenten schöpften einige Säuglinge die zugestandene Zeit fast vollständig aus, während im Mittel wiederum etwa die Hälfte der maximal möglichen Blickdauer aufgewendet wurde (vgl. Tabellen 5 und 8 in Kapiteln 7 und 8, sowie Tabelle 12 unten).

Während in beiden Habituationsaufgaben etwa gleich viel Gesamtblickzeit aufgewendet wurde,  $t(79) = -0.37, p = .71$ , und gleich stark habituiert wurde,  $t(79) = -0.60, p = .55$ , war die Dishabituationsreaktion in der kategorialen Aufgabe deutlich stärker ausgeprägt als in der Einzelreizaufgabe,  $t(79) = -2.14, p < .05$ .

Tabelle 12

*Mittelwerte, Standardabweichungen und Range der verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße (in Sekunden) für beide Aufgabentypen in Experiment 4 (N = 80)*

Aufmerksamkeitsmaß		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Testwert = 0 <i>t</i> (79)
<b>Einzelreizaufgabe</b>						
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-7	50.42	19.93	11.61	92.71	
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 5-7}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 5-7}}$	0.07	0.19	-0.41	0.64	3.32**
Dishabituation	$\frac{\text{Test neu} - \text{Test alt}}{\text{Test neu} + \text{Test alt}}$	0.06	0.37	-0.98	0.97	1.51
<b>Kategoriale Aufgabe</b>						
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-7	51.32	17.30	15.74	81.65	
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 5-7}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 5-7}}$	0.09	0.17	-0.25	0.59	4.61***
Dishabituation	$\frac{\text{Test neu} - \text{Test alt}}{\text{Test neu} + \text{Test alt}}$	0.18	0.29	-0.52	0.86	5.41***

*Beachte:* Die Mittelwerte der Habituations- und Dishabituationsleistungen wurden jeweils gegen den Wert 0 getestet. Dabei zeigten sich die Habituationswerte beider Aufgaben als signifikant von 0 verschieden, wie auch die Neuheitspräferenz in der kategorialen Aufgabe.

\*\*  $p < .01$ . \*\*\*  $p < .001$ .

Die Mittelwerte für die Habituationsleistungen erwiesen sich für beide Aufgaben als signifikant von Null verschieden; dies war auch für die Neuheitsreaktion in der Dishabituationsphase der kategorialen Aufgabe der Fall (vgl. Tabelle 12). Diese Ergebnisse stimmen mit den varianzanalytischen Auswertungen der Gesamtgruppeneffekte sowie mit den Befunden für das entsprechende Aufgabenmaterial der Experimente 1 bis 3 überein.

#### *Bezüge von Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb jeder Aufgabe*

Tabelle 13 zeigt die Interkorrelationen der verwendeten Aufmerksamkeitsmaße innerhalb und zwischen den beiden Aufgabentypen. Zunächst werden die Korrelationen der Maße *innerhalb* jeder Aufgabe unter besonderer Berücksichtigung des Zusammenhangs von Habituations- und Testleistung diskutiert.

Tabelle 13  
*Korrelationen der verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße innerhalb und zwischen beiden Aufgabentypen in Experiment 4 (N = 80)*

Aufmerksamkeitsmaß	2	3	4	5	6
<b>Einzelreizaufgabe</b>					
1. Gesamtblickzeit	-.27*	.17	<b>.34**</b>		
2. Habituation		-.13		<b>.08</b>	
3. Dishabituation					<b>.01</b>
<b>Kategorisierungsaufgabe</b>					
4. Gesamtblickzeit				-.34**	-.12
5. Habituation					-.02
6. Dishabituation					

*Beachte:* Angegeben sind Produkt-Moment Korrelationen  $r$  nach Pearson. Die fett gedruckten Korrelationen beschreiben Zusammenhänge *zwischen* der Einzelreiz- und der Kategorisierungsaufgabe, die restlichen Werte geben die Korrelationen der Aufmerksamkeitsmaße *innerhalb* jedes Aufgabentyps wieder.

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

*Einzelreizaufgabe.* Wie aus Tabelle 13 ersichtlich, zeigte sich für die Einzelreizaufgabe in Experiment 4 wie in Experiment 2 eine negative Korrelation von Gesamtblickzeit und Habituationsstärke, d.h. Kinder, die viel Blickzeit in der Gewöhnungsphase aufwendeten, habituierten weniger stark als Kinder mit kürzerer Gesamtblickdauer. Kein Zusammenhang

zeigte sich hingegen zwischen Gesamtblickzeit und Dishabituationsstärke. Im Gegensatz zu den ersten beiden Experimenten fand sich keine signifikante Korrelation zwischen der Habituationsstärke und der Stärke der Dishabituation auf das neue Testobjekt, d.h. Kinder, deren Blickzeiten während der Habituationsphase stärker abgesunken sind, zeigen im Test keine größere Bevorzugung des neuen Einzelreizes als Kinder mit schwacher oder keiner Habituation.

*Kategorisierungsaufgabe.* Für die kategoriale Aufgabe ergab sich ein vergleichbares Bild (siehe Tabelle 13). Während die Gesamtblickdauer einen negativen Zusammenhang zur Habituationsstärke aufwies, d.h. Kinder mit langer Blickdauer zeigten eine weniger ausgeprägte Habituation, korrelierte keines der beiden Habituationsmaße signifikant mit der Dishabituationsleistung. Die Kategorisierungsleistung in der Testphase hing somit weder mit der aufgewendeten Gesamtblickzeit noch mit der Stärke der Habituation zusammen.

#### *Dishabituationsleistung von stark vs. schwach habitierenden Säuglingen*

In Übereinstimmung mit der Korrelationsanalyse zeigten sich auch im Subgruppenvergleich keine Unterschiede in der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituerern. Hierfür wurden die Kinder analog zu Experiment 1 und 2 für beide Aufgaben anhand ihrer Habituationsleistung in zwei Gruppen eingeteilt: (1) nach der Ausprägung ihrer Habituation (Meansplit Habituationsstärke), und (2) nach der Länge ihrer Gesamtblickzeit (Meansplit Gesamtblickzeit). Nachfolgend wurden die beiden Gruppen im Hinblick auf ihre Dishabituationsleistung in beiden Aufgaben verglichen. Für beide Habituationsmaße (Habituationsstärke, Gesamtblickzeit) und beide Aufgaben wurde je eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Test (Test alt, Test neu) und dem Zwischensubjektfaktor Habituationsleistung (über- vs. unterdurchschnittlich) berechnet.

*Einzelreizaufgabe.* Für die Einzelreizaufgabe fand sich keine Interaktion zwischen Habituationsstärke und Dishabituationsreaktion in der Testphase, d.h. stärker und schwächer habituierte Kinder reagierten gleichermaßen auf das neue Testobjekt,  $F(1, 78) = 1.67, p = .20$  (siehe Abbildung 22). Ebenso wenig zeigte sich eine Interaktion zwischen Gesamtblickdauer und Neuheitsreaktion: Kinder, die unterdurchschnittlich wenig Blickzeit in der Habituationsphase aufwendeten, zeigten keine größere Bevorzugung des neuen Einzelreizes als Kinder mit längerer Gesamtblickdauer,  $F(1, 78) = 0.95, p = .33$ . Diese Befunde stimmen mit den Ergebnissen der Korrelationsanalyse überein (Tabelle 13).

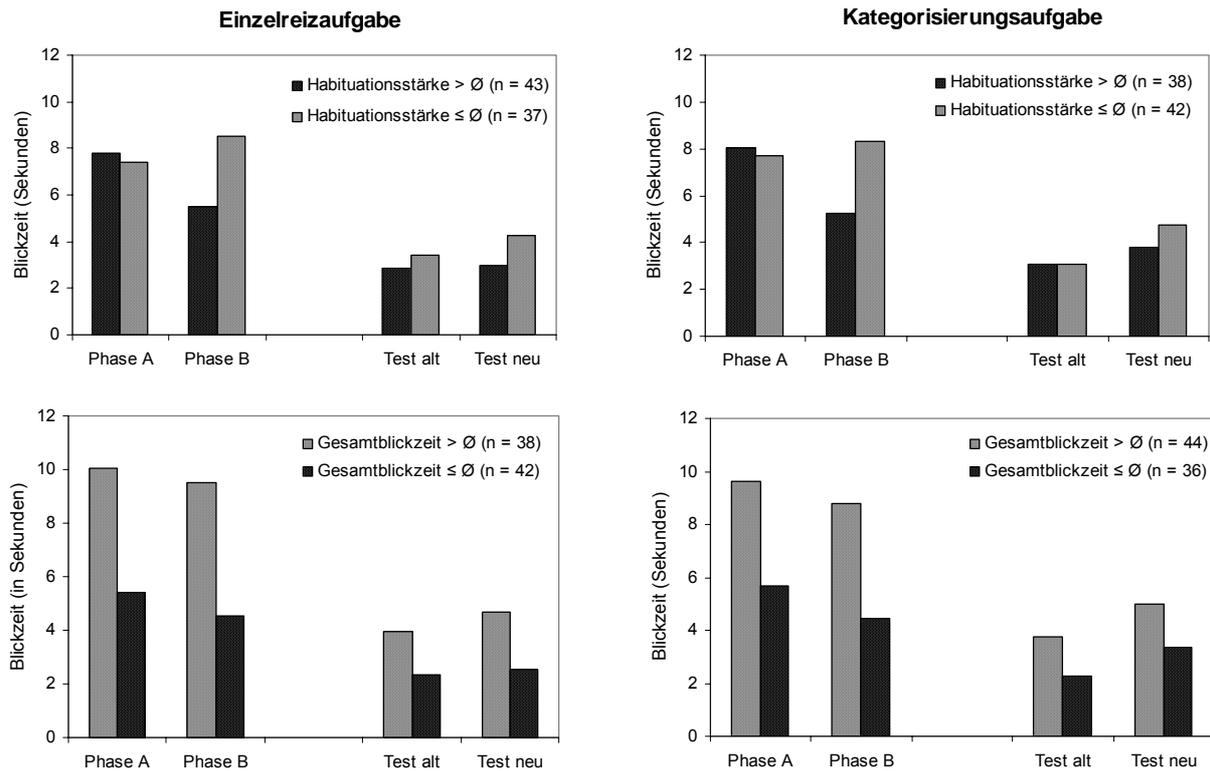


Abbildung 22. Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsleistung innerhalb jeder Aufgabe in Experiment 4 ( $N = 80$ ). Angegeben sind die mittleren Blickzeiten pro Stimuluspaar in den ersten drei (Phase A) und letzten drei (Phase B) Familiarisierungsdurchgängen sowie die über beide Testdurchgänge gemittelten Blickzeiten pro Teststimulus (Test alt vs. Test neu), jeweils für Gruppen unterdurchschnittlicher vs. überdurchschnittlicher Habituationsleistung (Maße: Habituationsstärke, Gesamtblickzeit) in beiden Aufgaben. Weder in der Einzelreizaufgabe noch in der Kategorisierungsaufgabe zeigte sich ein Unterschied in der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituerern. Auch die aufgewendete Gesamtblickzeit wirkte sich nicht auf die Dishabituationsleistung aus: kurz fixierende Säuglinge zeigten eine gleichermaßen kleine (Einzelreizaufgabe) bzw. große (Kategorisierungsaufgabe) Neuheitspräferenz wie lang fixierende Kinder.

*Kategorisierungsaufgabe.* Für die Kategorisierungsaufgabe fand sich ebenfalls in Übereinstimmung mit den Korrelationsbefunden kein Unterschied in der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituerern, weder für den Gruppenvergleich anhand der Habituationsstärke,  $F(1, 78) = 3.01, p = .09$ , noch anhand der Gesamtblickzeit,  $F(1, 78) = 0.10, p = .75$ . Tendenziell zeigten sogar die Kinder mit schwächer ausgeprägter Habituation eine größere Neuheitspräferenz als die starken Habituerer<sup>11</sup>; dieser Unterschied im Ausmaß des Anstiegs war jedoch nicht signifikant,  $t(78) = -0.95, p = .35$ .

<sup>11</sup> Die Tendenz einer stärker ausgeprägten Kategorisierung bei intensiven Fixationen auch für die letzten Habituationsexemplare passt zu dem von Arterberry und Bornstein (2002) berichteten Befund, dass sich eine höhere Anzahl von Habituationsexemplaren (= höhere Anzahl von Habituationsexemplaren) positiv auf die Kategorisierungsleistung auswirken kann (vgl. Kapitel 4.7).

Insgesamt zeigte damit in der Kategorisierungsaufgabe die Mehrzahl der Kinder eine Neuheitsreaktion, auch diejenigen mit schwächerer Habituation und längerer Gesamtblickzeit, während in der Einzelreizaufgabe die Mehrzahl der Kinder, ebenfalls unabhängig von der Habituationsleistung, keine Neuheitspräferenz aufwies (Abbildung 22).

#### *Bezüge von Aufmerksamkeitsleistungen zwischen beiden Aufgabentypen*

Tabelle 13 zeigt fett gedruckt die Korrelationen der Aufmerksamkeitsmaße *zwischen* der Einzelreizaufgabe und der Kategorisierungsaufgabe an. Wiederum ergab sich eine signifikante Korrelation zwischen der Gesamtblickzeit in beiden Aufgaben, die in ihrer Höhe einem mittelgroßen Effekt entspricht (Cohen, 1988). Die Länge der verwendeten Blickzeit wies damit erneut eine hohe Konsistenz über beide Aufgabentypen auf.

Wie in den Experimenten 1 und 2 zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Habituations- und Dishabituationsreaktionen in beiden Aufgaben (siehe Tabelle 13). Obwohl die Säuglinge wiederum vergleichbar viel Blickzeit in beiden Aufgaben aufwendeten, nutzten sie diese jeweils unterschiedlich: So bedeutete eine starke Habituationsreaktion in der ersten Aufgabe nicht auch eine starke Habituation in der zweiten Aufgabe. Für die Dishabituationsreaktion zeigte sich ebenfalls keine Korrelation zwischen beiden Aufgabentypen: Konnte ein Säugling also die beiden Einzelreize diskriminieren, unterschied er nicht zwangsläufig auch die beiden kontrastierten Kategorien.

## **10.8 Diskussion der Ergebnisse**

### *Diskussion der Gesamtgruppeneffekte*

Wie in den vorherigen Experimenten zeigte die Gesamtgruppe in beiden Aufgaben einen Habituationseffekt auf das hier paarweise dargebotene Stimulusmaterial. Während das neue Testobjekt der Kategorisierungsaufgabe klar diskriminiert wurde, unterschied die Gesamtgruppe der Säuglinge auch bei simultaner Darbietung nicht zwischen den beiden schwarz-weißen Einzelreizen. Diese Art der Musterdiskrimination bei gleicher Außenform scheint also für beide Altersgruppen zu schwer zu sein. Die Exemplare der bunten Kategorien scheinen hingegen leichter zu unterscheiden zu sein; vielleicht ist das bunte Stimulusmaterial auch eher geeignet, die Aufmerksamkeit der Säuglinge zu aktivieren und damit eine erhöhte

Enkodierungsbereitschaft auszulösen. So kann es sein, dass die durch Farbe und Form klar voneinander abgrenzbaren Stimuluselemente ein größeres Interesse im Sinne einer intensiveren Aufmerksamkeitsfokussierung weckten und somit dem für die untersuchten Säuglinge „optimalen“ Erregungsniveau eher entsprachen als die komplex schwarz-weiß gemusterten Sternformen (vgl. aktivationstheoretische Habituationsmodelle, Kapitel 3 und 4).

In keiner der beiden Aufgaben wurden Zweifachinteraktionen der Aufmerksamkeitsleistungen mit dem Alter beobachtet, allerdings wirkte sich in der Einzelreizaufgabe die Aufgabenreihenfolge auf das Ausmaß des Blickzeitenabfalls aus: Hier habituierten die Kinder nur signifikant, wenn die Aufgabe an zweiter Stelle dargeboten wurde. Da es insgesamt keinen Dishabituationseffekt gab, ist dieser Blickzeitenabfall vermutlich eher auf Ermüdung als auf eine gelungene Repräsentationsbildung zurückzuführen. Zudem könnten die schwarz-weiß gemusterten Stimuli *nach* den bunten Kategorisierungsreizen als weniger interessant wahrgenommen worden sein als ohne diesen Kontrast bei Darbietung an erster Stelle.

Weiterhin interagierten in der Habituationsphase der Einzelreizaufgabe die Zwischensubjektfaktoren Alter und Aufgabenreihenfolge miteinander. Dabei verwendeten die sieben Monate alten Säuglinge mehr Blickzeit als die jüngeren Säuglinge auf die Einzelreize, wenn diese an zweiter Stelle dargeboten wurden; während bei Darbietung der Aufgabe an erster Stelle beide Altersgruppen die Einzelreize gleich lange anschauten. Die fünf Monate alten Kinder zeigten damit bei Darbietung der Aufgabe an zweiter Stelle kürzere Fixationszeiten als bei Darbietung an erster Stelle,  $F(1, 38) = 6.36, p < .05$ . Möglicherweise ist der Alterseffekt bei Darbietung als zweite Aufgabe damit zu erklären, dass die fünf Monate alten Kinder die komplexen Einzelreize in Folge stärkerer Ermüdung nicht mehr so lange anschauten, während die älteren Kinder ihr Blickzeitenniveau unabhängig von der Aufgabenreihenfolge halten konnten. Jedoch scheint die verwendete Aufmerksamkeit nicht ausgereicht zu haben, um den neuen Einzelreiz als solchen zu erkennen, denn im Test zeigte keine der Gruppen eine Neuheitsreaktion. Dagegen erwiesen sich die Aufmerksamkeitsleistungen in der kategorialen Aufgabe als unabhängig von Alter und Aufgabenreihenfolge.

### *Diskussion individueller Unterschiede*

Auch bei paarweiser Darbietung mit festgelegter Präsentationsdauer zeigte sich eine große Variabilität in den kindlichen Blickzeiten. Die Habituationseffekte waren in ihrem Ausmaß etwas geringer als die standardisierten Vergleichsmaße der ersten beiden Experimente,

zeigten sich aber völlig analog als signifikant von Null verschieden, während bezüglich der Testeffekte wiederum nur die Dishabituation in der Kategorisierungsaufgabe signifikant von Null abwich.

Die Analyse der Zusammenhänge von Habituations- und Dishabituationsleistungen innerhalb und zwischen den einzelnen Aufgaben bestätigte eine Reihe von Ergebnissen der Experimente 1 und 2; einige der bisherigen Befunde waren jedoch hier nicht mehr zu beobachten. Erstmals ergab sich für beide Habituationsaufgaben ein absolut paralleles Bild der Zusammenhänge der Maße untereinander.

Was die Bezüge *innerhalb* der Aufgaben betrifft, so zeigte sich in beiden Aufgaben eine negative Korrelation von Gesamtblickzeit und Habituationsstärke, ein Zusammenhang zwischen beiden Habituationsmaßen, der im fixed-trial Design des zweiten Experiments erstmalig auftrat und hier für Einzel- und Kategorisierungsaufgabe zu beobachten war. In beiden Fällen zeigten Kinder mit kurzer Blickdauer (short lookers) eine stärkere Habituationsreaktion als Kinder, die viel Blickzeit aufwendeten (long lookers). Da auch im hiesigen Experiment die Trialdauer festgelegt und damit die mögliche Fixationsdauer nach oben hin begrenzt war, ist der negative Zusammenhang der beiden Habituationsmaße nicht erstaunlich. So konnten – im Gegensatz zum ersten Experiment mit blickkontrollierter Trialdauer – lang fixierende Kinder nicht mit ausreichend hohen Blickzeiten starten, um über die Habituationsphase einen ebenso starken Abfall zu zeigen wie kurze Fixierer bzw. schafften sie es nicht, in der gegebenen Habituationszeit auf eine vergleichbar geringe Blickzeit abzusinken. Das erneute Auftreten des negativen Zusammenhangs von Gesamtblickzeit und Habituationsstärke im fixed-trial Design bekräftigt die Interpretation dieser beiden Habituationsmaße als Informationsverarbeitungskompetenzen im Sinne des kognitiven Modells.

Hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Habituation und Testleistung verschwanden jedoch in Experiment 4 die zuvor beobachteten Bezüge: Im Gegensatz zu den ersten beiden Experimenten zeigte sich *kein* Zusammenhang zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung mehr. Weder die Habituationsstärke noch die Gesamtblickzeit wiesen einen Zusammenhang zur Stärke der Neuheitsreaktion im Test auf. Für beide Aufgaben ergaben sowohl die Korrelations- als auch die Subgruppenanalysen, dass starke und schwache Habituierte sowie kurze und lange Fixierer eine gleichermaßen starke (Kategorisierungsaufgabe) bzw. schwache (Einzelreizaufgabe) Dishabituationsreaktion zeigten.

Dieses Ergebnis steht im Kontrast zu den deutlichen Zusammenhängen besonders des zweiten Experiments. Während sowohl in Experiment 2 als auch in Experiment 4 eine fixe

Präsentationsdauer von 15 Sekunden angewendet wurde, unterschieden sich beide Experimente in der Darbietung der Reize: So folgten die Stimuli im zweiten Experiment *konsekutiv* aufeinander, während sie im vorliegenden Experiment *paarweise* dargeboten wurden. Da das Ausmaß der Habituations- und Dishabituationsreaktionen sowie ihre Varianz in etwa vergleichbar ist, wirft die Inkongruenz der Ergebnisse die Frage auf, was mit den verwendeten Maße in den jeweiligen Experimenten gemessen wurde. Während die Habituationsmaße (Gesamtblickzeit, Habituationsstärke) auf exakt dieselbe Weise berechnet wurden und (trotz unterschiedlicher Anzahl der Trials) einen Gesamtwert bzw. Verlauf der Blickzeiten über die Habitationsdurchgänge darstellen, unterscheiden sich die Dishabituationsmaße als Folge der verwendeten experimentellen Prozedur: So wurde in den Experimenten mit konsekutiver Reizdarbietung ein *Erholungsmaß* (vom letzten Habitationsdurchgang zum Testdurchgang) erfasst, während im Experiment 4 aufgrund der paarweisen Darbietung ein Maß der *Neuheitspräferenz* (neues Testobjekt vs. vertrautes Testobjekt) berechnet wurde, unabhängig von der Blickzeit am Ende der Habituation.

Die unterschiedlichen Zusammenhänge zwischen der Habituationsleistung und den Dishabituationsmaßen Erholung vs. Neuheitspräferenz weisen darauf hin, dass diese beiden Testmaße etwas Unterschiedliches zu erfassen scheinen. Der fehlende Zusammenhang zwischen Habituationsleistung und Neuheitspräferenz tritt zudem unabhängig vom allgemeinen Ausmaß dieser Aufmerksamkeitsleistungen auf, da weder bei starker Dishabituation (Kategorisierungsaufgabe) noch bei ausbleibender Dishabituation (Einzelreizaufgabe) der Gesamtgruppe eine Korrelation zu beobachten ist. Die Ergebnisse des vorliegenden Experiments scheinen somit zwei voneinander getrennte Prozesse abzubilden: (1) die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Habitationsreizes und (2) das Ausmaß der Diskriminierungsleistung im Test; wohingegen in den konsekutiv durchgeführten Experimenten der Prozess der Habitationsgeschwindigkeit mit dem Ausmaß der Aufmerksamkeitserholung im Test substantiell korrelierte (vgl. Diskussion in Kapiteln 11 und 12).

Der Befund, dass die Habituationsleistung zwar mit dem Dishabituationsmaß der *Aufmerksamkeitserholung* in Bezug steht, jedoch nichts über die mit dem Maß der *Neuheitspräferenz* gemessene Unterscheidungsleistung im Test auszusagen scheint, wirft nicht nur die theoretische Frage nach den mit diesen Maßen erfassten Prozessen auf, sondern weist erneut darauf hin, wie wichtig es ist, die experimentelle Prozedur und die sich daraus ableitenden Habituations- und Dishabituationsmaße in der Ergebnisdiskussion zu berücksichtigen. Die gefundene Abhängigkeit der Habitations-Dishabituations-Bezüge von

Prozedur und Maß soll im fünften, ebenfalls paarweise durchgeführten Experiment, erneut untersucht werden. Auf die Frage der den jeweiligen Maßen zugrundeliegenden kognitiven Prozesse wird in der allgemeinen Diskussion aller fünf Experimente noch ausführlicher eingegangen werden (Kapitel 12).

Betrachtet man die Zusammenhänge der Aufmerksamkeitsmaße *zwischen* den Aufgaben, so findet sich wie in Experiment 1 und 2 eine positive Korrelation zwischen der Gesamtblickdauer in beiden Aufgaben, die einem mittelgroßen Effekt entspricht (Cohen, 1988). Die Übereinstimmung in der verwendeten Blickdauer auch im vierten Experiment weist erneut auf die Fixationsdauer als Maß einer allgemeinen Informationsverarbeitungsfähigkeit relativ unabhängig vom jeweiligen Aufgabentyp hin.

Hingegen findet sich erneut weder für die Habituationsstärke noch für die Stärke der Neuheitspräferenz ein Zusammenhang zwischen beiden Aufgaben. Auch bei paarweiser Darbietung der Aufgaben scheinen diese Maße somit in beiden Aufgabentypen unterschiedliche Prozesse abzubilden. Weder das Ausmaß der Aufmerksamkeitsabnahme über die Habituationsphase noch das Ausmaß der Neuheitsreaktion scheint eine über beide Aufgabentypen hinweg stabile Fähigkeit zu messen, die in ähnlicher Weise bei der Verarbeitung eines einzelnen und von kategorialen Stimuli gezeigt wird. Für die Analyse der Bezüge zwischen beiden Aufgaben ist jedoch zu bedenken, dass sich die verwendeten singulären und multiplen Stimuli nicht nur in ihrem Stimulustyp als Einzelreiz versus Reizkategorie unterscheiden, sondern auch in ihrer Farbgebung und Komplexität der Form und Musterung, eine Diskrepanz, die bewusst gewählt wurde, um beide Aufgaben im Within-Group-Design vorgeben zu können und ein systematisches Fortführen der Habituation von einer Aufgabe zur anderen zu vermeiden. Somit könnten allerdings die unterschiedlichen Reaktionen in beiden Aufgaben z.B. auch auf Unterschiede in der Verarbeitung von Farbinformation vs. Schwarz-Weiss-Information zurückgehen.

In fünften und letzten Experiment wird daher in einer *neuen Einzelreizaufgabe* eines der kategorialen Exemplare zur Habituation vorgegeben, um die kategoriale Habituation (Experiment 4) mit der Habituation an ein kategoriales Exemplar (Experiment 5) anhand desselben Stimulusmaterials vergleichen zu können. Als zweite Aufgabe wird im fünften Experiment eine Einzelreiz-Diskriminationsaufgabe mit einer vereinfachten Form der bisherigen schwarz-weißen Einzelreize präsentiert, da die komplexere Version dieses Reiztyps bisher zwar eine Habituationsreaktion, jedoch keine Dishabituation bei den Säuglingen ausgelöst hatte. Die Vorgabe einer bunten und einer schwarz-weißen Einzelreizaufgabe ermöglicht außerdem eine Analyse der Zusammenhänge der Aufmerksam-

keitsleistungen auf das verschiedenartige Material dieser beider Einzelreizaufgaben (Farbe, Musterung, Außenform), unabhängig von der Abstraktionsebene der Stimuli (kategorial vs. non-kategorial).

### **Zusammenfassung**

Experiment 4 untersuchte die Habituations-/Dishabituationsleistungen von fünf und sieben Monate alten Säuglingen ( $N = 80$ ) in einer Einzelreiz- und einer Kategorisierungsaufgabe, die in einem fixed-trial Design mit paarweiser Stimulusdarbietung (15s) präsentiert wurden. Wie in Experiment 1 bis 3 traten in beiden Aufgaben klare Habituationseffekte an die Stimuli auf, doch nur in der Kategorisierungsaufgabe zeigten die Kinder eine Neuheitspräferenz für den Dishabituationsreiz; der neue Einzelreiz wurde hingegen auch bei Paardarbietung nicht diskriminiert. Diese Effekte waren größtenteils unabhängig von Alter und Aufgabenreihenfolge zu beobachten, wobei jedoch die Habituation an die Einzelreize bei Darbietung an zweiter Stelle stärker ausfiel.

Im Gegensatz zu den vorigen Experimenten ergaben sich in der vorliegenden Studie *keine* Zusammenhänge von Habituations- und Dishabituationsleistung: Weder in der Einzelreizaufgabe noch in der Kategorisierungsaufgabe wirkten sich die Gesamtblickdauer oder die Habituationsstärke auf die Diskriminationsleistung aus, welche hier mittels der Neuheitspräferenz im Paarvergleich erfasst wurde, statt wie vorher als Maß der Aufmerksamkeitserholung. Zwischen beiden Aufgaben fand sich wiederum eine intra-individuelle Konsistenz in der verwendeten Gesamtblickzeit (.34), während auch hier weder die Habituations- noch die Dishabituationsstärke signifikant zwischen beiden Aufgaben korrelierte. Erstmals ergab die Untersuchung der interindividuellen Unterschiede im Blickverhalten ein für beide Aufgabenarten paralleles Bild der Zusammenhänge der Maße.

„Measures of the duration of looking provided the most reliable indices of individual differences within and across ages.”

(Colombo, 2004, S. 330)

## **KAPITEL 11**

### **EXPERIMENT 5:**

#### **VERGLEICH ZWEIER EINZELREIZAUFGABEN IN EINEM FIXED-TRIAL DESIGN MIT PAARWEISER STIMULUSDARBIETUNG**

##### **11.1 Konzeption und Design**

In Experiment 5 wurde bei identischer Vorgehensweise wie im vierten Experiment das Aufgabenmaterial variiert. So wurden erstmalig zwei Einzelreizaufgaben dargeboten: In der *Einzelreizaufgabe Bunt* wurde statt einer Reihe kategorialer Stimuli *ein Exemplar* der zuvor verwendeten Kategorie (eckig rot-orange) zur Habituation vorgegeben, während die Testphase mit derjenigen des Experiments 4 exakt übereinstimmte (vgl. Abbildung 23 unten und Abbildung 20 in Kapitel 10). In der *Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß* wurde an eine vereinfachte Form der bisherigen schwarz-weiß gemusterten Einzelreize habituiert, die im Test mit einem ebenfalls vereinfachten schwarz-weißen Reiz kontrastiert wurde, da die komplexere Variante in den vorigen Studien von den Säuglingen nicht diskriminiert worden war. Analog zum vorigen Experiment wurden fünf- und siebenmonatige Säuglinge mit beiden Aufgaben in einem paarweisen fixed-trial Design (Durchgangsdauer 15s) untersucht, wobei die Reihenfolge der Aufgabendarbietung ausbalanciert wurde.

Ziel des fünften und letzten Experiments war es, die Gesamtgruppeneffekte in diesen beiden neuen Einzelreizaufgaben sowie die Zusammenhänge der Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb und zwischen den Aufgaben zu bestimmen. Hierbei konnten die Zusammenhänge der Aufmerksamkeitsleistungen auf das in beiden Einzelreizaufgaben unterschiedliche Reizmaterial (Farbe, Musterung, Außenform) erstmals unabhängig von der Abstraktionsebene der Stimuli (kategorial vs. non-kategorial) analysiert werden. Darüber hinaus ermöglichte dieses Experiment einen Vergleich der Habituation an eine Kategorie (Experiment 4) mit der

Habituation an ein einzelnes kategoriales Exemplar (Experiment 5) anhand desselben Stimulusmaterials mit identischer Testphase.

## 11.2 Stichprobe

An Experiment 5 nahmen  $n = 40$  fünf Monate und  $n = 42$  sieben Monate alte Säuglinge teil (40 Mädchen, 42 Jungen). Das Durchschnittsalter betrug 5 Monate, 10 Tage (Range 5;1 - 5;29) und 7 Monate, 14 Tage (Range 7;0 - 8;6). Weitere achtzehn untersuchte Kinder wurden wegen Unruhe und Weinen ( $n = 10$ ), Interferenz (Sprechen, Deuten auf dem Monitor) von Mutter oder Geschwisterkind ( $n = 4$ ) oder aufgrund zu wenig gültiger Trials ( $n = 4$ )<sup>12</sup> von der Auswertung ausgeschlossen. Die Ausfallquote betrug damit 18 Prozent. Die verbleibenden  $N = 82$  Kinder nahmen erfolgreich an beiden Aufgaben in Folge teil und wurden gleichmäßig auf die experimentellen Bedingungen aufgeteilt (siehe Tabelle 14; zur Geschlechteraufteilung siehe Anhang Tabelle A6).

Tabelle 14

*Versuchsdesign Experiment 5: Aufteilung der beiden Altergruppen in einer Materialbedingung auf beide Aufgabenreihenfolgen (N = 82)*

Materialset	5 Monate		7 Monate	
	$n = 40$		$n = 42$	
	Einzel Schwarz- Weiß zuerst	Einzel Bunt zuerst	Einzel Schwarz- Weiß zuerst	Einzel Bunt zuerst
Einzelreiz 5 + Exemplar Eckig rot-orange	20	20	22	20

<sup>12</sup> Nur Kinder, die in beiden Aufgaben das neue Testobjekt angeschaut hatten, und die höchstens einen Familiarisierungsdurchgang pro Aufgabe verpasst hatten (dies traf nur auf drei der 82 Kinder zu), wurden in die Auswertung aufgenommen: Zwei Kinder wurden ausgeschlossen, weil sie in mindestens einer Aufgabe das neue Testobjekt in keinem der beiden Testdurchgänge registrierten, sowie ein Kind, weil es nur vier der sieben Familiarisierungsdurchgänge einer Aufgabe anschaute, darunter nur den zweiten der ersten drei Durchgänge. Ein weiteres Kind wurde ausgeschlossen, weil es konsistent nur auf eine Seite der Reizpräsentation (nach links) schaute und auf diese Weise den zweiten Reiz des jeweils dargebotenen Stimuluspaares nicht wahrnahm.

### 11.3 Experimentelle Aufgaben und Stimuli

In diesem Experiment wurden jedem Säugling nacheinander zwei visuelle Einzelreiz-Habituationsaufgaben präsentiert: eine Aufgabe bestand in der Diskriminierung *zweier schwarz-weißer Einzelreize* (Darbietung der bekannten Einzelreize, jedoch in vereinfachter Form); die andere Aufgabe in der Diskriminierung *eines kategorialen Exemplars* der vorher verwendeten Kategorie von einem Exemplar einer kontrastierten Kategorie, wobei die Teststimuli exakt der Testphase des Experiments 4 entsprachen (siehe Abbildung 23).

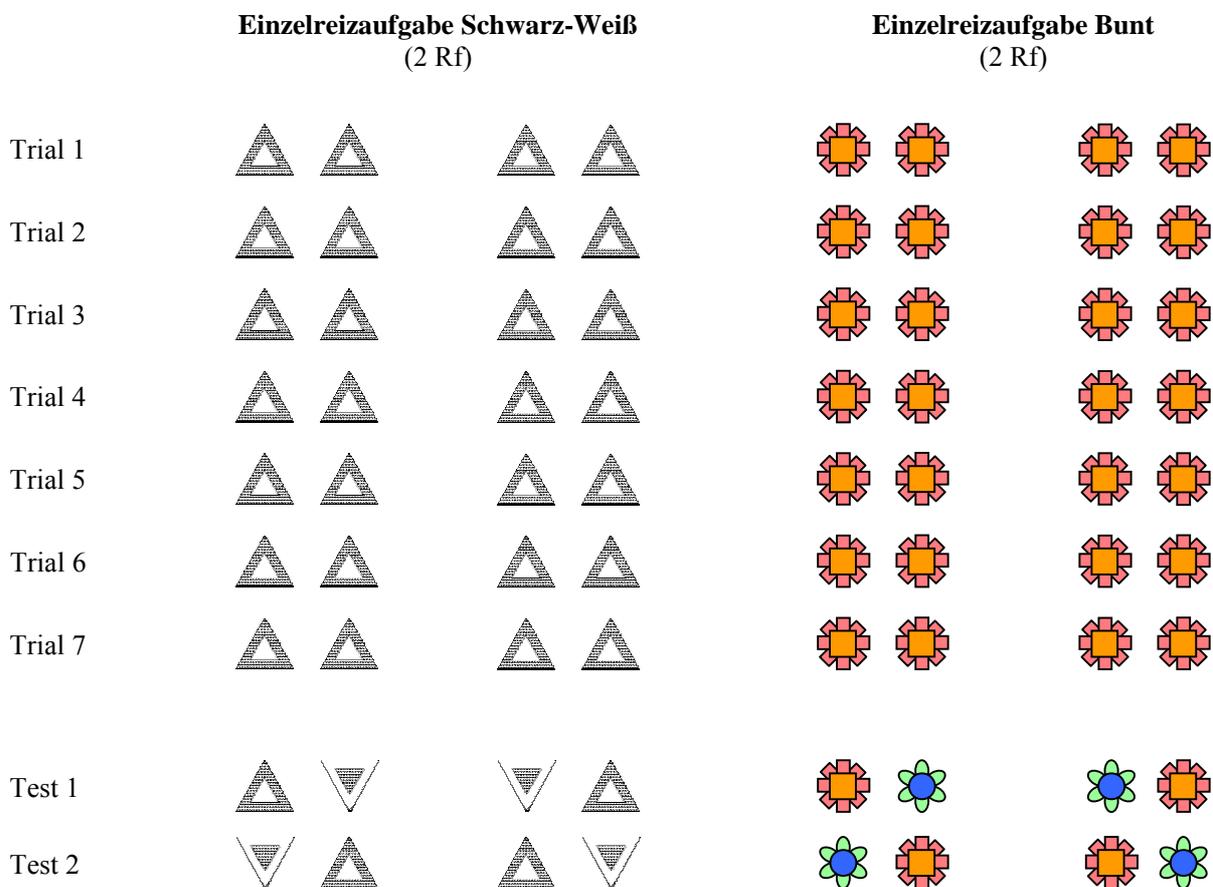


Abbildung 23. Stimuli in Experiment 5: Paarweise fixed-trial Darbietung von zwei Einzelreizaufgaben (ein Materialset: Schwarz-Weiß und Bunt) in jeweils sieben Familiarisierungstrials und zwei Testtrials von je 15 Sekunden Dauer. Die Stimulusabfolge in der Familiarisierungsphase war jeweils für beide Aufgaben identisch; in der Testphase gab es je zwei mögliche Reihenfolgen (Rf), die über die Kinder systematisch ausbalanciert wurden (Rechts-Links-Abfolge innerhalb und zwischen den Aufgaben).

Die eine Hälfte der Säuglinge erhielt die Einzelreizaufgabe zur Diskriminierung der schwarz-weißen Stimuli zuerst (Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß), die andere Hälfte zuerst die Einzelreizaufgabe zur Diskriminierung der beiden bunten, vormals kategorial dargebotenen Stimuli (Einzelreizaufgabe Bunt).

In der Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß wurden die Säuglinge in sieben Habitationsdurchgängen an einen gleich bleibenden schwarz-weiß gemusterten Reiz gewöhnt, der paarweise präsentiert wurde. Da die bisher verwendeten sternförmigen Reize weder bei konsekutiver noch bei paarweiser Darbietung eine Dishabitationsreaktion ausgelöst hatten, wurden in diesem Experiment eine vereinfachte Form der Reize präsentiert; diese bestanden nur noch aus zwei statt vier dreiecksförmigen Teilflächen, von denen nur eine gemustert war (vgl. Abbildung 8, Kapitel 6). In zwei Testdurchgängen wurde der bekannte Stimulus dann mit einem neuen schwarz-weißen Reiz kontrastiert. Die Position (rechts, links) des neuen Reizes im Testpaar war über die Kinder hinweg ausbalanciert und wechselte im zweiten Testdurchgang.

In der Einzelreizaufgabe Bunt wurde ein Exemplar der im vorigen Experiment dargebotenen Kategorie (eckig rot-orange) in sieben Habitationspaaren dargeboten, der in der Testphase mit einem Exemplar einer neuen Kategorie (rund grün-blau) kontrastiert wurde. Auch hier war die Rechts-Links-Position der Testreize in beiden Durchgängen systematisch ausbalanciert (siehe Abbildung 23).

#### **11.4 Versuchsaufbau**

Der allgemeine Versuchsaufbau war mit der Durchführung in Experiment 4 identisch. Die Säuglinge saßen in einem Babysitz oder auf dem Schoß der Begleitperson vor dem Präsentationsmonitor (Abstand ca. 80 cm), auf dem die experimentellen Aufgaben in einer Powerpoint-Präsentation dargeboten wurden (vgl. Kapitel 6 und 10). Unterhalb des Präsentationsmonitors befand sich eine Videokamera, mit der das Blickverhalten des Säuglings für die spätere Kodierung aufgezeichnet wurde. Die Versuchsleiterin hielt sich während des Versuchs hinter einem Wandschirm auf, von wo aus sie die Versuchspräsentation steuerte.

Beide Habitationsaufgaben wurden nacheinander in einer animierten Powerpoint Präsentation in einem fixed-trial Design dargeboten. Jede Aufgabe bestand aus sieben Habitationsdurchgängen und zwei Testdurchgängen. Die Stimuli (ca. 7 x 7 cm) wurden

paarweise, jeweils in einem weißen Quadrat, vor dunklem Hintergrund präsentiert. Die beiden Quadrate maßen je 8 x 8 cm, der Abstand von Zentrum zu Zentrum betrug 16 cm. Um die Aufmerksamkeit der Kinder zu Beginn eines jeden Trials nach vorne zu lenken, ertönte ein Glockenton in mittlerer Lautstärke und ein weißes Quadrat (8 x 8 cm) in der Mitte des Präsentationsfeldes blinkte dreimal auf, bevor das experimentelle Stimuluspaar eingeblendet wurde. Die Dauer eines Durchgangs betrug 15 Sekunden, danach verschwanden die Stimuli und der nächste Trial begann.

Nach der ersten Aufgabe folgte eine kurze Pause, danach die zweite Aufgabe. Die Reihenfolge der Aufgabendarbietung war dabei über die Kinder ausbalanciert. Vor Beginn des Versuchs, in der Pause zwischen den Aufgaben und am Ende des Experiments wurde den Säuglingen zum Aufbau und Aufrechterhaltung des Interesses sowie zur Entspannung und weiteren Motivierung eine kurze Zeichentrickfilmsequenz gezeigt (30 Sekunden Unterwasserwelt mit schwimmenden Fischen).

### **11.5 Kodierung der Blickzeiten**

Die Videoaufzeichnungen aller untersuchten Säuglinge wurden nach der Versuchsdurchführung von zwei unabhängigen, stimulusblinden KodiererInnen ausgewertet. Hierbei wurde für beide Aufgaben die kumulierte Dauer der Blickzeit auf jeden Stimulus pro Durchgangspaar erfasst. Die mittlere Beobachterübereinstimmung betrug  $r = .97$ ; somit war eine sehr hohe Interrater-Reliabilität gewährleistet.

### **11.6 Statistische Auswertung und Maße**

Als abhängige Variable für die statistische Analyse diente die Blickzeit der Säuglinge auf die Teststimuli. Dabei gingen die Mittelwerte beider Beobachterinnen als Rohdaten in die Berechnungen ein. Für die sieben Familiarisierungsdurchgänge basierten die Auswertungen auf der mittleren Blickzeit *pro Stimuluspaar*; in der Testphase wurde die mittlere Blickzeit *pro Teststimulus* (vertraut vs. neu) über beide Testdurchgänge gemittelt. Aus diesen Blickzeiten wurden zur Erfassung der Aufmerksamkeitsreaktionen dieselben Habituations- und Dishabituationsmaße wie in Experiment 4 berechnet:

*Gesamtblickzeit.* Als Maß für die Gesamtblickzeit diente die Summe aller Blickzuwendungen während der Habituationsphase (Summe Trial 1 bis 7).

*Habituationsstärke.* Als Maß für die Habituationsstärke wurde das Ausmaß des Absinkens der Blickzeit vom Beginn zum Ende der Habituationsphase erfasst. Hierfür wurde die Differenz der Mittelwerte der ersten und letzten drei Habitationsdurchgänge durch die Summe der Blickzeit in der Anfangs- und Endphase geteilt:  $(\text{Trial 1-3} - \text{Trial 5-7}) / (\text{Trial 1-3} + \text{Trial 5-7})$ .

*Dishabituationsstärke.* Als Maß für die Dishabituationsstärke wurde die Differenz der über beide Testdurchgänge gemittelten Blickzeiten für den neuen und den vertrauten Testreiz berechnet und an der Gesamtblickdauer in der Testphase relativiert:  $(\text{neuer Testreiz} - \text{vertrauter Testreiz}) / (\text{neuer Testreiz} + \text{vertrauter Testreiz})$ .

Die Darstellung der Ergebnisse von Experiment 5 erfolgt analog zur Analyse der vorherigen Experimente: Zunächst werden die Effekte für die Gesamtgruppe berichtet, danach die Analyse der interindividuellen Unterschiede vorgestellt. Da auch hier das Geschlecht in keiner der beiden Aufgaben die Aufmerksamkeitsleistungen beeinflusste (alle  $p$ -Werte  $> .05$ ), wurden männliche und weibliche Säuglinge in allen Auswertungen zusammengefasst.

## 11.7 Ergebnisse

### 11.7.1 Effekte in der Gesamtgruppe

Vor der Analyse der Zusammenhänge individueller Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb und zwischen beiden Aufgaben wurden die Habituations- und Dishabituationseffekte in der Gesamtgruppe separat für beide Aufgaben varianzanalytisch untersucht. Abbildung 24 zeigt den Verlauf der Blickzeiten über die einzelnen Durchgänge der Habituations- und Testphase in der Einzelreiz- und in der Kategorisierungsaufgabe für beide Altersgruppen in beiden Aufgabenreihenfolgen.

Zur Bestimmung des Habituationseffekts wurde die mittlere Blickzeit der ersten drei Durchgänge (Phase A) mit derjenigen der letzten drei Durchgänge (Phase B) der Habitationssequenz verglichen. Für jede der beiden Aufgaben wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit dem Innersubjektfaktor Habituationsphase (Phase A, Phase B) und den Zwischensubjektfaktoren Alter (5 Monate, 7 Monate) und Aufgabenreihenfolge (Einzel Schwarz-Weiß zuerst, Einzel Bunt zuerst) gerechnet.

Zur Bestimmung des Dishabituationseffekts wurde die über beide Testdurchgänge gemittelte Blickzeit für den neuen Testreiz mit der Blickzeit für den vertrauten Testreiz verglichen. Der Messwiederholungsfaktor Test war in beiden Aufgabe zweifach gestuft (vertrautes Testobjekt vs. neues Testobjekt). Als Zwischensubjektfaktoren wurden ebenfalls Alter und Aufgabenreihenfolge mitgeführt.

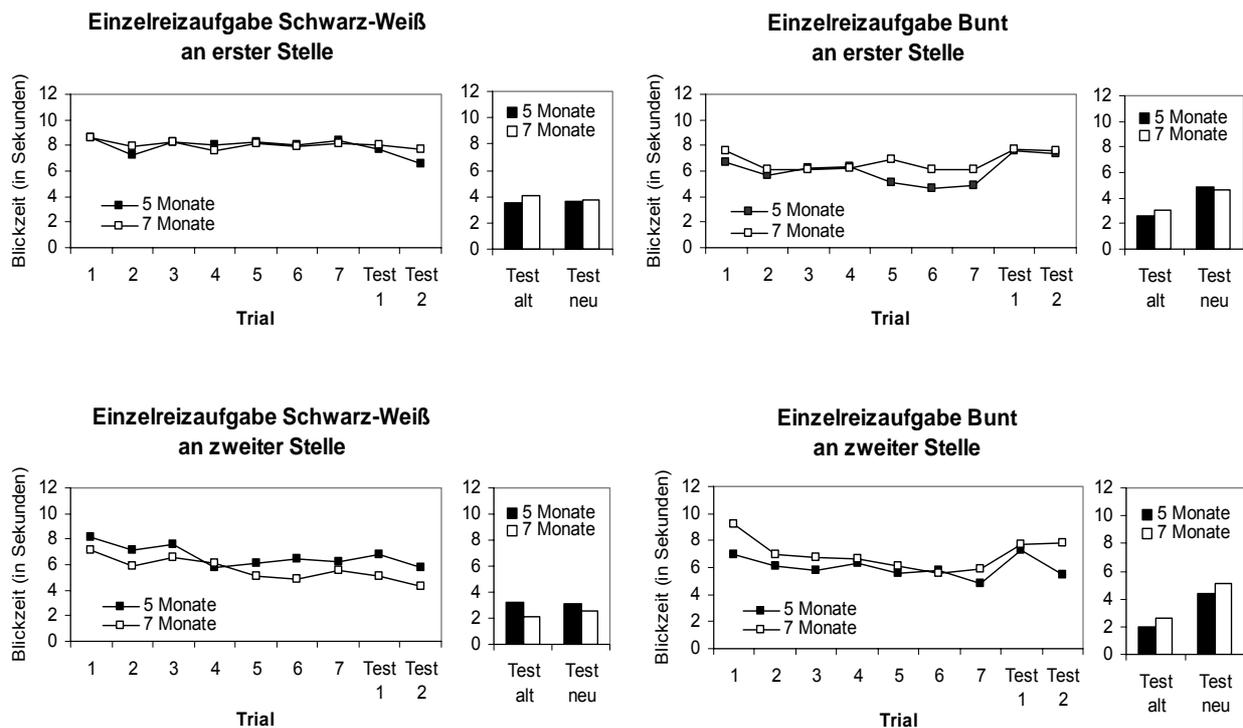


Abbildung 24. Verlauf der Blickzeiten in den sieben Familiarisierungsdurchgängen und zwei Testdurchgängen (jeweils 15 Sekunden) in beiden Einzelreizaufgaben für beide Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen in Experiment 5 ( $N = 82$ ). Angegeben sind die summierten Blickzeiten für jeweils beide Stimuli des dargebotenen Reizpaares als Verlaufskurve aller Durchgänge. In den beiden Testdurchgängen wurde ein neuer Stimulus mit dem Standardreiz gepaart, wobei jeweils die Rechts-Links-Position wechselte. Die mittleren Blickzeiten für den vertrauten und neuen Testreiz (gemittelt über beide Testdurchgänge) sind als Balkendiagramm angegeben.

**Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß.** In der Familiarisierungsphase der Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß zeigte sich ein signifikantes Absinken der mittleren Blickzeiten (in Sekunden) von den ersten drei ( $M = 7.64$ ,  $SD = 2.75$ ) zu den letzten drei Durchgängen ( $M = 6.97$ ,  $SD = 3.28$ ),  $F(1, 78) = 5.71$ ,  $p < .05$ . Dieser Gewöhnungseffekt war unabhängig vom Alter der Kinder,  $F(1, 78) = 0.09$ ,  $p = .77$ , hing jedoch von der Aufgabenreihenfolge ab,  $F(1, 78) = 5.55$ ,  $p < .05$ . So habituierten die Kinder nur von Phase A zu Phase B, wenn die Einzelreizaufgabe an zweiter Stelle dargeboten wurde (7.08 zu 5.73 Sekunden,  $t(39) = 3.44$ ,  $p$

< .01), jedoch nicht, wenn sie als erste Aufgabe präsentiert wurde (8.17 zu 8.15 Sekunden,  $t(41) = 0.05$ ,  $p = .96$ ). Auch der Haupteffekt Aufgabenreihenfolge war signifikant,  $F(1, 78) = 9.28$ ,  $p < .01$ . So wurden die schwarz-weißen Einzelreize insgesamt länger angeschaut, wenn diese als erste anstatt als zweite Aufgabe gezeigt wurden (vgl. Abbildung 24).

In der Testphase der Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß zeigte sich auch in diesem Experiment kein Dishabituationseffekt für die Gesamtgruppe,  $F(1, 78) = 0.03$ ,  $p = .86$ , unbeeinflusst von Alter,  $F(1, 78) = 0.02$ ,  $p = .89$ , und Aufgabenreihenfolge  $F(1, 78) = 0.85$ ,  $p = .36$ ; d.h. auch der vereinfachte neue Einzelreiz ( $M = 3.27$ ,  $SD = 1.82$ ) wurde gegenüber dem schwarz-weißen Standardreiz ( $M = 3.24$ ,  $SD = 2.02$ ) nicht signifikant bevorzugt. Wie in der Familiarisierungsphase zeigte sich der Haupteffekt Aufgabenreihenfolge signifikant,  $F(1, 78) = 8.41$ ,  $p < .01$ , d.h. bei Darbietung dieser Aufgabe an erster Stelle wurde im Test insgesamt mehr Blickzeit aufgewendet als bei Darbietung an zweiter Stelle. Weitere Effekte traten nicht auf.

*Einzelreizaufgabe Bunt.* In der Familiarisierungsphase der Einzelreizaufgabe Bunt ergab sich ein hochsignifikanter Habituationseffekt,  $F(1, 78) = 18.70$ ,  $p < .001$ . Die Säuglinge zeigten ein konsistentes Absinken ihrer Blickzeiten von Habituationsphase A ( $M = 6.70$ ,  $SD = 2.26$ ) zu Phase B ( $M = 5.63$ ,  $SD = 2.51$ ), unabhängig von Alter,  $F(1, 78) = 0.04$ ,  $p = .85$ , und Aufgabenreihenfolge,  $F(1, 78) = 1.28$ ,  $p = .26$ . Weiterhin ergab sich eine Dreifachinteraktion von Habituationsphase, Alter und Aufgabenreihenfolge,  $F(1, 78) = 4.20$ ,  $p < .05$ , welche daher rührte, dass die fünf Monate alten Säuglinge ihre Blickzeiten tendenziell stärker bei der Darbietung als erste Aufgabe absenkten,  $t(19) = 2.09$ ,  $p = .05$ , als wenn sie die bunten Einzelreize als zweite Aufgabe erhielten,  $t(19) = 1.54$ ,  $p = .14$ , während die sieben Monate alten Säuglinge stärker bei Darbietung an zweiter Stelle habituierten,  $t(21) = 4.41$ ,  $p < .01$ , als bei Bearbeitung der Aufgabe an erster Stelle,  $t(19) = 0.85$ ,  $p = .41$  (die entsprechenden Mittelwerte und Standardabweichungen finden sich im Anhang Tabelle A7). Insgesamt wendeten die sieben Monate alten Säuglinge etwas mehr Blickzeit auf als die fünf Monate alten Säuglinge,  $F(1, 78) = 3.92$ ,  $p = .05$ . Keine weiteren Effekte erreichten Signifikanz.

In der Testphase der Einzelreizaufgabe Bunt zeigte die Gesamtgruppe eine klare Bevorzugung des neuen Testreizes ( $M = 4.78$ ,  $SD = 2.74$ ) gegenüber dem vertrauten Testreiz ( $M = 2.55$ ,  $SD = 1.37$ ),  $F(1, 78) = 41.08$ ,  $p < .001$ . Diese Neuheitspräferenz war unabhängig von Alter,  $F(1, 78) = 0.17$ ,  $p = .68$ , und Aufgabenreihenfolge,  $F(1, 78) = 0.58$ ,  $p = .45$ . Weitere Effekte ergaben sich nicht.

## 11.7.2 Analyse individueller Unterschiede

### Interindividuelle Varianz

Wieder zeigte sich eine große Varianz in den Blickzeiten der Kinder sowie in der Stärke ihrer Habituations- und Dishabituationsreaktionen. Wie aus Tabelle 15 ersichtlich, sind die Standardabweichungen häufig größer als die Mittelwerte der jeweiligen Aufmerksamkeitsmaße. Wie in den vorigen Experimenten wurde im Mittel etwa die Hälfte der maximal möglichen Blickdauer aufgewendet.

Tabelle 15  
Mittelwerte, Standardabweichungen und Range der verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße (in Sekunden) für beide Aufgabentypen in Experiment 5 ( $N = 82$ )

Aufmerksamkeitsmaß		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Testwert = 0 <i>t</i> (81)
<b>Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß</b>						
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-7	50.74	18.86	20.24	93.51	
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 5-7}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 5-7}}$	0.07	0.24	-0.56	0.83	2.81**
Dishabituation	$\frac{\text{Test neu} - \text{Test alt}}{\text{Test neu} + \text{Test alt}}$	0.02	0.31	-0.82	0.84	0.53
<b>Einzelreizaufgabe Bunt</b>						
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-7	43.41	15.10	10.21	79.20	
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 5-7}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 5-7}}$	0.11	0.21	-0.47	0.70	4.70***
Dishabituation	$\frac{\text{Test neu} - \text{Test alt}}{\text{Test neu} + \text{Test alt}}$	0.26	0.33	-0.58	0.95	7.10***

*Beachte:* Die Mittelwerte der Habituations- und Dishabituationsleistungen wurden jeweils gegen den Wert 0 getestet. Dabei zeigten sich die Habituationwerte beider Aufgaben als signifikant von 0 verschieden, wie auch die Neuheitspräferenz in der Einzelreizaufgabe Bunt.

\*\*  $p < .01$ . \*\*\*  $p < .001$ .

In der bunten Einzelreizaufgabe wurde etwas weniger Gesamtblickzeit aufgewendet als in der schwarz-weißen Einzelreizaufgabe,  $t(81) = 3.36$ ,  $p < .01$ , während in beiden Aufgaben etwa gleich stark habituiert wurde,  $t(81) = -1.01$ ,  $p = .32$  (vgl. Tabelle 15). Die Dishabituations-

reaktion war dagegen in der Einzelreizaufgabe Bunt deutlich stärker ausgeprägt als in der Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß,  $t(81) = -5.46, p < .001$ .

Die Mittelwerte für die Habituationsleistungen erwiesen sich für beide Aufgaben als signifikant von Null verschieden, wie auch die Neuheitsreaktion auf den neuen bunten Einzelreiz hochsignifikant von Null abwich. Diese Ergebnisse stimmen mit den varianzanalytischen Auswertungen der Gesamtgruppeneffekte sowie mit den Befunden für die entsprechenden Effekte der Experimente 1 bis 4 überein.

*Bezüge von Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb jeder Aufgabe*

Tabelle 16 zeigt die Interkorrelationen der verwendeten Aufmerksamkeitsmaße innerhalb und zwischen den beiden Aufgabentypen. Zunächst werden die Korrelationen der Maße *innerhalb* jeder Aufgabe unter Berücksichtigung des Zusammenhangs von Habituations- und Testleistung diskutiert.

Tabelle 16  
*Korrelationen der verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße innerhalb und zwischen beiden Aufgaben in Experiment 5 (N = 82)*

Aufmerksamkeitsmaß	2	3	4	5	6
<b>Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß</b>					
1. Gesamtblickzeit	-.31**	-.12	<b>.34**</b>		
2. Habituation		.04		<b>.01</b>	
3. Dishabituation					<b>.24*</b>
<b>Einzelreizaufgabe Bunt</b>					
4. Gesamtblickzeit				-.27*	-.03
5. Habituation					.22
6. Dishabituation					

*Beachte:* Angegeben sind Produkt-Moment Korrelationen  $r$  nach Pearson. Die fett gedruckten Korrelationen beschreiben Zusammenhänge *zwischen* beiden Einzelreizaufgaben, die restlichen Werte geben die Korrelationen der Aufmerksamkeitsmaße *innerhalb* jeder Aufgabe wieder.

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

*Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß.* Wie aus Tabelle 16 ersichtlich, zeigte sich für die Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß in Experiment 5 wie in den Experimenten 2 und 4 eine negative Korrelation von Gesamtblickzeit und Habituationsstärke, d.h. Kinder, die viel Blickzeit in der Gewöhnungsphase aufwendeten, habituierten weniger stark als Kinder mit kürzerer Gesamtblickdauer. Kein Zusammenhang zeigte sich hingegen zwischen Gesamtblickzeit und Dishabituationsstärke. Im Gegensatz zu den ersten beiden Experimenten, doch in Übereinstimmung mit dem Experiment 4 von gleicher Prozedur, fand sich keine signifikante Korrelation zwischen der Habituationsstärke und der Stärke der Dishabituation auf das neue Testobjekt, d.h. Kinder, deren Blickzeiten während der Habituationsphase stärker abgesunken sind, zeigen im Test keine größere Bevorzugung des neuen Einzelreizes als Kinder mit schwacher oder keiner Habituation.

*Einzelreizaufgabe Bunt.* Für die Einzelreizaufgabe Bunt ergab sich ein mit der schwarz-weißen Einzelreizaufgabe und der kategorialen Aufgabe in Experiment 4 vergleichbares Bild (siehe Tabelle 13, Kapitel 10, und Tabelle 16 oben). Während die Gesamtblickdauer einen negativen Zusammenhang zur Habituationsstärke aufwies, d.h. lange Fixierer zeigten eine weniger ausgeprägte Habituation, korrelierte keines der beiden Habituationsmaße signifikant mit der Dishabituationsleistung. Die Neuheitspräferenz in der Testphase hing somit weder mit der aufgewendeten Gesamtblickzeit noch mit der Stärke der Habituation zusammen.

#### *Dishabituationsleistung von stark vs. schwach habituerenden Säuglingen*

Auch im Subgruppenvergleich zeigten sich in Übereinstimmung mit der Korrelationsanalyse keine Unterschiede in der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituerern. Hierfür wurden die Kinder analog zu den Experimenten 1, 2 und 4 für beide Aufgaben anhand ihrer Habituationsleistung in zwei Gruppen eingeteilt: (1) danach, ob die Abnahme ihrer Blickzeiten über die Habituationsphase überdurchschnittlich versus unterdurchschnittlich stark ausgeprägt war (Meansplit Habituationsstärke), und (2) danach, ob sie über- versus unterdurchschnittlich viel Gesamtblickzeit in der Habituationsphase aufwendeten (Meansplit Gesamtblickzeit). Nachfolgend wurden die beiden Gruppen im Hinblick auf ihre Dishabituationsleistung in beiden Aufgaben verglichen. Für beide Habituationsmaße (Habituationsstärke, Gesamtblickzeit) und beide Aufgaben wurde je eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Test (Test alt, Test neu) und dem Zwischensubjektfaktor Habituationsleistung (über- vs. unterdurchschnittlich) berechnet.

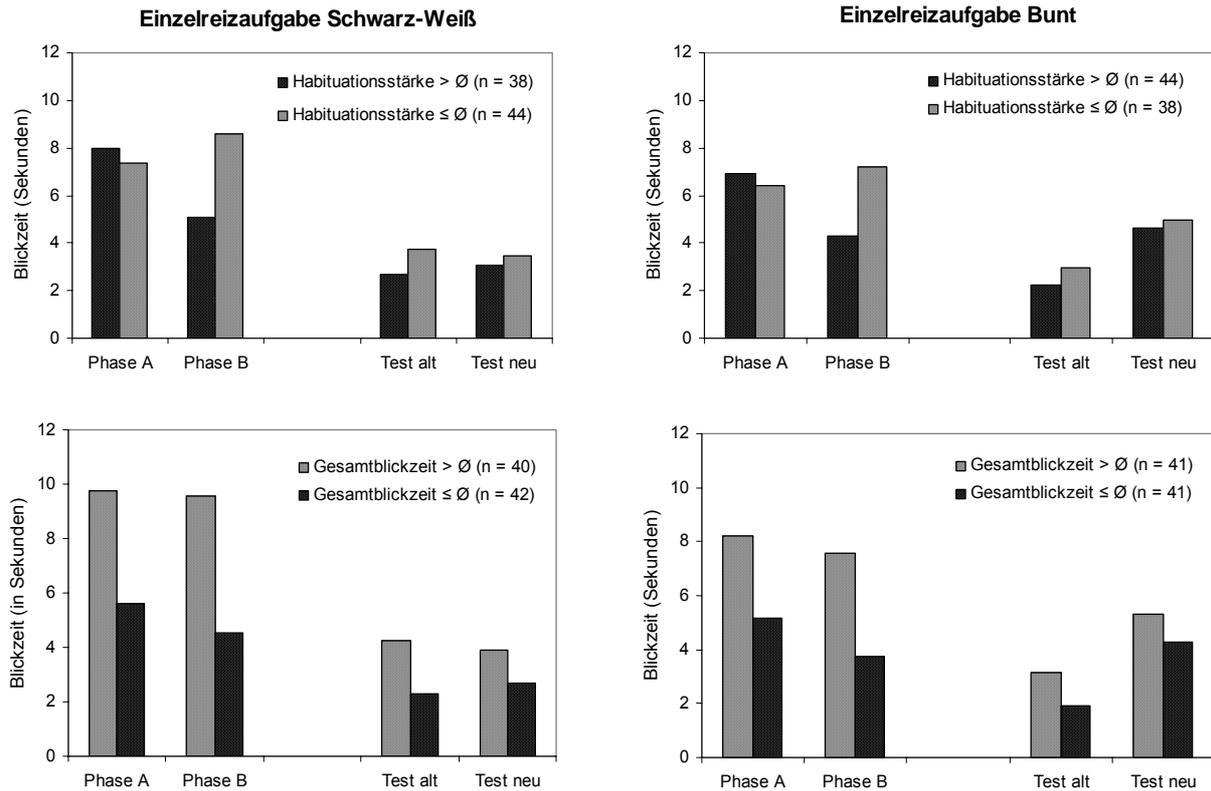


Abbildung 25. Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsleistung innerhalb jeder Aufgabe in Experiment 5 ( $N = 82$ ). Angegeben sind die mittleren Blickzeiten pro Stimuluspaar in den ersten drei (Phase A) und letzten drei (Phase B) Familiarisierungsdurchgängen sowie die über beide Testdurchgänge gemittelten Blickzeiten pro Teststimulus (Test alt vs. Test neu), jeweils für Gruppen unterdurchschnittlicher vs. überdurchschnittlicher Habituationsleistung (Maße: Habituationsstärke, Gesamtblickzeit) in beiden Aufgaben. In keiner der beiden Einzelreizaufgaben zeigte sich ein Unterschied in der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituierten. Auch die aufgewendete Gesamtblickzeit wirkte sich nicht auf die Dishabituationsleistung aus: Kurze Fixierer zeigten eine gleichermaßen kleine (Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß) bzw. große (Einzelreizaufgabe Bunt) Neuheitspräferenz wie lange Fixierer.

*Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß.* Für die Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß fand sich keine Interaktion zwischen Habituationsstärke und Dishabituationsreaktion in der Testphase, d.h. stärker und schwächer habituierte Kinder reagierten gleichermaßen auf das neue Testobjekt,  $F(1, 80) = 2.54, p = .16$  (siehe Abbildung 25). Ebenfalls zeigte sich keine Interaktion zwischen Gesamtblickdauer und Neuheitsreaktion,  $F(1, 80) = 2.74, p = .10$ , wenn auch Kinder, die unterdurchschnittlich wenig Blickzeit in der Habituationsphase aufwendeten, eine etwas größere Bevorzugung des neuen Einzelreizes zeigten als Kinder mit längerer Gesamtblickdauer,  $t(80) = -1.91, p = .06$ . Diese Befunde stimmen mit den Ergebnissen der Korrelationsanalyse überein (Tabelle 16).

*Einzelreizaufgabe Bunt.* Für die Einzelreizaufgabe Bunt fand sich in Übereinstimmung mit den Korrelationsbefunden ebenfalls kein Unterschied in der Dishabituationsleistung von starken und schwachen Habituierten, weder für den Gruppenvergleich anhand der Habituationsstärke,  $F(1, 80) = 0.29, p = .60$ , noch anhand der Gesamtblickzeit,  $F(1, 80) = 0.07, p = .80$ .

Insgesamt zeigten somit starke wie schwache Habituierte und kurze wie lange Fixierer eine Neuheitspräferenz für den neuen bunten Einzelreiz. Der neue schwarz-weiße Einzelreiz wurde hingegen von der Mehrzahl der Kinder nicht diskriminiert; auch die Kinder mit überdurchschnittlicher Habituationsleistung zeigten hier keine Neuheitsreaktion (Abbildung 25).

#### *Bezüge von Aufmerksamkeitsleistungen zwischen beiden Aufgabentypen*

Tabelle 16 gibt fett gedruckt die Korrelationen der Aufmerksamkeitsmaße *zwischen* beiden Aufgaben in der Gesamtgruppe wieder. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Experimenten wurde hier der Zusammenhang *zweier Einzelreizaufgaben* analysiert. Wiederum ergab sich eine signifikante Korrelation zwischen der Gesamtblickzeit in beiden Aufgaben, die in ihrer Höhe exakt dem in Experiment 4 gefundenen Zusammenhang und damit einem mittelgroßen Effekt entspricht (Cohen, 1988). Die Länge der verwendeten Blickzeit weist somit erneut Konsistenz zwischen beiden Habituationsaufgaben auf.

Wie in den Experimenten 1, 2 und 4 zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Habituationsreaktionen in beiden Aufgaben (siehe Tabelle 16). Obwohl die Säuglinge wiederum vergleichbar viel Blickzeit in beiden Einzelreizaufgaben aufwendeten, nutzten sie diese in jeder Aufgabe unterschiedlich: So bedeutete eine starke Habituationsreaktion in der ersten Aufgabe nicht auch eine starke Habituation in der zweiten Aufgabe.

Für die Dishabituationsreaktion hingegen zeigte sich erstmalig eine Korrelation der Neuheitspräferenzen in beiden Einzelreizaufgaben, die nach Cohen (1988) einen kleinen, doch signifikanten Effekt aufweist: Konnte also ein Säugling die beiden schwarz-weißen Einzelreize diskriminieren, so zeigte er tendenziell auch eine Präferenz für den neuen bunten Einzelreiz und umkehrt.

### 11.7.3 Vergleich der Einzelreizaufgabe Bunt (Experiment 5) mit der design-gleichen Kategorisierungsaufgabe (Experiment 4)

Abschließend sollen in einer integrierten Auswertung der letzten beiden Experimente die Aufmerksamkeitsleistungen in der Einzelreizaufgabe Bunt des fünften Experiments mit denjenigen der design-gleichen Kategorisierungsaufgabe des vierten Experiments verglichen werden. Während die Testphase beider Aufgaben identisch war, unterschieden sich die Habituationssequenzen dadurch, dass in Experiment 5 in sieben Reizpaaren *derselbe Reiz* wiederholt wurde, wohingegen in Experiment 4 in jedem Durchgang zwei neue Exemplare derselben bunten *Kategorie* präsentiert wurden (vgl. Abbildung 23 oben und Abbildung 20 in Kapitel 10).

Tabelle 17

Mittelwerte und Standardabweichungen der Aufmerksamkeitsmaße (in Sekunden) für die Kategorisierungsaufgabe im Experiment 4 ( $N = 80$ ) und die Einzelreizaufgabe Bunt im Experiment 5 ( $N = 82$ )

Aufmerksamkeitsmaß		Experiment 4	Experiment 5	$t(160)$
		Kategoriale Aufgabe	Einzelreiz-Aufgabe Bunt	
		$M$ ( $SD$ )	$M$ ( $SD$ )	
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-7	51.32 (17.30)	43.41 (15.10)	3.10**
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 5-7}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 5-7}}$	0.09 (0.17)	0.11 (0.21)	-0.73
Dishabituation	$\frac{\text{Test neu} - \text{Test alt}}{\text{Test neu} + \text{Test alt}}$	0.18 (0.29)	0.26 (0.33)	-1.63 <sup>†</sup>

*Beachte:* Mittels  $t$ -Test wurde geprüft, ob die Mittelwerte der Aufmerksamkeitsmaße in beiden Aufgabentypen voneinander abweichen. Dabei erwies sich die Gesamtblickzeit in der bunten Einzelreizaufgabe als signifikant kürzer, wobei gleichzeitig die Neuheitspräferenz stärker ausgeprägt war als in der kategorialen Aufgabe. Die Habituationsstärke unterschied sich nicht zwischen beiden Aufgabentypen.

\*\*  $p < .01$ , zweiseitig. <sup>†</sup>  $p = .05$ , einseitig.

Tabelle 17 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße für die Kategorisierungsaufgabe und die bunte Einzelreizaufgabe im Vergleich. Wie ersichtlich, verwendeten die Säuglinge in der Habituationsphase der Einzelreizaufgabe signifikant weniger Gesamtblickzeit als auf die kategorialen Stimuli. Die

Stärke der Habituation vom Beginn zum Ende der Habituationsphase war jedoch vergleichbar: Die Blickzeiten sanken in beiden Aufgaben ähnlich stark ab. Dagegen war die Dishabituation auf das neue Testobjekt in der bunten Einzelreizaufgabe deutlich stärker ausgeprägt als in der Kategorisierungsaufgabe. Die bunte Einzelreizaufgabe vermochte also im Vergleich zur komplexeren kategorialen Aufgabe bei den Säuglingen stärkere Habituations- und Dishabituationseffekte auszulösen.

Eine vergleichbare Analyse für die beiden schwarz-weißen Einzelreizaufgaben in Experiment 4 und 5 erbrachte keine signifikanten Unterschiede der Aufmerksamkeitsleistungen zwischen beiden Aufgaben (vgl. Anhang Tabelle A8). Die Säuglinge verwendeten gleich viel Gesamtblickzeit auf die sternförmigen wie auf die dreieckigen Schwarz-Weiß-Reize und habituierten gleichermaßen stark. Die Neuheitsreaktion war in beiden Studien vergleichbar schwach ausgeprägt.

## 11.8 Diskussion der Ergebnisse

### *Diskussion der Gesamtgruppeneffekte*

Wie in den vorherigen Studien löste auch das hier dargebotene Aufgabenmaterial in beiden Aufgaben unabhängig vom Alter der Säuglinge einen Gewöhnungseffekt aus. In der Einzelreizaufgabe Bunt zeigte sich zudem in der Testphase wie erwartet ein klarer Dishabituationseffekt, während in der Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß auch die vereinfachte Version der Stimuli von der Gesamtgruppe nicht diskriminiert wurde. Die Schwarz-Weiß-Aufgabe schien damit erneut schwieriger zu lösen zu sein als die Aufgabe mit bunten Stimuli.

In der Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß war der Habituationseffekt deutlich stärker ausgeprägt, wenn die Aufgabe an zweiter Stelle präsentiert wurde. Allerdings erreichte auch der Haupteffekt Aufgabenreihenfolge Signifikanz, da die Säuglinge bei Präsentation der Aufgabe an erster Stelle insgesamt mehr Blickzeit auf die Stimuli aufwendeten als bei Präsentation an zweiter Stelle. Dieses Absinken des Blickzeitenniveaus bei Darbietung als zweite Aufgabe, kombiniert mit dem Ausbleiben jeglichen Altersvorteils der siebenmonatigen Säuglinge und dem fehlenden Dishabituationseffekt, lässt weniger auf eine bessere Verarbeitung in Abhängigkeit von der Aufgabenreihenfolge als darauf schließen, dass die Kinder eine allgemeine Ermüdung in dieser zweiten Aufgabe zeigten, die sich in der Testphase auch auf die neuen Schwarz-Weiß-Reize hin fortsetzte.

In der Einzelreizaufgabe Bunt wirkte sich die Aufgabenreihenfolge nicht als Haupteffekt, sondern in einer Dreifachinteraktion mit dem Alter auf die Habituationsleistung aus. So habituierten die fünfmonatigen Säuglinge stärker bei Darbietung der bunten Reize an erster Stelle, die siebenmonatigen Säuglinge hingegen stärker bei Darbietung an zweiter Stelle; ein Effekt, der eine augenscheinliche Erklärung zunächst entbehrt. Zudem verwendeten die siebenmonatigen Säuglinge in dieser Aufgabe insgesamt etwas mehr Blickzeit als die jüngeren Säuglinge, was erstaunlich ist, sollten doch die älteren Kinder die Reize eher in kürzerer Zeit verarbeiten können als die jüngeren Kinder. Dieser Effekt scheint jedoch unter anderem deswegen zustande zu kommen, weil die sieben Monate alten Säuglinge bei Darbietung als zweiter Aufgabe auf einem höheren Blickzeitenniveau beginnen als die fünfmonatigen Säuglinge (vgl. Abbildung 24). Dieses relativ höhere Blickniveau der älteren Säuglinge in der zweiten Habituationsaufgabe konnte schon in der Einzelreizaufgabe des vorhergehenden Experiments beobachtet werden und deutet möglicherweise auf eine geringere Anfälligkeit der älteren Säuglinge gegenüber der allgemeinen Ermüdung hin, die bei einem aus zwei gleichartigen Aufgaben bestehenden Experiment auftreten kann. Gleichzeitig erklären die anfänglich höheren Blickzeiten der älteren Säuglinge auch den stärkeren Habituationseffekt in der zweiten Aufgabe im Vergleich zu den jüngeren Säuglingen (Dreifachinteraktion). Insgesamt schien aber die Verarbeitung der bunten Einzelreize in der vorgegebenen Habituationszeit für beide Reihenfolge- und Altersgruppen eine Aufgabe von eher geringer Schwierigkeit darzustellen, denn neben dem hochsignifikanten Habituationseffekt für die Gesamtgruppe zeigten in der Testphase alle Säuglinge in beiden Aufgabenreihenfolgen eine klare Neuheitspräferenz für das unvertraute Testexemplar.

### *Diskussion individueller Unterschiede*

Wie in allen vorhergehenden Experimenten zeigte sich auch im letzten Experiment eine große Variabilität der kindlichen Blickzeiten. Die insgesamt kürzere Gesamtblickzeit in der Einzelreizaufgabe Bunt weist erneut auf die geringere Schwierigkeit dieser Aufgabe gegenüber der anderen Einzelreizaufgabe hin, trotz deren vereinfachten schwarz-weißen Stimuli (vgl. Tabelle 15). Während die Habituations- und Dishabituationseffekte der Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß in ihrem Ausmaß denjenigen der Schwarz-Weiß-Aufgabe in Experiment 4 entsprachen, waren die Effekte in der Einzelreizaufgabe Bunt jeweils etwas stärker ausgeprägt als in der vorhergehenden Kategorisierungsaufgabe. Auf den Vergleich der

beiden Aufgaben mit buntem Stimulusmaterial wird am Ende dieses Abschnitts noch genauer eingegangen.

Die Analyse der Zusammenhänge von Habituations- und Dishabituationsleistungen innerhalb und zwischen den beiden Einzelreizaufgaben in Experiment 5 ergab ein für beide Aufgaben paralleles Bild, welches zudem die in Experiment 4 beobachteten Zusammenhänge fast komplett widerspiegelt.

So zeigte sich *innerhalb* beider Aufgaben eine negative Korrelation von Gesamtblickzeit und Habituationsstärke, ein Zusammenhang zwischen beiden Habituationsmaßen, der schon in den vorherigen Experimenten mit fixed-trial Design (Experiment 2 und 4) zu beobachten war. In beiden Aufgaben zeigten Kinder mit kurzer Blickdauer (short lookers) eine stärkere Habituationsreaktion als Kinder, die viel Blickzeit aufwendeten (long lookers). Die Replikation dieses Befundes unterstützt die Interpretation beider Maße als Indikatoren der Informationsverarbeitungskompetenz, die sich bei begrenzter Verarbeitungszeit in einem Zusammenhang beider Maße äußert (vgl. Kapitel 3.3).

Der Zusammenhang von Blickdauer und Habituationsstärke trat somit erneut in Abhängigkeit von der verwendeten Untersuchungsmethode (nur bei fixed-trial Prozedur) auf: Während bei einer vom Kind kontrollierten Habituationszeit kurz und lang fixierende Säuglinge gleichermaßen stark habituierten konnten (vgl. blickkontrolliertes Experiment 1), habituierten bei festgelegter Darbietungsdauer kurz fixierende Kinder in stärkerem Ausmaß als lang fixierende Kinder. Der relativ schwächere Blickzeitenabfall der langen Fixierer bei festgelegter Präsentationszeit liegt vermutlich an deren, im Vergleich zum blickkontrollierten Design, künstlich begrenzt kürzeren Blickzeiten zu Beginn der Habituationsphase, die ein Absinken vom Beginn zum Ende der Habituationsphase erschwerten. Schließlich schauten lange Fixierer auch in den letzten Durchgängen noch länger auf den dargebotenen Reiz, wohingegen kurze Fixierer es schafften, in der gegebenen Habituationszeit auf eine deutlich geringere Blickzeit abzusinken.

Bezüglich des Zusammenhangs zwischen Habituation und Testleistung traten jedoch wie schon in Experiment 4 keiner der in den ersten beiden Experimenten beobachteten Bezüge mehr in Erscheinung. So zeigte sich für keine der beiden Einzelreizaufgaben ein Zusammenhang zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung: Weder die Habituationsstärke noch die Gesamtblickzeit wiesen einen Zusammenhang zur Stärke der Neuheitsreaktion im Test auf, d.h. starke und schwache Habituiere sowie kurze und lange Fixierer dishabituierten gleichermaßen stark (Einzelreizaufgabe Bunt) bzw. schwach (Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß) auf den neuen Testreiz. Dieses Ergebnis steht im Kontrast

zu den Experimenten 1 und 2, in denen aufgrund der konsekutiven Reizdarbietung ein *Erholungsmaß* der Dishabituation (vom letzten Habituationsdurchgang zum Testdurchgang) erfasst wurde, aber im Einklang mit Experiment 4, in welchem wie hier eine paarweise Reizdarbietung umgesetzt und daher ein Maß der *Neuheitspräferenz* (neues Testobjekt vs. vertrautes Testobjekt) berechnet wurde. Dass die Habituationsleistung zwar mit den Erholungsmaßen der ersten Experimente, wiederum jedoch nicht mit der Neuheitspräferenz in Experiment 5 in Zusammenhang steht, weist erneut darauf hin, dass diese beiden Dishabituationsmaße etwas Unterschiedliches erfassen. Eine differenzierte Auseinandersetzung mit dieser Frage folgt in der allgemeinen Diskussion anhand einer Zusammenschau aller durchgeführten Experimente (Kapitel 12).

Betrachtet man die Zusammenhänge der Aufmerksamkeitsmaße *zwischen* den Aufgaben, so findet sich wie in allen vorhergehenden Experimenten eine positive Korrelation zwischen der Gesamtblickdauer in beiden Aufgaben, welche einem mittelgroßen Effekt entspricht (Cohen, 1988). Die Übereinstimmung in der verwendeten Blickdauer auch im fünften Experiment bekräftigt erneut die Interpretation der Fixationsdauer als Maß einer allgemeinen Informationsverarbeitungsfähigkeit relativ unabhängig vom jeweiligen Aufgabentyp. So scheint das Maß der Gesamtblickdauer eine intraindividuell stabile Leistung zu erfassen, visuelle Reize zu verarbeiten und visuelle Aufmerksamkeit zu steuern, sei es im Vergleich einzelner vs. kategorialer Stimuli oder wie hier im Vergleich zweier Einzelreizaufgaben.

Hingegen findet sich kein Zusammenhang für die Habituationsstärke zwischen beiden Aufgaben. Auch bei Darbietung zweier Einzelreizaufgaben scheint dieses Maß somit keinen einheitlichen Prozess abzubilden. Folglich muss in Erwägung gezogen werden, dass der fehlende Zusammenhang zwischen der Habituationsstärke in den dargebotenen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben nicht unbedingt mit unterschiedlichen Verarbeitungsprozessen zwischen einzelnen und kategorialen Stimuli zu erklären ist. Wenn die Habituationsstärke für einzelne bunte und für kategoriale bunte Reize gleichermaßen von derjenigen für einzelne schwarz-weiße Stimuli abweicht, so scheint es neben dem Abstraktionsgrad singulär vs. multiple noch weitere Stimulusmerkmale zu geben, die intraindividuelle Unterschiede im Habituations-Dishabitationsverhalten auslösen können. Die Diskrepanz der Habituationsstärke der beiden Einzelreizaufgaben des fünften Experiments macht deutlich, dass Reizmerkmale wie Musterung oder Farbe wesentliche Variablen für die individuelle Konsistenz im Habitationsverhalten darstellen, die mit der Dimension des Abstraktionsgrads der Aufgabe konfundiert sein können. Dabei scheint bereits bei der Verarbeitung einzelner Reize die Dimension der Farbgebung und Komplexität der Reizgestaltung das Ausmaß der

Habituation intraindividuell zu beeinflussen. Dagegen deutet die positive Korrelation der Dishabituation in beiden Einzelreizaufgaben eine Konsistenz in der Fähigkeit zur Unterscheidung einzelner Reize an, auch wenn diese perzeptuell unterschiedlich gestaltet sind.

Allgemein scheint das Maß der Habituationsstärke im Gegensatz zur Gesamtblickzeit individuell stärker zu schwanken. So könnte der fehlende Zusammenhang zwischen den verwendeten Habituationsaufgaben auf den Stimulustyp (einzeln vs. kategorial), auf Unterschiede in der Farbgebung (schwarz-weiß vs. bunt) oder der Komplexität von Form und Musterung, aber auch auf eine allgemeine Instabilität dieses Maßes, z.B. aufgrund einer geringen Reliabilität, zurückgehen. Während die wiederholt beobachtete negative Korrelation zwischen Habituationsstärke und Gesamtblickzeit zwar den Schluss nahelegt, dass die Stärke der Habituation mit der allgemeinen Informationsverarbeitungskapazität in Verbindung steht, wirft die Instabilität dieses Maßes zwischen den verschiedenen, auch typähnlichen Habituationsaufgaben die Frage auf, was das Maß der Habituationsstärke eigentlich erfasst und wie genau es dieses tut. Diese Frage der Validität und Reliabilität der Habituationsstärke wird in der allgemeinen Diskussion noch genauer zur Sprache kommen (vgl. Kapitel 12).

#### *Vergleich der bunten Einzelreizaufgabe mit der entsprechenden Kategorisierungsaufgabe*

Ein Vergleich der Aufmerksamkeitsleistungen in der bunten Einzelreizaufgabe des fünften Experiments mit denjenigen der design-gleichen Kategorisierungsaufgabe des vierten Experiments (Habituationspaare mit wechselnden kategorialen Reizen vs. mit einem konstanten Reiz, gefolgt von einem in beiden Aufgaben identischen Testpaar) erbrachte eine deutliche stärkere Neuheitsreaktion auf den neuen Reiz in der Einzelreizaufgabe bei gleichzeitig kürzerer Gesamtblickzeit in der Habituationsphase. Diese stärker ausgeprägte Dishabituation bei weniger Habituationszeit spricht dafür, dass der bunte Einzelreiz leichter und schneller zu verarbeiten war als die sich verändernden kategorialen Reize. Entsprechend scheint der Aufbau einer Repräsentation für einen gleich bleibenden wiederholten Reiz schneller vonstatten zu gehen als der Aufbau einer kategorialen Repräsentation. Die vergleichsweise stärkere Präferenz für den neuen Reiz in der Einzelreizaufgabe (Experiment 5) weist darauf hin, dass die Repräsentation für den Einzelreiz am Ende der Habituationsphase tatsächlich weiter fortgeschritten (bzw. vollständig) war als die Repräsentation für die bunte Kategorie. Dennoch reichte die kategoriale Repräsentation aus, um den neuen Reiz als nicht zur Kategorie zugehörig zu identifizieren, wie die ebenfalls signifikante Neuheitspräferenz auch in dieser Aufgabe anzeigt (Experiment 4).

Dass ein einzelner Reiz leichter und schneller verarbeitet werden kann als eine Kategorie ständig wechselnder Reize, ist an sich nicht überraschend, da der Aufbau einer kategorialen Repräsentation den Kindern eine größere Abstraktionsleistung abverlangt. Vielmehr weist das Ausbleiben dieser leichteren Verarbeitung in den Einzelreizaufgaben der vorhergehenden Experimente darauf hin, dass die Komplexität der schwarz-weiß gemusterten Stimuli diejenige der bunten kategorialen Stimuli bei weitem überstieg und deren Diskriminierung damit für die Kinder eine deutlich schwerer zu lösende Aufgabe darstellte. Selbst die vereinfachten schwarz-weißen Stimuli des letzten Experiments waren nicht einfacher zu verarbeiten als die vorher verwendeten Reize und verursachten keine allgemeine Dishabituationsreaktion (vgl. Tabelle A8). Obwohl sich die Musterung und der Hell-Dunkel-Kontrast zwischen Standard- und Testreiz deutlich veränderten, blieb die Außenform des Dreiecks gleich. Die Ausrichtung der Spitze des Dreiecks wechselte zwar ebenfalls im Test, doch reichte dieser Orientierungs- und Musterwechsel nicht aus, um eine größere Neuheitsreaktion auszulösen. Dies ist insofern überraschend, als schon Neugeborene über die Fähigkeit zur Orientierungsdiskrimination verfügen (z.B. Slater, Morison, & Somers, 1988; zitiert nach Kavšek, 2000b). Da weder der Orientierungs- noch der Kontrastwechsel durch die im Test veränderte Musterung (dunkles Muster im Test innen statt außen, vgl. Abbildung 23) zu einer Unterscheidung der verwendeten Einzelreize führten, ist eher zu vermuten, dass das vereinfachte Reizmaterial für die untersuchten Säuglinge nicht interessant oder aktivierend genug war, um eine Verarbeitungstiefe auszulösen, die zu einer erfolgreichen Diskrimination geführt hätte. Dagegen schien die saliente Farbgebung und im Test wechselnde Außenform der bunten Stimuli deren Verarbeitung und Unterscheidung für die Säuglinge beider Altersgruppen sehr viel einfacher zu machen.

Für den Vergleich der Verarbeitung von Einzel- vs. kategorialen Reizen, lässt sich aufgrund dieser Befunde schließen, dass die perzeptuellen Merkmale, insbesondere die Komplexität der Musterung, Form- und Farbgebung der für beide Aufgabentypen verwendeten Stimuli genau untersucht sein sollten. Während es für ein Within-Group-Design unerlässlich ist, die Stimulustypen zwischen beiden Aufgaben hinreichend unterschiedlich zu gestalten, um ein Fortführen der Habituation von einer Aufgabe zur anderen zu vermeiden (so sollten die Reize beider Aufgaben keinesfalls dieselben Farb-/Formelemente oder andere gemeinsame Merkmale teilen, die zur Bildung einer aufgabenübergreifenden Reizrepräsentation führen könnten), sollte dennoch darauf geachtet werden, dass die Art der Musterung sowie die Gestaltung der Außenform (bzw. deren Orientierung oder Veränderung im Test) der verwendeten Reize zwischen Einzel- und Kategorisierungsaufgabe vom

Schwierigkeitsgrad her etwa vergleichbar sind. Auch könnten für beide Aufgabentypen farbige Stimuli erwogen werden, um beide Aufgaben ähnlich interessant zu gestalten. Jedoch dürfte die Farbgebung hierbei weder zwischen den Aufgabentypen noch innerhalb jeder Aufgabe zwischen Standard- und Testreizen zu ähnlich sein, um eine klare Unterscheidbarkeit der Aufgaben sowie der jeweiligen Testreize zu gewährleisten. Insbesondere sollten Einzelreize und kategoriale Reize von vergleichbarer Komplexität sein, so dass die Verarbeitung eines einzelnen Reizes nicht in sich höhere Anforderungen stellt als die Abstraktionsleistung der Kategorienbildung.

### **Zusammenfassung**

Experiment 5 untersuchte die Habituations-/Dishabituationsleistungen von fünf und sieben Monate alten Säuglingen ( $N = 82$ ) in zwei Einzelreizaufgaben (Bunt vs. Schwarz-Weiß), die in einem fixed-trial Design mit paarweiser Stimulusdarbietung (15s) präsentiert wurden. Wie in Experiment 1 bis 4 traten in beiden Habituationaufgaben klare Habituationseffekte an die Stimuli auf. Während die Kinder für den neuen bunten Einzelreiz eine deutliche Neuheitspräferenz zeigten, wurde der neue schwarz-weiße Einzelreiz trotz vereinfachter Form nicht diskriminiert. Diese Effekte waren größtenteils unabhängig von Alter und Aufgabenreihenfolge, wobei die Habituation in der schwarz-weißen Einzelreizaufgabe bei Darbietung an zweiter Stelle stärker ausfiel.

Im Gegensatz zu den Experimenten 1 und 2, doch in Übereinstimmung mit Experiment 4 ergaben sich im letzten Experiment für keine der beiden Aufgaben Zusammenhänge von Habituations- und Dishabituationsleistung: Weder die Gesamtblickdauer noch die Habituationsstärke wirkten sich auf die Höhe der Neuheitspräferenz im Test aus. Zwischen beiden Einzelreizaufgaben fand sich wie in allen vorigen Experimenten eine intraindividuelle Konsistenz in der verwendeten Gesamtblickzeit (.34) und erstmalig eine positive Korrelation der Dishabituationsstärke, jedoch wiederum keine Korrelation der Habituationsstärke.

Ein Vergleich der bunten Einzelreizaufgabe mit der design-gleichen Kategorisierungsaufgabe des Experiments 4 ergab eine vergleichbare Habituationsstärke in beiden Aufgaben. Die signifikant stärkere Neuheitspräferenz bei gleichzeitig kürzerer Gesamtblickzeit in der Einzelreizaufgabe weist jedoch auf eine schnellere Verarbeitung und leichtere Unterscheidung bunter Einzelreize als kategorialer Reize hin.



*„Habituation remains one of the most intriguing and useful windows to the mental processes of infants.“*

(Schöner & Thelen, 2006, S. 39)

## **KAPITEL 12**

### **ALLGEMEINE DISKUSSION**

Die allgemeine Diskussion der Ergebnisse aus den Experimenten 1 bis 5 erfolgt im Hinblick auf die Fragestellung und Hypothesen zu den drei Themenbereichen der vorliegenden Arbeit, die im Theorieteil formuliert wurden (vgl. Kapitel 5). So werden zunächst (1) die Ergebnisse zur aufgabenübergreifenden Generalität der Habitutionsfähigkeit im Säuglingsalter diskutiert, gefolgt von einer Diskussion (2) der Befunde zum Zusammenhang zwischen Habituation und Dishabituation innerhalb der dargebotenen Habitutionsaufgaben. Danach wird (3) der Einfluss der verwendeten Maße und experimentellen Prozedur auf die vorliegenden Ergebnisse kritisch diskutiert. Im Anschluss werden die Befunde hinsichtlich der latenten Verarbeitungsprozesse in Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben in Rückbezug auf die Komparatortheorie eingeordnet. Abschließend folgt ein Fazit.

#### **12.1 Generalität der Habitutionsfähigkeit im Säuglingsalter**

Eine der Hauptfragen, die zur vorliegenden Arbeit motivierte, war die Frage, ob es eine *allgemeine Habitutionsfähigkeit* als stabiles Merkmal der Informationsverarbeitung im Säuglingsalter gibt und ob sich diese Fähigkeit in vergleichbarer Weise in verschiedenen Aufgabenkontexten äußert. Dazu wurde die Habituation an einen *einzelnen* Reiz (Einzelreizaufgabe) mit der Habituation an *multiple* kategoriale Reizexemplare (Kategorisierungsaufgabe) verglichen und folgende Hypothesen formuliert (vgl. Kapitel 5.2):

##### *Hypothese 1:*

Die Habitutionsleistung in beiden Aufgabentypen weist signifikante positive Zusammenhänge auf.

Ein positiver Zusammenhang zwischen den Aufgabentypen wurde unabhängig von der spezifischen Habituationsprozedur sowohl für die insgesamt aufgewendete Blickzeit (*Hypothese 1a*), als auch für die Stärke der Habituation (Ausmaß der Aufmerksamkeitsabnahme im Habitationsverlauf) erwartet (*Hypothese 1b*). Schließlich wurde vermutet, dass auch die Fähigkeit zur Dishabituation sich unabhängig vom spezifischen Aufgabenkontext äußern könnte und somit zwischen den Aufgaben positiv korreliert (*Hypothese 1c*).

Die Ergebnisse der Zusammenhänge zwischen den jeweils dargebotenen Habituationsaufgaben sind noch einmal in Tabelle 18 für alle Experimente zusammengestellt, in denen Korrelationsanalysen für die verschiedenen Aufmerksamkeitsmaße innerhalb und zwischen den Aufgaben durchgeführt wurden (Experiment 1, 2, 4 und 5)<sup>13</sup>. In diesem Abschnitt werden die Zusammenhänge *zwischen* den Aufgaben (fett gedruckt) diskutiert.

Wie aus Tabelle 18 ersichtlich, ergaben sich in allen Experimenten signifikant positive Korrelationen zwischen der *Gesamtfixationsdauer* in beiden Aufgaben (vgl. auch Ergebnisse Kapitel 7, 8, 10 und 11). Die Höhe dieses Zusammenhangs ist mit Werten zwischen .34 und .48 als mittelgroßer Effekt zu bezeichnen (Cohen, 1988). Das zweite Habituationsmaß, die Stärke der Habituation über die Darbietungsdurchgänge, war hingegen in keinem der Experimente zwischen den Aufgaben korreliert. Damit konnte Hypothese 1 für das Maß der Gesamtblickzeit bestätigt werden (Hypothese 1a), jedoch nicht für das Maß der Habituationsstärke (Hypothese 1b). Dieses Ergebnismuster stellte sich unabhängig davon ein, ob die Habituationsleistungen einer Einzelreiz- und einer Kategorisierungsaufgabe miteinander verglichen wurden (Experimente 1, 2 und 4) oder die Habituationsleistungen zweier Einzelreizaufgaben (Experiment 5).

Die Übereinstimmung in der verwendeten Gesamtblickdauer in allen genannten Experimenten spricht für die Fixationsdauer als Maß einer allgemeinen Fähigkeit der Reizverarbeitung. So scheint sich in der Blickzeit, die ein Kind insgesamt zur Habituation aufwendet, eine intraindividuell stabile Informationsverarbeitungsfähigkeit widerzuspiegeln, die sich relativ unabhängig vom jeweiligen Aufgabentyp bei der Bearbeitung visueller Habituationsaufgaben äußert. Dabei scheint es für die Höhe des Zusammenhangs keine Rolle zu spielen, ob die Verarbeitung einzelner vs. kategorialer Stimuli oder zwei verschiedener Einzelreize verglichen wird; lediglich die Darbietungsprozedur (sequentiell vs. paarweise) scheint die Höhe der Zwischenaufgabenzusammenhänge zu beeinflussen (s. Abschnitt 12.3).

---

<sup>13</sup> Da die fünf und sieben Monate alten Säuglinge in allen Experimenten weitgehend vergleichbare Habituations-Dishabituationsleistungen zeigten, wurden für die Analyse der Zusammenhänge der Blickmaße innerhalb und zwischen den Aufgaben jeweils die Säuglinge beider Altersgruppen zusammengefasst.



Insgesamt weist die dreifach replizierte Korrelation der Gesamtblickzeit auf eine stabile Informationsverarbeitungsfähigkeit hin, die unabhängig vom spezifischen Aufgabenvergleich zu beobachten ist.

Dagegen fand sich in keinem der Experimente ein Zusammenhang der Habituationsstärke zwischen beiden Aufgaben. Somit scheint dieses Maß weder zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben noch zwischen zwei Einzelreizaufgaben einen einheitlichen Prozess abzubilden. Diese Instabilität zwischen verschiedenen Habituationsaufgaben ist insofern interessant, als das Maß der Blickzeitenabnahme über die Darbietungsdurchgänge eine in Säuglingsstudien häufig verwendete Variable ist, die gemeinhin als Maß der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit interpretiert wird. Dabei gilt besonders in Kategorisierungsstudien der Vergleich der gemittelten ersten mit den letzten Habitationsdurchgängen als Indikator eines erfolgreichen Repräsentationsaufbaus (Habituationseffekt). Während ein signifikanter Abfall der Blickzeiten für die Gesamtgruppe tatsächlich meist mit einer erfolgreichen Kategorisierung in der Stichprobe einhergeht und insofern eine Verarbeitung der Habitationsstimuli indiziert, scheint das Ausmaß der Blickzeitenabnahme für ein einzelnes Kind keine besonders stabile Fähigkeit darzustellen, wie die mangelnden intraindividuellen Übereinstimmungen in vier Experimenten zeigen.

Auch für die Dishabituationsleistung zeichnete sich keine positive Korrelation zwischen der Einzelreiz- und der Kategorisierungsaufgabe ab. Die Rekognitionsfähigkeit für einen einzelnen Reiz scheint damit nicht mit der Fähigkeit einherzugehen, einen im Hinblick auf die kategoriale Zugehörigkeit abweichenden Reiz zu kategorisieren. Allerdings zeigte sich für die Einzelreizaufgabe in keinem der Experimente ein signifikanter Dishabituationseffekt, was aufgrund der eingeschränkten Varianz einen möglichen Zusammenhang mit der Kategorisierungsleistung beeinträchtigt haben könnte. Dagegen zeigte sich mit dem positiven Zusammenhang der Neuheitspräferenz zwischen zwei Einzelreizaufgaben (vgl. Experiment 5, Tabelle 18) ein Hinweis auf eine intraindividuell konsistente Sensitivität für Neues. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass die gefundene Korrelation von .25 einen eher kleinen Wert darstellt, dessen Signifikanz möglicherweise durch die recht große Stichprobe ( $N = 82$ ) sowie die größere Streuung der Dishabituationsreaktionen vor allem in der bunten Einzelreizaufgabe (die hier deutlich stärker als z.B. in Experiment 4 ausgeprägt war, vgl. Kapitel 11, Tabelle 17) beeinflusst worden sein kann. Insofern zeigt dieser nach Cohen (1988) kleine Effekt im letzten Experiment zwar eine - in den Experimenten 1, 2 und 4 nicht gefundene - Übereinstimmung der Dishabituationsleistung auf, ist jedoch im Hinblick auf seine Höhe eher vorsichtig zu interpretieren.

Die intraindividuelle Diskrepanz in der aufgabenübergreifenden Stabilität der beiden Habituationsmaße Gesamtblickzeit und Habituationsstärke sowie der Dishabituationsleistung wirft die Frage auf, was mit diesen Maßen jeweils erfasst wird. Weitere Aufschlüsse über die diesen Blickmaßen zugrundeliegenden Prozesse bietet der Vergleich der Zusammenhänge innerhalb der Aufgaben, vor allem die Bezüge beider Habituationsmaße mit der Dishabituationsleistung.

## 12.2 Zusammenhang von Habituation und Dishabituation

Die Frage, ob Habituations- und Dishabituationsleistung auf einer *gemeinsamen Fähigkeit* oder auf *separaten Prozessen* basieren, wurde durch den Vergleich der Aufmerksamkeitsleistungen innerhalb der beiden Aufgabentypen untersucht. Hierzu bestanden vor der Annahme einer aufgabenübergreifenden Gültigkeit des Komparatormodells folgende Erwartungen (vgl. Kapitel 5.2):

### *Hypothese 2:*

Für die Einzelreizaufgabe wird ein positiver Zusammenhang von Habituations- und Dishabituationsperformanz erwartet. Dieser Zusammenhang sollte sowohl zwischen Gesamtfixationsdauer und Dishabituation auftreten (*Hypothese 2a*) als auch zwischen Habituationsstärke und Dishabituation (*Hypothese 2b*).

### *Hypothese 3:*

Für die Kategorisierungsaufgabe werden gleichförmige Zusammenhänge zwischen Habituation und Dishabituation wie in der Einzelreizaufgabe erwartet, sowohl zwischen Gesamtblickzeit und Dishabituation (*Hypothese 3a*) als auch zwischen Habituationsstärke und Dishabituation (*Hypothese 3b*).

Die Gültigkeit von Hypothese 2 konnte nur für bestimmte Blickmaße bestätigt werden (siehe Tabelle 18). So zeigten sich für die Einzelreizaufgabe nur in Experiment 1 und 2 positive Zusammenhänge von .25 und .41 zwischen der Habituations- und Dishabituationsstärke (Hypothese 2b), während die Gesamtfixationsdauer keine Bezüge zur Dishabituationsleistung aufwies (Hypothese 2a).

Analog zeigten sich auch für die Kategorisierungsaufgabe nur in den ersten beiden Experimenten Belege für Hypothese 3: Hierbei zeigten sich negative Korrelationen der Gesamtblickzeit mit der Kategorisierungsleistung von  $-.24$  und  $-.33$  (Hypothese 3a) und im zweiten Experiment auch ein hoher positiver Zusammenhang von  $.51$  zwischen Habituationsstärke und Kategorisierung (Hypothese 3b) (vgl. Tabelle 18).

Die beobachteten Zusammenhänge von Habituation und Dishabituation (wenn auch in unterschiedlicher Höhe für verschiedene Maße, vgl. Abschnitt 12.3), die sowohl in den Korrelations- als auch in den Subgruppenanalysen der ersten beiden Experimente zu beobachten waren, können als eine Bestätigung des Komparatormodells gewertet werden.

In der Einzelreiz- wie in der Kategorisierungsaufgabe zeigten Kinder mit einer starken Blickzeitenabnahme in der Habituationsphase eine größere Neuheitsreaktion auf den Testreiz als schwach habituierte Kinder. Dass in der Kategorisierungsaufgabe auch Kinder mit unterdurchschnittlicher Habituationsleistung einen Aufmerksamkeitsanstieg in der Testphase zeigten, geht vermutlich auf die insgesamt leichtere Unterscheidbarkeit des neuen kategorialen Testexemplars zurück (kontrastierte Farbe und Form); das Ausmaß der Dishabituation war jedoch für Kinder mit überdurchschnittlicher Habituationsleistung (geringe Gesamtblickzeit, starke Habituation) auch in dieser Aufgabe deutlich stärker ausgeprägt. Dieser Befund spricht für die Stärke der Habituationsreaktion als Indikator für die Fortgeschrittenheit der Repräsentationsbildung bei der Enkodierung des Standardreizes. Die Höhe der Korrelationen zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung war dabei im zweiten Experiment (fixed-trial Design) stärker ausgeprägt als im ersten Experiment (infant-control Design), ein Befund, der mit dem kognitiven Modell übereinstimmt und im Abschnitt 12.3 zum Vergleich der experimentellen Prozeduren genauer diskutiert wird.

Interessanterweise fallen die Zusammenhänge der Gesamtblickzeit mit dem Ausmaß der Dishabituation in der kategorialen Aufgabe höher aus als in der Einzelreizaufgabe (Experimente 1 und 2). So zeigten Kinder mit kurzen Fixationszeiten eine besonders ausgeprägte Kategorisierung, doch kaum eine bessere Einzelreizdiskrimination als lange Fixierer. Dieses Ergebnis steht der häufig berichteten besseren Diskriminationsleistung von kurzen Fixierern entgegen (vgl. Arbeiten von Colombo, Kapitel 4.3), erklärt sich aber vermutlich aus dem hier gewählten Design einer festgelegten Anzahl an Habitationsdurchgängen. So könnte es sein, dass kurz fixierende Kinder, die den Reiz der Einzelreizaufgabe schnell verarbeitet hatten, durch die anhaltende Präsentation „gezwungen“ wurden, noch mehr Blickzeit zu akkumulieren, als es in einem vollständig blickkontrollierten Design der Fall gewesen wäre. Wenn auf diese Weise selbst schnelle Verarbeiter noch relativ

viel Blickzeit aufwendeten, ist es denkbar, dass sich in der Subgruppe der unterdurchschnittlich lang fixierenden Kinder langsame und schnelle Informationsverarbeiter befanden, deren Dishabituationsleistung sich dann nicht mehr signifikant von der Leistung der überdurchschnittlich langen Fixierer abhob, zumal der Gesamtdishabituationseffekt in der Einzelreizaufgabe ohnehin sehr schwach ausgeprägt war. Möglicherweise war die verlangte Reizdiskrimination auch weder für lange noch für kurze Fixierer zu leisten. In der Kategorisierungsaufgabe gab es hingegen einen insgesamt größeren Dishabituationseffekt, der besonders stark von den kurz fixierenden Kindern gezeigt wurde (vgl. Experimente 1 und 2). Da in dieser Aufgabe in jedem Durchgang ein neuer Reiz verarbeitet werden musste, deutet eine ausgeprägte Dishabituation bei jeweils kurzer Fixationsdauer auf eine gute Verarbeitungskapazität hin. Die kategoriale Aufgabe schien dabei eine anspruchsvollere Habituation und gleichzeitig leichtere Diskrimination zu beinhalten, eine Konstellation, die den Bezug zwischen Gesamtblickdauer und Dishabituationsleistung bestärkt haben könnte.

In den letzten beiden Experimenten (Experimente 4 und 5) fanden sich weder für die Einzelreiz- noch für die Kategorisierungsaufgabe signifikante Korrelationen zwischen Habituation und Dishabituation; hier wurden die Reize jedoch paarweise statt wie zuvor einzeln sequentiell dargeboten. Die Abhängigkeit der Habituations-Dishabituations-Zusammenhänge von der verwendeten experimentellen Prozedur und den damit einhergehenden Dishabituationsmaßen wird im nächsten Abschnitt ausführlich diskutiert.

### **12.3 Maße und experimentelle Prozedur**

Die Zusammenhänge verschiedener Habituations- und Dishabituationsmaße untereinander sollte auch in Abhängigkeit von der verwendeten experimentellen Prozedur untersucht werden, da diese und die sich aus der Prozedur ergebenden Maße die Bezüge der Aufmerksamkeitsleistungen beeinflussen können. Bezüglich des Einfluss dieser methodischen Variationen wurden folgenden Erwartungen aufgestellt:

#### *Hypothese 4:*

Die beiden Habituationsmaße Gesamtblickzeit und Habituationsstärke sollten innerhalb beider Aufgaben negative Zusammenhänge aufweisen.

*Hypothese 5:*

Der Zusammenhang zwischen Habituation und Dishabituation ist bei blickkontrollierter Darbietung schwächer oder gar nicht ausgeprägt.

*Hypothese 6:*

Der Zusammenhang zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung fällt in einer paarweisen Habituationsprozedur geringer aus als bei konsekutiv einzelner Reizdarbietung.

Vor der Annahme einer allgemeinen Habituationsfähigkeit wurde in Hypothese 4 vermutet, dass verschiedene Habituationsmaße (wie Gesamtblickzeit und Habituationsstärke) die gleiche zugrunde liegende Informationsverarbeitungscompetenz indizieren und daher innerhalb beider Aufgaben Zusammenhänge aufweisen. Diese Hypothese konnte für drei von vier Experimenten bestätigt werden (Experimente 2, 4 und 5; vgl. Tabelle 18): Hierbei ging eine hohe Gesamtblickzeit mit einer geringen Habituationsstärke einher, während Kinder mit wenig Gesamtblickzeit eine starke Abnahme ihrer Blickzeiten über die Habitationsdurchgänge zeigten. Dieser negative Zusammenhang war jeweils für Einzel- und Kategorisierungsaufgabe gleichermaßen zu beobachten (nur in Experiment 2 erreichte die Korrelation in der Kategorisierungsaufgabe keine Signifikanz, tendierte jedoch in die erwartete Richtung; siehe Tabelle 18) und deutet darauf hin, dass die schneller verarbeitenden Kinder (kurze Fixationsdauer) in beiden Aufgaben auch rascher eine Repräsentation des wiederholten Reizes aufgebaut haben (starke Habituation).

Die negative Korrelation von Gesamtblickzeit und Habituationsstärke trat unabhängig davon auf, ob die Reize einzeln oder paarweise präsentiert wurden, hing allerdings von der Gestaltung der Durchgangsdauer ab. So fand sich im Experiment 1, in welchen die Säuglinge selbst die Darbietungsdauer der Reize bestimmen konnten (infant-control), keinerlei Zusammenhang dieser beiden Habituationsmaße. Dieser Befund geht wahrscheinlich darauf zurück, dass bei blickkontrollierter Durchgangsdauer sowohl kurz als auch lang fixierende Säuglinge eine Abnahme ihrer Blickzeiten zeigen konnten; bei festgelegter Präsentationszeit konnten dagegen die langen Fixierer nicht mit ausreichend hohen Blickzeiten starten, um über die Habitationsphase einen ebenso starken Abfall zu zeigen wie die kurz fixierenden Kinder bzw. in der gegebenen Habitationszeit auf eine vergleichbar geringe Blickzeit abzusinken, was zum Auftreten der negativen Korrelation beider Habituationsmaße nur bei fixer Trialdauer führte.

Das wiederholte Auftreten dieses Zusammenhangs bekräftigt die Interpretation dieser beiden Habituationsmaße als Informationsverarbeitungscompetenzen im Sinne des kognitiven Modells. Dabei scheint eine begrenzte Verarbeitungszeit den Zusammenhang beider Komponenten besonders herauszustellen (unter „erschwerten“ Bedingungen zeigen die kurzen Fixierer eine bessere Habituationsleistung), während bei blickkontrollierter Darbietung jedes Kind die Aufgabe der Habituation – unabhängig von seinem Blickzeitenniveau – lösen kann. Die nur mittlere Höhe des Zusammenhangs (um  $-0.30$ ) und seine Abhängigkeit von der Durchführungsprozedur weisen jedoch darauf hin, dass die manifesten Maße Gesamtblickzeit und die Habituationsstärke zwar zusammenhängende, aber nicht übereinstimmende latente Prozesse indizieren. Diese Unterschiedlichkeit der abgebildeten Prozesse wird auch durch die Diskrepanz in der Überstimmung dieser Maße zwischen verschiedenen Habituationsaufgaben deutlich: Während die Gesamtblickzeit in allen Experimenten zwischen beiden Habituationsaufgaben korrelierte, zeigte sich für die Habituationsstärke keine intraindividuelle Konsistenz zwischen den Aufgaben (vgl. Tabelle 18). Die Frage der durch die erhobenen Maße erfassten latenten Verarbeitungsprozesse wird in Abschnitt 12.4 noch ausführlicher aufgegriffen. Zuvor wird diskutiert, inwiefern die beobachteten Bezüge zwischen Habituation und Dishabituation mit der verwendeten experimentellen Prozedur variiert haben.

In Hypothese 5 wurde angenommen, dass der Zusammenhang zwischen Habituation und Dishabituation bei blickkontrollierter Darbietung schwächer oder gar nicht ausgeprägt sei. So erhalten bei blickkontrollierter Darbietungsdauer alle Kinder Gelegenheit zur ausführlichen Verarbeitung des Standardreizes und sollten somit gleichermaßen erstaunt auf den Dishabituationsreiz reagieren. Tatsächlich war die Korrelation zwischen der Habituationsstärke und der Dishabituation bei blickkontrollierter Darbietung schwächer als bei fixer Darbietung bzw. gar nicht ausgeprägt (siehe Tabelle 18; Experiment 1).

Diese Bestätigung der Hypothese 5 steht im Einklang mit Kavšeks (2000a, b) Drei+Zwei-Komponentenmodell, einer Spezifizierung des Komparatormodells, nach dem sich die Reizverarbeitungsgeschwindigkeit umso mehr auf die Diskriminierungsleistung auswirken sollte, je weniger Zeit zur Repräsentationsbildung zugestanden wird (vgl. Kapitel 3.3). Bei einer vom Säugling bestimmten Blickdauer sollten alle Kinder ausreichend Zeit zum Aufbau einer Reizrepräsentation erhalten und daher am Ende der Habituationsphase gleichermaßen stark habituiert sein (Deckeneffekt). Das Auftreten der Dishabituation hängt dann nicht mehr vom Grad der Vollständigkeit der Repräsentation ab (welche bei allen

Kindern hinreichend weit fortgeschritten sein sollte), sondern von der Fähigkeit zur Diskrimination des neuen Reizes.

Bei verkürzter Habituationszeit hingegen sollten schnell verarbeitende Kinder in der Testphase im Vorteil sein und eine bessere Dishabituationsleistung als langsam verarbeitende Kinder zeigen, da schnelle Verarbeiter es auch bei begrenzter Darbietungsdauer eher schaffen, ein Engramm des Habituationsreizes aufzubauen, welches als Basis für den Vergleichsprozess zwischen Habituations- und Dishabituationsreiz dient. Die Tatsache, dass im ersten Experiment überhaupt Bezüge zwischen Habituation und Dishabituation zu beobachten waren, ist vermutlich auf die fixe Anzahl an Durchgängen (zehn Trials) zurückzuführen, wodurch die Gelegenheit zur Habituation trotz sehr langer möglicher Durchgangsdauern begrenzt wurde.

Hypothese 6 postulierte, dass der Zusammenhang zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung bei einer paarweisen Habituationsprozedur geringer ausfällt als bei konsekutiv einzelner Reizdarbietung. In der Tat fanden sich für die beiden Experimente mit paarweiser Reizdarbietung (Experimente 4 und 5) gar keine Bezüge zwischen Habituations- und Dishabituationsperformanz, weder für die Gesamtblickzeit noch für die Habituationsstärke, d.h. kurze und lange Fixierer und starke und schwache Habituierte dishabituieren je nach Aufgabe gleichermaßen stark bzw. schwach auf den neuen Testreiz (vgl. Tabelle 18).

Das Ausbleiben jeglicher Korrelation erstaunt zunächst, denn obwohl angenommen wurde, dass eine paarweise Prozedur die Enkodierung erleichtern könnte, steht dieses Ergebnis der Komparatortheorie diametral entgegen, nach welcher man bei festgelegter Präsentationsdauer zumindest eine moderate Habituations-Dishabituations-Korrelation erwarten würde (vgl. Kapitel 3, sowie Ergebnisdiskussion Abschnitt 12.3).

Der fehlende Zusammenhang in den Paarvergleichsstudien im Gegensatz zur den Experimenten mit konsekutiv einzelner Reizdarbietung kann durch prozedurabhängige Änderungen entweder (a) im Habituationsprozess oder (b) im Dishabituationsprozess entstanden sein. So könnte (a) allen Kindern der Aufbau einer Reizrepräsentation leichter gefallen sein, da eine paarweise Präsentation den Vergleich der dargebotenen Stimuli betont und somit die erforderliche Aufgabe salienter macht; somit könnten sich die Kinder trotz der Variabilität ihrer Blickzeiten im Ausmaß der Enkodierung und Repräsentationsaufbaus einander angenähert haben und mit ähnlichen Bedingungen in die Testphase gegangen sein (ähnlich wie im blickkontrollierten Experiment 1). Daneben war (b) bei simultaner Darbietung auch die Andersartigkeit des neuen Reizes leichter zu erkennen und erforderte weniger Gedächtnisfähigkeiten; schließlich war in der Dishabituationsphase ein simultaner

Abgleich zweier parallel präsentierter Reize gefordert und nicht, wie in den ersten Experimenten, ein Abgleich zwischen einem aktuell dargebotenen Reiz mit einer aktiviert zu haltenden inneren Gedächtnisrepräsentation. Letztgenannte Möglichkeit (b) hätte es allen Kindern leichter gemacht zu dishabituierten, selbst bei individuell unterschiedlich weit fortgeschrittenem Repräsentationsaufbau.

Während sowohl Möglichkeit (a) als auch (b) prozedurale Enkodierungs- bzw. Unterscheidungserleichterungen durch die Paardarbietung darstellen, welche die sich bei konsekutiver Darbietung einstellenden Unterschiede zwischen den Kindern und damit den Zusammenhang von Habituations- und Testleistung verwischen könnten, ist noch eine dritte Möglichkeit (c) zur Erklärung der abweichenden Befundmuster der Experimente 1 und 2 versus 4 und 5 denkbar, welche sich auf die Erfassung der Dishabituationsleistung<sup>14</sup> durch jeweils unterschiedliche Maße bezieht: So wurde in den Experimenten mit konsekutiver Reizdarbietung ein *Erholungsmaß* der Aufmerksamkeit (vom letzten Habituationsdurchgang zum Testdurchgang) erfasst, während in den Experimenten mit paarweiser Darbietung ein Maß der *Neuheitspräferenz* (neues Testobjekt vs. vertrautes Testobjekt) berechnet wurde, unabhängig von der Blickzeit am Ende der Habituation (vgl. Ergebnistabellen der Kapitel 7, 8, 10 und 11).

Es ist denkbar, dass diese beiden Dishabituationsmaße unterschiedliche latente Prozesse erfassen (ähnlich wie auch verschiedene Habituationsmaße separate Prozesse indizieren können, siehe obige Diskussion der Hypothese 4), zumal der fehlende Zusammenhang zwischen Habituationsleistung und Neuheitspräferenz unabhängig vom allgemeinen Ausmaß des Dishabituationseffekts auftrat: So war weder bei starker Dishabituation (Kategorisierungs-aufgabe, Einzelreizaufgabe Bunt) noch bei ausbleibender Dishabituation (Einzelreizaufgaben der Experimente 4 und 5) der Gesamtgruppe eine Korrelation mit der Habituationsleistung zu beobachten. Dabei scheint das Maß der Neuheitspräferenz eher die Sensitivität für Neues abzubilden, während die Erholung der Aufmerksamkeit sowohl die Diskrimination des neuen Reizes als auch die Fortgeschrittenheit der Enkodierung des Standardreizes bzw. die Komplementarität dieser beiden Prozesse zu erfassen scheint.

Eine Möglichkeit zur Validierung dieser Überlegungen besteht darin, auch für die Studien mit Paarvergleich ein Erholungsmaß der Dishabituation zu bilden und die Zusammenhänge dieses Maßes mit der Habituationsperformanz zu vergleichen. Indiziert das

---

<sup>14</sup> Im Gegensatz zur Dishabituationsleistung wurde die Habituationsleistung in allen Experimenten durch die gleichen Maße erfasst: Gesamtblickzeit (Summe aller Trials) und Habituationsstärke (erste drei – letzte drei Trials); die Berechnungsformeln blieben dabei trotz variierender Anzahl der Durchgänge (zehn, sieben) in ihrer Grundstruktur stets gleich (vgl. Kapitel 7 bis 11).

Erholungsmaß der Dishabituation im Gegensatz zum Maß der Neuheitspräferenz auch den Grad der Vollständigkeit der aufgebauten Repräsentation, so sollte dieses Maß bei paarweiser wie bei konsekutiver Darbietung des Standardreizes einen Bezug zur Habituationsleistung aufweisen. Zur Prüfung dieser Annahme wurde auch für die Experimente 4 und 5 ein Dishabituationsmaß der *Erholung* der mittleren Blickzeit für das neue Testobjekt im Vergleich zur mittleren Blickzeit für den Standardreiz im letzten Habitationsdurchgang gebildet und dieses mit dem üblichen Maß der *Neuheitspräferenz* für das neue Testobjekt im Testpaar (im Vergleich zum bekannten Testreiz) bezüglich der Zusammenhänge mit der Habituationsleistung verglichen.

Tatsächlich zeigten sich mit diesem für Paarvergleichsstudien etwas unorthodoxen Indikator der Dishabituation Bezüge zwischen Habituations- und Dishabituationsleistung, die denjenigen der ersten beiden, sequentiell durchgeführten Experimente entsprechen (siehe Tabelle 19). In drei der vier paarweise durchgeführten Aufgaben zeigten jeweils diejenigen Kinder eine bessere Habituationsleistung, die weniger Gesamtblickzeit aufwendeten und stärker habituierten. In der Einzelreizaufgabe des vierten Experiments (Diskrimination der komplex gemusterten Einzelreize) wiesen die Korrelationen in die gleiche Richtung, erreichten jedoch keine Signifikanz, vielleicht aufgrund der insgesamt sehr geringen Habituations-Dishabituationseffekte in dieser Aufgabe (vgl. Kapitel 10).

Die erwartungsgemäß negativen Korrelationen der Dishabituationsleistung mit der Gesamtfixationsdauer und positiven Korrelationen mit der Habituationsstärke bestätigen die Annahme des Erholungsmaßes als Indikator für die Fortgeschrittenheit des Repräsentationsaufbaus. Zusätzlich bildet dieses Maß, wie im kognitiven Modell postuliert, auch die Fähigkeit zur Neuheitsdiskrimination ab, wie die hohen positiven Korrelationen der Dishabituationsmaße Erholung und Neuheitspräferenz in allen vier Aufgaben der letzten beiden Experimente zeigen (Tabelle 19).

Diese Befunde sprechen weniger für qualitativ andere Habituations-/Dishabituationsprozesse bei paarweiser im Vergleich zu konsekutiver Reizdarbietung (vgl. Annahmen a und b oben), sondern eher dafür, dass verschiedene Blickmaße je nach Prozedur verschiedene Aspekte bzw. latente Prozesse im Habituations-Dishabituationsgeschehen erfassen (Annahme c). Eine Abgrenzung dieser Prozesse im Hinblick auf die Verarbeitung von einzelnen versus von kategorialen Reizen wird im nächsten Abschnitt vorgenommen.

Tabelle 19  
 Korrelationen verschiedener Habituations- und Dishabituationsmaße innerhalb und zwischen den jeweils dargebotenen beiden Habituationsaufgaben in den Experimenten 4 und 5

Aufmerksamkeitsmaß	2	3	4	5	6	7	8
<b>Experiment 4 (N = 80)</b>	Paarweises fixed-trial Design						
<i>Einzelreizaufgabe</i>							
1. Gesamtblickzeit	-.27*	.17	-.17	<b>.34**</b>			
2. Habituationsstärke		-.13	.16		<b>.08</b>		
3. Neuheitspräferenz			.49**			<b>.01</b>	
4. Erholungsmaß							<b>.10</b>
<i>Kategorisierungsaufgabe</i>							
5. Gesamtblickzeit					-.34**	-.12	-.34**
6. Habituationsstärke						-.02	.31**
7. Neuheitspräferenz							.44**
8. Erholungsmaß							
<b>Experiment 5 (N = 82)</b>	Paarweises fixed-trial Design						
<i>Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß</i>							
1. Gesamtblickzeit	-.31**	-.12	-.32**	<b>.34**</b>			
2. Habituationsstärke		.04	.39**		<b>.01</b>		
3. Neuheitspräferenz			.44**			<b>.24*</b>	
4. Erholungsmaß							<b>.14</b>
<i>Einzelreizaufgabe Bunt</i>							
5. Gesamtblickzeit					-.27*	-.03	-.28*
6. Habituationsstärke						.22	.45**
7. Neuheitspräferenz							.66**
8. Erholungsmaß							

*Beachte:* Angegeben sind Produkt-Moment Korrelationen  $r$  nach Pearson. Die fett gedruckten Korrelationen beschreiben Zusammenhänge *zwischen* den Aufgaben, die restlichen Werte geben die Korrelationen der Aufmerksamkeitsmaße *innerhalb* jedes Aufgabentyps wieder. Die Berechnung des Dishabituationsmaßes der Neuheitspräferenz im Paarvergleich erfolgte nach der Formel:  $(\text{Test neu} - \text{Test alt}) / (\text{Test neu} + \text{Test alt})$  (vgl. Kapitel 10 und 11). Das Erholungsmaß der Dishabituation wurde durch einen Vergleich der mittleren Blickzeit auf das neue Objekt des Testpaares mit der mittleren Blickzeit auf den Standardreiz im letzten Habitationsdurchgang gebildet:  $(\text{Test neu} - \text{Trial 7}) / (\text{Test neu} + \text{Trial 7})$ . Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Erholungsmaße der Dishabituation sind im Anhang in Tabelle A9 aufgeführt; für die Berechnung und deskriptive Statistik der Habitationsmaße siehe Tabellen 12 und 15 in Kapiteln 10 und 11.

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

## 12.4 Latente Prozesse der Verarbeitung einzelner und kategorialer Stimuli

Die vorliegende Arbeit war von einigen grundsätzlichen Fragen zum Habitations-Dishabitationsgeschehen im Säuglingsalter geleitet (vgl. Kapitel 5). Im Folgenden sollen die zentralen Befunde der Arbeit noch einmal im Hinblick auf diese Grundfragen und deren Beantwortung zusammengefasst werden.

Die Frage nach einer *allgemeinen Habitutionsfähigkeit* im Säuglingsalter und deren Erfassung kann durch den konsistenten Befund einer positiven Korrelation der Gesamtfixationszeiten in verschiedenen Habitutionsaufgaben bejaht werden (Koeffizienten zwischen .34 und .48; vgl. Tabelle 18). Die Zeit, die ein Kind zur Habituation an visuelle Stimuli aufwendet, scheint damit eine intraindividuell relativ stabile Fähigkeit der Informationsverarbeitung abzubilden. Während frühere Studien Korrelationen in ähnlicher Höhe zwischen verschiedenen Einzelreizaufgaben berichtet haben (vgl. Kapitel 1 und 4), konnten hier erstmals auch Zusammenhänge der Verarbeitungszeit zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben belegt werden. Das Maß der Habitutionsstärke erwies sich dagegen in keinem der Experimente als stabiles Merkmal; das Ausmaß der Blickzeitabnahme schwankte intraindividuell je nach Aufgabenkontext.

Die Frage nach einem *Zusammenhang zwischen Habituation und Dishabituation* im Sinne des Komparatormodells kann nach der vorliegenden Datenlage ebenfalls bejaht werden, allerdings mit der Einschränkung auf das Dishabitutionsmaß der Aufmerksamkeitserholung (im Gegensatz zur Neuheitspräferenz im Paarvergleich). So zeigten sich für alle Experimente mit festgelegter Präsentationsdauer positive Zusammenhänge der Dishabitutionsperformanz mit der Habitutionsstärke und negative Zusammenhänge mit der Gesamtblickzeit, wenn es auch einzelne nichtsignifikante Ausnahmen gab (vgl. Tabellen 18 und 19). Eine schnellere und weiter fortgeschrittene Informationsverarbeitung (kurze Fixationsdauer, starke Habituation) ging somit mit einer stärker ausgeprägten Erholung der Aufmerksamkeit vom letzten Habitationsdurchgang zum neuen Dishabitutionsreiz einher. Auch dieser Befund war einheitlich für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben zu beobachten. Dagegen fanden sich keine Bezüge zwischen der Habitutionsleistung und dem Dishabitutionsmaß der Neuheitspräferenz, wie sie durch einen Vergleich der Blickzeiten auf den neuen Reiz versus den bekannten Reiz bei simultaner Paardarbietung in der Testphase erfasst wurde.

Die Berücksichtigung verschiedener *Maße und experimenteller Prozeduren* zur Messung der Habitutions- und Dishabitutionsleistungen lieferte schließlich wertvolle Hinweise zur Beantwortung der Frage, welche latenten Prozesse dem in den verschiedenen Habitutionsaufgaben beobachtetem Blickverhalten zugrunde liegen könnten.

Die aufgabenübergreifenden und prozedurunabhängigen positiven Korrelationen der *Gesamtblickzeit* sowie der Zusammenhang dieses Maßes mit der Dishabitutionsleistung (bei fixed-trial Darbietung) weist auf die Fixationsdauer als Indikator einer allgemeinen Informationsverarbeitungsfähigkeit hin, die mit dem von Colombo postulierten Prozess der Geschwindigkeit der Reizenkodierung überstimmen könnte (vgl. Kapitel 4). Eine solche

allgemeine Reizverarbeitungsgeschwindigkeit sollte sich günstig auf die Verarbeitung aller visuellen Reize auswirken, auch auf die Enkodierung von kategorialen Stimuli; es ist somit nicht verwunderlich, dass die Gesamtblickzeit zwischen beiden Aufgabentypen korreliert. Die Tatsache, dass die Korrelation zwischen zwei Einzelreizaufgaben (Experiment 5) nicht höher ausfiel als zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben (Experimente 1, 2 und 4) weist darauf hin, dass die nur mittelgroße Höhe des Zusammenhangs der Gesamtblickzeiten nicht zwangsläufig auf einer Divergenz der Verarbeitung einzelner und kategorialer Stimuli beruht, sondern möglicherweise eher auf die Unterschiedlichkeit von Farbe, Form und Musterung des Reizmaterials und den damit einhergehenden unterschiedlich hohen Anregungsgehalt und Aktivierung (vgl. Kapitel 4.3, 7.8 und 10.8) bzw. auf eine noch steigerungsfähige Reliabilität dieses Maßes zurückgeht.

Während sich die Gesamtblickzeit als Enkodierungsgeschwindigkeit in das kognitive Modell und dazu vorliegende Befunde einfügt (vgl. z.B. Kavšek, 2000b), ist der Prozess, welcher der *Habituationsstärke* zugrunde liegt, inhaltlich schwieriger zu fassen. Zwar zeigten sich wiederholt positive Korrelationen zwischen der Habituations- und Dishabituationsstärke, was auf die Abnahme der Blickzeiten als Indikator der Fähigkeit zum raschen Repräsentationsaufbau hindeutet. Allerdings zeigt ein Kind diese Fähigkeit nicht gleichermaßen in verschiedenen Habituationsaufgaben (weder zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben noch zwischen zwei Einzelreizaufgaben fanden sich signifikante Korrelationen der Habituationsstärke); dieses Maß scheint somit keine stabile Verarbeitungs-kompetenz darzustellen. Möglicherweise geht der Zusammenhang von Habituationsstärke und Dishabituationsleistung auch auf den Zusammenhang der Habituationsstärke mit der Gesamtblickzeit zurück, welche ebenfalls mit der Dishabituation in Bezug steht. So korrelieren Gesamtblickzeit und Habituationsstärke in fixen Prozeduren negativ miteinander, was vermutlich in erster Linie messtechnische Ursachen hat: Bei begrenzter Darbietungszeit können lange Fixierer nicht mit ausreichend hohen Blickzeiten beginnen, um über die Habituationsphase in ihren Fixationsdauern ebenso stark abzusinken wie kurz fixierende Kinder. In blickkontrollierten Prozeduren zeigt sich dagegen kein Bezug beider Habituationsmaße, da sowohl kurz als auch lang fixierende Säuglinge eine Abnahme ihrer Blickzeiten zeigen können; hier ist auch der Zusammenhang von Habituationsleistung (Gesamtblickzeit, Habituationsstärke) und Dishabituationsleistung geringer oder gar nicht ausgeprägt (vgl. Diskussion Abschnitt 12.1 und 12.3).

Während die Gesamtblickdauer eine über Aufgabenkontexte hinweg relativ stabile Verarbeitungsfähigkeit indiziert, scheint die Habituationsstärke einen davon abweichenden

Prozess zu erfassen, der keine intraindividuelle Stabilität aufweist. Ob sich hinter der Habituationsstärke ein von der Gesamtblickzeit abweichender Aspekt der Enkodierungsfähigkeit verbirgt, der je nach Aufgabe individuell stärker schwankt, oder dieses Maß als solches eine sehr viel geringere Reliabilität als die Fixationsdauer aufweist, kann anhand der vorliegenden Daten nicht beantwortet werden. Möglicherweise hängt die Güte des Engrammaufbaus während der Habituationsphase mehr von der insgesamt auf den Reiz fokussierten Blickzeit ab, in der das Kind intensiv enkodiert, als von der beobachtbaren Aufmerksamkeitsabnahme bei mehrfacher Reizwiederholung. Slater (1995) sowie McCall und Mash (1995) argumentieren beispielsweise, dass die Verarbeitung eines geometrischen, zweidimensionalen Reizes sehr schnell erfolgen kann: So können Säuglinge schon nach wenigen Sekunden genügend Reizelemente enkodiert haben, um nachfolgend eine Neuheitspräferenz für einen abweichenden Reiz zu demonstrieren, welche sogar über einen längeren Zeitraum erinnert werden kann (z.B. Courage & Howe, 2001). Demnach könnte die „Grundenkodierung“ eines Reizes schon in einem oder mehreren Blicken innerhalb *eines* oder nur sehr weniger Durchgänge stattfinden; die Abnahme des Blickverhalten über weitere Trials würde dann nur sehr wenig über den stattfindenden Repräsentationsaufbau aussagen, sondern möglicherweise andere Prozesse wie z.B. die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsinhibition indizieren (vgl. McCall, 1994; McCall & Mash, 1995; Kapitel 4.6).

Auch für multiple Habituationsstimuli in Kategorisierungsaufgaben ist denkbar, dass in einem langem Blick zu Beginn der Habituationsphase zentrale Merkmale des gegebenen kategorialen Exemplars enkodiert werden, und in den folgenden Durchgängen die Ähnlichkeit der weiteren Habituationsexemplare durch kürzere oder längere Blicke erkannt werden, die in ihrer Summe aber nicht zwangsläufig unter das Anfangsniveau absinken müssen. So betonen auch Arterberry und Bornstein (2002) die Bedeutung des längsten Blicks im blickkontrollierten Design für eine gute Kategorisierungsleistung (vgl. Kapitel 4.7). Letztendlich kann für die Habituationsstärke noch nicht abschließend beantwortet werden, welcher latente Prozess sich in diesem Maß abbildet bzw. ob durch dieses eher instabile Habitationsmaß überhaupt ein für die Enkodierung relevanter Verarbeitungsprozess erfasst wird.

Die Frage, ob Habituations- und Dishabituationsleistungen auf einer *gemeinsamen Fähigkeit* oder auf *separaten Prozessen* basieren, wurde durch die Analyse der Zusammenhänge der Habituationsleistung mit verschiedenen Dishabituationsmaßen erhellt, welche ein weitgehend paralleles Ergebnismuster für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben ergab. Dabei fanden sich für alle Experimente mit festgelegter Darbietungszeit Zusammenhänge sowohl der Gesamtblickzeit als auch der Habituationsstärke mit der Erholung der

Aufmerksamkeit vom letzten Habituationsdurchgang zum neuen Testobjekt, während das Dishabituationsmaß der Neuheitspräferenz nicht mit der Habitationsperformanz kovarierte. Ob also *ein* gemeinsamer Prozess der Habituation und Dishabituation oder *zwei*, für jede Verhaltensweise spezifische Prozesse gemessen werden, scheint vom verwendeten Maß der Erfassung abzuhängen.

Hierbei scheint das *Erholungsmaß* der Dishabituation nicht nur die Diskrimination des neuen Reizes, sondern auch die Vollständigkeit der für den Standardreiz aufgebauten Repräsentation zu erfassen. Die Korrelation dieses Dishabituationsmaßes mit der Habitationsleistung weist damit auf einen Habituation und Dishabituation gemeinsamen Prozess hin, der möglicherweise die Gedächtnisfähigkeiten eines Kindes abbildet. Da das Komparatormodell Habituation als Folge einer sich aufbauenden Gedächtnisspur und Dishabituation als Ergebnis des Abgleichs dieses Engramms mit einem kontrastierenden Reiz konzeptualisiert, sind Gedächtnisfähigkeiten in beiden Fällen von großer Bedeutung. So spielt die Erinnerung an den bekannten Reiz sowohl für die Gewöhnung an denselben (Habituation) als auch für das Erstaunen bei einer Abweichung vom gebildeten Gedächtnismodell (Dishabituation) eine zentrale Rolle (vgl. Kapitel 4.5). Das Erholungsmaß – per definitionem als Verbindungsmaß des (mehr oder weniger abgeschlossenen) Habitationsprozesses mit dem Dishabituationsprozess gebildet – scheint gerade diese Mischung aus dem Grad des Repräsentationsaufbaus und dem davon abhängigen Ausmaß des Erstaunen auf einen neuen Reiz hin zu erfassen.

Das Dishabituationsmaß der *Neuheitspräferenz* hingegen, welches nur den Vergleich von Standard- und Dishabituationsreiz in der Testphase einbezieht, unabhängig vom Ausmaß des Blickzeitenabfalls am Ende der Habitationsphase, scheint vor allem die Sensitivität für Neues abzubilden und separat vom Ausmaß der vorherigen Enkodierung die Unterscheidungsleistung zwischen altem und neuem Reiz zu erfassen. Im Gegensatz zum Erholungsmaß, welches in keinem der Experimente zwischen den Aufgaben korrelierte, deutet sich für die Neuheitspräferenz zumindest zwischen zwei Einzelreizaufgaben eine gewisse Konsistenz an (vgl. Tabelle 18). Diese positive Korrelation könnte auf einen einheitlichen Prozess in der Einzelreizunterscheidung zurückgehen, der sich von der Diskrimination kategorialer Stimuli unterscheiden könnte. Möglicherweise beruht die Korrelation der Neuheitspräferenzen in Experiment 5 aber auch auf den insgesamt größeren Dishabituationseffekten in dieser Studie (vgl. Abschnitt 12.1; sowie Kapitel 11). Die mangelnden Zusammenhänge der Dishabituationsleistungen in den anderen Studien könnten ihre Ursache entsprechend in den geringen bis fehlenden Neuheitsreaktionen in der

Einzelreizaufgabe im Gegensatz zu denjenigen der kategorialen Aufgabe haben. Schließlich ist wie bei den anderen Maßen die Reliabilität dieses Dishabituationsmaßes nicht bekannt und im Zweifel verbesserungsfähig, was die Übereinstimmung mit Maßen mutmaßlich vergleichbarer Fähigkeiten erhöhen könnte.

Dass die Neuheitspräferenz gar nicht mit der Habituationsleistung korrelierte (Experimente 4 und 5), könnte daran gelegen haben, dass die Kinder in allen Studien (Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben) genügend viele Durchgänge bzw. Reizexemplare dargeboten bekamen, um eine grobe Enkodierung des Standardreizes vorzunehmen (siehe obige Diskussion der „Grundenkodierung“ eines Reizes; vgl. McCall & Mash, 1995). Während somit alle Kinder prinzipiell in die Lage versetzt wurden, eine Neuheitsreaktion zu zeigen, hingen ihre sehr unterschiedlich ausgeprägten Neuheitspräferenzen wahrscheinlich mehr von ihrer Fähigkeit zur Reizunterscheidung ab (Neuheitssensitivität), als von dem interindividuell variierenden Grad zwischen rudimentärer (doch für eine Neuheitsreaktion ausreichenden) und weit fortgeschrittener (sich in überdurchschnittlicher Habituationsleistung manifestierender) Reizenkodierung.

Ein weiterer Grund für den mangelnden Zusammenhang von Neuheitspräferenz und Habituation könnte in der simultanen Darbietung von bekanntem und neuem Reiz bestehen, durch welche die gewünschte Verteilung der Blickzeit in der Testphase erzwungen wurde. Geht man von einem Einfluss der Enkodiergeschwindigkeit auch in dieser Phase aus, so ist denkbar, dass der neue Reiz sehr schnell zumindest rudimentär verarbeitet und als Folge auch der bekannte Reiz wieder mit Aufmerksamkeit bedacht wurde, nicht zum Zwecke aktiver Verarbeitung, sondern als Folge des Wegschauens vom nicht mehr völlig unbekanntem neuen Testreiz. Diese Interpretation deckt sich mit McCalls (1994; McCall & Mash, 1995) Postulat der Aufmerksamkeitsinhibition als zentrale Fähigkeit, welche die Neuheitsreaktion wie die Habituation positiv beeinflusst: So befördert die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit von einem vertrauten Stimulus abzuwenden, einerseits die Habitationsperformanz, da ein „starres“ Fixieren des Habitationsreizes vermindert wird, andererseits die Dishabitationsperformanz, da ein schnelles Erkennen und Abwenden vom Standardreiz zugunsten einer Zuwendung zum Dishabitationsreiz möglich wird. Dass hier keine Korrelation dieser Variablen zu beobachten war, läge nach McCall vermutlich an den erzwungen langen Habitationszeiten durch die feste Durchgangsanzahl, welche die Unterschiede zwischen den Kindern hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsinhibition verwischten.

Auch wenn noch unklar ist, ob die Fähigkeit zur Inhibition die Ursache oder die Folge einer gelungenen Reizenkodierung oder aber eine davon unabhängige Kompetenz darstellt,

weist der vielfach belegte Zusammenhang einer kurzen Gesamtfixationsdauer mit vielen Blickwechseln während der Reizverarbeitung (vgl. Kapitel 4) darauf hin, dass eine solche effiziente Informationsverarbeitung gerade nicht zu besonders hohen Neuheitspräferenzen führen muss. Schließlich verbessern häufige Blickwechsel zwischen Reizen bzw. Reizelementen nicht nur die Enkodierung eines neuen Reizes, sondern erhöhen in der Testphase von Paarvergleichstudien automatisch auch den Anteil der Blickzeit für das *bekannte* Testobjekt. Gleichzeitig tendieren lang fixierende Kinder häufiger als kurze Fixierer zu Seitenpräferenzen im Paarvergleich, schauen also fast ausschließlich nur den neuen oder nur den bekannten Reiz an, und zeigen dadurch mal sehr hohe, mal sehr niedrige Neuheitspräferenzen (Colombo, 1995). Auch dieses Phänomen würde den Bezug zwischen der Verarbeitungsgeschwindigkeit und dem Ausmaß der Neuheitsreaktion nivellieren.

Die - im Vergleich zu den Zusammenhängen der anderen Blickmaße - hohen positiven Korrelationen der beide Dishabituationsmaße Neuheitspräferenz und Aufmerksamkeits-erholung (.44 bis .66; siehe Tabelle 19) deuten darauf hin, dass beide Maße erwartungsgemäß Aspekte der Dishabituationsreaktion abbilden. In welchem *Ausmaß* Habituationsprozesse an der Dishabituationsleistung beteiligt sind, muss dabei je nach Messvariable unterschiedlich beantwortet werden: Während die Neuheitspräferenz eine von der Habituationsleistung getrennte Diskriminationsfähigkeit zu erfassen scheint, misst das Erholungsmaß sowohl Anteile der Enkodierungs- als auch der Unterscheidungsleistung.

Das vorliegende Muster der Zusammenhänge Habituation-Erholung und Erholung-Neuheitspräferenz bei fehlendem Zusammenhang Habituation-Neuheitspräferenz spricht für zwei separate, wenn auch nicht voneinander unabhängige kognitive Prozesse, die im Habituations-Dishabituationsgeschehen zusammenspielen: (1) die Geschwindigkeit der *Enkodierung* und (2) die Fähigkeit zur *Diskrimination* von Reizen. Während eine hinreichende Reizenkodierung die Vorbedingung für die Diskrimination neuer Reize darstellt, ist das Ausmaß beider Prozesse nur dann korreliert, wenn die Erfassung der Neuheitsunterscheidung mit dem von der Habituationsleistung abhängigen Maß der Aufmerksamkeitserholung geschieht. Die reine Sensitivität für Neues (Neuheitspräferenz) äußert sich dagegen unabhängig vom Vollständigkeitsgrad der Enkodierung, sofern ein Minimum an Reizverarbeitung durch die gegebene Habituationszeit gewährleistet ist. Während die Aufmerksamkeitserholung im Hinblick auf das *Ausmaß* der Dishabituation möglicherweise als Indikator der Fortgeschrittenheit der Repräsentation interpretiert werden kann, scheint für das Dishabituationsmaß der Neuheitspräferenz nur das *Auftreten* als solches, nicht aber deren Ausmaß zu zählen.

Im Einklang mit dieser Annahme fanden sich für die Experimente 4 und 5 weder Unterschiede in der Dishabitationsperformanz von Kinder mit über- und unterdurchschnittlicher Habitationsleistung (vgl. Auswertungen in Kapitel 10 und 11), noch Unterschiede in der Habitationsperformanz von Dishabituierten und Nichtdishabituierten, wenn man diese nach dem häufig gewählten Cutoff-Kriterium von 55% (Anteil der Blickzeit für den neuen Reiz) unterteilt, was nach dem hier verwendeten zwischen -1 und 1 streuendem Dishabitationsmaß mit dem Mittelwert 0 einer Neuheitspräferenz  $\geq .10$  entspricht (vgl. Colombo et al., 2001; Fagan et al., 1986; Frick & Colombo, 1996; Rose et al., 1989). Zwar wiesen Kinder, die in den Aufgaben der letzten beiden Experimente eine Neuheitspräferenz zeigten, tendenziell eine etwas bessere Habitationsleistung auf (geringere Gesamtblickzeit, stärkere Habituation), diese Gruppenunterschiede erreichten jedoch in keiner der Einzelreiz- oder Kategorisierungsaufgaben Signifikanz (alle p-Werte  $> .05$ ).

Die beiden hier postulierten latenten Prozesse der Habituation und Dishabituation sind mit dem ursprünglichen Komparatormodell vereinbar und können in Übereinstimmung mit den von Kavšek (2000a, b) spezifizierten Komponenten der *Reizverarbeitungsgeschwindigkeit* und der *diskriminativen Gedächtnisfähigkeiten* gesehen werden, die nach dem 3+2-Komponentenmodell als informationsverarbeitungstheoretischer Weiterentwicklung der Komparatortheorie dem Habitations-Dishabitationsgeschehen zugrunde liegen (vgl. Kapitel 3.3). Sie entsprechen zudem den von Jacobson und Kollegen (Jacobson, et al., 1985; Jacobson et al., 1992; Jacobson et al., 1993) faktorenanalytisch belegten Prozessen der *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* und des visuellen *Rekognitionsgedächtnisses* (vgl. Kapitel 4.5). Schließlich sind die beiden postulierten Informationsverarbeitungskomponenten mit dem Zwei-Prozess-Modell von John Colombo (1993, 1995) vereinbar, wonach die Blickzeit der Habituation hauptsächlich von der Verarbeitungsgeschwindigkeit (speed) beeinflusst wird, während das Dishabitationsverhalten von Gedächtnisfähigkeiten (memory), aber auch von Geschwindigkeitskomponenten bestimmt werden kann (vgl. Abbildung 5, Kapitel 4.5).

Abbildung 26 verdeutlicht die Zusammenhänge der untersuchten Habitations-Dishabitationsmaße mit den postulierten latenten Prozessen; dieses Zwei-Prozess-Modell basiert auf dem Drei+Zwei-Komponentenmodell von Kavšek (2000b) und stellt eine Spezifikation im Hinblick auf die hier erfassten Teilaspekte des Habitations-Dishabitationsverhaltens dar.

Basale kognitive Operationen

Latente kognitive Prozesse

Manifestes Verhalten

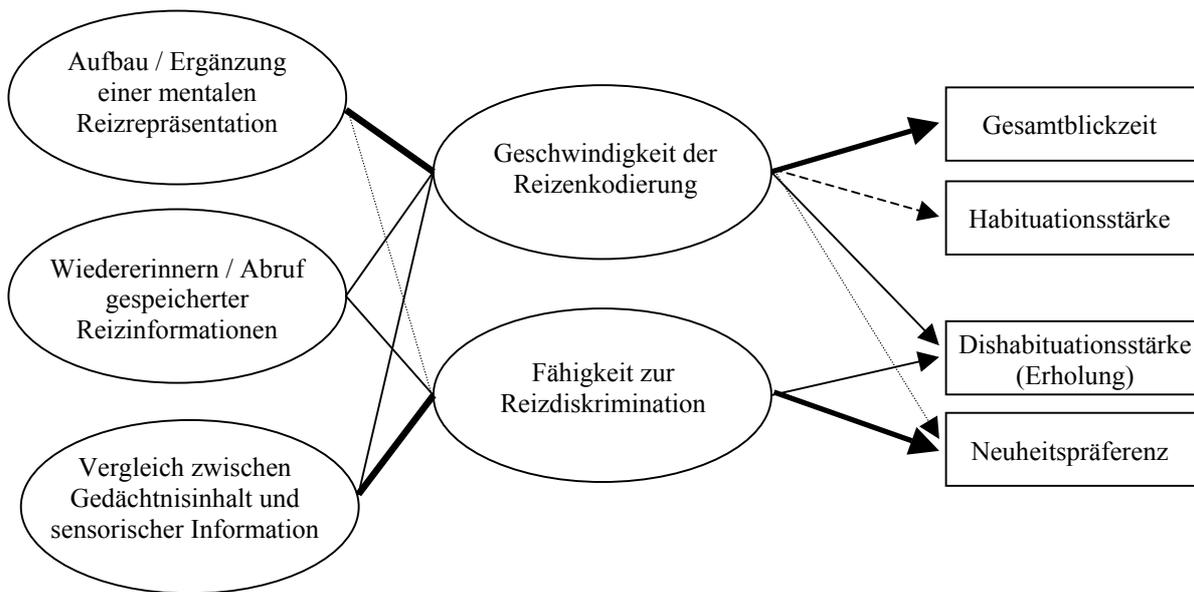


Abbildung 26. Zwei-Prozess-Modell zur Erklärung des Habituations-Dishabituationsverhaltens in Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben, basierend auf dem Drei+Zwei-Komponentenmodell von Kavšek (2000b): Die *Geschwindigkeit der Reizenkodierung* hängt in erster Linie von der Fähigkeit zum raschen Aufbau einer mentalen Reizrepräsentation ab, zu der auch der wiederholte Abruf dieser Repräsentation und deren Abgleich mit dem aktuell präsentierten Reiz gehören. Die Enkodiergeschwindigkeit äußert sich in der Fixationsdauer des Säuglings während der Habituation (Gesamtblickzeit) und bestimmt vermutlich auch das Ausmaß der Aufmerksamkeitsabnahme (Habituationsstärke). Die *Fähigkeit zur Reizdiskrimination* wird vor allem durch Vergleichsoperationen zwischen sensorischer Reizinformation und dem aufgebauten und erinnerten Gedächtnisinhalt beeinflusst und spiegelt sich in der Neuheitspräferenz (bei Paardarbietung im Test) sowie in der Dishabituationsstärke (Aufmerksamkeitserholung von Habituations- zur Testphase) wider; das Ausmaß der Erholungsstärke wird dabei auch von der Vollständigkeit der aufgebauten Repräsentation als Folge der Reizverarbeitungsgeschwindigkeit bestimmt (Quelle: Eigene).

Nach obigem Zwei-Prozess-Modell hängt die *Geschwindigkeit der Reizenkodierung* in erster Linie von der Fähigkeit zum raschen Aufbau einer mentalen Reizrepräsentation ab, zu der auch der wiederholte Abruf dieser Repräsentation und deren Abgleich mit dem aktuell präsentierten Reiz gehören. Die Enkodiergeschwindigkeit äußert sich in der Fixationsdauer des Säuglings während der Habituation (Gesamtblickzeit) und wirkt sich vermutlich auch auf das Ausmaß der Aufmerksamkeitsabnahme (Habituationsstärke) aus (vgl. jedoch Diskussion dieses Habituationsmaßes oben).

Die *Fähigkeit zur Reizdiskrimination* wird vor allem durch Vergleichsoperationen zwischen sensorischer Reizinformation und dem aufgebauten und erinnerten Gedächtnisinhalt beeinflusst. Diese Fähigkeit spiegelt sich im Dishabituationsverhalten wider: In der

Neuheitspräferenz (bei Paardarbietung im Test), deren Auftreten jedoch erst nach einer minimalen Enkodierung des Standardreizes möglich wird, sowie in der Stärke der Aufmerksamkeitserholung von Habituations- zur Testphase (bei konsekutiver Reizdarbietung), deren Ausmaß von der Vollständigkeit der aufgebauten Repräsentation als Folge der Reizverarbeitungsgeschwindigkeit mitbestimmt wird. Während somit beide Manifestationen des Dishabituationsverhaltens Rückschlüsse auf die Enkodierfähigkeit zulassen (Neuheitspräferenz: Abschluss minimaler Enkodierung; Erholungsstärke: Grad der Vollständigkeit der aufgebauten Repräsentation), scheint das *Ausmaß* der Dishabituation keine relevante Variable zur Beschreibung der Diskriminationsfähigkeit zu sein. Wie die weitgehend fehlenden intraindividuellen Zusammenhänge zwischen der Dishabituationsstärke verschiedener Habituationaufgaben andeuten (Tabelle 18 und 19), scheint sich die Reizunterscheidungskompetenz eher im Auftreten der Dishabituation als solcher als in deren spezifischem Ausmaß abzubilden, und zudem stärker als die Enkodierfähigkeit von den Gegebenheiten des zu unterscheidenden Reizmaterials abzuhängen (vgl. auch Kapitel 5.1; Rose & Feldman, 1987; Slater, 1995).

Die Annahme von zwei separaten Prozessen der Reizenkodierung und Reizunterscheidung im Habituations-Dishabituationsgeschehen erscheint nicht nur im Hinblick auf die Erklärung der vorliegenden Verhaltensdaten sinnvoll, sondern auch hinsichtlich der bisherigen Erkenntnisse zu den vermuteten neuronalen Grundlagen dieser Prozesse. Schon die Untersuchungen von Jacobson und Kollegen zur differentiellen Beeinträchtigung nur der Blickdauer bzw. nur der Neuheitspräferenz durch alkoholische versus chemische Teratogene legen die Möglichkeit nahe, dass beide Fähigkeiten von unterschiedlichen neuronalen Substraten gesteuert werden, die jeweils unterschiedlich anfällig für schädigende Substanzen sein könnten (vgl. Jacobson, et al., 1985; Jacobson et al., 1992; Jacobson et al., 1993).

In einem Versuch der Spezifizierung dieser Substrate vermuten Colombo und Janowsky (1998), dass individuelle Unterschiede in der *Gesamtblickdauer* durch die unterschiedliche Funktionalität von Teilsystemen der primären visuellen Verarbeitung beeinflusst würden, nämlich der Reife der magnozellulären Bahn (M-Bahn) und Gebieten des Parietalkortex. Die M-Bahn ist eine von zwei Verknüpfungen, welche die im Thalamus (Corpus geniculatum laterale) verschalteten visuellen Signale an den primären visuellen Kortex im Occipitallappen weiterleiten. Dabei werden lange Blickzeiten mit Reifungsverzögerungen bzw. Defiziten der M-Bahn der visuell-räumlichen Wahrnehmung erklärt, welche bis etwa zum Ende des ersten Lebensjahres heranreift und mit einer Verbesserung der holistischen Verarbeitung von

Stimulusmerkmalen einhergeht (vgl. Colombo, 1995). Jüngere Säuglinge und lange Fixierer wendeten aufgrund einer defizitären M-Bahn eine eher serielle, Merkmal für Merkmal analysierende Reizverarbeitung an (typisch für die früher ausgereifte parvozelluläre Bahn des visuellen Systems), was im Gegensatz zu einer globalen, gleichzeitigen Wahrnehmung mehrerer Reizelemente die Verarbeitung visueller Reize stark verlangsamte (Colombo, 1995; vgl. auch Cohen, 1991; Kapitel 1). Die weniger häufigen Blickwechsel („starre“ Blicke) in der Reizverarbeitung lang fixierender Säuglinge werden mit Defiziten des posterioren Aufmerksamkeitssystems in Verbindung gebracht, wobei die eingeschränkte Funktionsfähigkeit des Parietalkortex die Fähigkeit begrenzt, die Aufmerksamkeit von einem fixierten Reiz wieder abzuwenden (Colombo, 1995; Posner & Petersen, 1990). *Neuheitspräferenzen* im Blickverhalten werden dagegen nach Colombo und Janowsky (1998) hauptsächlich vom Temporalkortex und Strukturen im limbischen System gesteuert. Befunde aus Studien mit Affen wie Menschen zeigen deutlich eingeschränkte Neuheitspräferenzen nach Läsionen in limbischen Strukturen, wie der Amygdala und dem Hippocampus (z.B. Bachevalier & Mishkin, 1994; McKee & Squire, 1993). Nelson (1995) vermutet außerdem, dass die Neuheitsreaktionen von Säuglingen in Paarvergleichsaufgaben durch Gedächtnissysteme beeinflusst werden, die Informationen aus dem Temporalkortex erhalten.

Diese nur knapp umrissenen Beispiele erster Erkenntnisse zur neurologischen Basis des frühkindlichen Aufmerksamkeitsverhaltens stützen das Zwei-Prozess-Modell des Habituations-Dishabituationsgeschehens insofern, als die bisherigen Befunde Blickdauer und Neuheitspräferenzen tatsächlich in verschiedenen neuronalen Systemen der visuellen Verarbeitung ansiedeln. Als nächstes soll die Frage behandelt werden, ob die genannten latenten Prozesse der Habituation und Dishabituation dem Blickverhalten in verschiedenartigen visuellen Habituationsaufgaben zugrunde liegen, unabhängig davon, ob einzelne oder kategoriale Stimuli dargeboten werden.

Ein entscheidender Befund dieser Arbeit besteht in der beobachteten *Gleichförmigkeit der Zusammenhänge* von Habituations- und Dishabituationsleistungen in Aufgaben zur Einzelreizdiskrimination und in Aufgaben zur Kategorisierung multipler Stimuli. Bis auf einzelne Ausnahmen fanden sich in beiden Aufgabentypen übereinstimmende Bezüge zwischen den Habituationsmaßen Gesamtblickzeit und Habituationstärke, zwischen der Habituations- und der Dishabituationsleistung (Erholungsmaße korrelierten mit Habituationsmaßen, Neuheitspräferenzen nicht) und zwischen den Dishabituationsmaßen Erholung und Neuheitspräferenz (vgl. Tabellen 18 und 19). Während die jeweiligen Zusammenhänge je nach Maß und Prozedur größer oder kleiner, positiv oder negativ ausfielen, waren das

Auftreten und die Richtung der Zusammenhänge von erstaunlicher Einheitlichkeit zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben. Dieses wiederholt übereinstimmende Befundmuster deutet darauf hin, dass die mit den vorliegenden Habituations- und Dishabituationsmaßen erfassten Prozesse sowohl in der Verarbeitung von Einzelreizen als auch in der Kategorisierung von Reizklassen zum Tragen kommen. Das Komparatormodell bzw. die hier formulierte Fortentwicklung scheint damit auch für Kategorisierungsprozesse Gültigkeit zu besitzen (Abbildung 26).

Da die Bezüge der Habituations- und Dishabituationsleistungen untereinander nicht von der Aufgabenart abzuhängen scheinen, kann die Frage, ob sich für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben *vergleichbare Zusammenhänge* finden lassen, an dieser Stelle bejaht werden. Die latenten Prozesse der Enkodier- und Diskriminationsfähigkeiten scheinen sich in beiden Aufgabentypen in ähnlicher Weise auf das Ausmaß des Habituations-Dishabituationsverhaltens auszuwirken. Bedenkt man die vermuteten neuronalen Grundlagen dieser Prozesse, so macht diese Gleichförmigkeit durchaus Sinn. Schließlich handelte es sich bei beiden hier dargebotenen Habituationsaufgaben um abstrakte, zweidimensionale geometrische Stimuli, deren Verarbeitung jeweils die gleichen Wege im visuellen System durchlaufen sollte. Dabei scheint es eine plausible und sparsame Annahme, dass die Steuerung des Blickverhaltens auf visuelle Stimuli und die Reaktion auf Neuheit jeweils basalen Prozessen (in separaten Hirnregionen) unterliegen, die für einzelne und multiple Stimuli nicht maßgeblich voneinander abweichen müssen. In den hier erfassten Habituations-Dishabituationsprozessen scheinen sich damit grundlegende Informationsverarbeitungsprozesse abzubilden, die für die Verarbeitung jeglicher Art von zweidimensionalen abstrakten Reizen von Bedeutung sind.

Das *Wie* der Repräsentationsbildung bei Einzelreiz- versus kategorialer Verarbeitung ist damit allerdings noch nicht beantwortet. Diese Differenzierung lässt sich vermutlich erst auf einer höheren Ebene der kognitiven Verarbeitung treffen. Während für die Verarbeitung eines Einzelreizes ein Engramm ausreicht, in welchem die konstituierenden Reizmerkmale und idealerweise auch deren Anordnung repräsentiert sind, erfordert die Bildung einer kategorialen Repräsentation eine *relationale* Verarbeitung der Merkmale der dargebotenen Stimuli. Für eine Unterscheidung zwischen Stimulusklassen müssen damit nicht nur die Einzelmerkmale der Reizexemplare, sondern die Merkmalskorrelationen enkodiert werden, welche die Zugehörigkeit zur einen bzw. anderen Reizklasse spezifizieren. Dies erfordert die Kombination einzelner Reizmodelle zu einer übergeordneten Repräsentation der Reizkategorie; hierfür ist eine klare Abgrenzung der Einzelrepräsentationen notwendig, die

nach Ansicht einiger Autoren erst bei entsprechend kleinen rezeptiven Feldern im Kortex geleistet werden kann (vgl. Representational Acuity Hypothese von Westermann & Mareschal, 2004). Je mehr gemeinsame Merkmale die Exemplare der zu unterscheidenden Kategorien teilen, desto wichtiger wird diese Repräsentationsschärfe (und damit die Fähigkeit, kategorienspezifische Merkmalskorrelationen zu identifizieren), denn sind die kortikalen Felder zu groß, überlappen sich die Repräsentationen der dargebotenen Stimuli und die kontrastierenden Kategorien werden nicht differenziert<sup>15</sup>. Für diesen relationalen Prozess des kategorialen Repräsentationsaufbaus spielt wahrscheinlich auch der Einfluss von Vorwissen über die gegebenen Objekte eine größere Rolle als in der Einzelreizwahrnehmung, da Erwartungen, z.B. über die Funktionalität bestimmter Merkmale, die Wahrnehmung dieser *bedeutsamen* Reizmerkmale beeinflussen und sich auf die Kategorisierungsleistung auswirken können (z.B. Pauen, 2002; Pauen & Träuble, submitted).

Die Fähigkeit zur relationalen Repräsentationsbildung bildet sich etwa im Alter zwischen vier und zehn Monaten aus (Shultz & Cohen, 2004); das hier vorgelegte kategoriale Stimulusmaterial schien den relationalen Verarbeitungsfähigkeiten der untersuchten fünf und sieben Monate alten Säuglinge damit angemessen zu sein, was sich auch in den durchweg guten Kategorisierungsleistungen zeigte. Dabei konnte die Mehrheit der Kinder erkennen, dass die einzelnen Exemplare der verwendeten Habituationkategorien sich sowohl in der Farbgebung (jeweils zwei von vier Schattierungen pro Kategorie, siehe Kapitel 6) als auch in der Form der konstituierenden Elemente (eckig, rund) ähnelten, wohingegen sich die kontrastierte Kategorie durch eine neue Form und Farbvariation abhob. Während keine genaue Aussage darüber getroffen werden kann, ob eher die Farbunterscheidung oder der Kontrast der Außenform für die gelungene Kategorisierung verantwortlich war, oder ob für verschiedene Kinder jeweils eine dieser Dimensionen besondere Salienz aufwies, schien insbesondere die Kombination aus Farb- und Formkontrast die Kategorisierungsleistung zu befördern. Dagegen löste eine leichte Farbvariation ohne Formänderung keine Dishabituation aus (vgl. Experimente 1 und 2, Reaktionen auf erstes Testobjekt der kategorialen Aufgabe).

In Übereinstimmung mit der Annahme, dass der Aufbau einer kategorialen Repräsentation durch die relationale Verarbeitung von Reizmerkmalen eine höhere Abstraktionsleistung und damit mehr Zeit bzw. kognitiven Aufwand erfordert als die Verarbeitung eines einzelnen Reizes, verwendeten die Säuglinge mehr Blickzeit auf die

---

<sup>15</sup> Diese Annahme ist mit dem Habituationkonzept der dynamischen Feldtheorie vereinbar, nach dem Reize oder Reizkategorien erst dann unterschieden werden, wenn deren Repräsentationen im Aktivationsfeld ausreichend weit voneinander entfernt sind, um einen unterschiedlichen Grad der Inhibition auszulösen (vgl. Kapitel 3.8).

kategorialen Habituationsreize des vierten Experiments als auf die bunten Einzelreizaufgabe des fünften Experiments (vgl. Kapitel 11). Gleichzeitig war die Neuheitsreaktion auf den identischen neuen Reiz in der Einzelreizaufgabe deutlich stärker ausgeprägt als in der Kategorisierungsaufgabe, was dafür spricht, dass die Repräsentation für den Einzelreiz am Ende der Habituationsphase tatsächlich weiter fortgeschritten (bzw. vollständiger) war als die Repräsentation, die in der gleichen Zeit für die bunte Kategorie aufgebaut wurde. Dass die kategoriale Repräsentation dennoch ausreichte, um den neuen Reiz als nicht zur Habituationekategorie zugehörig zu identifizieren, untermauert die Annahme von zwei verschiedenen latenten Prozessen auch im Kategorisierungsgeschehen: So weist die Neuheitspräferenz in der kategorialen Aufgabe - bei im Vergleich zur bunten Einzelreizaufgabe schlechterer Habituationsperformanz - auf das Wirken einer von der Enkodiergeschwindigkeit kaum beeinflussten Fähigkeit des kognitiven Systems zur Reizdiskrimination hin, die sich in einer Reaktion auf Neues manifestiert, sobald eine hinreichende Andersartigkeit erkannt wird.

Wenngleich sich der Engrammaufbau zwischen Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe in der Form der Repräsentation (relational vs. non-relational) unterschieden haben mag, schienen die gleichen grundlegenden Verarbeitungsprozesse die Geschwindigkeit des Repräsentationsaufbaus beeinflusst zu haben. Während die vorliegende Arbeit keine genaue Aussage darüber treffen kann, *wie* die Repräsentationen in beiden Aufgabentypen ausgesehen haben, konnte gezeigt werden, *dass* die latenten Prozesse der Enkodiergeschwindigkeit und der Diskriminationsfähigkeit anscheinend für beide Aufgaben in vergleichbarer Weise im Habituations-Dishabituationsgeschehen zusammengespielt haben.

## 12.5 Fazit

Die vorliegende Arbeit untersuchte das Zusammenspiel von Habituations-Dishabituationsleistungen innerhalb und zwischen verschiedenartigen visuellen Habituationaufgaben im ersten Lebensjahr. Dabei wurden aus der Komparatortheorie und deren Weiterentwicklungen abgeleitete Vorhersagen für die Verarbeitung in Einzelreizaufgaben mit derjenigen in Kategorisierungsaufgaben verglichen. Die Ergebnisse zeigten eine über verschiedene experimentelle Prozeduren und Blickmaße hinweg auftretende *Gleichförmigkeit der Zusammenhänge* von Habituations- und Dishabituationsleistungen in beiden Aufgabentypen. Während die Inneraufgabenbezüge je nach Durchführungsprozedur und verwendeten Maßen

durchaus zwischen den einzelnen Experimente variierten, verschoben sich die Muster der Zusammenhänge für Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben jeweils in übereinstimmender Weise: Insgesamt zeigte sich unabhängig von den Gegebenheiten der spezifischen Experimente ein einheitliches Bild des Auftretens und der Richtung der Zusammenhänge in beiden Aufgabentypen. Auch die Zusammenhänge der jeweiligen Habituations- und Dishabituationsleistungen zwischen den Aufgaben waren in allen durchgeführten Experimenten gleichermaßen gegeben bzw. nicht gegeben.

Dieses über unterschiedliche Maße und Prozeduren hinweg übergreifende Bild von Inner- und Zwischenaufgabenbeziehungen in verschiedenartigen Habituationaufgaben deutet darauf hin, dass dem hier erfassten Habituations- und Dishabituationsverhalten in beiden Aufgabentypen vergleichbare kognitive Prozesse zugrunde lagen. Aufgrund der je nach Blickmaß eher moderaten bzw. ausbleibenden Zusammenhänge zwischen Habituation und Dishabituation innerhalb der Aufgaben sowie der unterschiedlich hohen Zusammenhänge von Habituations- versus Dishabituationsmaßen zwischen den Aufgaben wird ein Zwei-Prozess-Modell zur Erklärung des Habituations-Dishabituationsgeschehens angenommen, welches das Habituationsverhalten in erster Linie auf die Fähigkeit zur *Reizenkodierung* zurückführt, während das Dishabituationsverhalten vor allem auf der Fähigkeit zur *Reizdiskrimination* basiert. Beide Komponenten der Informationsverarbeitung sind mit dem allgemeinen Komparatormodell, insbesondere dessen Weiterentwicklung im Drei+Zwei-Komponentenmodell, vereinbar (Kavšek, 2000b; Sokolov, 1963). Damit scheint das kognitive Modell auch für Kategorisierungsprozesse Gültigkeit zu besitzen: Die hier postulierten kognitiven Prozesse stellen basale Verarbeitungsfähigkeiten dar, welche sowohl in Aufgaben zur Einzelreizdiskrimination als auch in Aufgaben zur Kategorisierung multipler Stimuli zum Tragen kommen, zumindest, sofern es sich um zweidimensionale, abstrakte visuelle Reize wie die hier verwendeten handelt. Vorbehaltlich dieser Einschränkung scheint damit die Validierung des Komparatormodells auch für Kategorisierungsaufgaben gelungen.

Dieser Befund ist auch im Hinblick auf die Kontinuität der kognitiven Entwicklung vom Säuglings- bis ins spätere Alter bedeutsam. Wenn sowohl bei der Verarbeitung von Einzelreizen als auch bei der Verarbeitung von kategorialen Reizen die gleichen Informationsverarbeitungskompetenzen eine Rolle spielen, spricht dies dafür, dass die hier identifizierten Komponenten der Reizverarbeitung grundlegende Bausteine kognitiver Leistungen darstellen, die relativ unabhängig von den Spezifika der jeweiligen Aufgabe „intelligentes“ Verhalten bedingen.

Die Struktur der Intelligenz im Säuglingsalter scheint damit eher multidimensional als unidimensional aufgebaut zu sein und aus Komponenten der Reizenkodierung, der Unterscheidungsfähigkeit und möglicherweise auch der Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsinhibition zu bestehen (vgl. Kapitel 1.4; Rose et al., 2005). Ob jedoch auch das Zusammenwirken dieser Komponenten im Entwicklungsverlauf über multiple Prozesse oder über einen generellen Prozess gesteuert wird, kann erst abschließend geklärt werden, wenn genauere Erkenntnisse über die Mechanismen vorliegen, die die Kontinuität zwischen Informationsverarbeitungsprozessen im Säuglingsalter und der späteren Intelligenz vermitteln (vgl. Kapitel 4.5). Hierbei ist auch der Einfluss von nicht-kognitiven und exogenen Faktoren auf die kindliche Denkentwicklung zu berücksichtigen, wie z.B. das Temperament, das Erziehungsverhalten der Eltern und andere Umweltvariablen; schließlich gilt: "The infant is never alone in development" (Bornstein et al., 2006, S.156; vgl. auch Ausblick, Kapitel 13).

Wenngleich sich die Intelligenz im Säuglingsalter aus multiplen Komponenten der Informationsverarbeitung zusammensetzen scheint, soll hier die Annahme vertreten werden, dass auch in der frühen Kindheit ein genereller Prozess das Zusammenspiel dieser Einzelfähigkeiten moderiert. So kann das Konzept des *g*-Faktors im Erwachsenenalter auf die Vorstellung eines „infant *g*“ übertragen werden, im Sinne eines Generalfaktors der Intelligenz, der mit einzelnen latenten kognitiven Operationen (spezifische Anteile) nicht identisch ist, sondern *individuelle Unterschiede in diesen Fähigkeiten* reflektiert: *g* „is not a mental or cognitive process or one of the operating principles of the mind, such as perception, learning, or memory . . . . Rather, *g* . . . . reflects individual differences in the speed, or efficiency, or capacity of these operations. But *g* is not these operations themselves" (Jensen, 1998 S. 95; zitiert nach Rammsayer & Brandler, 2007). Jensens informationsverarbeitungstheoretische Konzeptualisierung von *g* erweitert somit das ursprüngliche *g*-Faktor-Modell Spearman's (1904) und ist mit Fagans Postulat der Existenz eines „small set of processes for knowledge acquisition which underlie „*g*“ and which also provide the basis for continuity in intellectual functioning during development“ vereinbar (Fagan, 1984a, S. 5).

Die Annahme eines altersübergreifenden *g*-Faktors bietet eine sparsame Konzeptualisierung der Intelligenzentwicklung, deren Kontinuität sich im Säuglings- wie im späteren Alter in einem Generalfaktor begründet, der intelligentes Verhalten in den verschiedensten kognitiven Aufgaben bedingt. Solch ein allgemeiner Intelligenzfaktor, im Sinne eines (individuell unterschiedlich) effizienten Zusammenspiels verschiedener geistiger Prozesse, entspricht damit unabhängig vom Alter und der zu lösenden kognitiven Herausforderung dem Verständnis von Intelligenz als einer *allgemeinen Problemlöse-*

*fähigkeit*; so definierte schon William Stern Intelligenz als „allgemeine geistige Anpassungsfähigkeit an neue Aufgaben und Bedingungen des Lebens“ (Stern, 1920, S. 2). Eine solche allgemeine Problemlösefähigkeit würde auch die häufig beobachtete heterotype Stabilität kognitiver Leistungen erklären, da nicht notwendigerweise dasselbe Maß bzw. dieselbe Fähigkeit (z.B. zur Rekognition von Reizen) über das Alter hinweg stabil bleiben muss, sondern sich die Stabilität der Intelligenz eher darin äußert, wie effizient vorhandene Fähigkeiten im Denkprozess zur Problemlösung eingesetzt und kombiniert werden können.

Die Erforschung der Mechanismen, *welche* intellektuellen Fähigkeiten *wann* in der Entwicklung *wie* im Denken zusammenwirken, ist eine der spannendsten zukünftigen Forschungsfragen der kognitiven (Entwicklungs-)Psychologie. Ein Beispiel der Kohärenz des Zusammenspiels kognitiver Fähigkeiten über Aufgabenkontexte hinweg konnte hier für verschiedenartige Habituationaufgaben im Säuglingsalter gezeigt werden. Die Vorhersagekraft von Habituations-/Dishabituationsleistungen für die spätere Intelligenz weist zudem darauf hin, dass die Fähigkeit, sich an neue Situationen und Fragestellungen kognitiv anzupassen, eine stabile Eigenschaft in der Denkentwicklung darstellt, und belegt die besondere Bedeutung der Säuglingsforschung für den Fortschritt unseres Verständnisses der Struktur und Entwicklung der menschlichen Intelligenz.



*“Further work is needed.”*

(Rolfe, 1994, S. 66)

## **KAPITEL 13**

### **AUSBLICK**

Die vorliegende Arbeit untersuchte das Zusammenspiel kognitiver Fähigkeiten im Kontext verschiedenartiger Habituationaufgaben im Säuglingsalter (Verarbeitung von Einzelreizen versus von kategorialen Reizen). Hierzu wurde das Blickverhalten in Habituations- und Dishabituationsphasen innerhalb und zwischen den dargebotenen Aufgaben in Bezug gesetzt. Dabei zeigte sich eine weitgehende Gleichförmigkeit der beobachteten Zusammenhänge in beiden Aufgabentypen, was auf vergleichbare zugrunde liegende Verarbeitungsprozesse im Sinne des kognitiven Modells schließen lässt (vgl. Kapitel 12). Während dieser Befund für das Wirken basaler Informationsverarbeitungsprozesse (wie Enkodier- und Diskriminationsfähigkeiten) im Habituations-Dishabituationgeschehen spricht, die sich relativ unabhängig vom spezifischen Aufgabenkontext in der kognitiven Leistung junger Säuglinge äußern, ist zu bedenken, dass sich die vorliegende Arbeit wie eine Vielzahl anderer Säuglingsstudien auf die Untersuchung der *visuellen* Reizverarbeitung beschränkt.

Die Konzentration auf die visuelle Modalität ist insofern sinnvoll, als das visuelle System bei Primaten eine hervorgehobene Rolle für Aufmerksamkeits- und Enkodierungsprozesse einnimmt, auch in Bezug auf die beteiligten neurologischen Systeme (Colombo, 1995). Die im kognitiven Modell angenommenen latenten Prozesse sind von ihrer Konzeptualisierung her amodal, d.h. sie sollten in der visuellen wie in anderen Modalitäten gleichermaßen zum Tragen kommen. Empirische Belege für diese Annahme stehen jedoch noch aus.

Um herauszufinden, wie allgemein sich frühe Informationsverarbeitungs Kompetenzen auf kognitive Leistungen im ersten Lebensjahr auswirken, wäre daher eine Untersuchung in anderen Sinnesmodalitäten sinnvoll. Für die auditorische Verarbeitung liegen bereits Studien vor, die auf dem Habitationsverhalten und dem Prinzip der operanten Konditionierung basieren und nahe legen, dass die Fähigkeit zur zeitlichen Auflösung und Verarbeitung

akustischer Stimuli (temporal processing) mit der allgemeinen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (speed of processing) in Verbindung steht (z.B. Benasich & Tallal, 1996), ein Zusammenhang, der auch im Erwachsenenalter zu bestehen scheint (vgl. Rammsayer & Brandler, 2007). Spannend wäre auch eine Untersuchung der Verarbeitungsgeschwindigkeit von olfaktorischen oder gustatorischen Reizen, was sich jedoch als methodische Herausforderung gestalten würde. Etwas einfacher ist es, die taktile Reizverarbeitung im Säuglingsalter zu messen, entweder über taktile Habituation an dreidimensionale Objekte (Greif-/Explorationsdauer) bzw. über kreuzmodale Aufgaben, bei denen eine taktile Habituationsphase mit einer visuellen Dishabituationsphase kombiniert wird (vgl. Rose et al., 2005; Streri & Pêcheux, 1986). Letztere Methode kann sowohl bei jungen Säuglingen angewandt werden, ist aber besonders auch für Kinder gegen Ende des Lebensjahres geeignet, wenn rein visuelle Aufgaben dem Entwicklungsstand (v. a. motorisch, motivational) nicht mehr angemessen sind.

Die Untersuchung frühkindlicher Informationsverarbeitungsprozesse in unterschiedlichen Modalitäten könnte Hinweise darauf erbringen, ob die für die visuelle Reizverarbeitung spezifizierten Komponenten tatsächlich amodal sind, also unabhängig von der Reizmodalität die Verarbeitungsleistung bestimmen, oder ob in verschiedenen Modalitäten jeweils andere kognitive Prozesse zum Tragen kommen. Bezogen auf die hier untersuchte Fragestellung würde es sich anbieten, Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgaben nicht nur visuell, sondern auch taktil (z.B. eckig vs. rund) oder akustisch (z.B. Legato- vs. Stakkato-Melodien o. ä.) darzubieten und die Leistungen in diesen Aufgabentypen zu vergleichen.

Für die Art und Gestaltung des Aufbaus von kategorialen Repräsentationen im Vergleich zu Einzelreizrepräsentationen wäre auch eine Untersuchung der Reizart im Sinne von abstrakten versus natürlichen, bedeutungshaltigen Stimuli von Interesse. Ob und wie schnell eine Habituation an eine natürliche Kategorie (z.B. Menschen oder Möbel) auftritt, könnte nicht nur von Informationsverarbeitungsfähigkeiten, sondern auch vom vorhandenen Wissen über die jeweilige Kategorie abhängen. So ist es denkbar, dass in Kategorisierungsaufgaben mit bedeutungshaltigem Material eine Repräsentation der Kategorie schon durch sehr wenige Exemplare aktiviert werden kann, sofern die Kinder über das entsprechende Konzept schon verfügen, dieses also bereits in die Untersuchungssituation mitbringen (vgl. Pauen & Pahnke, 2004; Pauen, Pahnke & Träuble, in Vorbereitung). Hierbei würde das Habitationsverhalten unter Umständen wenig über den Repräsentationsaufbau aussagen, da dieser schon *vor* dem Versuch stattgefunden hat, und somit durch Enkodierungs- oder Diskriminationsfähigkeiten weniger stark beeinflusst werden könnte als bei der Verarbeitung abstrakter Reize. Eigene

Untersuchungen zum Habituations-Dishabituationsverhalten von frühgeborenen Säuglingen im Vergleich zu Reifgeborenen, weisen darauf hin, dass vorhandenes Wissen mögliche Defizite in der Informationsverarbeitung kompensieren kann (Dietrich, Vonderlin, Pahnke, & Pauen, 2005; Pauen, Vonderlin, & Dietrich, 2006).

Diese Überlegungen zeigen die Bedeutung des in Studien dieser Art verwendeten Stimulusmaterials auf. Während nur die Darbietung von potentiell mit konzeptuellem Wissen verknüpftem Reizmaterial Aufschluss über den Einfluss frühkindlicher Konzepte auf die Leistung in Habituations-Dishabituationsaufgaben geben kann, ist bedeutungshaltiges Material für die Erfassung basaler kognitiver Fähigkeiten wie der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit möglicherweise nicht geeignet: Wenn Deckeneffekte durch (ab einem bestimmten Alter) vorhandenes Wissen auftreten, könnte das Habituations-Dishabituationsverhalten kein valides Maß für frühkindliche Informationsverarbeitungsfähigkeiten mehr darstellen. Die unterschiedliche Vorerfahrung einzelner Kinder mit dem im Versuch verwendeten Material ist auch im Hinblick auf die standardisierte Frühdiagnostik kognitiver Fähigkeiten (Testfairness) zu berücksichtigen, so zum Beispiel in Bezug auf den Fagan Test, in dem u. a. die Verarbeitung von Gesichtern (mehrheitlich weißer Menschen) geprüft wird.

Der Einfluss von Vorwissen ist nur ein Beispiel dafür, dass sich neben den im kognitiven Modell postulierten Informationsverarbeitungskomponenten auch andere Prozesse auf das Habitationsgeschehen auswirken können. So gibt Colombo zu Bedenken: "Processes other than traditional Sokolovian encoding make significant contributions to attentional measures during the first year" (Colombo, 2004, S. 336). Weitere Einflussfaktoren könnten u. a. Prozesse der allgemeinen Aktivierung, des Temperaments, der Aufmerksamkeitssteuerung sowie Umweltflüsse, z.B. Anregung durch die Eltern, sein.

So können Kinder dispositionell unterschiedlich auf Stimuli reagieren, z.B. im Ausmaß, in dem sie eine Sensitivierung in Habitationsaufgaben zeigen (z.B. Colombo, Frick & Gorman, 1997; vgl. Zwei-Prozess-Theorie, Kapitel 3.7). Auch allgemeine Motivation oder Erregung bei der Verarbeitung neuer Reize könnte eine Rolle spielen, wie z.B. die Neigung, sich neuen Reizen zuzuwenden, oder Veränderungen lieber auszuweichen (vgl. Rose & Feldman, 1990).

Dabei scheinen auch im Stimulusmaterial begründete Gegebenheiten ein unterschiedlich starkes Aktivierungsniveau im Sinne der allgemeinen Erregung und der damit zusammenhängenden Verarbeitungstiefe auslösen zu können, wie die unterschiedlich starken Aufmerksamkeitsreaktionen auf das hier verwendete Einzel- und kategoriale Material andeuten (vgl. auch dynamische Feldtheorie, Kapitel 3.8). Diese Beobachtung weist darauf

hin, dass bei zukünftigen Vergleichsstudien zur kognitiven Verarbeitung einzelner und kategorialer Reize Aufgabenmaterial gewählt werden sollte, das bei den Säuglingen zu einer vergleichbaren allgemeinen Aktivierung führt (Farbe, Musterung etc.) und ähnlich starke Dishabituationsreaktionen im Test auslöst; wobei allerdings anzumerken ist, dass kategoriale Aufgaben durch die Darbietung multipler Stimuli per se eine etwas höhere Aktivierung bewirken könnten als Einzelreizaufgaben, denen eine solche Stimulusvariation in der Habituationsphase nicht zu eigen ist.

Auch Temperamenteigenschaften können das Habituations-Dishabituationsverhalten beeinflussen. So fanden z.B. Vonderlin et al. (submitted) stärkere Habituationsreaktionen bei Säuglingen, die nach Einschätzung ihrer Eltern mit einem größeren Unbehagen auf neue Reize reagieren, als bei Säuglingen mit einer geringen Ausprägung dieser Temperamentsdimension, während Säuglinge mit hoher motorischer Aktivität in schwächerem Ausmaß habituierten und dishabituieren als die motorisch weniger aktive Vergleichsgruppe. Da sich das Temperament auch auf die spätere kognitive Entwicklung und den Spracherwerb auswirken kann, sollte diese Verhaltensdisposition als potentiell wichtige Moderatorvariable in Studien zur frühkindlichen Denkentwicklung berücksichtigt werden (vgl. auch Dixon & Smith, 2000; Slater, 1995).

Dispositionelle Fähigkeiten zur Selbstregulation scheinen sich besonders dann auf Habituations-/Dishabituationsleistungen auszuwirken, wenn es um die Aufmerksamkeitssteuerung geht. Die Fähigkeiten „to control behavioral state“ und „to inhibit responding“ (Slater, 1995, S. 86) scheinen dabei wichtige endogene Variablen des Aufmerksamkeitsverhaltens zu sein, die ein beliebter Forschungsgegenstand im noch jungen, doch stetig wachsenden Feld der Developmental Cognitive Neuroscience sind: „These alternate processes are drawn directly from the literature on the cognitive neuroscience of attention“ (Colombo, 2004, S. 335).

Die zunehmenden Erkenntnisse über die neuronalen Grundlagen des frühen Aufmerksamkeitsverhaltens tragen zu einem besseren Verständnis der beteiligten latenten Fähigkeiten, ihrer Abhängigkeit von Reifungsprozessen und individuellen Unterschieden in Funktionalität und Effizienz bei; z.B. hat sich bereits im Neugeborenenalter das Erreichen und die Aufrechterhaltung eines wachen Aufmerksamkeitszustands als prädiktiv für die kognitive Entwicklung erwiesen, während eine Desorganisation dieser frühen Aufmerksamkeitsregulierung ein systematisches Entwicklungsrisiko darstellt (vgl. Colombo, 1995, 2001, 2004; Feldman & Mayes, 1999). Auch der Grad der Myelinisierung und Synaptogenese im frühen Säuglingsalter als Indikator der allgemeinen Funktionalität des zentralen Nervensystems

spielt eine zentrale Rolle für kognitive Leistungen, worauf z.B. negative Korrelationen zwischen Blickdauer und motorischer Entwicklung (mit drei Monaten) und positive Korrelationen zwischen Blickdauer und Reaktionszeiten hindeuten (vgl. Colombo & Mitchell, 1990).

Der Zusammenführung von Verhaltensmodellen mit Erkenntnissen über die biologische Basis des Verhaltens haben sich vor allem die Vertreter von Netzwerkmodellen verschrieben, die einen „Connectionist Developmental Cognitive Neuroscience (CDCN)“-Ansatz befürworten (vgl. Westermann, Sirois, Shultz, & Mareschal, 2006). Diese Modelle erlauben nicht nur die Simulation basaler Habituationsprozesse, sondern auch komplexerer kognitiver Vorgänge (wie z.B. Kategorisierung), wobei jeweils kognitive Mechanismen spezifiziert werden, deren Gültigkeit in Simulationen wie in Verhaltensexperimenten geprüft werden kann. Dabei birgt die Simulation von im Kind liegenden Faktoren (Alters- und individuelle Unterschiede, biologische Prädispositionen) in Interaktion mit erfahrungsabhängigen Faktoren (Wissen, Strategien, Umwelteinflüsse) großes Potential für die Entwicklung eines Rahmenmodells, das normale wie abweichende Prozesse kognitiver Verarbeitung sowohl bei Säuglingen als auch bei älteren Personen erklären kann (Sirois & Mareschal, 2004; Westermann et al., 2006; Westermann et al., 2007).

Solche multifaktoriellen Ansätze sind besonders im Hinblick auf die Erklärung von Entwicklungsverläufen über die Lebensspanne von Bedeutung, z.B. für die Spezifikation von Art und Ausmaß der Faktoren, welche die Stabilität der kognitiven Entwicklung bedingen. Bornstein et al. (2006) untersuchten über 500 Kinder im Alter von vier Monaten bis vier Jahren mit verschiedensten kognitiven Testverfahren (Avon Längsschnittstudie) und schlugen ein Kaskadenmodell der Denkentwicklung vor, in welchem die Einflüsse und Wechselwirkungen verschiedener kognitiver und Umweltfaktoren pfadanalytisch beschrieben werden. Neben der Habituationseffizienz spielen z.B. das Temperament sowie Erziehungseinflüsse und familiäre Umgebung eine Rolle. Bereits in früheren Studien konnten Bornstein und Kollegen zeigen, dass sich das mütterliche Anregungsverhalten (mütterlicher IQ und Responsivität) auf die frühkindliche kognitive Leistung auswirkt (Tamis-LeMonda & Bornstein, 1989; Bornstein & Tamis-LeMonda, 1994); dabei stellen vermutlich die externe Lenkung der kindlichen Aufmerksamkeit sowie die *Kontingenz* zwischen kindlichen und mütterlichen Reaktionen wichtige Variablen für effektives Lernen im Säuglingsalter dar. Auch der sozioökonomische Status (SES), vermittelt z.B. über die häusliche Umgebung sowie auch als Indikator der elterlichen Intelligenz, wirkt sich auf die Intelligenz im Alter von acht

Jahren aus, und zwar unabhängig von frühkindlichen Informationsverarbeitungsfähigkeiten (vgl. Längsschnittstudie von Smith, Fagan, & Ulvund, 2002; siehe auch Slater, 1995).

Ein theoretisch umfassendes und empirisch fundiertes Verständnis der frühkindlichen Denkwicklung ist vor allem dann unabdingbar, wenn es um den Einsatz von Frühförder- oder Interventionsprogrammen im Säuglings- und Kleinkindalter geht. Hierfür müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: (1) Die Verfügbarkeit reliabler und valider Messinstrumente zur Erfassung kognitiver Fähigkeiten und (2) das Vorliegen geeigneter Förderkonzepte und Interventionsprogramme für die frühe Kindheit. Bisher mangelt es noch an beiden Voraussetzungen (vgl. z.B. Pahnke, Pauen, & Vonderlin, 2006).

Bis auf den Fagan Test of Infant Intelligence (FTII; Fagan & Shepherd, 1986) liegt bisher kein standardisiertes Verfahren zur Messung der frühkindlichen Intelligenz vor. Da sich der Fagan Test jedoch auf die Erfassung des visuellen Rekognitionsgedächtnisses (Gesichterverarbeitung) beschränkt und vor allem im Hinblick auf seine Reliabilität umstritten ist (vgl. Kapitel 1.6), wären Testverfahren zur validen Messung der individuellen Habituationsleistung (Geschwindigkeit, Verlauf) wünschenswert. Noch gilt: "The determination of the form and psychologically relevant parameters of the habituation functions of individual infants is clearly an important problem in infant cognitive research" (Gilmore & Thomas, 2002, S. 409).

In der Entwicklung standardisierter Habitationsverfahren spielt vor allem eine gründliche Überprüfung der kurz- und langfristigen Reliabilitäten der verwendeten Maße und Habitationskriterien eine Rolle, ein Bereich, der bisher in der Säuglingsforschung – vermutlich aufgrund des enormen Untersuchungsaufwands – noch sträflich vernachlässigt wird (vgl. Kapitel 2.4). Auch die Prüfung der Validität frühkindlicher Blickmaße ist ein aufwändiges, wenngleich für den individualdiagnostischen Einsatz unabdingbares Unterfangen. Hierbei sind Untersuchungen der Konstruktvalidität (Zusammenhang mit anderen Indikatoren der interessierenden Variablen, z.B. Arbeitsgedächtnis), der diskriminanten Validität (Trennung von Risiko-, Extremgruppen) bzw. der prädiktiven Validität (Vorhersage späterer kognitiver Leistungen) erforderlich.

In einer eigenen Längsschnittstudie werden derzeit die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Säuglinge im Alter von 24 Monaten erneut mit den Bayley Scales of Infant Development (Bayley-III) getestet. Hierbei sollen die Zusammenhänge der im Säuglingsalter erfassten Habitations- und Kategorisierungsleistungen mit dem kognitiven, sprachlichen und motorischen Entwicklungsstand der Kleinkinder verglichen werden. Weitere Messzeitpunkte zur Durchführung standardisierter Intelligenztests im Vorschul- und Schulalter werden

angestrebt. In Kooperation mit der psychiatrischen Klinik Heidelberg werden Säuglinge angstgestörter Mütter mit den Kindern unauffälliger Mütter hinsichtlich ihrer Habituations-/ Dishabituationsleistungen in dem hier beschriebenen Habitationsverfahren (Einzelreiz- und Kategorisierungsaufgabe) verglichen.

Für die Testentwicklung bei Säuglingen und Kleinkindern sollte außerdem bedacht werden, dass die Untersuchung der visuellen Aufmerksamkeit (Habituation, Dishabituation) nur bis etwa zum Alter von acht Monaten das Maß der Wahl darstellt. Danach erscheinen andere Prozeduren geeigneter zur Erfassung kognitiver Fähigkeiten, z.B. visuelle Antizipation (vgl. Haith, Hazan, & Goodman, 1988) oder auch Objektexaminationsaufgaben. Bei Kindern gegen Ende des ersten Lebensjahres scheinen der kreuzmodale Informationstransfer und das Problemlöseverhalten (Mittel-Zweck-Aufgaben) die höchste Prädiktionsgüte aufzuweisen (Kavšek, 2000b; Slater, 1995). Somit scheinen verschiedene kognitive Variablen zu jeweils unterschiedlichen Zeitpunkten im Säuglingsalter brauchbare Prädiktoren der späteren Intelligenz zu sein, ein Phänomen, welches Slater als „temporal window of opportunity“ bezeichnet: “Some, maybe most, measures of infant cognition will be most effective as predictors at certain test ages” (Slater, 1995, S. 95).

Erst die Entwicklung valider Tests zur Erfassung der frühkindlichen Denkentwicklung erlaubt schließlich eine frühzeitige Identifikation von Risikokindern und den gezielten Einsatz von Frühfördermaßnahmen. Die Entwicklung geeigneter Förderkonzepte stellt eine der wichtigsten anwendungsbezogenen Herausforderungen für Entwicklungspsychologen, Neurowissenschaftler und Mediziner dar, insbesondere im Hinblick auf die Prävention geistiger Leistungsdefizite (siehe auch Colombo, 1995; Slater, 1995).

Wenn Colombo auch vor kurzem noch beklagte: „We have by no means come to a comprehensive understanding of developmental and individual differences in visual attention in infancy” (Colombo, 2004, S. 335), hat sich doch das Forschungsfeld der Erfassung und Entwicklung früher kognitiver Fähigkeiten in den letzten Jahrzehnten enorm weiterentwickelt, so dass Einigkeit über einige wesentliche Grundannahmen herrscht (Slater, 1995, S. 107f):

*Nevertheless, it is now clear that intelligence displays some degree of continuity from infancy to later childhood, and it seems reasonable to conclude that some underlying endogenous ‚organismic‘ variables, such as g, information processing, mastery motivation, and attention, underlie some of the continuity that is observed. Exogenous variables, particularly those associated with parental attention and quality of stimulation, have also been shown to affect the developmental level of the infant.*

Die Untersuchung des Zusammenspiels dieser endogenen und exogenen Einflussvariablen in der Denkentwicklung stellt eines der wichtigsten Ziele zukünftiger Forschung dar, und wird neben einem verbesserten theoretischen Verständnis der Intelligenzentwicklung hoffentlich auch den Weg zu einer klinischen Nutzbarmachung der Erkenntnisse in der Frühdiagnostik und Frühförderung ebnen.

## LITERATUR

- Adams, R. J. (1987). An evaluation of color preference in early infancy. *Infant Behavior & Development*, 10(2), 143-150.
- Andersson, H. W. (1996). The Fagan Test of Infant Intelligence: Predictive validity in a random sample. *Psychological Reports*, 78(3), 1015-1026.
- Appelbaum, M. I., & McCall, R. B. (1983). Design and analysis in developmental psychology. In W. Kessen & P. H. Mussen (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 1. History, theory, and methods* (pp. 415-476). New York: Wiley.
- Arterberry, M. E., & Bornstein, M. H. (2002). Variability and its sources in infant categorization. *Infant Behavior & Development*, 25(4), 515-528.
- Ashmead, D. H., & Davis, D. L. (1996). Measuring habituation in infants: An approach using regression analysis. *Child Development*, 67(6), 2677-2690.
- Atkinson, J., Hood, B., Wattam-Bell, J., Anker, S., & Tricklebank, J. (1988). Development of orientation discrimination in infancy. *Perception*, 17(5), 587-595.
- Bachevalier, J., & Mishkin, M. (1994). Effects of selective neonatal temporal lobe lesions on visual recognition memory in rhesus monkeys. *Journal of Neuroscience*, 14(4), 2128-2139.
- Baillargeon, R. (1987). Object permanence in 3½- and 4½-month-old infants. *Developmental Psychology*, 23(5), 655-664.
- Baillargeon, R., Spelke, E. S., & Wasserman, S. (1985). Object permanence in five-month-old infants. *Cognition*, 20(3), 191-208.
- Benasich, A. A., & Bejar, I. I. (1992). The Fagan Test of Infant Intelligence: A critical review. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 13(2), 153-171.
- Benasich, A. A., & Read, H. L. (1999). Representation: Picture or process? In I. E. Sigel (Ed.), *Development of mental representation: Theories and applications*. (pp. 33-60). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Benasich, A. A., & Tallal, P. (1996). Auditory temporal processing thresholds, habituation, and recognition memory over the 1st year. *Infant Behavior & Development*, 19(3), 339-357.
- Bennett, B., Fulker, D. W., & DeFries, J. C. (1985). Familial resemblance for general cognitive ability in the Hawaii Family Study of Cognition. *Behavior Genetics*, 15(4), 401-406.
- Benson, J. B., Cherny, S. S., Haith, M. M., & Fulker, D. W. (1993). Rapid assessment of infant predictors of adult IQ: Midtwin-midparent analyses. *Developmental Psychology*, 29(3), 434-447.
- Benz, K., Pauen, S., & Pahnke, J. (2004). *Entwicklung des Intentionsverstehens: Können 12 Monate alte Säuglinge Objektklassen als Handlungsziel interpretieren?* Poster presented at the 44. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Göttingen.
- Berlyne, D. E. (1958). The influence of the albedo and complexity of stimuli on visual fixation in the human infant. *British Journal of Psychology*, 49, 315-318.
- Berlyne, D. E. (1960). *Conflict, arousal, and curiosity*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Bornstein, M. H. (1975). Qualities of color vision in infancy. *Journal of Experimental Child Psychology*, 19(3), 401-419.
- Bornstein, M. H. (1985). Habituation of attention as a measure of visual information processing in human infants: Summary, systematization, and synthesis. In G. Gottlieb & N. A. Krasnegor (Eds.), *Measurement of audition and vision in the first year of postnatal life: A methodological overview* (pp. 253-300). Norwood, NJ: Ablex.
- Bornstein, M. H., Hahn, C.-S., Bell, C., Haynes, O. M., Slater, A., Golding, J., et al. (2006). Stability in Cognition Across Early Childhood: A Developmental Cascade. *Psychological Science*, 17(2), 151-158.

- Bornstein, M. H., & Ruddy, M. G. (1984). Infant attention and maternal stimulation: Prediction of cognitive and linguistic development in singletons and twins. In H. Bouma & D. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance* (pp. 433-445). London: Erlbaum.
- Bornstein, M. H., & Sigman, M. D. (1987). Continuity in mental development from infancy. In J. Oates & S. Sheldon (Eds.), *Cognitive development in infancy* (pp. 249-284). Hillsdale, NJ, England: Erlbaum.
- Bornstein, M. H., & Tamis-LeMonda, C. S. (1994). Antecedents of information-processing skills in infants: Habituation, novelty responsiveness, and cross-modal transfer. *Infant Behavior & Development, 17*(4), 371-380.
- Braddick, O. J., Wattam-Bell, J. R., & Atkinson, J. (1986). Orientation-specific cortical responses develop in early infancy. *Nature, 320*, 617-619.
- Bronson, G. W. (1974). The postnatal growth of visual capacity. *Child Development, 45*, 873-890.
- Bronson, G. W. (1997). The growth of visual capacity: Evidence from infant scanning patterns. *Advances in Infancy Research, 11*, 109-141.
- Civan, A., Teller, D. Y., & Palmer, J. (2005). Relations Among Spontaneous Preferences, Familiarized Preferences, and Novelty Effects: Measurements, With Forced-Choice Techniques. *Infancy, 7*(2), 111-142.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ, England: Erlbaum.
- Cohen, L. B. (1973). A two process model of infant visual attention. *Merrill-Palmer Quarterly, 19*, 157-180.
- Cohen, L. B. (1981). Examination of habituation as a measure of aberrant infant development. In S. L. Friedman & M. D. Sigman (Eds.), *Preterm birth and psychological development* (pp. 241-253). New York: Academic Press.
- Cohen, L. B. (1991). Infant attention: An information processing approach. In M. J. S. Weiss & P. R. Zelazo (Eds.), *Newborn attention: Biological constraints and the influence of experience* (pp. 1-21). Westport, CT: Ablex.
- Cohen, L. B. (2004). Uses and Misuses of Habituation and Related Preference Paradigms. *Infant and Child Development, 13*(4), 349-352.
- Cohen, L. B., & Arthur, A. E. (2003). *The role of habituation in 10-month-olds' categorization*. Unpublished manuscript.
- Cohen, L. B., & Marks, K. S. (2002). How infants process addition and subtraction events. *Developmental Science, 5*(2), 186-201.
- Colombo, J. (1993). *Infant cognition: Predicting later intellectual functioning*. Newbury Park, CA: Sage.
- Colombo, J. (1995). On the neural mechanisms underlying developmental and individual differences in visual fixation in infancy: Two hypotheses. *Developmental Review, 15*(2), 97-135.
- Colombo, J. (2001). The development of visual attention in infancy. *Annual Review of Psychology, 52*, 337-367.
- Colombo, J. (2004). Visual Attention in Infancy: Process and Product in Early Cognitive Development. In M. I. Posner (Ed.), *Cognitive neuroscience of attention* (pp. 329-341). New York, NY: Guilford Press.
- Colombo, J., & Frick, J. (1999). Recent advances and issues in the study of preverbal intelligence. In M. Anderson (Ed.), *The development of intelligence* (pp. 43-71). Hove, England: Psychology Press/Taylor & Francis (UK).
- Colombo, J., Frick, J. E., & Gorman, S. A. (1997). Sensitization during visual habituation sequences: Procedural effects and individual differences. *Journal of Experimental Child Psychology, 67*(2), 223-235.
- Colombo, J., & Janowsky, J. S. (1998). A cognitive neuroscience approach to individual differences in infant cognition. In J. E. Richards (Ed.), *Cognitive neuroscience of attention: A developmental perspective* (pp. 363-391). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Colombo, J., & Mitchell, D. W. (1990). Individual differences in early visual attention: Fixation time and information processing. In J. Colombo & J. W. Fagen (Eds.), *Individual differences in infancy: Reliability, stability, prediction* (pp. 193-227). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Colombo, J., Mitchell, D. W., Coldren, J. T., & Freeseaman, L. J. (1991). Individual differences in infant visual attention: Are short lookers faster processors or feature processors? *Child Development, 62*(6), 1247-1257.
- Colombo, J., Mitchell, D. W., & Horowitz, F. D. (1988). Infant visual attention in the paired-comparison paradigm: Test-retest and attention-performance relations. *Child Development, 59*(5), 1198-1210.
- Colombo, J., Mitchell, D. W., O'Brien, M., & Horowitz, F. D. (1987). The stability of visual habituation during the first year of life. *Child Development, 58*(2), 474-487.
- Colombo, J., Richman, W. A., Shaddy, D. J., Greenhoot, A. F., & Maikranz, J. M. (2001). Heart rate-defined phases of attention, look duration, and infant performance in the paired-comparison paradigm. *Child Development, 72*(6), 1605-1616.
- Coren, S., & Ward, L. M. (1989). *Sensation & perception (3rd ed.)*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace Jovanovich.
- Courage, M. L., & Howe, M. L. (2001). Long-term retention in 3.5-month-olds: Familiarization time and individual differences in attentional style. *Journal of Experimental Child Psychology, 79*(3), 271-293.
- Courage, M. L., Reynolds, G. D., & Richards, J. E. (2006). Infants' Attention to Patterned Stimuli: Developmental Change From 3 to 12 Months of Age. *Child Development, 77*(3), 680-695.
- Dannemiller, J. L. (1984). Infant habituation criteria: I. A Monte Carlo study of the 50% decrement criterion. *Infant Behavior & Development, 7*(2), 147-166.
- Dannemiller, J. L., & Banks, M. S. (1983). Can selective adaptation account for early infant habituation? *Merrill-Palmer Quarterly, 29*(2), 151-158.
- Dannemiller, J. L., & Banks, M. S. (1991). Selective adaptation and infant habituation revisited: A reply to Ackles and Karrer. *Merrill-Palmer Quarterly, 37*(4), 631-640.
- DeCasper, A. J., & Fifer, W. P. (1980). Of human bonding: Newborns prefer their mothers' voices. *Science, 208*(4448), 1174-1176.
- DeCasper, A. J., & Spence, M. J. (1986). Prenatal maternal speech influences newborns' perception of speech sounds. *Infant Behavior & Development, 9*(2), 133-150.
- DeLoache, J. S. (1976). Rate of habituation and visual memory in infants. *Child Development, 47*(1), 145-154.
- Dietrich, A., Vonderlin, E., Pahnke, J., & Pauen, S. (2005). *Unterscheidet sich das Kategorisierungsverhalten von früh- und reifgeborenen Säuglingen?* Poster presented at the 47. Tagung experimentell arbeitender Psychologen Regensburg.
- DiLalla, L. F., Thompson, L. A., Plomin, R., Phillips, K., Fagan, J. F., Haith, M. M., et al. (1990). Infant predictors of preschool and adult IQ: A study of infant twins and their parents. *Developmental Psychology, 26*(5), 759-769.
- Dixon, W. E., Jr., & Smith, P. H. (2000). Links between early temperament and language acquisition. *Merrill-Palmer Quarterly, 46*(3), 417-440.
- Dixon, W. E., Jr., & Smith, P. H. (submitted). *Attentional focus moderates habituation-language relationships: Slow habituation may be a good thing*. Unpublished manuscript.
- Elsner, B., Pauen, S., & Jeschonek, S. (2006). Physiological and behavioral parameters of infants' categorization: Changes in heart rate and duration of examining across trials. *Developmental Science, 9*(6), 551-556.
- Fagan, J. F. (1970). Memory in the infant. *Journal of Experimental Child Psychology, 9*(2), 217-226.
- Fagan, J. F. (1973). Infants' delayed recognition memory and forgetting. *Journal of Experimental Child Psychology, 16*(3), 424-450.
- Fagan, J. F. (1984a). The intelligent infant: Theoretical implications. *Intelligence, 8*(1), 1-9.

- Fagan, J. F. (1984b). The relationship of novelty preferences during infancy to later intelligence and later recognition memory. *Intelligence*, 8(4), 339-346.
- Fagan, J. F. (2000). A theory of intelligence as processing: Implications for society. *Psychology, Public Policy, and Law*, 6(1), 168-179.
- Fagan, J. F., & Detterman, D. K. (1992). The Fagan Test of Infant Intelligence: A technical summary. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 13(2), 173-193.
- Fagan, J. F., & Shepherd, P. A. (1986). *The Fagan Test of Infant Intelligence: Training manual*. Cleveland, OH: Infantest Corporation.
- Fagan, J. F., & Singer, L. T. (1983). Infant recognition memory as a measure of intelligence. *Advances in Infancy Research*, 2, 31-78.
- Fagan, J. F., Singer, L. T., Montie, J. E., & Shepherd, P. A. (1986). Selective screening device for the early detection of normal or delayed cognitive development in infants at risk for later retardation. *Pediatrics*, 78, 1021-1026.
- Fantz, R. L. (1958). Pattern vision in young infants. *Psychological Record*, 8, 43-47.
- Fantz, R. L. (1961). The origin of form perception. *Scientific American*, 204(5), 66-72.
- Fantz, R. L. (1964). Visual experience in infants: Decreased attention familiar patterns relative to novel ones. *Science*, 146(3644), 668-670.
- Fantz, R. L., & Fagan, J. F. (1975). Visual attention to size and number of pattern details by term and preterm infants during the first six months. *Child Development*, 46(1), 3-18.
- Fantz, R. L., Fagan, J. F., & Miranda, S. B. (1975). Early visual selectivity as a function of pattern variables, previous exposure, age from birth and conception, and expected cognitive deficit. In L. B. Cohen & P. Salapatek (Eds.), *Infant Perception: From sensation to cognition* (Vol. 1, pp. 249-345). New York: Academic Press.
- Feldman, R., & Mayes, L. C. (1999). The cyclic organization of attention during habituation is related to infants' information processing. *Infant Behavior & Development*, 22(1), 37-49.
- Freeseaman, L. J., Colombo, J., & Coldren, J. T. (1993). Individual differences in infant visual attention: Four-month-olds' discrimination and generalization of global and local stimulus properties. *Child Development*, 64(4), 1191-1203.
- Frick, J. E., & Colombo, J. (1996). Individual differences in infant visual attention: Recognition of degraded visual forms by four-month-olds. *Child Development*, 67(1), 188-204.
- Frick, J. E., Colombo, J., & Saxon, T. F. (1999). Individual and developmental differences in disengagement of fixation in early infancy. *Child Development*, 70(3), 537-548.
- Gaultney, J. F., & Gingras, J. L. (2005). Fetal rate of behavioral inhibition and preference for novelty during infancy. *Early Human Development*, 81(4), 379-386.
- Gilmore, R. O., & Thomas, H. (2002). Examining individual differences in infants' habituation patterns using objectives quantitative techniques. *Infant Behavior & Development*, 25(4), 399-412.
- Goswami, U. (2001). *So denken Kinder: Einführung in die Psychologie der kognitiven Entwicklung* (1. Aufl.). Bern: Huber.
- Groves, P. M., & Thompson, R. F. (1970). Habituation: A dual-process theory. *Psychological Review*, 77(5), 419-450.
- Haith, M. M., Hazan, C., & Goodman, G. S. (1988). Expectation and anticipation of dynamic visual events by 3.5-month-old babies. *Child Development*, 59(2), 467-479.
- Hayes, L. A., Ewy, R. D., & Watson, J. S. (1982). Attention as a predictor of learning in infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 34(1), 38-45.
- Hebb, D. O. (1955). Drives and the C. N. S. (conceptual nervous system). *Psychological Review*, 62(4), 243-254.
- Hood, B. (1995). Shifts of visual attention in the human infant: A neuroscientific approach. In L. Lipsitt & C. Rovee-Collier (Eds.), *Advances in infancy research* (Vol. 9, pp. 163-216). Norwood, NJ: Ablex.
- Hood, B., & Atkinson, J. (1993). Disengaging visual attention in the infant and adult. *Infant Behavior & Development*, 16(4), 405-422.

- Horowitz, F. D., Paden, L., Bhana, K., & Self, P. (1972). An infant-control procedure for studying infant visual fixations. *Developmental Psychology*, 7(1), 90.
- Hunter, M. A., & Ames, E. W. (1988). A multifactor model of infant preferences for novel and familiar stimuli. *Advances in Infancy Research*, 5, 69-95.
- Jacobson, J. L. (1995). *Evidence for speed of processing and recognition memory components of infant information processing*. Poster presented at the biennial meeting of the Society for Research in Child Development, Indianapolis, IN.
- Jacobson, S. W., Fein, G. G., Jacobson, J. L., Schwartz, P. M., & Dowler, J. K. (1985). The effect of intrauterine PCB exposure on visual recognition memory. *Child Development*, 56(4), 853-860.
- Jacobson, S. W., Jacobson, J. L., O'Neill, J. M., Padgett, R. J., Frankowski, J. J., & Bihun, J. T. (1992). Visual expectation and dimensions of infant information processing. *Child Development*, 63(3), 711-724.
- Jacobson, S. W., Jacobson, J. L., Sokol, R. J., Martier, S. S., & Ager, J. W. (1993). Prenatal alcohol exposure and infant information processing ability. *Child Development*, 64(6), 1706-1721.
- Jäger, A. O. (1984). Intelligenzstrukturforschung: Konkurrierende Modelle, neue Entwicklungen, Perspektiven. *Psychologische Rundschau*, 35(1), 21-35.
- Jankowski, J. J., Rose, S. A., & Feldman, J. F. (2001). Modifying the distribution of attention in infants. *Child Development*, 72(2), 339-351.
- Jeffrey, W. E., & Cohen, L. B. (1971). Habituation in the human infant. In H. Reese (Ed.), *Advances in Child Development and Behavior* (pp. 63-97). New York: Academic Press.
- Jensen, A. R. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. Westport, CT: Praeger.
- Johnson, M. H., Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (1991). Components of visual orienting in early infancy: Contingency learning, anticipatory looking, and disengaging. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(4), 335-344.
- Kagan, J., & Lewis, M. (1965). Studies of attention in the human infant. *Merrill-Palmer Quarterly*, 11(2), 95-127.
- Kagan, J., & Saudino, K. J. (2001). Behavioral inhibition and related temperaments. In R. N. Emde & J. K. Hewitt (Eds.), *Infancy to early childhood: Genetic and environmental influences on developmental change* (pp. 111-119). New York, NY: Oxford University Press.
- Kaplan, P. S., & Werner, J. S. (1986). Habituation, response to novelty, and dishabituation in human infants: Tests of a dual-process theory of visual attention. *Journal of Experimental Child Psychology*, 42(2), 199-217.
- Kaplan, P. S., Werner, J. S., & Rudy, J. W. (1990). Habituation, sensitization, and infant visual attention. *Advances in Infancy Research*, 6, 61-109.
- Kavšek, M. J. (2000a). Visuelle Habituation und Dishabituation im Säuglingsalter: Das Komparatormodell. *Psychologische Rundschau*, 51(4), 178-184.
- Kavšek, M. J. (2000b). *Visuelle Wahrnehmung bei Säuglingen: Gewöhnung und Informationsverarbeitung*. Lengerich: Pabst.
- Kavšek, M. J. (2004a). Predicting later IQ from infant visual habituation and dishabituation: A meta-analysis. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25(3), 369-393.
- Kavšek, M. J. (2004b). Die Reliabilität von visuellen Habituations- und Dishabituationsmaßen. Eine Metaanalyse. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 36(2), 83-94.
- Kellman, P. J., & Arterberry, M. E. (1998). *The cradle of knowledge: Development of perception in infancy*: The MIT Press.
- Kisilevsky, B. S., & Muir, D. W. (1991). Human fetal and subsequent newborn responses to sound and vibration. *Infant Behavior & Development*, 14(1), 1-26.
- Kohonen, T. (1988). *Self-organization and associative memory* (2nd ed.). Berlin: Springer.

- Laub, K. W., & Bhana, K. (1974). Infant control, response decrement, and recovery as an index of visual discrimination in young infants. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 39, 52-62.
- Laucht, M., Esser, G. n., & Schmidt, M. H. (1994). Contrasting infant predictors of later cognitive functioning. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35(4), 649-662.
- Lavoie, C., & Desrochers, S. p. (2002). Visual habituation at five months: Short-term reliability of measures obtained with a new polynomial regression criterion. *Journal of Genetic Psychology*, 163(3), 261-271.
- Lécuyer, R. (1988). Please infant, can you tell me exactly what you are doing during a habituation experiment? *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 8(5), 476-480.
- Lewin, K. (1963). *Feldtheorie in den Sozialwissenschaften*. Bern: Huber.
- Lewis, M., & Brooks-Gunn, J. (1981). Visual attention at three months as a predictor of cognitive functioning at two years of age. *Intelligence*, 5(2), 131-140.
- Malcuit, G., Pomerleau, A., & Lamarre, G. (1988). Habituation, visual fixation and cognitive activity in infants: A critical analysis and attempt at a new formulation. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 8(5), 415-440.
- Mandler, J. M. (2004). *The foundations of mind: Origins of conceptual thought*. Oxford: Oxford University Press.
- Mandler, J. M., & McDonough, L. (1993). Concept formation in infancy. *Cognitive Development*, 8(3), 291-318.
- Mandler, J. M., & McDonough, L. (1996). Drinking and driving don't mix: Inductive generalization in infancy. *Cognition*, 59(3), 307-335.
- Mareschal, D., French, R. M., & Quinn, P. C. (2000). A connectionist account of asymmetric category learning in early infancy. *Developmental Psychology*, 36(5), 635-645.
- Mareschal, D., & Quinn, P. C. (2001). Categorization in infancy. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(10), 443-450.
- Martin, R. M. (1975). Effects of familiar and complex stimuli on infant attention. *Developmental Psychology*, 11(2), 178-185.
- Maurer, D., & Martello, M. (1980). The discrimination of orientation by young infants. *Vision Research*, 20(3), 201-204.
- McCall, R. B. (1973). Encoding and retrieval of perceptual memories after long-term familiarization and the infant's response to discrepancy. *Developmental Psychology*, 9(3), 310-318.
- McCall, R. B. (1988). Habituation, response to new stimuli, and information processing in human infants. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 8(5), 481-488.
- McCall, R. B. (1994). What process mediates predictions of childhood IQ from infant habituation and recognition memory? Speculations on the roles of inhibition and rate of information processing. *Intelligence*, 18(2), 107-125.
- McCall, R. B., & Carriger, M. S. (1993). A meta-analysis of infant habituation and recognition memory performance as predictors of later IQ. *Child Development*, 64(1), 57-79.
- McCall, R. B., Hogarty, P. S., Hamilton, J. S., & Vincent, J. H. (1973). Habituation rate and the infant's response to visual discrepancies. *Child Development*, 44(2), 280-287.
- McCall, R. B., & Kagan, J. (1970). Individual differences in the infant's distribution of attention to stimulus discrepancy. *Developmental Psychology*, 2(1), 90-98.
- McCall, R. B., Kennedy, C. B., & Appelbaum, M. I. (1977). Magnitude of discrepancy and the distribution of attention in infants. *Child Development*, 48(3), 772-785.
- McCall, R. B., Kennedy, C. B., & Dodds, C. (1977). The interfering effect of distracting stimuli on the infant's memory. *Child Development*, 48(1), 79-87.
- McCall, R. B., & Mash, C. W. (1995). Infant cognition and its relation to mature intelligence. In R. Vasta (Ed.), *Annals of child development* (Vol. 10, pp. 27-56). London: Kingsley.

- McKee, R. D., & Squire, L. R. (1993). On the development of declarative memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(2), 397-404.
- Miller, D. J. (1972). Visual habituation in the human infant. *Child Development*, 43(2), 481-493.
- Miller, D. J., Spiridigliozzi, G., Ryan, E. B., Callan, M. P., & McLaughlin, J. E. (1980). Habituation and cognitive performance: Relationships between measures at four years of age and earlier assessments. *International Journal of Behavioral Development*, 3, 131-146.
- Mitchell, D. W., & Colombo, J. (1989). *Fixation time as a predictor of 3- and 4-month-olds' learning, retention, and transfer*. Poster presented at the biennial meeting of the Society for Research in Child Development, Kansas City, MO.
- Moss, M., Colombo, J., Mitchell, D. W., & Horowitz, F. D. (1988). Neonatal behavioral organization and visual processing at three months. *Child Development*, 59(5), 1211-1220.
- Nelson, C. A. (1995). The ontogeny of human memory: A cognitive neuroscience perspective. *Developmental Psychology*, 31(5), 723-738.
- Oakes, L. M., & Ribar, R. J. (2005). A Comparison of Infants' Categorization in Paired and Successive Presentation Familiarization Tasks. *Infancy*, 7(1), 85-98.
- Pahnke, J., Pauen, S., & Vonderlin, E. (2006). *Je früher, desto besser? – Diagnose und Prävention geistiger Leistungsdefizite im Säuglingsalter*. Poster presented at the II. Interdisziplinärer Kongress „Junge Naturwissenschaft und Praxis“ der Hanns Martin Schleyer-Stiftung, Köln.
- Pauen, S. (1996). Kategorisierung im Säuglingsalter: Die Unterscheidung globaler Objektklassen. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 43(4), 600-624.
- Pauen, S. (2002). Evidence for knowledge-based category discrimination in infancy. *Child Development*, 73(4), 1016-1033.
- Pauen, S. (2006). *Was Babys denken: Eine Geschichte des ersten Lebensjahres*. München: Beck.
- Pauen, S., Babocsai, L., Löffler, S., & Träuble, B. (2003). *Wie Babys lernen verschiedene Tierarten zu unterscheiden: Die Rolle persönlicher Erfahrung*. Poster presented at the 16. Tagung der Fachgruppe für Entwicklungspsychologie in der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Mainz.
- Pauen, S., & Pahnke, J. (2004). *Number of trials or number of exemplars presented during familiarization: What counts for categorization performance in preverbal infants?* Poster presented at the 14. Biennial International Conference on Infant Studies, Chicago, USA.
- Pauen, S., Pahnke, J., & Träuble, B. (in preparation). *What happens in infant categorization studies? No II - How number of familiarization trials and number of exemplars change performance in the Object Examination Task*. Unpublished manuscript.
- Pauen, S., & Schleicher, K. (2007). *How gaze information helps infants to learn about categories*. Poster presented at the biennial meeting of the Society for Research in Child Development, Boston.
- Pauen, S., & Schulz, P. (submitted). *Preverbal categorization and early noun acquisition: How are they related?* Unpublished manuscript.
- Pauen, S., & Träuble, B. (submitted). *What happens in infant categorization studies? Why visual fixation and object examination lead to different results*. Unpublished manuscript.
- Pauen, S., Vonderlin, E., & Dietrich, A. (2006). Frühindikatoren der kognitiven Entwicklung im Säuglingsalter. In S. Zabransky (Ed.), *SGA-Syndrom. Small for Gestational Age*. Saarbrücken: Conte.
- Pêcheux, M.-G. (1988). Why - and how - should we choose between models of habituation? *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 8(5), 494-498.
- Pêcheux, M.-G., & Lécuyer, R. (1983). Habituation rate and free exploration tempo in 4-month-old infants. *International Journal of Behavioral Development*, 6(1), 37-50.
- Porter, R. H., & Winberg, J. (1999). Unique salience of maternal breast odors for newborn infants. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23(3), 439-449.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.

- Quinn, P. C., & Eimas, P. D. (1996). Perceptual cues that permit categorical differentiation of animal species by infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63(1), 189-211.
- Quinn, P. C., Eimas, P. D., & Rosenkrantz, S. L. (1993). Evidence for representations of perceptually similar natural categories by 3-month-old and 4-month-old infants. *Perception*, 22(4), 463-475.
- Quinn, P. C., & Johnson, M. H. (2000). Global-before-basic object categorization in connectionist networks and 2-month-old infants. *Infancy*, 1(1), 31-46.
- Rammsayer, T. H., & Brandler, S. (2007). Performance on temporal information processing as an index of general intelligence. *Intelligence*, 35(2), 123-139.
- Richards, J. E. (1988). Heart rate offset responses to visual stimuli in infants from 14 of 26 weeks of age. *Psychophysiology*, 25(3), 278-291.
- Richards, J. E., & Casey, B. J. (1992). Development of sustained visual attention in the human infant. In B. A. Campbell, H. Hayne & R. Richardson (Eds.), *Attention and information processing in infants and adults: Perspectives from human and animal research* (pp. 30-60). Hillsdale, NJ, England: Erlbaum.
- Riksen-Walraven, J. M. (1978). Effects of caregiver behavior on habituation rate and self-efficacy in infants. *International Journal of Behavioral Development*, 1(2), 105-130.
- Rivera, S. M., Wakeley, A., & Langer, J. (1999). The drawbridge phenomenon: Representational reasoning or perceptual preference? *Developmental Psychology*, 35(2), 427-435.
- Rolfe, S. A. (1994). Does assessment of cognitive functioning in infancy hold the key to early detection of developmental disabilities? A review of research. *Australia & New Zealand Journal of Developmental Disabilities*, 19(1), 61-72.
- Rose, D. H., & Slater, A. M. (1983). Infant recognition memory following brief stimulus exposure. *British Journal of Developmental Psychology*, 1(3), 221-230.
- Rose, S. A. (1983). Differential rates of visual information processing in full-term and preterm infants. *Child Development*, 54(5), 1189-1198.
- Rose, S. A., & Feldman, J. F. (1987). Infant visual attention: Stability of individual differences from 6 to 8 months. *Developmental Psychology*, 23(4), 490-498.
- Rose, S. A., & Feldman, J. F. (1990). Infant cognition: Individual differences and developmental continuities. In J. Colombo & J. W. Fagen (Eds.), *Individual differences in infancy: Reliability, stability, prediction* (pp. 229-245). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rose, S. A., & Feldman, J. F. (1997). Memory and speed: Their role in the relation of infant information processing to later IQ. *Child Development*, 68(4), 630-641.
- Rose, S. A., Feldman, J. F., & Jankowski, J. J. (2003). Infant visual recognition memory: Independent contributions of speed and attention. *Developmental Psychology*, 39(3), 563-571.
- Rose, S. A., Feldman, J. F., & Jankowski, J. J. (2005). The structure of infant cognition at 1 year. *Intelligence*, 33(3), 231-250.
- Rose, S. A., Feldman, J. F., Wallace, I. F., & McCarton, C. (1989). Infant visual attention: Relation to birth status and developmental outcome during the first 5 years. *Developmental Psychology*, 25(4), 560-576.
- Rovee-Collier, C. (1988). The adaptive significance of habituation in infancy. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 8(5), 503-511.
- Ruddy, M. G., & Bornstein, M. H. (1982). Cognitive correlates of infant attention and maternal stimulation over the first year of life. *Child Development*, 53(1), 183-188.
- Ruff, H. A. (1986). Components of attention during infants' manipulative exploration. *Child Development*, 57(1), 105-114.
- Ruff, H. A., & Rothbart, M. K. (1996). *Attention in early development: Themes and variations*. New York, NY: Oxford University Press.
- Saayman, G., Ames, E. W., & Moffett, A. (1964). Response to novelty as an indicator of visual discrimination in the human infant. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1(2), 189-198.

- Schafer, G., & Mareschal, D. (2001). Modeling infant speech sound discrimination using simple associative networks. *Infancy*, 2(1), 7-28.
- Schilling, T. H. (2000). Infants' looking at possible and impossible screen rotations: The role of familiarization. *Infancy*, 1(4), 389-402.
- Schöner, G., & Thelen, E. (2006). Using Dynamic Field Theory to Rethink Infant Habituation. *Psychological Review*, 113(2), 273-299.
- Shultz, T. R., & Bale, A. C. (2001). Neural network simulation of infant familiarization to artificial sentences: Rule-like behavior without explicit rules and variables. *Infancy*, 2(4), 501-536.
- Shultz, T. R., & Cohen, L. B. (2004). Modeling age differences in infant category learning. *Infancy*, 5(2), 153-171.
- Simon, T. J. (1998). Computational evidence for the foundations of numerical competence. *Developmental Science*, 1(1), 71-78.
- Sirois, S. (2004). Autoassociator networks: Insights into infant cognition. *Developmental Science*, 7(2), 133-140.
- Sirois, S., Buckingham, D., & Shultz, T. R. (2000). Artificial grammar learning by infants: An auto-associator perspective. *Developmental Science*, 3(4), 442-456.
- Sirois, S., & Mareschal, D. (2002). Models of habituation in infancy. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(7), 293-298.
- Sirois, S., & Mareschal, D. (2004). An Interacting Systems Model of Infant Habituation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1352-1362.
- Slater, A. (1988). Habituation and visual fixation in infants: Information processing, reinforcement, and what else? *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 8(5), 517-523.
- Slater, A. (1995). Individual differences in infancy and later IQ. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36(1), 69-112.
- Slater, A., Morison, V., & Rose, D. (1983). Locus of habituation in the human newborn. *Perception*, 12(5), 593-598.
- Slater, A., Morison, V., & Somers, M. (1988). Orientation discrimination and cortical function in the human newborn. *Perception*, 17(5), 597-602.
- Smith, L., Fagan, J. F., & Ulvund, S. E. (2002). The relation of recognition memory in infancy and parental socioeconomic status to later intellectual competence. *Intelligence*, 30(3), 247-259.
- Sokolov, Y. N. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. Oxford: Pergamon Press.
- Sokolov, Y. N. (1966). Orienting reflex as information regulator. In A. N. Leontiev, A. R. Luria, Y. N. Sokolov & O. S. Vinogradova (Eds.), *Psychological research in the USSR* (Vol. 1). Moscow: Progress Publishers.
- Sokolov, Y. N. (1990). The orienting response, and future directions of its development. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 25(3), 142-150.
- Spearman, C. (1904). "General intelligence", objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15(201-293).
- Spelke, E. S., Phillips, A., & Woodward, A. L. (1995). Infants' knowledge of object motion and human action. In D. Sperber, D. Premack & A. J. Premack (Eds.), *Causal cognition: A multidisciplinary debate* (pp. 44-78). New York, NY: Clarendon Press/Oxford University Press.
- Stelzl, I. (2005). *Fehler und Fallen der Statistik. Für Psychologen, Pädagogen und Sozialwissenschaftler*. Münster: Waxmann.
- Stern, W. (1920). *Die Intelligenz der Kinder und Jugendlichen*. Leipzig: Barth.
- Sternberg, R. J. (1984). Toward a triarchic theory of human intelligence. *Behavioral and Brain Sciences*, 7(2), 269-315.
- Streri, A., & Pêcheux, M.-G. (1986). Tactual habituation and discrimination of form in infancy: A comparison with vision. *Child Development*, 57(1), 100-104.

- Tamis-LeMonda, C. S., & Bornstein, M. H. (1989). Habituation and maternal encouragement of attention in infancy as predictors of toddler language, play, and representational competence. *Child Development, 60*(3), 738-751.
- Tasbihsazan, R., Nettelbeck, T., & Kirby, N. (2003). Predictive validity of the Fagan Test of Infant Intelligence. *British Journal of Developmental Psychology, 21*(4), 585-597.
- Thomas, H., & Gilmore, R. O. (2004). Habituation Assessment in Infancy. *Psychological Methods, 9*(1), 70-92.
- Thompson, R. F., & Spencer, W. A. (1966). Habituation: A model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior. *Psychological Review, 73*(1), 16-43.
- Thorpe, W. H. (1956). *Learning and instinct in animals*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Träuble, B., & Pauen, S. (in press). The role of functional information for infant categorization. *Cognition*, (2006), doi:10.1016/j.cognition.2006.10.003
- Underwood, B. J. (1975). Individual differences as a crucible in theory construction. *American Psychologist, 30*(2), 128-134.
- Valentine, C. W. (1914). The colour perception and colour preferences of an infant during its fourth and eighth months. *British Journal of Psychology, 6*, 363-386.
- Vonderlin, E., Pahnke, J., & Pauen, S. (submitted). *Infant temperament and information processing in a visual categorization task*. Unpublished manuscript.
- Weinberg, K. M., & Tronick, E. Z. (1996). Infant affective reactions to the resumption of maternal interaction after the Still-Face. *Child Development, 67*(3), 905-914.
- Westermann, G., & Mareschal, D. (2004). From parts to wholes: Mechanisms of development in infant visual object processing. *Infancy, 5*(2), 131-151.
- Westermann, G., Mareschal, D., Johnson, M. H., Sirois, S., Spratling, M. W., & Thomas, M. S. C. (2007). Neuroconstructivism. *Developmental Science, 10*(1), 75-83.
- Westermann, G., Sirois, S., Shultz, T. R., & Mareschal, D. (2006). Modeling developmental cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences, 10*(5), 227-232.
- Woodward, A. L. (1998). Infants selectively encode the goal object of an actor's reach. *Cognition, 69*(1), 1-34.

# ANHANG

## ANHANG EXPERIMENT 1

Tabelle A1  
Verteilung der Geschlechter auf die beiden Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen in Experiment 1 (N = 80)

Experiment 1	5 Monate		7 Monate	
	Einzel zuerst <i>n</i> = 20	Kategorial zuerst <i>n</i> = 20	Einzel zuerst <i>n</i> = 24	Kategorial zuerst <i>n</i> = 16
Jungen <i>n</i> = 36	10	8	14	4
Mädchen <i>n</i> = 44	10	12	10	12

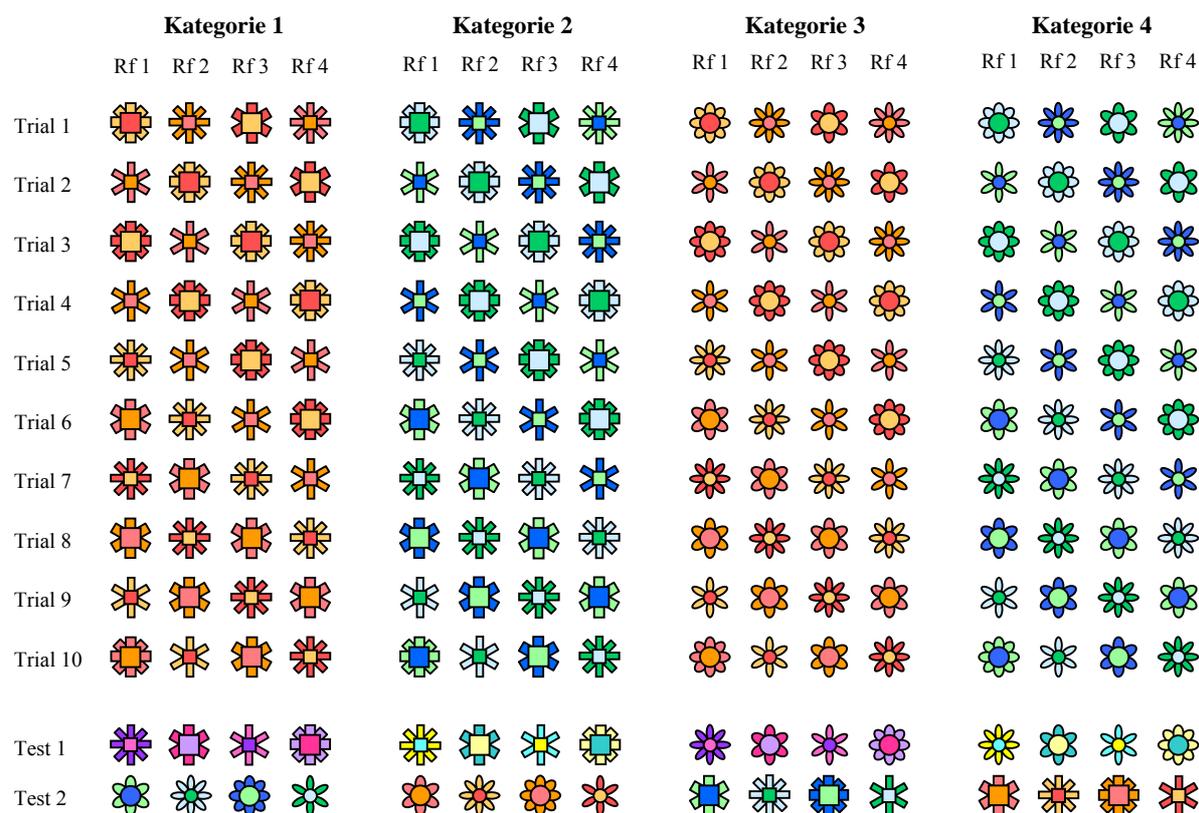


Abbildung A1. Kategoriale Stimuli in Experiment 1 (infant-control) und Experiment 2 (fixed-trial): Sequentielle Darbietung der Reize in jeweils zehn Habituationstrials und zwei Testdurchgängen. Die Kategorisierungsaufgabe wurde pro Kategorie in einer von vier möglichen Reihenfolgen (Rf) vorgegeben, kombiniert mit entsprechenden Testexemplaren der kontrastierten Kategorien.

**ANHANG EXPERIMENT 2**

Tabelle A2

*Verteilung der Geschlechter auf die beiden Altersgruppen in Experiment 2 (N = 41)*

<b>Experiment 2</b>	<b>5 Monate</b>	<b>7 Monate</b>
Geschlechterverteilung	Einzel zuerst <i>n</i> = 21	Einzel zuerst <i>n</i> = 20
Jungen <i>n</i> = 21	11	10
Mädchen <i>n</i> = 20	10	10

**ANHANG EXPERIMENT 3**

Tabelle A3

*Verteilung der Geschlechter in den Vergleichsstichproben von Experiment 3 und Experiment 1 (N = 33)*

<b>Experiment 3 + 1</b>	<b>7 Monate (Experiment 3)</b>	<b>7 Monate (Experiment 1)</b>
Geschlechterverteilung	Kategorial zuerst <i>n</i> = 17	Kategorial zuerst <i>n</i> = 16
Jungen <i>n</i> = 13	9	4
Mädchen <i>n</i> = 20	8	12

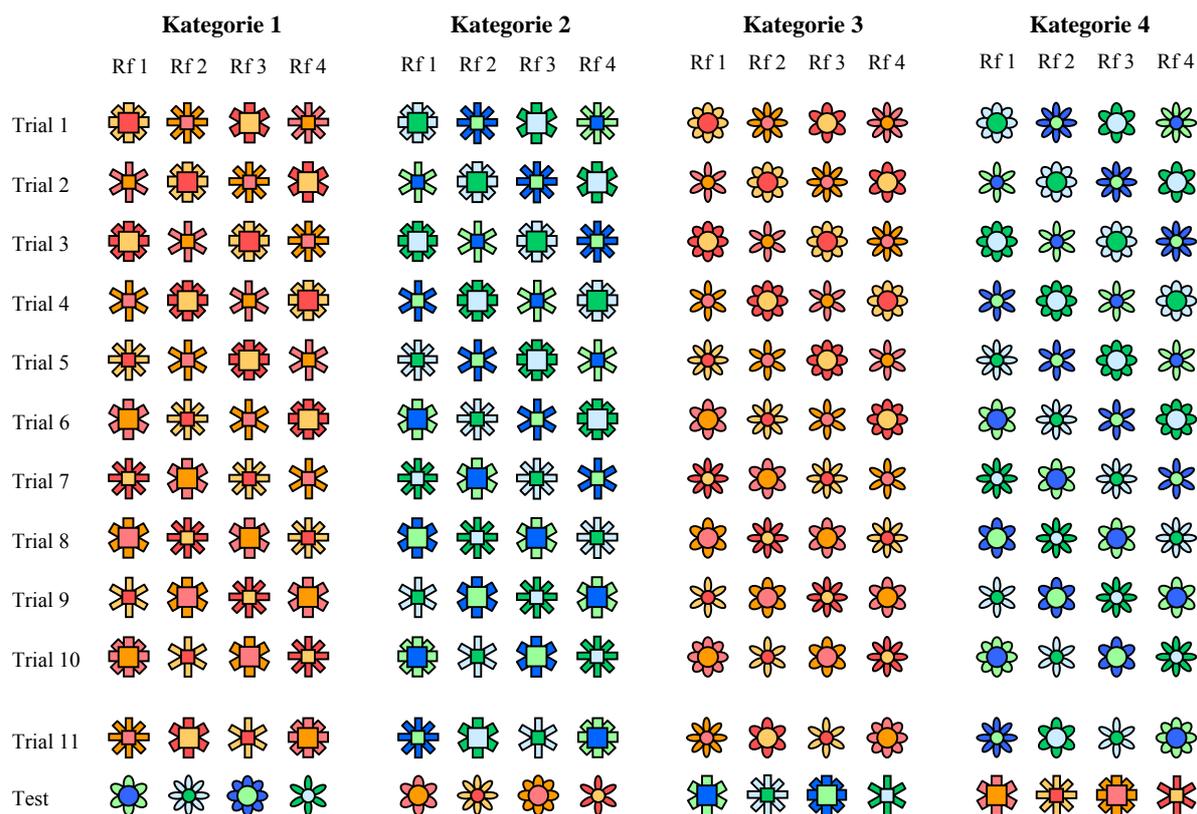


Abbildung A2. Kategoriale Stimuli in Experiment 3 (infant-control): Sequentielle Darbietung der Reize in zehn plus einem Habituationstrial und einem Testtrial. Die Kategorisierungsaufgabe wurde pro Kategorie in einer von vier möglichen Reihenfolgen (Rf) vorgegeben, kombiniert mit entsprechenden Testexemplaren der kontrastierten Kategorie.

## ANHANG EXPERIMENT 4

Tabelle A4

Verteilung der Geschlechter auf die beiden Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen in Experiment 4 ( $N = 80$ )

Experiment 4	5 Monate		7 Monate	
	Einzel zuerst $n = 20$	Kategorial zuerst $n = 20$	Einzel zuerst $n = 20$	Kategorial zuerst $n = 20$
Jungen $n = 40$	10	10	10	10
Mädchen $n = 40$	10	10	10	10

Tabelle A5

Mittelwerte und Standardabweichungen der Blickzeiten (in Sekunden) für beide Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen in beiden Habituationsphasen (A, B) der Einzelreizaufgabe in Experiment 4 ( $N = 80$ )

Einzelreizaufgabe	5 Monate				7 Monate			
	$n = 40$				$n = 40$			
	Phase A (Trial 1-3)		Phase B (Trial 5-7)		Phase A (Trial 1-3)		Phase B (Trial 5-7)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Als erste Aufgabe	8.24	3.07	7.92	3.15	7.20	2.73	7.07	2.54
Als zweite Aufgabe	6.79	2.76	5.09	2.81	8.23	3.03	7.51	3.51

## ANHANG EXPERIMENT 5

Tabelle A6

Verteilung der Geschlechter auf die beiden Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen in Experiment 5 ( $N = 82$ )

Experiment 5	5 Monate		7 Monate	
	Einzel Schwarz- Weiß zuerst	Einzel Bunt zuerst	Einzel Schwarz- Weiß zuerst	Einzel Bunt zuerst
	$n = 20$	$n = 20$	$n = 22$	$n = 20$
Jungen $n = 42$	11	11	10	10
Mädchen $n = 40$	9	9	12	10

Tabelle A7

Mittelwerte und Standardabweichungen der Blickzeiten (in Sekunden) für beide Altersgruppen und Aufgabenreihenfolgen in beiden Habituationsphasen (A, B) der Einzelreizaufgabe Bunt in Experiment 5 ( $N = 82$ )

Einzelreizaufgabe Bunt	5 Monate				7 Monate			
	$n = 40$				$n = 42$			
	Phase A (Trial 1-3)		Phase B (Trial 5-7)		Phase A (Trial 1-3)		Phase B (Trial 5-7)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Als erste Aufgabe	6.20	2.53	4.88	2.77	6.60	2.01	6.37	2.51
Als zweite Aufgabe	6.29	2.21	5.42	2.14	7.63	2.14	5.85	2.53

Tabelle A8

Mittelwerte und Standardabweichungen der Aufmerksamkeitsmaße (in Sekunden) für die beiden schwarz-weißen Einzelreizaufgaben in Experiment 4 (komplexe sternförmige Reize,  $N = 80$ ) und Experiment 5 (vereinfachte dreieckige Reize,  $N = 82$ )

Aufmerksamkeitsmaß		Einzelreizaufgabe	Einzelreizaufgabe	$t(160)$
		Experiment 4 sternförmige komplexe Reize	Experiment 5 dreieckige vereinfachte Reize	
		$M$ ( $SD$ )	$M$ ( $SD$ )	
Gesamtblickzeit	Summe Trial 1-7	50.42 (19.93)	50.74 (18.86)	-0.10
Habituation	$\frac{\text{Trial 1-3} - \text{Trial 5-7}}{\text{Trial 1-3} + \text{Trial 5-7}}$	0.07 (0.19)	0.07 (0.24)	-0.09
Dishabituation	$\frac{\text{Test neu} - \text{Test alt}}{\text{Test neu} + \text{Test alt}}$	0.06 (0.37)	0.02 (0.31)	0.83

*Beachte:* Mittels  $t$ -Test wurde geprüft, ob die Mittelwerte der Aufmerksamkeitsmaße in beiden Einzelreizaufgaben voneinander abweichen. Dabei ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Aufgaben in der Länge der Gesamtblickzeit, der Habituationstärke oder dem Ausmaß der Neuheitspräferenz (alle  $p$ -Werte  $> .05$ ).

Tabelle A9

Mittelwerte und Standardabweichungen des Erholungsmaßes der Dishabituation (in Sekunden) für jeweils beide Habituationaufgaben in Experiment 4 ( $N = 80$ ) und Experiment 5 ( $N = 82$ )

Erholungsmaß der Dishabituation		$M$	$SD$	Testwert = 0
<b>Experiment 4</b>				$t(79)$
Einzelreizaufgabe	$\frac{\text{Test neu} - \text{Trial 7}}{\text{Test neu} + \text{Trial 7}}$	0.04	0.31	1.12
Kategorisierungsaufgabe		0.11	0.24	4.16***
<b>Experiment 5</b>				$t(81)$
Einzelreizaufgabe Schwarz-Weiß	$\frac{\text{Test neu} - \text{Trial 7}}{\text{Test neu} + \text{Trial 7}}$	-0.03	0.30	-1.01
Einzelreizaufgabe Bunt		0.25	0.31	7.33***

*Beachte:* Die Mittelwerte der Dishabituationsleistungen wurden jeweils gegen den Wert 0 getestet. Dabei zeigte sich das Ausmaß der Erholung auf das neue Testobjekt in der kategorialen Aufgabe (Experiment 4) und in der bunten Einzelreizaufgabe (Experiment 5) als signifikant von Null verschieden, während die Aufmerksamkeits-erholung in den schwarz-weißen Einzelreizaufgaben der beiden Experimente nicht von Null abwich. Diese Ergebnisse stimmen mit den entsprechenden Auswertungen für das Maß der Neuheitspräferenz in beiden Experimenten überein (vgl. Tabellen 12 und 15 in den Kapiteln 10 und 11).

\*\*\*  $p < .001$ .