

DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DES
DOKTORGRADES DER NATURWISSENSCHAFTEN
IM FACHBEREICH I DER
UNIVERSITÄT TRIER



Von roten Autos und blauen Töpfen:
Farbinformationen in
impliziten und expliziten
Gedächtnistests

vorgelegt von
André Melzer

Dissertationsort: Trier

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS	VI
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VIII
1 EINLEITUNG	10
2 ERINNERN IN IMPLIZITEN UND EXPLIZITEN TESTS: DEFINITIONEN, BEFUNDE, THEORETISCHE KONZEPTIONEN	13
2.1 DEFINITIONEN IMPLIZITER UND EXPLIZITER GEDÄCHTNISPRÜFUNGEN	13
2.2 IMPLIZITE UND EXPLIZITE PRÜFVERFAHREN	17
2.3 DARSTELLUNG AUSGEWÄHLTER EMPIRISCHER BEFUNDE IN IMPLIZITEN UND EXPLIZITEN TESTS	21
2.3.1 NEUROPSYCHOLOGISCHE STUDIEN	21
2.3.2 VARIATION DER VERARBEITUNGSTIEFE	25
2.3.3 VARIATION VON OBERFLÄCHENMERKMALEN.....	28
2.3.3.1 Der Wechsel der Darbietungsmodalität	28
2.3.3.2 Der Wechsel der symbolischen Darstellungsform	30
2.3.3.3 Der Wechsel der Bildorientierung, der Spiegelung und der Darstellungsgröße von Objekten	33
2.3.3.4 Zusammenfassung	35
2.3.4 VORSTELLUNGSEFFEKTE IN IMPLIZITEN UND EXPLIZITEN TESTS.....	36
2.3.4.1 Vorstellen und Wahrnehmung	36
2.3.4.2 Vorstellungseffekte in impliziten Gedächtnisprüfungen.....	41
2.3.4.3 Zusammenfassung	46
2.4 THEORETISCHE KONZEPTIONEN	47
2.4.1 THEORIEN MULTIPLER GEDÄCHTNISYSTEME	47
2.4.2 THEORIEN UNTERSCHIEDLICHER GEDÄCHTNISPROZESSE	53
2.4.3 PROZESS- UND SYSTEMINTEGRIERENDE KONZEPTIONEN	58
2.5 ZUSAMMENFASSUNG	62
3 PHYSIOLOGIE, SPRACHE UND DAS ERINNERN DER FARBE	65
3.1 PHYSIOLOGIE DER VERARBEITUNG VON FARBINFORMATIONEN	66
3.2 FARBE UND SPRACHLICHE FARBKATEGORIEN	75
3.3 DAS GEDÄCHTNIS FÜR FARBEN	81
3.3.1 ERWERB UND REPRÄSENTATION VON FARBE-OBJEKT-VERKNÜPFUNGEN	82
3.3.1.1 Die Theorie der Merkmalsintegration von Anne Treisman	82
3.3.1.2 Die kognitive Theorie der Verarbeitung von Farbinformationen von Jules Davidoff	88

3.3.2	DIE ROLLE DER FARBE IN DER OBJEKTERKENNUNG.....	91
3.3.3	FARBERINNERUNGEN IN IMPLIZITEN UND EXPLIZITEN TESTS	98
3.3.3.1	Speicherung und Repräsentation nicht diagnostischer Farben in der Studie von Hanna und Remington (1996)	99
3.3.3.2	Der Einfluss der Enkodierung auf das Farbgedächtnis	101
3.3.3.3	Das Ausbleiben von Farbeffekten in impliziten Tests	102
3.3.3.4	Farbeffekte in impliziten Tests: Die konzeptuelle Farbwahlaufgabe	108
3.3.3.5	Farbeffekte in impliziten Tests: Nonverbale Assoziationen	111
3.4	ZUSAMMENFASSUNG	115
4	EIGENE UNTERSUCHUNGEN IMPLIZITER FARBERINNERUNGEN	118
4.1	GENERELLE METHODE	123
4.1.1	VERSUCHSPERSONEN	123
4.1.2	VERSUCHSPLAN	123
4.1.3	MATERIAL	124
4.1.4	VERSUCHSDURCHFÜHRUNG	126
4.2	EXPERIMENT 1A	128
4.2.1	METHODE	134
4.2.1.1	Versuchspersonen	134
4.2.1.2	Versuchsplan	134
4.2.1.3	Material	134
4.2.1.4	Versuchsdurchführung	136
4.2.1.5	Ergebnisse	136
4.2.1.6	Diskussion	140
4.3	EXPERIMENT 1B	141
4.3.1	METHODE	141
4.3.1.1	Ergebnisse	141
4.3.1.2	Diskussion	143
4.4	EXPERIMENT 2	149
4.4.1	METHODE	153
4.4.1.1	Versuchspersonen	153
4.4.1.2	Versuchsplan und Material	154
4.4.1.3	Versuchsdurchführung	154
4.4.1.4	Ergebnisse	155
4.4.1.5	Diskussion	159
4.5	EXPERIMENT 3	164
4.5.1	METHODE	167
4.5.1.1	Versuchspersonen	167
4.5.1.2	Versuchsplan	167
4.5.1.3	Material	168
4.5.1.4	Versuchsdurchführung	169
4.5.1.5	Ergebnisse	170
4.5.1.6	Diskussion	174

4.6	ZUSAMMENFASSUNG DER ERSTEN DREI EXPERIMENTE	179
4.7	EXPERIMENT 4	184
4.7.1	METHODE	190
4.7.1.1	Versuchspersonen	190
4.7.1.2	Versuchsplan	190
4.7.1.3	Material	191
4.7.1.4	Versuchsdurchführung	192
4.7.1.5	Ergebnisse	194
4.7.1.6	Diskussion	199
4.8	EXPERIMENT 5	204
4.8.1	METHODE	206
4.8.1.1	Versuchspersonen	206
4.8.1.2	Versuchsplan	207
4.8.1.3	Material	207
4.8.1.4	Versuchsdurchführung	208
4.8.1.5	Ergebnisse	210
4.8.1.6	Diskussion	214
4.9	ZUSAMMENFASSUNG DER EXPERIMENTE 4 UND 5	217
4.10	ÜBERLEGUNGEN ZUR THEORETISCHEN EINORDNUNG DER EIGENEN EMPIRISCHEN BEFUNDE	224
5	ZUSAMMENFASSUNG UND RESÜMEE	233
	LITERATURVERZEICHNIS	238

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Gebräuchliche implizite Tests in Abhängigkeit der durch sie primär angeregten Verarbeitungsprozesse in Anlehnung an Roediger und McDermott (1993).....	18
Tabelle 2.3: Mittlere Primingwerte korrekter Reaktionen als Funktion der Studierbedingung und des Materials in den impliziten Tests in McDermott und Roediger, 1994, Experiment 4.....	43
Tabelle 2.4: Zentrale Gedächtnissysteme und ihre Subsysteme mit Form des Abrufs und (wenn spezifiziert) neuroanatomischer Lokalisation nach Schacter und Tulving (1994).....	50
Tabelle 4.1: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbwahlen für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Abhängigkeit von Farbkodierung und Farbanordnung in Experiment 1a. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	138
Tabelle 4.2: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekt wiedererkannter, alter Objekt-Farbe-Kombinationen (Treffer) sowie Falsche Alarme und korrigierte Wiedererkennensleistung (Treffer minus Falsche Alarme) in Abhängigkeit von Farbkodierung und Farbanordnung in Experiment 1a. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.....	139
Tabelle 4.3: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbwahlen für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Abhängigkeit von Farbkodierung und Farbanordnung in Experiment 1a und 1b (<i>kursiv</i>). Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	141
Tabelle 4.4: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekt wiedererkannter, alter Objekt-Farbe-Kombinationen (Treffer) sowie Falsche Alarme und korrigierte Wiedererkennensleistung (Treffer minus Falsche Alarme) in Abhängigkeit von Farbkodierung und Farbanordnung in Experiment 1a und 1b (<i>kursiv</i>). Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	143
Tabelle 4.5: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbwahlen für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Abhängigkeit von Farbkodierung und Farbanordnung in Experiment 2. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	155
Tabelle 4.6: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekt wiedererkannter, alter Objekt-Farbe-Kombinationen (Treffer) sowie Falsche Alarme und korrigierte Wiedererkennensleistung (Treffer minus Falsche Alarme) in Abhängigkeit von Farbkodierung und Farbanordnung in Experiment 2. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	156
Tabelle 4.7: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbwahlen für wiederholte (alt-identische), gewechselte (alt-modifizierte) und neue Teststimuli sowie mittlere Primingwerte in Experiment 3 in Abhängigkeit von der Objektkodierung. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	170
Tabelle 4.8: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekt wiedererkannter, alter Bildobjekte (Treffer), Falsche Alarme und korrigierte Wiedererkennensleistung (Treffer minus Falsche Alarme) in Experiment 3 in Abhängigkeit von der Objektkodierung und dem Itemstatus. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	171

Tabelle 4.9: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farberinnerungen für alte und neue Teststimuli sowie mittlere, explizite „Primingwerte“ in Experiment 3 in Abhängigkeit von der Objektkodierung und dem Itemstatus. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	172
Tabelle 4.10: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbtreffer für wiederholte (alt-identische), gewechselte (alt-modifizierte) und neue Teststimuli sowie mittlere Primingwerte in Experiment 4 in Abhängigkeit vom impliziten Prüfverfahren. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.....	194
Tabelle 4.11: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farberinnerungen in Experiment 4 in Abhängigkeit vom expliziten Prüfverfahren. Prüfreize stellten immer Wiederholungen aus der Studierphase dar, waren allerdings entweder in der vorangegangenen impliziten Prüfung genauso vorgelegt (alt-identisch), oder durch andere Exemplare ersetzt worden („alt-modifiziert“). Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	196
Tabelle 4.12: Mittlere Anteile (in Prozent) der Farbtreffer für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Experiment 5 in Abhängigkeit vom impliziten Prüfverfahren und der Farbanordnung. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	210
Tabelle 4.13: Mittlere Reaktionszeit (in ms) der Farbtreffer für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Experiment 5 in Abhängigkeit vom impliziten Prüfverfahren und der Farbanordnung. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	212
Tabelle 4.14: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farberinnerungen in Experiment 5 in Abhängigkeit von der Farbanordnung und dem expliziten Prüfverfahren. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	213
Tabelle 4.15: Mittlere Reaktionszeit (in ms) korrekter Farberinnerungen in Experiment 5 in Abhängigkeit von der Farbanordnung und dem expliziten Prüfverfahren. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.	214

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Zwei verschiedene Varianten einer Klarifikationsaufgabe (<i>perzeptueller Test</i> ; nach Vokey, Baker, Hayman & Jacoby, 1986). Den Teilnehmern werden nacheinander immer deutlicher werdende Zeichnungen zur Benennung vorgelegt. Bei einem zweiten Test nach einer kurzen Pause gelingt die Identifikation der Objekte schneller als beim ersten Durchgang. Auch gedächtnisgeschädigte (amnestische) Personen zeigen in diesem Test eine Verbesserung ihrer Leistung (vgl. 2.3.1).....	19
Abbildung 2.2: Relatives Priming nach verbal-visueller Enkodierung, auditiver Präsentation und Bildvorlage in der Studierphase in Abhängigkeit vom perzeptuellen impliziten Test. (aus: Rajaram & Roediger, 1993, S. 771).	32
Abbildung 2.3: Selektive Schädigung des Generierens von Vorstellungsbildern bei gleichzeitig erhaltender Fähigkeit, Vorstellungen zu analysieren im Modell von Kosslyn nach Farah (aus: Palmer, 1999).	39
Abbildung 2.4: Heuristische Diagramme einiger Hirnareale, die während dreier Varianten der Wortstammergänzung aktiv sein sollen. Die Verschiedenen Varianten beinhalten Wortstammergänzungen (a) neuer Prüfreize, (b) zuvor gebahnter Prüfreize sowie (c) bei episodischem Abruf (Wortstämme als Hinweisreize vorgelegt). Die Hirnareale sind in Pfeilrichtung hierarchisch abgebildet (aus: Roediger et al., 1999, s. 55).....	60
Abbildung 3.1: Das menschliche visuelle System. Erläuterungen sind dem Text zu entnehmen (aus: Palmer, 1999, S. 25).....	68
Abbildung 3.2: Vereinfachtes Diagramm der visuellen Bahnen nach Goldstein (1997). Die Signale verlaufen von rechts nach links, beginnend bei den M- und P-Ganglienzellen, die in die parietale bzw. temporale Bahn münden. V1 ist der primäre visuelle Cortex, V2, V3 und V4 sind die extrastriären visuellen Areale; andere extrastriäre Areale sind IT, der infratemporale Cortex, MT, der mediotemporale Cortex, und die Parietalregion, die andere Areale im Scheitellappen umfasst. Die am engsten mit den Arealen MT, V4 und IT verbundenen visuellen Qualitäten sind vermerkt.	70
Abbildung 3.3: Der Erwerb der Farbbenennung nach Berlin und Kay (nach Goldstein, 1997).	76
Abbildung 3.4: Das Modell von Treisman zur Beschreibung der Beziehung zwischen Merkmalsenkodierung, der räumlichen Ausdehnung der Aufmerksamkeit und den Bindungsprozessen in der Objektwahrnehmung. (aus: Treisman, 1999, S. 93).	84
Abbildung 3.5: Die Verarbeitung von Objekt- und Farbinformationen beim Benennen von Objekten und Farben im Modell von Davidoff und DeBleser (1993; aus: Schmidt, 1999, S. 154).	89
Abbildung 3.6: Beispiele für Geone und ihr Vorliegen in verschiedenen Objekten nach Biederman (1987). (aus: Palmer, 1999, S. 434).....	95

- Abbildung 3.7: Mittlere Reaktionszeiten (in ms) für das Benennen alter und neuer (*New*) Bilder in Cave, Bost und Cobb, 1996 (Experiment 2). Aus der Lernphase wiederholte Bilder lagen entweder unverändert (*Same*), in der anderen Farbe (*Color Change*), als anderes Exemplar (*Exemplar Change*) oder in beiden Merkmalen verändert vor (*Color & Exemplar Change*). Zusätzlich sind (außer bei den Zeiten der Studierphase–*Study*) die 95%-Konfidenzintervalle angegeben (aus: Cave, Bost & Cobb, 1996, S. 646)..... 105
- Abbildung 4.1: Korrigierte Wiedererkennungslleistung (Differenz Treffer minus falsche Alarme, in Prozent) aggregierter Behaltensdaten der Experimente 1 und 2 in Abhängigkeit von der Farbenkodierung und der Farbanordnung. Zusätzlich angegeben ist der Standardfehler. 158
- Abbildung 4.2: Mittlere Primingwerte (Differenz der Trefferhäufigkeiten alter und neuer Prüfreize in Prozent) in Experiment 3 in Abhängigkeit von der Objektkodierung, dem Itemstatus und der Testform. Zusätzlich angegeben ist der Standardfehler..... 174
- Abbildung 4.3: Mittlere Anteile (in Prozent) der Farbtreffer in Experiment 4 in Abhängigkeit davon, ob es sich um die erste (impliziter Test) oder zweite (expliziter Test) Behaltensprüfung handelte, und ob die aus der Studierphase bekannten Prüfreize in beiden Tests exakt wiederholt (alt-identisch) bzw. im ersten Test durch andere Exemplare der Studierreize ersetzt worden waren (alt-modifiziert). Zusätzlich angegeben ist der Standardfehler. 197
- Abbildung 4.4: Mittlere Anteile (in Prozent) der Farbtreffer in Experiment 4 in Abhängigkeit vom impliziten Prüfverfahren und der Beurteilung der Objekt-Farbe-Kombinationen in der Studierphase. Zusätzlich angegeben ist der Standardfehler..... 198

1 Einleitung

Color becomes relevant only when light enters the eyes of an observer who is equipped with the proper sort of visual nervous system to experience it. The situation is reminiscent of the old puzzle about whether a tree that falls in the forest makes a sound if nobody is there to hear it.

Stephen E. Palmer

Für die meisten Menschen stellt Farbe eine bedeutende Qualität in ihrer Umwelt dar. Insbesondere in der visuellen Wahrnehmung kommt ihr eine herausragende Bedeutung zu. So unterstützt die Farbe die Unterscheidung von Objekten und das Gliedern einer wahrgenommenen Szene, indem sie hilft, die Grenzen sich überdeckender Gegenstände zu bestimmen. Gleichwohl kann sie eine eindeutige Gliederung verhindern helfen, indem ihre Tarnfunktion eingesetzt und somit ein Verschwimmen der Grenzen zwischen den Gegenständen angestrebt wird. Verschiedene Farben haben darüber hinaus Signalgebungsfunktion. Das Wissen, dass bestimmte Farben bestimmte Bedeutungen haben, ist in manchen Fällen angeboren und zeigt sich beispielsweise in dem instinktiven Verhalten einiger Tiere auf bestimmte Farbreize. In anderen Fällen handelt es sich um erlerntes Verhalten auf bestimmte Farbsignale — wir halten vor einer roten Ampel und fahren bei Grün¹. Eine Vielzahl an Alltagsgegenständen weist solche Farben auf, die wir als „typisch“ betrachten: Bananen sind gelb, Erdbeeren rot. Anders als bei diesen Objekt-Farbe-Kombinationen, die mehr oder weniger das Verhalten beeinflussen, akzeptieren wir in den meisten Fällen eine Vielzahl möglicher Farben für die Objekte unserer Wahrnehmungsumwelt, seien es Autos, T-Shirts oder Regenschirme. Hier ist die jeweilige Farbe weder für das Verhalten relevant, noch von diagnostischem Wert für die Objekte. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich ausschließlich mit diesem Ausschnitt der „bunten Welt“. Können wir uns im Anschluss an eine Wahrnehmungsepisode überhaupt an zufällige Kombinationen von Objekten und Farben erinnern und, wenn ja, welche Faktoren beeinflussen unser Gedächtnis für diese Farben?

¹ Ist an der Ampel zusätzlich noch der „grüne Pfeil“ angebracht, kann es bei entsprechender Unkenntnis sogar zu einem Verhaltenskonflikt kommen, der durch die beiden Farben ausgelöst wird: In diesem Fall stehen sich das *Rot der Ampel* und das *Grün des Pfeils* gegenüber, das signalisiert, dass die Fahrt auch bei rotem Ampelsignal in die durch den Pfeil angegebene Richtung (d.h. nach rechts) fortgesetzt werden darf, sofern „von links keiner kommt“.

In insgesamt fünf Experimenten wurde der Frage nachgegangen, unter welchen Bedingungen ursprünglich willkürliche Kombinationen von bekannten Objekten und vertrauten Farben die Leistungen in verschiedenen Gedächtnisprüfungen beeinflussen. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden den studentischen Versuchspersonen in der Studierphase Strichzeichnungen von Objekten jeweils zusammen mit einer Farbe präsentiert, die nicht typisch oder charakteristisch für das Objekt war. Im Anschluss an die Bearbeitung dieser Objekt-Farbe-Kombinationen wurden verschiedene Gedächtnistests vorgelegt. Von zentralem Interesse waren dabei solche Prüfverfahren, in denen eine explizite Aufforderung unterblieb, sich bewusst an die erste Untersuchungsphase zu erinnern. In der experimentellen Gedächtnispsychologie dient eine solche aufgabenbasierte Definition zur Kennzeichnung sogenannter *impliziter Tests*.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in drei Teile: Im ersten Teil werden solche impliziten Tests (z.B. Bildidentifikation) und die traditionellen expliziten Verfahren (z.B. Rekognition) ausführlich miteinander verglichen (Kapitel 2). Nach einer Begriffsbestimmung sowie der Vorstellung der wichtigsten Verfahren werden die bedeutendsten Befunde impliziter und expliziter Tests referiert. Wie zu zeigen sein wird, beruht ein Großteil der Attraktivität und Beliebtheit impliziter Prüfverfahren darauf, dass bestimmte Variablen in diesen Tests beispielsweise die Gedächtnisleistungen in expliziten Verfahren beeinflussen, während sie keine oder sogar gegensätzliche Auswirkungen auf die Leistungen in impliziten Tests haben. Die beiden dominierenden Erklärungsansätze, die eine prozess- bzw. systemorientierte Betrachtung des menschlichen Gedächtnisses beinhalten, werden ausführlich erläutert.

Im zweiten Teil wird das Stimulusmerkmal Farbe eingehend vorgestellt (Kapitel 3). Wie zu zeigen sein wird, handelt es sich dabei um eine Merkmalsdimension, die in einer komplexen Wechselwirkung mit anderen Merkmalen steht. Nach der Darstellung der anatomischen Grundlagen sowie der wichtigsten Elemente der physiologischen Farbverarbeitung wird der Einfluss der Sprache auf die kognitive Verarbeitung der Farbe beleuchtet. Im Zentrum dieses Kapitels steht jedoch die höhere kognitive Verarbeitung der Farbe, speziell das *Farbgedächtnis*. Modelle zur Integration und Repräsentation der Farbe werden vorgestellt und ihre Rolle in der Objekterkennung erläutert. Von besonderer Bedeutung für die vorliegende Arbeit ist die Analyse von Farbeffekten in impliziten und expliziten Gedächtnistests. Wie zu zeigen sein wird, ist erstaunlich wenig über die Rolle der Farbe im Langzeitgedächtnis bekannt. Insbesondere in impliziten

Tests fristet dieses Merkmal ein Schattendasein, indem es häufig als „irrelevant“ für die Gedächtnisleistung betrachtet wird: Zwar wird von einer wiederholten Bearbeitung farbiger Reize profitiert, indem diese zum Beispiel schneller erfolgt, doch ist dieser Effekt in einer Reihe von Tests unabhängig davon, ob der Testreiz in derselben Farbe wie bei der ersten Bearbeitung oder einer anderen dargeboten wird.

Diese skeptische Einschätzung zu korrigieren, war das Ziel der eigenen Untersuchungen, die im dritten und umfangreichsten Teil der vorliegenden Arbeit (Kapitel 4) referiert werden. Auf der Basis der Arbeiten zweier Forschergruppen wurde eine Analyse derjenigen Erwerbs- und Abrufbedingungen angestrebt, die den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen ermöglichen. In einem ersten Untersuchungsblock (Experiment 1, 2 und 3) wurden beispielsweise die Auswirkungen verschiedener Formen der Farbkodierung (Sehen versus Vorstellen) sowie der räumlichen Merkmalsanordnung (räumlich integrierte versus getrennte Anordnung der Farbe vom Objekt) auf die Behaltensleistung im impliziten Test geprüft. In den beiden letzten Experimenten wurden zwei neu konstruierte Verfahren getestet, mit denen untersucht wurde, von welchen Verarbeitungsprozessen der Nachweis von Farbeffekten in impliziten Tests abhängt.

Zum Abschluss der vorliegenden Arbeit erfolgt ein erster Vorschlag, die Befunde in ein bestehendes Modell zur Verarbeitung von Objekt- und Farbinformationen in Benennungsaufgaben zu integrieren. Die Einordnung der Befunde orientiert sich dabei zugleich an gängigen prozess- und systemtheoretischen Betrachtungen des Gedächtnisses, indem beiden Ansätzen eine bedeutende Rolle bei der Erklärung impliziter Farberinnerungen zugewiesen wird. Jeder Ansatz ist für sich genommen nicht hinreichend, um die beobachteten Befundmuster erklären zu können.

2 Erinnern in impliziten und expliziten Tests: Definitionen, Befunde, theoretische Konzeptionen

Der Erfolg der Einteilung von Behaltensprüfungen in *implizite* und *explizite Tests* ist in erster Linie dadurch begründet, dass wiederholt erstaunliche *Dissoziationen* zwischen den Leistungen in beiden Prüfverfahren beobachtet wurden. Funktionale Dissoziationen liegen immer dann vor, wenn Variablen, die zu einem bestimmten Effekt in einer Testform führen, sich in der anderen Testform nicht oder sogar gegenteilig auswirken. Ausgehend von einer Begriffsbestimmung (2.1) werden im nachfolgenden Kapitel zunächst die wichtigsten impliziten und expliziten Prüfverfahren exemplarisch dargestellt (2.2). Anschließend wird eine Auswahl der bedeutendsten empirischen Befunde aus klinischen Studien referiert und Untersuchungen vorgestellt, in denen sich die Lernbedingungen in bezug auf die Verarbeitungstiefe unterschieden oder bestimmte Merkmale der Stimuli von der Lern- zur Prüfphase gewechselt wurden (2.3). Im Anschluss werden die gängigen Erklärungsansätze vorgestellt, die sich in zwei Grundströmungen einteilen lassen (2.4). Die Menge der Informationen zum Erinnern in impliziten und expliziten Tests verlangt zudem eine eigenständige Zusammenfassung der wesentlichen hier dargestellten Aspekte. Daher ist ein eigener Abschnitt für einen zusammenfassenden Überblick reserviert (2.5).

2.1 Definitionen impliziter und expliziter Gedächtnisprüfungen

Seit Peter Graf und Daniel Schacter im Jahr 1985 die Begriffe des *impliziten* und *expliziten Gedächtnis* vorstellten, ist eine beeindruckende Zahl an wissenschaftlichen Publikationen zu diesem Thema erschienen. Das historisch rasante Anwachsen der empirischen Befunde ist am Umfang der Übersichtsartikel gut abzulesen: Gelang es Schacter (1987) noch, die wesentlichen Befunde zum impliziten Gedächtnis auf wenige Artikelseiten zu komprimieren, erschienen nur wenige Jahre später mit dem von Graf und Masson (1993) herausgegebenen Band sowie dem zeitgleich veröffentlichten Übersichtsartikel von Roediger und McDermott zwei detaillierte Standardwerke zum impliziten Gedächtnis. Inzwischen hat die Zahl der Publikationen offenbar etwas nachgelassen. Dafür liegen erste Anzeichen vor, dass nunmehr weniger die bloße Anhäufung von Befunden im Zentrum des Interesses steht, als vielmehr die Bildung von Theorien des

menschlichen Gedächtnis zur Integration der Datenvielfalt. Erst kürzlich konnten führende Vertreter der Gedächtnisforschung für eine umfassende theoretische Standortbestimmung gewonnen werden (Foster & Jelicic, 1999; vgl. 2.4).

Was verbirgt sich hinter dem Begriff des *impliziten Gedächtnis*, und wie ist der Erfolg dieser Forschungsrichtung zu erklären? Graf und Schacter (1985) führten die beiden Begriffe des impliziten und expliziten Gedächtnis zur Kennzeichnung unterschiedlicher Gedächtnisformen ein, die sie empirisch als *funktionale Dissoziation* zwischen zwei Tests beobachteten: Die Autoren stellten fest, dass der typische Nachteil in der Behaltensleistung massiv gedächtnisbeeinträchtigter (d.h. amnestischer) Patienten gegenüber gesunden Kontrollpersonen dann nicht mehr nachzuweisen war, wenn in den Testinstruktionen ein Erinnerungsbezug zur vorangegangenen Lernphase vermieden wurde. Graf und Schacter führten den Test statt dessen lediglich als eine zusätzliche Aufgabe ein und regten die Ergänzung der vorgelegten Wortstämme zu sinnvollen Wörtern an. Nur einige der den Wortstämmen zugrunde liegenden Zielwörter waren neu, die restlichen stammten aus der Studierphase. Die Autoren beobachteten in beiden Gruppen einen *Wiederholungs-* oder *Primingeffekt*, der sogar in der Höhe vergleichbar war. Dieser beschreibt die verbesserte Bearbeitung alter Inhalte gegenüber neuem Material dahingehend, dass die aus der ersten Untersuchungsphase bekannten Zielwörter häufiger korrekt ergänzt wurden als dies für neue der Fall war. Erfolgte hingegen eine explizite Erinnerungsaufforderung, waren auch die erwarteten Unterschiede in den Behaltensleistungen beider Gruppen zu beobachten.

Graf und Schacter (1985) interpretierten diese Dissoziation als Beleg dafür, dass menschlichen Erinnerungen nicht nur eine vollständig bewusste, sogenannte *explizite* Basis zugesprochen werden kann, sondern dass darüber hinaus noch eine weitere, *implizite* Basis des Gedächtnis existieren muss. Im Unterschied zum (massiv beeinträchtigten) expliziten Gedächtnis soll diese Basis bei amnestischen Patienten von der Hirnschädigung weitgehend unbeeinträchtigt sein. Schacter (1987) schlägt dabei folgende Definitionen vor:

Implicit memory is revealed when previous experiences facilitate performance on a task that does not require conscious or intentional recollection of previous experiences.

Explicit memory is revealed when performance on a task requires conscious recollection of previous experiences. (beide S. 501)

Obwohl ursprünglich als deskriptive Termini konzipiert, wurde bald kritisch angemerkt, dass diese Definition eine Vielzahl von Problemen im Zusammenhang mit den verwendeten Begrifflichkeiten impliziert (z.B. Richardson-Klavehn & Bjork, 1988). So ist der Definition in der Tat nicht eindeutig zu entnehmen, ob sich Schacter auf unterschiedliche hypothetische *Gedächtnisformen* (implizites versus explizites Gedächtnissystem; vgl. 2.4.1), oder unterschiedliche *Bewusstseinszustände* (implizit–*unbewusst* versus explizit–*bewusst*) bezieht. Fügt man die zudem anklingende Möglichkeit einer grundsätzlichen Unterscheidung impliziter und expliziter *Testverfahren* als zusätzliche Dichotomie hinzu, besteht die Gefahr einer Vermischung aller drei Bedeutungsebenen, die in der Literatur tatsächlich nicht selten anzutreffen ist (vgl. Gardiner & Java, 1993).

Ein Gleichsetzen der Begriffe implizit und explizit mit bestimmten *Bewusstseinszuständen* ist insofern schwierig, da das Verhalten in impliziten Tests prinzipiell auch durch das (bewusste oder unfreiwillige) Erinnern von Inhalten der Studierphase beeinflusst werden (z.B. Schacter, Bowers & Booker, 1989), oder das Verhalten in expliziten Tests auf anderen als den ausschließlich bewussten Erinnerungen basieren kann (z.B. Gardiner & Java, 1993)². Ein Gleichsetzen mit verschiedenen hypothetischen *Gedächtnisformen* ist insofern problematisch, da auf diese Weise die theoretische Grundannahme distinkter Gedächtnissysteme übernommen wird, zu der aber mit dem Prozessansatz eine durchaus ebenbürtige Konzeption vorliegt (vgl. 2.4). Roediger und McDermott (1993) sowie Wippich, Mecklenbräuker und Reding (1993) haben daher zur Unterscheidung impliziter und expliziter Behaltensprüfungen eine rein aufgabenbasierte Unterteilung vorgeschlagen, die den Vorteil einer eindeutigen Operationalisierbarkeit ohne zusätzliche Annahmen aufweist. Die nachfolgende Definition lehnt sich an diese Vorschläge an und liegt der vorliegenden Arbeit zum Erinnern der Farbe zu Grunde:

Erfolgt vor einem Test eine Erinnerungsaufforderung in Form eines Verweises auf eine vorangegangene Lernphase, liegt ein *expliziter Test* vor. Sollen hingegen Nachwirkungen einer Lernphase erfasst werden, ohne dass eine Erinnerungsaufforderung und ein Verweis auf diese Lernphase erfolgt, handelt es sich um einen *impliziten Test*.

² Engelkamp und Wippich (1995) verweisen in diesem Zusammenhang darauf, dass auch die ursprünglich postulierte Unterscheidung impliziter und expliziter Tests anhand des Grads ihrer Automatisiertheit (wobei expliziten Verfahren eine bewusste sowie impliziten Tests eine automatische Steuerung zugeordnet wurde) zugunsten der Annahme aufgegeben wurde, Behaltensprüfungen wären generell nicht faktorrein (Jacoby, 1991; Jacoby, Toth & Yonelinas, 1993).

Alternative aber weniger gebräuchliche Konzeptionen umfassen die Dichotomien „indirekte versus direkte Gedächtnismessung“ von Johnson und Hasher (1987) oder „inzidental versus intentionaler Test“ von Jacoby (1984). Ungeachtet von dem dargestellten terminologischen „Fehlstart“ erwies sich die grundlegende Konzeption von Graf und Schacter (1985) in der Gedächtnisforschung als überaus erfolgreich. Der entscheidende Grund dafür ist vermutlich darin zu sehen, dass wiederholt erstaunliche Befunde in Form der bereits erwähnten *Dissoziationen* zwischen verschiedenen Tests publiziert wurden. Zudem ist es möglich, die im Zentrum des Forschungsinteresses stehenden Variablen in einem bewährten Standardparadigma auf recht ökonomische Art zu prüfen — nach der aufgabenbasierten Definition gelingt dieses z.B. durch die Vorlage paralleler Testformen, die einmal mit und einmal ohne Erinnerungsaufforderung zu bearbeiten sind. Die Variation der Vorgabe einer Erinnerungsaufforderung bei Konstanthaltung aller anderen Bedingungen stellt die erste Bedingung zur Erfüllung des *retrieval intentionality criterion* von Schacter, Bowers und Booker (1989) dar. Wird zusätzlich eine Variable geprüft, die zu Dissoziationen zwischen den Tests führt, können die unterschiedlichen Leistungen auf Unterschiede im intentionalen bzw. nicht intentionalen Abruf zurückgeführt werden. Daher kann die Möglichkeit ausgeschlossen werden, dass die Leistung in impliziten Tests auf den Einsatz expliziter Erinnerungsstrategien zurückgeht. Auf diese Weise konnten z.B. Graf und Mandler (1984) eine Dissoziation bezüglich der Verarbeitungstiefe in der Wortstammergänzung in Abhängigkeit davon beobachten, ob eine Erinnerungsinstruktion erfolgte oder nicht: Während kein Einfluss der Verarbeitungstiefe auf die implizite Testleistung vorlag, stieg die Behaltensleistung im expliziten Test mit zunehmender Verarbeitungstiefe (vgl. 2.3.2).

2.2 Implizite und explizite Prüfverfahren

Wie im vorangegangenen Kapitel bereits erläutert wurde, unterscheiden sich implizite Behaltensprüfungen in Bezug auf das Lern-Testparadigma nicht von den traditionellen expliziten Tests. Hier wie dort sind in einer ersten Untersuchungsphase z.B. Wortlisten oder Bildmaterial zu bearbeiten. Dabei erfolgt in der Regel kein Verweis auf eine spätere Gedächtnisprüfung (inzidentelles Lernen). Einige der eingesetzten Studieraufgaben werden im Zusammenhang mit den Variationen der Verarbeitungstiefe (vgl. 2.3.2) oder bestimmter Merkmale der Stimuli vorgestellt (vgl. 2.3.3). Im Anschluss an das Enkodieren bearbeiten die Teilnehmer häufig eine oder mehrere Fülleraufgaben, die vom nachfolgenden Test ablenken sollen oder zur Verlängerung des Behaltensintervalls zwischen Studier- und Prüfphase eingesetzt werden. Anschließend vorgelegte *explizite Tests* verweisen ausdrücklich auf die erste Untersuchungsphase. Die gängigen Tests beinhalten die freie oder hinweisbezogene Reproduktion des zuvor enkodierten Materials oder die Unterscheidung gelernter von neuer Information in einem Wiedererkennensparadigma. In den lediglich als weitere Aufgabe eingeführten *impliziten Tests* erfolgt hingegen keine Erinnerungsinstruktion. Manchmal werden die Teilnehmer lediglich darüber informiert, dass ihnen einige der nachfolgenden Items vielleicht schon einmal in einer früheren Untersuchungsphase begegnet sein könnten. Der entscheidende Vergleich besteht in impliziten Tests zwischen der Bearbeitung mit entsprechender Vorerfahrung gegenüber einer Bedingung, in der die konkrete Vorerfahrung nicht vorliegt. Um die beobachtete Verbesserung oder Beschleunigung der Verarbeitung dabei gegenüber einem unspezifischen *Übungseffekt* abzugrenzen, umfassen die Prüfreize neben den alten, aus der Studierphase bekannten Stimuli auch solche, die zuvor nicht bearbeitet wurden. Neben dieser *intraindividuellen* Variante ist auch ein Gruppenvergleich möglich, in der eine Gruppe nur alte und die andere Gruppe nur neue Testreize zur Bearbeitung erhält. Der Wiederholungseffekt besteht (in beiden Anordnungen) in einer verbesserten (d.h. *schnelleren* oder *korrekteren*) Bearbeitung alter gegenüber neuen Prüfreizen und wird als *Priming* oder *Primingeffekt* bezeichnet.

Tabelle 2.1 bietet eine Auswahl gebräuchlicher impliziter Tests in Anlehnung an Roediger und McDermott (1993). Viele der aufgelisteten Verfahren werden bei der Darstellung der empirischen Befunde ausführlich beschrieben. Wie Tabelle 2.1 zeigt, lassen sich implizite Prüfverfahren zusätzlich in *perzeptuelle* sowie *konzeptuelle Tests* einteilen. Diese Unterscheidung geht auf Jacoby (1983) zurück, der Testverfahren nach den Ver-

arbeitsprozessen einteilte, die sie primär anregen. Entgegen seiner ursprünglichen Konzeption, die lediglich eine Verarbeitung auf sensorischem Niveau nahelegte, wird gemeinhin davon ausgegangen, dass auch Prozesse auf höheren Verarbeitungsebenen beteiligt sind (z.B. lexikalische Prozesse in verbalen Tests: Weldon, 1991). Daher wird in der Regel von *perzeptuellen* Prozessen gesprochen. *Perzeptuelle Tests* erfordern lediglich die Bearbeitung der vorgegebenen Testreize, die sämtliche benötigten Informationen enthalten. Eine tiefere, semantische Verarbeitung ist nicht erforderlich.

Tabelle 2.1: Gebräuchliche implizite Tests in Abhängigkeit der durch sie primär angeregten Verarbeitungsprozesse in Anlehnung an Roediger und McDermott (1993).

Perzeptuelle Tests	
<i>Verbal</i>	
(perzeptuelle) Wortidentifikation	35 ms Darbietungszeit
Wortbenennung unter eingeschränkten Wahrnehmungsbedingungen	
Wortstammerngänzung	E l e _ _ _ _
Wortfragmenterngänzung	E _ e _ a _ _
Anagramme lösen	T e l a n e f
Lexikalische Entscheidung	Wort oder Nichtwort?
<i>Nonverbal</i>	
Benennen von Bildfragmenten	Identifikation eingeschränkt sichtbarer Bilder
Objektentscheidung	Objekt möglich oder nicht?
Konzeptuelle Tests	
Wortassoziation	Stoßzahn - ?
Kategorienproduktion (category instance generation)	Tiere - ?
Beantworten von Wissensfragen	Welche Tiere halfen Hannibal die Alpen zu überqueren?
Farbwahltest	Zu diesem Objekt am besten passende Farbe?

Die Zielreize in perzeptuellen Tests werden daher häufig nur kurzzeitig, fragmentiert oder in einer anderen Form verschlechterter Wahrnehmungsbedingungen dargeboten. Abbildung 2.1 enthält zwei Varianten des Paradigmas der Klarifikation. In den meisten Fällen erfolgt die Präsentation in der visuellen Modalität. Wie später noch zu erläutern sein wird, wird die Leistung in perzeptuellen Tests in der Regel von dem Grad der perzeptuellen Übereinstimmung der Reize von der Studier- zur Prüfphase bestimmt (vgl. 2.3.3).

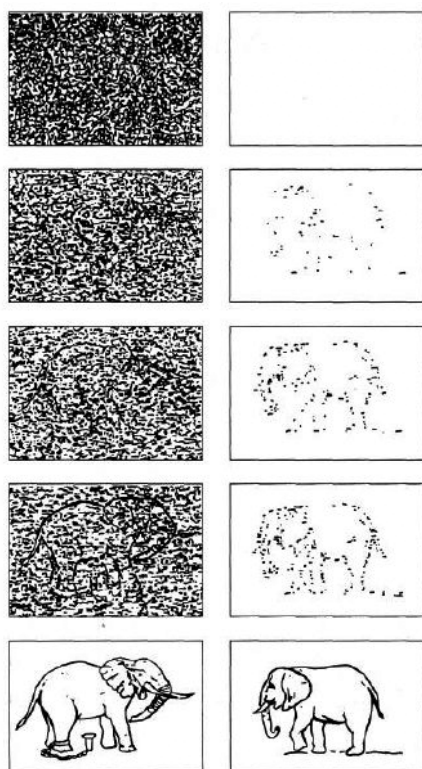


Abbildung 2.1: Zwei verschiedene Varianten einer Klarifikationsaufgabe (*perzeptueller Test*; nach Vokey, Baker, Hayman & Jacoby, 1986). Den Teilnehmern werden nacheinander immer deutlicher werdende Zeichnungen zur Benennung vorgelegt. Bei einem zweiten Test nach einer kurzen Pause gelingt die Identifikation der Objekte schneller als beim ersten Durchgang. Auch gedächtnisgeschädigte (amnestische) Personen zeigen in diesem Test eine Verbesserung ihrer Leistung (vgl. 2.3.1).

Konzeptuelle Tests werden hingegen nicht von der perzeptuellen Ähnlichkeit beeinflusst. Die Testreize in konzeptuellen Tests weisen in der Regel keine perzeptuelle Ähnlichkeit zu den Stimuli der Enkodierphase auf. Statt dessen erfordert ihre Bearbeitung konzeptuelles Wissen der Versuchsperson, das diese häufig selbst initiieren muss. So ist in konzeptuellen Tests beispielsweise das Assoziieren eines Begriffes zu einem vorgegebenen Begriff (z.B. Shimamura & Squire, 1984) oder das Generieren von Exemplaren zu vorgegebenen Kategorien gefordert (z.B. Srinivas & Roediger, 1990). Wie noch zu zeigen sein wird, ist die Leistung in konzeptuellen Tests daher auch vom Bedeutungsgehalt der Studierreize abhängig (vgl. 2.3.2). Von besonderer Bedeutung für die vorliegende Arbeit ist der *Farbwahltest* (vgl. Tabelle 2.1), ein Verfahren, das von Wippich und Mitarbeitern (1994, 1998) zum Nachweis von Farbeffekten in impliziten Tests entwickelt wurde und primär konzeptuelle Verarbeitungsprozesse anregt. Das Verfahren wird im Kapitel zum Erinnern von Farbinformationen vorgestellt (vgl. 3.3.2).

Die Einteilung impliziter Testverfahren nach den beteiligten Verarbeitungsprozessen ist jedoch genauso wenig theoretisch neutral wie die Unterscheidung des *impliziten* und *expliziten Gedächtnis*. Allerdings wird die Einteilung von den beiden gängigen Theorieströmungen zum menschlichen Gedächtnis weitestgehend akzeptiert (Roediger & McDermott, 1993), in denen entweder eine *prozess-* oder *systemorientierte Perspektive* ein-

genommen wird (für eine ausführliche Darstellung siehe 2.4). Die letztgenannte Position weist perzeptuellen und konzeptuellen Tests eine unterschiedliche neurologische Grundlage in Form getrennter Gedächtnissysteme zu (z.B. Schacter & Tulving, 1994; vgl. 2.4.1). Der Ansatz des Prozess angemessenen Transfers (z.B. Roediger, Weldon & Challis, 1989; vgl. 2.4.2) betont demgegenüber die Bedeutung der in der Lern- und Testphase beteiligten Verarbeitungsprozesse. Je ähnlicher die maßgeblich beteiligten kognitiven Prozesse sind, desto größer ist nach diesem Ansatz der zu erwartende Zugriff auf Informationen der Lernepisode — und umso höher die resultierende Gedächtnisleistung im Test (vgl. Morris, Bransford & Franks, 1977). Da aber keine faktorreinen Verfahren vorliegen (Jacoby, 1991), sind konzeptuelle und perzeptuelle Verfahren nicht im Sinne einer Dichotomie zu verstehen. Vielmehr ist davon auszugehen, dass jeder Test Einflüsse von den beiden getrennten Dimensionen enthält (Roediger & McDermott, 1993). Zudem wird auf theoretischer Ebene nicht davon ausgegangen, dass die Dimensionen *implizit-perzeptuell* und *explizit-konzeptuell* vollständig deckungsgleich sind. Zwar legt die Mehrheit der empirischen Befunde eine Zuordnung impliziter Tests zu primär perzeptuellen Verfahren nahe, allerdings können auch konzeptuelle Tests ohne Erinnerungsinstruktion vorgelegt und somit als implizite Tests eingesetzt werden. Analog dazu weisen explizite Tests zwar naturgemäß eine Nähe zu den konzeptuellen Verfahren auf, trotzdem kann die Verarbeitung durch die Form der Reizpräsentation erhebliche perzeptuelle Prozesse aufweisen (Blaxton, 1989; vgl. 2.4.2).

Zurecht weisen Schacter (1987) sowie McDermott und Roediger (1993) darauf hin, dass – je nach theoretischer Grundorientierung – *implizite* Erinnerungen bzw. *implizite* Verfahren beinahe in jedem Bereich menschlichen Verhaltens anzutreffen sind. Insbesondere unter der Maßgabe einer aufgabenbasierten Definition (Nachwirkungen früherer Erfahrungen ohne Erinnerungsinstruktion) würde eine Aufzählung aller in der Literatur beschriebenen Methoden den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Einige Verfahren, wie der Erwerb von neuen Assoziationen (Graf & Schacter, 1985) oder das spontane Assoziieren der Farbe ohne Erinnerungsaufforderung (Farbwahltest: Wippich, Mecklenbräuer & Baumann, 1994) wurden bereits erwähnt, andere werden an gegebener Stelle vorgestellt. Wiederum andere Verfahren, die z.B. motorisches Lernen oder Konditionierungen umfassen, werden bei der nachfolgenden Darstellung empirischer Befunde aus Platzgründen gänzlich ausgeklammert.

2.3 Darstellung ausgewählter empirischer Befunde in impliziten und expliziten Tests

Nicht erst seit Graf und Schacter (1985) wurden erstaunliche Behaltensleistungen amnestischer Patienten mit Verfahren beobachtet, die seitdem als implizite Tests bezeichnet werden. Im ersten Teil der Darstellung empirischer Befunde werden daher die wichtigsten Untersuchungen impliziter Behaltensleistungen bei *neurologischen Patienten* referiert (2.3.1). Im nicht klinischen Bereich beschäftigen sich zahlreiche Studien mit den Auswirkungen einer Variation der *Verarbeitungstiefe* beim Enkodieren. In der Regel findet ein Vergleich der Leistungen in impliziten und expliziten Tests nach oberflächlicher Bearbeitung des Materials mit solchen Bedingungen statt, in denen das Material beim Enkodieren auf seiner Bedeutungsebene analysiert wurde. Während die Leistung in konzeptuellen Tests stark von der Verarbeitungstiefe abhängt, wird das Verhalten in den meisten perzeptuellen Tests davon nicht beeinflusst (2.3.2). Anders als solche *konzeptuellen Variablen* beinhaltet der Wechsel bestimmter *Stimulusmerkmale* von der Studier- zur Testphase eine Veränderung des Reizmaterials oder der Präsentationsmodalität. Die zentralen Befunde belegen sogenannte *Spezifitätseffekte* in perzeptuellen impliziten Tests, während die Leistung in konzeptuellen Tests in der Regel nicht beeinflusst wird (2.3.3). Der abschließenden Darstellung von Studien zu *Vorstellungseffekten* in impliziten und expliziten Tests geht aufgrund ihrer Bedeutung für die eigenen empirischen Untersuchungen zunächst eine Begriffsbestimmung der Bilder vor unserem „geistigen Auge“ sowie ein Vergleich von Wahrnehmungs- und Vorstellungsprozessen voraus (2.3.4).

Natürlich stellt die Farbe ebenfalls ein physikalisches Oberflächenmerkmal dar. Allerdings erfolgt der ausführliche Überblick über Studien zur Farbvariation erst in dem anschließenden Kapitel, das sich ausschließlich mit dem Merkmal Farbe beschäftigt (vgl. 3.1-3.4).

2.3.1 Neuropsychologische Studien

Gedächtnisfunktionen sind außerordentlich empfindlich. Daher liegen Beeinträchtigungen bei einer Vielzahl von neurologischen Schädigungen vor und werden entsprechend häufig diagnostiziert (Kolb & Whishaw, 1996). Die als *Amnesie* bezeichneten Gedächtnisdefizite werden in Abhängigkeit von ihrer zeitlichen Ausrichtung als Beein-

trächtigung der Fähigkeit definiert, neue Informationen zu lernen und sich an diese zu erinnern (*anterograde Amnesie*) oder sich an zurückliegende Ereignisse erinnern zu können (*retrograde Amnesie*). Gewöhnlich stellt die Amnesie jedoch keineswegs einen völligen Zusammenbruch des Gedächtnis dar, sondern tritt nur zu einem bestimmten Grad und nur unter bestimmten (Test-) Bedingungen auf (vgl. Dunn, 1998).

Der schlechten Leistung im Rahmen traditioneller expliziter Gedächtnistests kommt im Falle der Amnesie diagnostische Qualität zu. Diese Diagnose sagt jedoch prinzipiell nichts über die Leistung in anderen Gedächtnistests oder anderen kognitiven Funktionen aus. Ein erfolgreiches Lernen des Materials, das über die bloße Wiedergabe aus dem Arbeitsgedächtnis hinausgeht, liegt hingegen in solchen Tests vor, die als *implizit* zu charakterisieren sind (Dunn, 1998):

The basic story that emerges is that despite profound impairment in explicit memory, amnesics show the effects of prior learning on a number of different kinds of task. All of these tasks can be classified as implicit memory tasks and can be further subdivided into tasks that demonstrate procedural learning and tasks that demonstrate item-specific priming. There is unequivocal evidence that amnesics are capable of learning on both kinds of task. (S. 110)

Inzwischen konnte vielfach belegt werden, dass Amnestiker durch Wiederholung oder Übung in der Lage sind, bestimmte *Fertigkeiten* zu erwerben oder bereits bestehende zu verbessern, ohne dass sie sich bewusst an die Lernepisoden erinnern konnten. Die zum Fertigkeitserwerb eingesetzten Aufgaben erfordern ein Verhalten, das durch Anwendung einer Regel abzuleiten ist. Erfolgreiches Verhalten setzt daher die Fähigkeit amnestischer Personen voraus, diese Prozeduren oder Regeln zu erwerben (Dunn, 1998). Da intellektuelle Fähigkeiten bei der Amnesie in der Regel nicht beeinträchtigt sind, konnten normale Leistungen für unterschiedliche Aufgaben festgestellt werden, die z.B. perzeptuell-motorische Fertigkeiten erfordern (*pursuit rotor*: Vorhersage der Position einer sich drehenden Scheibe: Milner, Corkin & Teuber, 1968). Ähnlich positive Befunde gelten auch für das Lesen spiegelverkehrter Wörter (Cohen & Squire, 1980), das Lösen komplexer Aufgaben wie das Turm von Hanoi-Problem (Cohen, 1984), das Zusammenetzen von Puzzeln (Brooks & Baddeley, 1976) sowie verschiedene Aufgaben zum impliziten Lernen (vgl. Dunn, 1998).

Der zweite Aufgabenbereich, in dem amnestische Personen weitestgehend intakte Leistungen zeigen, betrifft das *Itempriming*. Tatsächlich stammen einige der historisch frü-

hesten Beobachtungen des Wiederholungseffekts aus dem klinischen Bereich. So zeigten Warrington und Weiskrantz (1974), dass die Leistung der Patienten für das Identifizieren von Bildfragmenten positiv von dem vorherigen Betrachten der Bilder beeinflusst wurde. Das explizite Erinnern war jedoch deutlich beeinträchtigt. Zudem wurden wiederholt intakte Gedächtnisleistungen im Vergleich zu Kontrollpersonen berichtet, wenn die Patienten in der Prüfphase Wortstämme oder Wortfragmente als Hinweisreize erhielten (Warrington & Weiskrantz, 1968, 1970, 1978). Wiederholungseffekte konnten zudem für Zeichnungen dreidimensionaler Objekte (Schacter, Cooper & Treadwell, 1993) sowie für gesprochene Wörter nachgewiesen werden (Schacter, Church & Treadwell, 1994). Patienten mit Korsakoffsyndrom buchstabierten nach auditiver Präsentation sogar häufiger als Kontrollpersonen die ungebräuchlicheren Varianten von Homophonen, wenn sie zuvor Fragen zu dieser Variante beantwortet hatten (Jacoby & Witherspoon, 1982).

Allerdings wurden wiederholt Dissoziationen zwischen verschiedenen Patientengruppen hinsichtlich der verwendeten Aufgaben und der Art der neurologischen Störung festgestellt. So konnten Patienten mit Alzheimererkrankung (einer fortschreitenden Demenz) genau wie Kontrollpersonen zwar *prozedurale Aufgaben* (pursuit rotor) bewältigen, zeigten jedoch – im Vergleich zu Amnestikern – Beeinträchtigungen in einer *perzeptuellen Primingaufgabe* (Wortstammergänzung). Demgegenüber zeigten Patienten mit Huntingtonscher Krankheit (einer fortschreitenden Schädigung zentral motorischer Funktionen) normale *Wiederholungseffekte*, aber Beeinträchtigungen des *prozeduralen Lernens* (vgl. Butters, Heindel & Salmon, 1990). Diese Befunde stützen die Theorie multipler (und voneinander getrennter) Gedächtnissysteme im Gehirn. Entsprechende Konzeptionen werden später vorgestellt (vgl. 2.4).

Die Befundlage zum *konzeptuellen Priming* ist unklar (Dunn, 1998). Positive Befunde sprächen hier für erhaltene Fähigkeiten auf der *semantischen Ebene*. Während McAndrews, Glisky und Schacter (1987) noch nach einer Woche normales Priming für das Zielwortgenerieren bei der Vorlage mehrdeutiger Sätze beobachteten, konnten Cermak, Blackford, O'Connor und Bleich (1988) bei einem massiv beeinträchtigten Amnestiker unter Verwendung derselben Aufgabe kein Priming beobachten. Möglicherweise spiegelt das in der Studie von McAndrews et al. (1987) beobachtete Priming erhaltene explizite Erinnerungsfunktionen wider. Blaxton (1992) geht hingegen von einer grundsätzlichen Schädigung konzeptueller Verarbeitungsprozesse bei der Amnesie aus.

Auf ihr Modell wird später eingegangen (vgl. 2.4.2). Allerdings sind Amnestiker sehr wohl in der Lage, *präexperimentell assoziierte Begriffe* zu vorgegebenen Wörtern zu generieren, z.B. linguistische Idiome (*sour grapes*: Schacter, 1985) oder semantisch assoziierte Paare (*baby - child*: Shimamura & Squire, 1984). Konzeptionen multipler Gedächtnissysteme interpretieren diese Befunde dahingehend, dass bei Gedächtnisschädigungen das semantische Gedächtnis möglicherweise ausgespart bleibt, in dem solche, vom Kontext unabhängigen Assoziationen gespeichert sein könnten (vgl. 2.4.1).

Sollen Amnestiker neues oder ungewöhnliches Material lernen, z.B. Nichtwörter, so ist im Vergleich zu Kontrollpersonen äquivalentes Priming festzustellen, wobei das Gesamtniveau jedoch deutlich unter dem für gängiges Wortmaterial liegt (Dunn, 1998). Musen und Squire (1992) legten Amnestikern und Kontrollpersonen eine Liste mit fünf Nichtwörtern vor, die insgesamt 20 mal gelesen wurde. Die Lesegeschwindigkeit nahm in beiden Gruppen im selben Umfang ab und der Effekt erwies sich als materialspezifisch, da keine erhöhte Lesegeschwindigkeit bei einer anderen Liste festzustellen war. Auch die Befunde bezüglich der visuellen Präsentation *neuartiger Objekte* sprechen uneingeschränkt für erhaltene Gedächtnisfunktionen bei Amnesie. Schacter, Cooper, Tharan und Rubens (1991) beobachteten, dass auch gedächtnisgeschädigte Personen von einer Wiederholung in Bezug auf die Entscheidung profitierten, ob dreidimensionale Objekte in der Realität möglich waren. Wie bei gesunden Kontrollpersonen war dieser Effekt jedoch auf die Objekte beschränkt, die in der Realität möglich waren (vgl. Gabrieli, Milberg, Keane & Corkin, 1990).

Neue geometrische Muster, Strichzeichnungen und Buchstabenfolgen werden jedoch als *perzeptuelle Einheit* wahrgenommen. Studien, die diesbezüglich normales Priming berichten, sind daher nur im Sinne eines gelungenen Erwerbs von verbesserten Analyseprozessen für diese Muster zu interpretieren (Dunn, 1998). Eine gänzlich andere Situation liegt beim Paar-Assoziationslernen vor, bei dem die Stimuli zufällig gepaart werden (z.B. Knopf-Schiff). Da explizites Erinnern zu einem großen Teil auf solchen assoziativen Verknüpfungen beruht, ist es von besonderem Interesse zu untersuchen, inwiefern Amnestiker intaktes Erinnern in impliziten Tests zum *Erwerb von neuen Assoziationen* zeigen. Ohne Erinnerungsinstruktion soll in der Prüfphase zu dem vollständigen ersten Paarling der Wortstamm des zweiten spontan zum ersten Worteinfall ergänzt werden (Knopf-Schiff). Zu diesem Thema wurden gegen Ende der achtziger Jahre eine Reihe von Studien durchgeführt, zu der auch die historisch bedeutende Stu-

die von Graf und Schacter (1985) zu zählen ist. Zusammenfassend liegt eine eher unklare Befundlage vor (vgl. Bowers und Schacter, 1993). Trotz einiger Hinweise für den Erwerb von neuen Assoziationen bei Amnestikern liegt kein klares Vorhersagemuster vor, da weder Einteilungen nach dem Schweregrad noch nach der Ätiologie die Befunde vollständig klären konnten. Zudem legen die Befunde die Annahme nahe, dass die Fähigkeit zum Erinnern von neuen Assoziationen in impliziten Tests sowohl bei gesunden als auch bei neurologischen Patienten teilweise durch Prozesse vermittelt werden, die auch beim Erinnern in expliziten Tests eine Rolle spielen. Gelingt der Erwerb von semantischem Wissen bei massiv beeinträchtigten Personen (z.B. Glisky & Schacter, 1988), ist zudem eine auffallend geringe Lernrate zu verzeichnen. Andererseits konnte gezeigt werden, dass Amnestiker, deren Hirnschädigungen sehr früh erworben wurden, trotz einer tiefen Beeinträchtigung des Erinnerns alltäglicher Episoden in der Lage waren, gewöhnliche Schulen zu besuchen und Sprachkompetenz sowie Faktenwissen zu erwerben (Vargha-Khadem, Gadian, Watkins & Connelly, 1997).

Zusammenfassung

Die fundamentale Beeinträchtigung bei der Amnesie betrifft das Langzeitgedächtnis in expliziten Tests. Zudem bestehen Einschränkungen typischerweise im semantischen Bereich, insbesondere dem Neuerwerb von semantischem Wissen. Beeinträchtigungen konnten zudem in konzeptuellen Tests sowie für den Erwerb von neuen Assoziationen in impliziten Tests beobachtet werden, obwohl die Befundlage hier nicht eindeutig ist. Demgegenüber liegen keine Einschränkungen vor in Bezug auf prozedurales Lernen und in impliziten Tests zum Wortpriming, dem Priming von Nichtwörtern und dem Priming neuer visueller Muster. Wie noch darzustellen sein wird, bieten Theorien multipler Gedächtnissysteme überzeugendere Erklärungen amnestischer Schädigungen an als Konzeptionen, die von selektiv beeinträchtigten Verarbeitungsprozessen ausgehen (vgl. 2.4).

2.3.2 Variation der Verarbeitungstiefe

Einer der stabilsten Befunde in traditionellen Gedächtnistests besteht in einem Vorteil der Behaltensleistung für dasjenige Material, das im Sinne des *levels of processing*-Ansatz (Craik & Lockhart, 1972) tiefer enkodiert wurde. Die zunehmende Tiefe der Verarbeitung erstreckt sich dabei von der oberflächlichen/graphemischen über die phonemischen bis zur semantischen Verarbeitungsebene. Das auf allen drei Stufen mögliche

unterschiedliche Ausmaß kognitiver Verarbeitung wird als Elaboriertheit bezeichnet. Die Verarbeitungstiefe beeinflusst explizite Tests allerdings dann nicht oder sogar gegenteilig, wenn die Bearbeitung der Testreize in erster Linie lexikalische oder phonemische Prozesse erfordert und die Bedeutungsebene des Wortmaterials irrelevant ist (z.B. Morris, Bransford & Franks, 1977).

Perzeptuelle implizite Tests entsprechen dem zuletzt genannten Profil. Entsprechend bleiben Effekte der Verarbeitungstiefe in diesen Tests in der Regel aus (z.B. Graf & Mandler, 1984; Graf, Mandler & Haden, 1982; Jacoby & Dallas, 1981; Roediger, Weldon, Stadler & Riegler, 1992). Craik, Moscovitch und McDowd (1994, Experiment 4) ließen die präsentierten Reize entweder oberflächlich (Sortieren der Stimuli nach der Farbe bzw. dem Geschlecht der Sprachquelle) oder nach semantischen Kriterien sortieren (Beurteilung der Angenehmheit). Während ein Effekt der Verarbeitungstiefe in der Wortstammerngänzung gänzlich ausblieb, stieg die Erinnerungsleistung nach tiefer Verarbeitung in der expliziten Variante dieser Aufgabe moderat und in einem Wiedererkennenstest sogar stark an. Richardson-Klavehn, Clarke und Gardiner (1999) berichten ähnliche Ergebnisse in der Wortstammerngänzung für den Vergleich zweier Lesebedingungen mit einer Generierungsbedingung in der Studierphase, in der Sätze zu vervollständigen waren. Diese konzeptuelle Variable wirkte sich nicht auf die Ergänzungsleistung im Test aus.

Allerdings stellen Roediger und McDermott (1993) in ihrem Übersichtsartikel fest, dass in einigen Studien ein geringer (und manchmal sogar signifikanter) Effekt der Verarbeitungstiefe in perzeptuellen impliziten Tests berichtet wird. Die Autoren schließen diesbezüglich explizite Kontaminationen aus. Vielmehr führen sie den Vorteil tieferer Verarbeitung in diesen Studien darauf zurück, dass signifikante Effekte nach oberflächlicher Verarbeitung ausblieben (vgl. Hayman & Jacoby, 1989). Eine Verarbeitung auf graphemischer oder sogar phonemischer Ebene könnte unter Umständen zu einer nur unzureichenden Verarbeitung der Studierreize im Vergleich zu einer semantischen Verarbeitung geführt haben.

Anders als perzeptuelle Tests sollten nach der Position des aufgabenangemessenen Transfers konzeptuelle Verfahren semantische Verarbeitungsprozesse in der Studierphase anzeigen. Tatsächlich fanden Brown und Mitchell (zitiert nach Roediger & McDermott, 1993) in ihrem Literaturüberblick generell einen stärkeren Einfluss der Va-

riation der Verarbeitungstiefe in konzeptuellen als in perzeptuellen impliziten Verfahren. Hamann (1990) verglich die Behaltensleistungen nach einer oberflächlichen (Vokalvergleich) bzw. semantischen Verarbeitung (Beurteilen der Angenehmheit) in zwei konzeptuellen Tests, der Beantwortung von Wissensfragen und dem Generieren von Kategorieexemplaren. Wie erwartet profitierten beide implizite Tests von den konzeptuellen Prozesse der semantischen Enkodierung. Ähnliche Ergebnisse berichten Vaidya, Gabrieli, Keane, Monti, Gutiérrez-Rivas und Zarella (1997) sowie Weldon und Coyote (1996) für den Kategorientest. Challis und Sidhu (1993) beobachteten einen Effekt der Verarbeitungstiefe in der impliziten und in der expliziten Version des Wissenstests. Allerdings war der Effekt in der expliziten Variante deutlich stärker. Die Autoren führen diesen Befund auf eine stärkere Betonung derjenigen Abrufprozesse im expliziten Test zurück, die auf der semantischen Ebene stattfinden.

Ein anderes Befundmuster liegt für einen anderen konzeptuellen impliziten Test vor, nämlich der *Kategorienverifikation*, in der es – wie im Kategorientest – um die Zugehörigkeit eines Exemplars zu einer semantischen Kategorie geht. In der Verifikationsaufgabe ist aber nicht die Produktion von Kategorieexemplaren gefordert, sondern es soll entschieden werden, ob es sich bei einem Item um einen Vertreter einer zuvor eingeblendeten Kategorie handelt oder nicht. Vaidya und Gabrieli (2000) sowie Vaidya et al. (1997) konnten in diesem Test keinen Effekt der Verarbeitungstiefe feststellen. Die Autoren führen diesen Befund darauf zurück, dass bei der Verifikation lediglich die Prozesse eine Rolle spielen, die für ein Verständnis der Wortbedeutung benötigt werden. Darüber hinaus gehende (d.h. tiefere) Verarbeitungsprozesse sollen im Test nicht durch einen Anstieg des Primings angezeigt werden. Eine ähnliche Argumentation ist bereits für den Nachweis des Erwerbs von neuen Assoziationen (Graf und Schacter, 1985) vorgeschlagen worden: Variationen der Verarbeitungstiefe, die über die Herstellung einer sinnvollen Beziehung zwischen den beiden präexperimentell nicht assoziierten Konzepten hinausgingen, führten in der Regel in impliziten Tests nicht zu einem Behaltensvorteil, sondern nur in expliziten Verfahren (vgl. Schacter & McGlynn, 1989). Allerdings gelingt der Nachweis des Erwerbs von neuen Assoziationen dann nicht, wenn entsprechende, eine sinnvolle Beziehung herstellende Prozesse beim Enkodieren fehlen (Schacter & Graf, 1986). So ist durchaus denkbar, dass auch in der Kategorienverifikation ein Effekt der Verarbeitungstiefe dann nachzuweisen ist, wenn in einer der Enkodierbedingungen die von Vaidya und Gabrieli (2000) geforderte Verarbeitung der Wortbedeutung verhindert wird. Eine entsprechende Prüfung steht jedoch noch aus.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Analyse der benötigten Prozesse (perzeptuell oder konzeptuell) in den verschiedenen Gedächtnistests die Effekte der Variation der Verarbeitungstiefe deutlich besser erklärt als eine Unterscheidung, ob eine Erinnerungsinstruktion vorliegt (expliziter Test) oder nicht (impliziter Test).

2.3.3 Variation von Oberflächenmerkmalen

Wenn in der Studierphase Bilder zu bearbeiten sind, in der anschließenden Prüfphase jedoch nur ein Teil der Prüfreize in der ursprünglichen Bildform vorgelegt, aber einige der wiederholten Stimuli als verbale Bezeichnungen der Bilder (Wörter) dargeboten werden, liegt ein Wechsel der symbolischen Darstellungsform vor. Bei dieser Variablen handelt es sich – wie bei der Darbietungsmodalität (akustisch, visuell) – um ein Oberflächenmerkmal der Reize. Weitere Beispiele sind die Typographie, die Bildorientierung bzw. Spiegelung oder die Darstellungsgröße, die in der Literatur jedoch seltener beschrieben werden. Untersuchungen eines Wechsels von Oberflächenmerkmalen sind von besonderer Bedeutung für die theoretische Konzeption des Erinnerns in impliziten Tests, da sie eine Analyse des in diesen Tests beobachteten Primings ermöglichen.

2.3.3.1 Der Wechsel der Darbietungsmodalität

Roediger und McDermott (1993) kommen in ihrer Übersicht zu dem Schluss, dass sich die Behaltensleistung in verbalen perzeptuellen visuellen Tests annähernd verdoppelt, wenn statt einer auditiven Präsentation eine visuelle Präsentation des Wortmaterials in der Studierphase erfolgt. Die Befundlage ist diesbezüglich eindeutig und für eine Vielzahl von Verfahren belegt (*Wortfragmentergänzung*: Blaxton, 1989; Roediger & Blaxton, 1987; Weldon, 1991; *Wortstammergänzung*: Berry, Banbury & Henry, 1997; *Wortfragment- und Wortstammergänzung*: Craik, Moscovitch & McDowd, 1994; *Wortidentifikation*: Jacoby & Dallas, 1981). Umgekehrt zeigen sich deutlich größere Effekte, wenn der implizite Test wie in der Studierphase eine auditive Präsentation des Materials beinhaltete, als wenn das Wortmaterial zuvor visuell dargeboten wurde (*akustische Wortidentifikation und Wortstammergänzung*: Pilotti, Gallo & Roediger, 2000b). Erst kürzlich verglichen Pilotti, Bergman, Gallo, Sommers und Roediger (2000a) die Sensitivität verschiedener akustischer impliziter Tests in Bezug auf Oberflächenmerkmale. Die visuelle Präsentation der Stimuli in der Studierphase führte in vier verschiedenen Testbedingungen konsistent zu deutlich geringerem Priming (*akustische Wortstamm- und Fragmentergänzung*,

Wortidentifikation bei Weißrauschen oder Frequenzverzerrung). Im Unterschied zu Pilotti et al. (2000) stellten Berry et al. (1997) fest, dass ein Transfer der visuellen Präsentation in der akustischen Wortstammerngänzung zu beobachten war, der nur dann *nicht* vorlag, wenn beim Enkodieren eine artikulatorische Suppression erfolgte (wiederholtes, regelmäßiges Aussprechen eines unkritischen Begriffs). Die Autoren schließen, dass Wiederholungseffekte in der akustischen Wortstammerngänzung eine visuelle (Lesebedingung) oder akustische Analyse (Hörbedingung) der Stimuli in der Studierphase erfordern und die Reize in eine phonologische Form (Aussprechen des Worts) übersetzt werden müssen.

Der letztgenannte Befund ist insofern nicht unüblich, da bei einem Modalitätswechsel das perzeptuelle Priming häufig nicht vollständig ausbleibt, sondern ein gewisser Transfer als „cross-modality priming“ nachzuweisen ist (vgl. Roediger & McDermott, 1993; Roediger & Srinivas, 1993). Wie in der Darstellung der theoretischen Konzeptionen noch ausführlich erläutert wird, können solche Befunde sowohl von System- als auch von Prozessansätzen erklärt werden, ohne dass ein Rückgriff auf die Annahme expliziter Kontaminationen der impliziten Erinnerungsleistung erfolgen muss (vgl. 2.4): So könnten Wiederholungseffekte auf voneinander unabhängigen Anteilen formspezifischer und unspezifischer Mechanismen beruhen (Kirsner, Dunn & Standen, 1989). Alternativ könnten unabhängige phonologische Kodierungen beim Lesen resultieren, die zu Eintragungen im auditorischen Wortformsystem führen (Berry et al., 1997). Perzeptuelle Tests könnten auch konzeptuelle Anteile besitzen (Weldon, 1991) oder die Aktivierung lexikalischer Prozesse reflektieren, die weder modalitätsspezifisch noch rein konzeptueller Natur sind (Craik et al., 1994; Richardson-Klavehn et al., 1999)

Zum Einfluss eines Wechsels der Darbietungsmodalität auf *konzeptuelle implizite Tests* liegen nur wenige Studien vor, doch ist die Befundlage recht eindeutig: Wie in den meisten expliziten Verfahren (z.B: Roediger & Blaxton, 1987) bleibt ein Einfluss aus (*Wissenstest*: Blaxton, 1989; Challis & Sidhu, 1993; *Kategorientest*: Srinivas & Roediger, 1990). Allerdings wurden in letzter Zeit wiederholt Effekte der Modalität in bestimmten expliziten Tests berichtet. Ein Nachteil wurde sowohl für die visuelle (*explizites Erinnern zu visuellen Wortstämmen*: Craik et al., 1994), als auch für die auditive Präsentation in der Testphase beobachtet (*explizites Erinnern zu akustischen Wortstämmen*: Pilotti et al., 2000a). Der für explizite Verfahren angenommene, variierende Anteil perzeptueller Prozesse kann für die beobachteten Effekte insofern nicht gelten, da beim *Wiedererken-*

nen (ein expliziter Test mit bekannt hohem perzeptuellen Anteil) kein Effekt eines Modalitätswechsels nachzuweisen war (Craik et al. 1994; Pilotti et al., 2000a). Eine schlüssige Erklärung für diese Dissoziation zwischen expliziten bzw. konzeptuellen Tests steht zur Zeit noch aus.

2.3.3.2 Der Wechsel der symbolischen Darstellungsform

Einer der Standardbefunde gedächtnispsychologischer Untersuchungen besteht in der sogenannten *Bildüberlegenheit*: Die Präsentation von Bildmaterial in der Studierphase führt zu einem Behaltensvorteil gegenüber der Wortpräsentation (für einen Überblick, siehe Madigan, 1983). Zur Erklärung des Bildüberlegenheitseffekts wird insbesondere das von Allan Paivio (1971, 1986, vgl. 2.3.4) formulierte Prinzip der Kode-Redundanz herangezogen. Demnach liegen zwei Kodierungs- oder Speichersysteme im Langzeitgedächtnis vor, von denen eines für verbale/linguistische Information und das andere für visuelle/bildhafte Informationen zuständig sein soll. Die letztgenannten Informationen sollen zunächst einen nonverbalen Kode aktivieren, sogenannte *Imagene*, während linguistische Informationen Aktivitäten sogenannter *Logogene* auslösen. Handelt es sich um abstrakte Begriffe, ist in der Regel eine Verbindung zum imaginalen System nicht möglich. Im Gegensatz dazu erlauben Bildmaterial bzw. Bezeichnungen konkreter Objekte eine zusätzliche verbale bzw. bildhafte Kodierung. Eine duale Kodierung, die am ehesten bei Bildern zu erwarten ist, begünstigt die Gedächtnisleistung, weil über die zu behaltende Information potentiell mehr Attribute verfügbar sind. Dagegen führt Nelson (1979) die Bildüberlegenheit auf eine schnellere und tiefere Enkodierung der Bedeutung eines Bildes zurück, verglichen mit seiner Bezeichnung. Eine Reihe von Befunden spricht gegen die Theorie von Paivio. So konnte wiederholt gezeigt werden, dass eine duale Kodierung nicht immer positiv auf das Behalten in expliziten Tests wirkt, sondern als *Effekt der verbalen Überschattung* zu einer Verschlechterung der Behaltensleistung führt, wenn zusätzlich zu visuellen Informationen während der Enkodierung eine verbale Beschreibung gefordert war (Dodson, Johnson & Schooler, 1997; Schooler & Engstler-Schooler, 1990).

In impliziten Tests ist konsistent eine Umkehrung des Bildüberlegenheitseffekts festzustellen, wenn *verbale perzeptuelle* Verfahren vorliegen. Dass sich diese Tests in Bezug auf den Wechsel der symbolischen Darstellungsform analog zur Variation der Darbietungsmodalität verhalten und daher Spezifitätseffekte anzeigen, beobachteten Rajaram

und Roediger (1993) in einer umfassenden Studie. In der Studierphase wurden Bilder, deren akustische Bezeichnungen und visuelles Wortmaterial dargeboten, das in der nachfolgenden Testphase in der selben oder einer anderen Schriftart zu bearbeiten war. Zusammen mit neuen Wörtern zur Erhebung der Basisrate wurden die Stimuli nachfolgend entweder zur Identifikation vorgelegt, sollten aus Fragmenten oder Wortstämmen ergänzt oder aus Anagrammen gelöst werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2.2 dargestellt. Rajaram und Roediger konnten in allen Tests den jeweils größten Effekt dann feststellen, wenn das Material bereits in der Studierphase visuell präsentiert worden war (vgl. Abbildung 2.2). Für die Stimuli, bei denen die Modalität gewechselt wurde, war in allen Testverfahren Priming zu verzeichnen, das allerdings deutlich geringer ausfiel als nach visueller Enkodierung (aber nur in der Identifikationsaufgabe nicht signifikant war). Demgegenüber blieb nach einem Wechsel der Darstellungsform ein Wiederholungseffekt in allen Tests aus. In einigen Untersuchungen wird allerdings diesbezüglich ein geringer, aber signifikanter Effekt berichtet, der als „cross-form priming“ bezeichnet wird (Roediger & Srinivas, 1993). Als Erklärung werden, wie für das „cross-modality priming“ bei Modalitätswechsel, konzeptuelle Anteile oder lexikalische Prozesse diskutiert (Roediger & McDermott, 1993). Entgegen den Befunden in den impliziten Tests zeigte sich in der von Rajaram und Roediger zusätzlich erhobenen freien Reproduktion zum Abschluss der Untersuchung die erwartete Überlegenheit für die Reize, die in Bildform enkodiert worden waren.

Sowohl Prozess- als auch Systemansätze postulieren eine Wiederherstellung der Bildüberlegenheit in perzeptuellen impliziten Tests dann, wenn die *Testreize ebenfalls in Bildform* präsentiert werden (nonverbale Tests). Je nach theoretischer Ausrichtung liegt in diesem Fall eine höchstmögliche Übereinstimmung entweder mit den perzeptuellen Prozessen der Studierphase oder mit den enkodierten Repräsentationen in einem strukturellen Beschreibungssystem vor. In Übereinstimmung mit diesen Hypothesen stellen Roediger und McDermott (1993) in der Übersicht eine Bildüberlegenheit gegenüber dem Wortmaterial für die *Bildidentifikation bei kurzzeitiger Darbietung*, der *Benennungsgeschwindigkeit für intakte Bilder* und der *Bildfragmentidentifikation* fest.

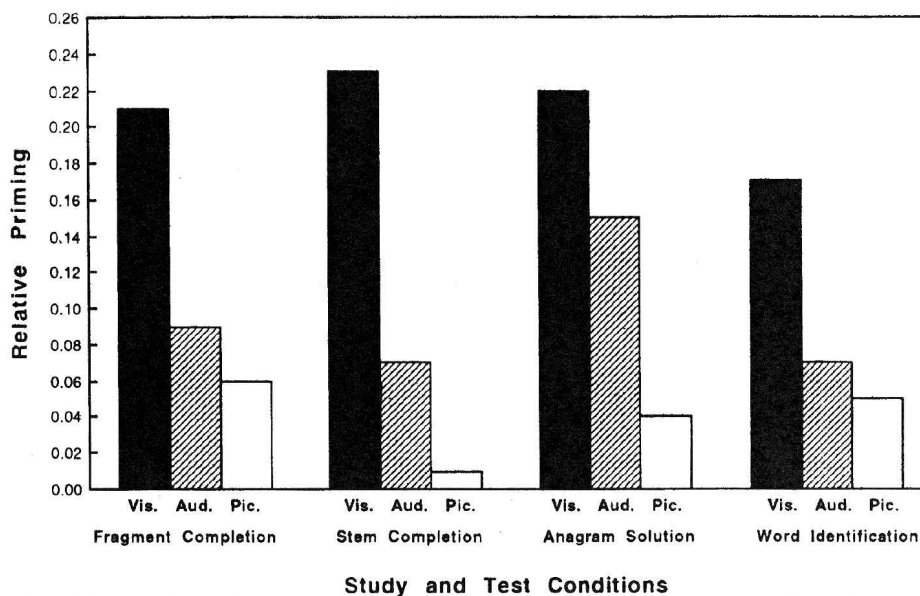


Abbildung 2.2: Relatives Priming nach verbal-visueller Enkodierung, auditiver Präsentation und Bildvorlage in der Studierphase in Abhängigkeit vom perzeptuellen impliziten Test. (aus: Rajaram & Roediger, 1993, S. 771).

In Bezug auf *konzeptuelle implizite Tests* ist die Befundlage nicht eindeutig und ähnelt in gewisser Weise den Beobachtungen zur Variation der Verarbeitungstiefe. Das ist insofern erstaunlich, als dass die primär konzeptuelle Steuerung dieser Tests bzw. ihre semantisch-episodische Basis die „konzeptuelle Natur“ der Bildüberlegenheit wiedergeben sollte — unabhängig davon, ob diesem Effekt die eingangs erwähnte duale Kodierung oder der schnellere und direktere Zugang zur Bedeutung zugrunde liegt (vgl. Roediger & McDermott, 1993). Während Nicolas (1995, Experiment 1) sowie Wippich, Melzer und Mecklenbräuer (1998) für das Generieren von Kategorieexemplaren eine Bildüberlegenheit beobachteten, konnten Weldon und Coyote (1996) einen Bildvorteil gegenüber Wortmaterial nur für die explizite Version des Kategorien- und Wortassoziationstests feststellen. Nicolas (1995, Experiment 2) sowie McDermott und Roediger (1996, Experiment 2) berichten ebenfalls ein Ausbleiben der Bildüberlegenheit. Die Bedeutung einer detaillierten Analyse der in den verschiedenen Studien realisierten Studierbedingungen und der beim Abruf beteiligten Prozesse betonen Vaidya und Gabrieli (2000). Der Nachweis eines Bildvorteils im *Kategorientest* nach dem Benennen sowie der Wortvorteil nach semantischer Kategorisierung in der Studierphase (natürlich versus künstlich hergestellt) spiegeln nach Ansicht der Autoren gängige Befunde in der Literatur wider: So werden Bilder generell schneller kategorisiert, aber langsamer benannt, während Wörter schneller benannt, aber langsamer kategorisiert werden. In Bezug auf die *Kategorienverifikation* konnten Vaidya und Gabrieli (2000) einen Unterschied zwi-

schen Bild- und Wortpriming weder nach oberflächlicher, noch nach semantischer Bearbeitung in der Studierphase nachweisen. Wie bereits in Bezug auf ein Ausbleiben eines Effekts der Verarbeitungstiefe erwähnt wurde, sollen die benötigten Prozesse in diesem Test lediglich die Wortbedeutung betreffen. Eine darüber hinaus gehende Verarbeitung (z.B. bei Bildmaterial) werde in diesem Verfahren nicht angezeigt.

2.3.3.3 Der Wechsel der Bildorientierung, der Spiegelung und der Darstellungsgröße von Objekten

In Bezug auf die *Bildorientierung* wurden wiederholt Spezifitätseffekte in perzeptuellen impliziten Verfahren nachgewiesen. Dieser Befund gilt für das Benennen rotierter Bilder, die entweder zwischen 0 und 120 Grad von der Senkrechten abwichen (Jolicoeur, 1985) oder zusätzlich in der Tiefe rotiert waren, so dass die Testreize entweder im selben oder in einem anderen Blickwinkel dargeboten wurden (Bartram, 1974). Auch Srinivas (1993) berichtet die größte Transferleistung für die Wiederholung des Blickwinkels aus der Studierphase. Allerdings war der Spezifitätseffekt auf die Bedingung beschränkt, in der nach gebräuchlicher Ansicht der Objekte in der Studierphase auf Testreize gewechselt wurde, die eine ungewöhnliche Perspektive aufwiesen. Die Autorin vermutet, dass die Präsentation von Lernstimuli aus einem ungewöhnlichen Blickwinkel vermutlich konzeptuelle Prozesse auslöste, die bereits in der Studierphase zur Rekonstruktion der Normalansicht führten (vgl. Wurm, Legge, Isenberg & Luebker, 1993, für einen ähnlichen Befund bezüglich der Farbe; vgl. 3.3.2). Entsprechend blieb ein Effekt der Bildorientierung im anschließenden Benennenstest kurzzeitig dargebotener Objekte in dieser Bedingung aus. Diese Post-hoc-Erklärung ist jedoch nicht systematisch geprüft worden, so dass über das (vermeintliche) Ausbleiben von Spezifitätseffekten der Bildorientierung in konzeptuellen impliziten Tests nur spekuliert werden kann.

Neben der *Farbe*, die im nächsten Kapitel (vgl. 3) ausführlich beschrieben wird, konnten auch für die *Spiegelung um die Vertikalachse* (Links-Rechts-Spiegelung) und die *Darstellungsgröße* lange Zeit keine spezifischen Effekte in perzeptuellen impliziten Tests nachgewiesen werden. Dieser Befund ist für prozesstheoretische Ansätze insofern kritisch, da der Nachweis merkmalspezifischer perzeptueller Effekte in den Tests gelingen sollte, die ebenfalls eine primär perzeptuelle Steuerung aufweisen.

Obwohl die Variation der Darstellungsgröße den Wiederholungseffekt in einer Objektscheidungsaufgabe nicht beeinflusste, war eine bessere Rekognitionsleistung zu verzeichnen, wenn die Größe der Testreize derjenigen der Studierphase entsprach (L. A. Cooper, Schacter, Ballesteros & Moore, 1992). Ähnliche Befunde berichten Biederman und E. E. Cooper (1992) für das Benennen und die Rekognition. Offenbar wurde das physikalische Merkmal Größe enkodiert und beeinflusste die spätere Gedächtnisleistung. Ein ähnliches Befundmuster wurde in den beiden vorstehenden Studien in Bezug auf die *Spiegelung* beobachtet: Ein Wechsel der Links-Rechts-Orientierung von der Studier- zur Prüfphase beeinträchtigte in den beiden genannten Studien lediglich die Leistungen im expliziten, jedoch nicht im impliziten Test. Wie bereits erwähnt, stellen solche Befunde ein Problem für Prozessansätze dar. Sie sind vielmehr mit den Theorien multipler Gedächtnissysteme vereinbar, die eine selektive Verarbeitung der Größe und Links-Rechts-Orientierung nur in einem *expliziten*, nicht jedoch in einem anderen, *impliziten* Gedächtnissystem postulieren (vgl. 2.4).

In einer Serie von Experimenten prüfte Kavitha Srinivas (1996), ob entsprechende Spezifitätseffekte dann in perzeptuellen impliziten Tests nachzuweisen sind, wenn Enkodier- und Abrufbedingungen eine Verarbeitung von Größeninformation bzw. der Links-Rechts-Orientierung verlangen. Tatsächlich konnte die Autorin Größeneffekte nachweisen, wenn in den Lern- und Testbedingungen ein Urteil über die Größe bildlich dargestellter Objekte in der Realität verlangt war oder Bildfragmente in der Testsituation zu identifizieren waren. Parallel dazu war ebenfalls ein Effekt des Größenwechsels in der Rekognition zu verzeichnen, so dass bestehende Befunde repliziert werden konnten. Veränderungen der Links-Rechts-Orientierung führten allerdings nicht zu einer Verschlechterung des perzeptuellen Primings, auch wenn in der Lern- und Testbedingung ein Urteil über die Orientierung vertrauter Objekte verlangt war oder Bildfragmente in der Testsituation zu identifizieren waren. Srinivas (1996) schließt aus diesen Befunden, dass die Information über die Größe für eine Unterscheidung zwischen Objekten in der Realität nützlich ist und deshalb unter bestimmten Bedingungen enkodiert und „implizit“ in perzeptuellen Tests erinnert werden kann. Demgegenüber spielt die Links-Rechts-Orientierung für die Unterscheidung *dreidimensionaler Objekte* keine Rolle. Statt dessen könnte sie als „*accidental property*“ des Objekts auch nicht in diejenigen Repräsentationen integriert werden, die im perzeptuellen impliziten Test eine zentrale Rolle spielen. Die Autorin räumt ein, dass die Orientierung jedoch dann bedeutend sein könnte, wenn zweidimensionale Objekte vorliegen würden (z.B. Buchstaben,

wie *b* oder *d*). Basierend auf diesen Hypothesen beobachteten Srinivas, Greene und Easton (1997), dass die visuelle Identifikation von *zweidimensionalen* Objekten (Linienmuster, die aus drei horizontalen, vertikalen oder schiefwinkligen Linien zusammengesetzt waren) bei einem Wechsel der Links-Rechts-Orientierung deutlich schlechter war als wenn die Linienobjekte die selbe Ausrichtung wie in der Studierphase aufwiesen. In dieser Aufgabe spielte die Größeninformation allerdings keine Rolle. Die Studie von Srinivas und Mitarbeitern zeigt, dass der Nachweis merkmalspezifischer Effekte in höchstem Maße von dem jeweils verwendeten Material und den spezifischen Testanforderungen abhängt. Die prozesstheoretische Annahme, dass ein „perzeptuelles“ Merkmal einen „perzeptuellen“ Test entweder beeinflusst oder grundsätzlich irrelevant ist, greift viel zu kurz. Ähnliche Befunde werden im Zusammenhang mit der Darstellung von Studien referiert, die ein generelles Ausbleiben von Farbeffekten in perzeptuellen impliziten Tests nahe legen und für die eigenen empirischen Untersuchungen von besonderer Bedeutung sind.

2.3.3.4 Zusammenfassung

Wie dargestellt wurde, liegt für Variationen verschiedener Oberflächenmerkmale mehrheitlich ein umgekehrtes Spiegelbild der Ergebnisse der Studien vor, in denen die Verarbeitungstiefe variiert wurde: *Perzeptuelle implizite Tests* reagieren in der Regel sensitiv auf einen Wechsel von Oberflächenmerkmalen. *Konzeptuelle implizite Tests* werden hingegen in der Regel nicht von Variationen der Oberflächenmerkmale beeinflusst. Von besonderer Bedeutung für die Prozessansätze sind jedoch die Ausnahmen von diesen Regeln: Im vorliegenden Fall betrifft das ein Vorliegen von Dissoziationen zwischen solchen Tests, für die ursprünglich vergleichbare Verarbeitungsprozesse postuliert wurden. Wenn entsprechende Spezifitätseffekte ausbleiben, werden solche Gedächtniskonzeptionen gestärkt, die von unterschiedlichen Systemen ausgehen, von denen eines das entsprechende Merkmal kodiert (das explizite), das andere jedoch nicht (das implizite). Um diesen Befunden gerecht werden zu können, ist sowohl eine zusätzliche Differenzierung der Verarbeitungsprozesse, als auch eine detailliertere Aufgabenanalyse nötig (vgl. 2.4).

2.3.4 Vorstellungseffekte in impliziten und expliziten Tests

Für die meisten Menschen sind visuelle Informationen auch dann mühelos verfügbar, wenn sie nicht mehr physikalisch präsent sind. Wir können uns Gesehenes ins Gedächtnis rufen, indem wir vor unserem „inneren Auge“ *Vorstellungsbilder* des Vergangenen erzeugen. Dieser Vergleich zu physikalisch vorliegenden Bildern und dem Sehen stimmt nicht nur mit dem alltäglichen Sprachgebrauch überein, sondern wird durch die empirische Befundlage bestätigt: Vorstellungsbilder weisen tatsächlich eine große Ähnlichkeit zur Wahrnehmung auf (Farah, 1988; Finke, 1989; Kosslyn, 1980, 1994). Im ersten Teil werden zunächst Befunde zum Vorstellen referiert, die z.T. auf Untersuchungen mit neurologischen Patienten zurückgehen. Zudem werden einige der zentralen theoretischen Konzeptionen berichtet, die eine große Ähnlichkeit von visueller Wahrnehmung und bildhaftem Vorstellen betonen (2.3.4.1). Der zweite Teil ist reserviert für die Studien, in denen Effekte des visuellen bzw. akustischen Vorstellens mithilfe von impliziten Prüfaufgaben untersucht wurden (2.3.4.2). Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der wichtigsten dargestellten Elemente des Vorstellens (2.3.4.3) Obwohl in allen sensorischen Modalitäten möglich, konzentriert sich die wissenschaftliche Analyse insgesamt auf visuelle Vorstellungen. Arbeiten zum akustischen Vorstellen berichtet Reisberg (1992). Eine kurze Übersicht der Forschungsarbeiten zum taktilen Vorstellen sowie zum Vorstellen von Gerüchen findet sich bei Neath (1998).

2.3.4.1 Vorstellen und Wahrnehmung

Die entscheidende Legitimation der Vorstellungsforschung als wissenschaftliche Forschungsrichtung resultierte aus Untersuchungen zu den Vorstellungseffekten in klassischen (expliziten) Behaltenstests. Der typische Vorstellungseffekt besteht in einem Anstieg der Erinnerungsleistung für Wortlisten, wenn diese aus Substantiven bestehen, die konkrete Objekte beschreiben und leicht vorzustellen sind und/oder die Versuchspersonen instruiert werden, zu den genannten Objekten Vorstellungen zu generieren. Ein führendes Modell zur Erklärung wurde von Allan Paivio in der Dualen Kodierungstheorie (1971, 1986, vgl. 2.3.3.2) formuliert.

Wenn jedoch Vorstellungen als ein bedeutender Faktor des menschlichen Gedächtnis zu betrachten sind, stellt sich die Frage nach den ihnen zugrunde liegenden Eigenschaften. Entsprechen Vorstellungen tatsächlich dem, was wir gemeinhin als die „Bilder

im Kopf“ bezeichnen, oder beruhen sie vielmehr auf abstrakten Grundlagen? Diese fundamentale Kontroverse kennzeichnet die Debatte *analoger* versus *propositionaler* Repräsentationen. Die letztgenannte Position wird insbesondere durch Pylyshyn (1973) vertreten, der Vorstellungen als Beschreibungen versteht, die aus abstrakten Propositionen bestehen. Da Propositionen symbolisch sind, haben Vorstellungen die Eigenschaft, interpretiert und eindeutig zu sein. Aufgrund ihrer abstrakten Struktur sind sie nicht determiniert und weisen zwar räumlichen Inhalt, aber kein analoges, räumliches Format auf. Dem intuitiven Eindruck der meisten Menschen, Vorstellungen wären eher bildlich, hält Pylyshyn entgegen, dass beiden, Vorstellung und Wahrnehmung, ein propositionaler Repräsentationscharakter zukommt. Das latente Wissen (*tacit knowledge*) der Versuchsteilnehmer, dass Vorstellen irgendwie mit Sehen zusammenhängt, führt seiner Meinung nach zu der beobachteten Nähe von Wahrnehmungen und Vorstellungen³. Analoge Konzeptionen, wie z.B. die Theorie von Paivio, gehen im Unterschied zu Pylyshyn von einem analogen räumlichen Format aus und weisen Vorstellungen den Status uninterpretierter, aber determinierter und kontinuierlicher Information zu. In Bezug auf die Frage, ob Vorstellungsbilder anders als Bilder eindeutig interpretiert sind und nicht neu interpretiert werden können, liegen sowohl Befunde vor, die für eine propositionale (z.B. Chambers & Reisberg, 1985), als auch für eine analoge Konzeption sprechen (z.B. Finke, Pinker & Farah, 1989).

Doch anders als diese Untersuchungen, in denen mehrdeutige Stimuli gesehen bzw. vorgestellt werden sollten, stützt eine ganze Reihe von experimentellen Befunden die Annahme einer analogen Basis mentaler Vorstellungen, indem die große Ähnlichkeit zu visuellen Wahrnehmungsprozessen belegt werden konnte. Zu diesen Befunden gehören die bekannten Untersuchungen zur mentalen Rotation (z.B. Shepard & Cooper, 1983), in denen eine lineare Beziehung zwischen der Rotationsdistanz dreidimensionaler Würfelfiguren und der benötigten Zeit beobachtet wurde, die für die Drehung der Objekte in der Vorstellung erforderlich war. Kosslyn, Ball und Reiser (1978) untersuchten die Prozesse beim Durchmustern mentaler Vorstellungsbilder (Image Scanning). In ihrer Studie wurde den Versuchspersonen die Karte einer fiktiven Insel vorgelegt, auf der verschiedene Objekte so angeordnet waren, dass die verschiedenen Objektpaare möglichst viele unterschiedliche Distanzen aufwiesen. Zunächst sollten die Positionen

³ Kosslyn (1994) konnte jedoch zeigen, dass das latente Wissen allein nicht ausreicht, um die überwältigende Zahl der empirischen Belege zu erklären.

der Objekte bis zum Erreichen eines Genauigkeitskriteriums gelernt werden. Anschließend wurden jeweils zwei Objektbezeichnungen vorgelegt und die Versuchspersonen aufgefordert, ihr generiertes Vorstellungsbild vom ersten bis zum zweiten Objekt mithilfe eines zusätzlich vorgestellten Punkts mental „entlang zu fahren“ und am vermeintlichen Zielpunkt eine Taste zu drücken. Die Autoren beobachteten eine eindeutig lineare Relation zwischen den Reaktionszeiten und der Distanz zwischen den Objektpaaren.

Die Nähe der Vorstellungsprozesse zur visuellen Wahrnehmung integrierte Kosslyn (1980) in seine Theorie des visuellen Vorstellens. Die drei zentralen Elemente des Modells werden nachfolgend in einem kurzen Überblick dargestellt. Kosslyn nimmt als Medium für visuelle Vorstellungsbilder einen *visuellen Buffer* an, der als räumliche Anordnung analog zu einem Computerbildschirm vorliegen soll⁴. Vorstellungsbildern selbst wird nur eine kurzzeitige Verfügbarkeit zugeschrieben, in der sie als analoge Repräsentationen aufgebaut, inspiziert und transformiert werden können. *Langzeitrepräsentationen* enthalten dagegen sowohl propositionale, als auch analoge Komponenten. Während Propositionen die verschiedenen Teile des Vorstellungsbilds in ihrer Anordnung und Orientierung in Form hierarchisch strukturierter Beschreibungen spezifizieren, liegen die analogen Bestandteile als primitive bildhafte Entitäten repräsentiert vor. Sie enthalten ihrerseits die Teile der propositional enkodierten Objektbeschreibungen. Zusätzlich werden *aktive Prozesse* postuliert, die eine Vorstellungsbildung beim Vorliegen entsprechender Aufgaben initiieren, anhand der gespeicherten Beschreibungen Bilder im visuellen Buffer generieren, diese auf bestimmte Merkmale hin untersuchen, und sie dort, je nach Aufgabenstellung, transformieren. Das hybride Modell von Kosslyn enthält somit als analoge Komponenten die intuitive Qualität der „Bilder im Kopf“ in Form des visuellen Buffers sowie die Transformations- und Analyseprozesse. Zudem werden Vorstellungsbilder, denen gespeichertes räumliches Wissen zugrunde liegt, mithilfe propositionaler Beschreibungen erklärt.

Wenn Wahrnehmen und Vorstellen tatsächlich große Ähnlichkeit aufweisen und sich nur dahingehend unterscheiden, dass die Informationsquelle im ersten Fall physikalisch vorliegt, im zweiten Fall jedoch nicht, und die Verarbeitungsrichtung bei der

⁴ Bestimmten Zellen im visuellen Cortex des Hinterhauptlappens weisen Kosslyn und Shin (1994) die Funktion eines visuellen Buffers zu (vgl. 3.1).

Wahrnehmung primär *daten-*, und nicht wie beim Vorstellen *konzeptgesteuert* (Farah, 1988) erfolgt, sollten in klinischen Populationen korrespondierende Beeinträchtigungen nachweisbar sein. Tatsächlich liegt eine Vielzahl an Studien vor, in denen neurologische Patienten beschrieben werden, deren Defizite in der visuellen Wahrnehmung mit Beeinträchtigungen mentaler Vorstellungen einher gingen (Farah, 1988). So war das Benennen bei Patienten mit unilateralem Neglect infolge der Schädigung des rechten Parietallappens nicht nur ausschließlich auf die Objekte im rechten Blickfeld, sondern auch auf die Objekte der rechten Vorstellungsseite beschränkt. Wenn sie aufgefordert wurden, sich Orte vorzustellen, die sie vor ihrer Schädigung kannten, „sahen“ die Patienten lediglich die Elemente, die sich auf der jeweils rechten Seite des vorgestellten Platzes befanden — unabhängig von dem Standort, den sie in ihrer Vorstellung einnahmen (Bisiach & Luzzatti, 1978). Ähnliche Befunde wurden bei Patienten mit Gesichtsfeldausfällen (Hemianopsie) berichtet, die hinsichtlich des Winkels, in dem Vorstellungsbilder generiert werden konnten, vergleichbare Einschränkungen aufwiesen (Kosslyn & Shin, 1994). Farah (1988) führt solche Defizite nach dem Modell von Kosslyn auf eine selektive Beeinträchtigung der Fähigkeit zurück, bildhafte Vorstellungen auf der Basis vorhandener Erinnerungen zu generieren. Abbildung 2.3 veranschaulicht die postulierte Schädigung in dem Modell von Kosslyn. In Übereinstimmung mit dem Modell konnte die Autorin zudem Patienten identifizieren, die zwar in der Lage waren, Vorstellungsbilder zu generieren, diese jedoch nicht analysieren konnten.

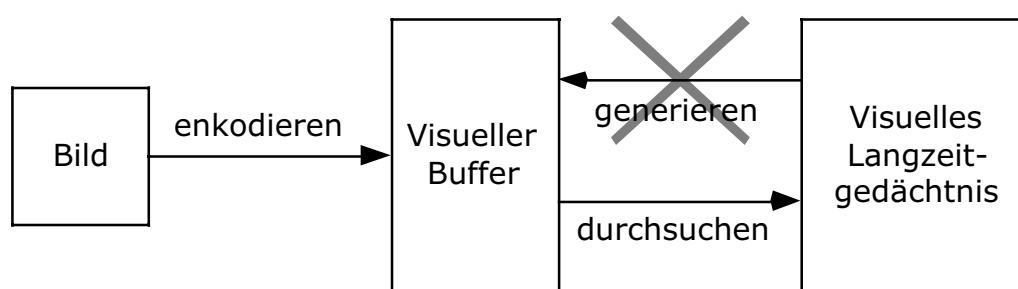


Abbildung 2.3: Selektive Schädigung des Generierens von Vorstellungsbildern bei gleichzeitig erhaltener Fähigkeit, Vorstellungen zu analysieren im Modell von Kosslyn nach Farah (aus: Palmer, 1999).

Auch auf neurophysiologischer Ebene konnte die Ähnlichkeit zwischen Wahrnehmung und Vorstellungen belegt werden. So scheinen die ventralen (*Was-System*) und dorsalen Verarbeitungswege (*Wo-System*) der visuellen Wahrnehmung im Gehirn (Ungerleider & Mishkin, 1982) vergleichbare Funktionen für das visuelle Vorstellen zu haben (Levine, Warach & Farah, 1988; vgl. 3.1). Dementsprechend führt eine Läsion im ventralen Pfad

nicht nur zu einer Wahrnehmungsbeeinträchtigung, sondern auch zu einer korrespondierenden Einschränkung, sich Objekte aus dem Gedächtnis vorzustellen zu können. Dabei ist die Fähigkeit nicht beeinträchtigt, sich vorstellen zu können, von einem bestimmten Ort zu einem anderen zu gehen. Liegt hingegen eine Schädigung der dorsalen Verarbeitung vor, fällt die detaillierte Beschreibung vorgestellter Objekte leicht, während selbst eine Beschreibung des Weges in der unmittelbaren Nachbarschaft nicht gelingt.

Weitere Belege für die Ähnlichkeit von visueller Wahrnehmung und visuellem Vorstellen resultieren aus den Untersuchungen mit verschiedenen bildgebenden Verfahren (*brain imaging*), in denen Aktivitäten im Gehirn sichtbar gemacht werden (vgl. 2.4). Diese Studien haben den entscheidenden Vorteil, dass Vorgänge im intakten Gehirn analysiert werden können und somit eine bessere Generalisierung erlauben als die im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Befunde bei neurologischen Schädigungen. In einem Überblick stellt Palmer (1999) fest, dass eine breite Evidenz für eine enge Verwandtschaft visueller Wahrnehmungs- und Vorstellungsprozesse vorliegt:

In virtually any case, they have found that imagery tasks produce activation in visual regions of the brain, often including occipital cortex itself. Moreover, perceptual tasks with related material generally produce increased blood flow and electrical activity in essentially the same regions of the brain as the imagery tasks. (S. 613)

Kosslyn und Shin (1994) weisen jedoch darauf hin, dass nicht bei jeder Schädigung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeit auch ein korrespondierendes Defizit in der Vorstellungsfähigkeit vorliegen muss. Diese sollen nur dann vorliegen, wenn gemeinsam genutzte Mechanismen betroffen sind, wie z.B. die Analyseprozesse bildhafter Vorstellungen (vgl. Farah, 1988). Bei bestimmten neurologischen Schädigungen sind hingegen Dissoziationen zwischen Vorstellen und Wahrnehmen möglich, da einige Läsionen auch zu einer selektiven Beeinträchtigung führen können. So berichten Farah und Levine (zitiert nach Cabeza, Burton, Kelly & Akamatsu, 1997) den Fall eines Patienten, bei dem eine isolierte Beeinträchtigung der Vorstellungsfähigkeit vorlag, die Bild- und Objektidentifikationsleistung jedoch perfekt war. Behrmann, Winocur und Moscovitch (zitiert nach Cabeza et al., 1997) beobachteten bei einem anderen Patienten hingegen intaktes Vorstellungsvermögen bei gleichzeitiger schwerer Einschränkung des Objektwiedererkennens.

2.3.4.2 Vorstellungseffekte in impliziten Gedächtnisprüfungen

Wie bereits erwähnt wurde, wird der Behaltensvorteil für Bedeutungsvorstellungen gegenüber der Lesebedingung analog zum Bildüberlegenheitseffekt auf eine duale Kodierung (Paivio, 1986) bzw. eine schnellere und tiefere Enkodierung (Nelson, 1979) zurückgeführt (vgl. 2.3.3). Untersuchungen, in denen in der Prüfphase keine *explizite* Erinnerungsinstruktion erfolgte, legen jedoch eine differenziertere Betrachtung der Effekte des Vorstellens nahe. In den impliziten Tests erwies sich insbesondere die Art der Prozesse, die durch die Prüfaufgabe angeregt werden (perzeptuell oder konzeptuell, vgl. 2.2), als entscheidende Variable. In Anlehnung an die *Position des prozessangemessenen Transfers* (vgl. 2.4.2) ist zu erwarten, dass der Status der Erinnerungsinstruktion (*mit*-explizit versus *ohne*-implizit) für das Auftreten von Vorstellungseffekten dann keine Rolle spielen sollte, wenn in einem Prüfverfahren solche Prozesse dominieren, die von Variationen der Verarbeitungstiefe, also bedeutungshaltigen Elaborationen oder der dualen Kodierung, beeinflusst werden (konzeptueller Test). Andererseits sollte die Behaltensleistung dann nicht durch zusätzliche Vorstellungsprozesse beeinflusst werden, wenn die Bearbeitung der Prüfaufgabe in erster Linie datengesteuert erfolgt (perzeptueller Test). Diese Hypothese ist auch mit der gängigen *systemtheoretischen* Konzeption kompatibel, nach der eine konzeptuelle Variable zwar die Repräsentationen im semantischen Gedächtnis beeinflussen soll, nicht aber die Leistung in einem perzeptuellen Test wie der Wortfragmentergänzung, die lediglich auf visuelle Wortformen im präsemantischen Repräsentationssystem zurückgreift (vgl. 2.4.1).

In Übereinstimmung mit diesen Annahmen konnte Blaxton (1989, Experiment 3) einen Vorteil hinsichtlich der Beantwortung von Wissensfragen (konzeptueller impliziter Test) beobachten, wenn die Versuchspersonen in der Studierphase aufgefordert waren, sich zu den vorgelegten Wörtern die entsprechenden Bilder vorzustellen. Ein positiver Einfluss der Vorstellungs- gegenüber der Lesebedingung auf die Häufigkeit korrekter Wortfragmentergänzungen (perzeptueller Test) war nicht zu verzeichnen. Blaxton interpretiert diese Ergebnisse als Beleg für eine konzeptuelle Steuerung der Vorstellungsprozesse (vgl. Farah, 1988), die sich nicht auf die Verarbeitung der physikalischen Merkmale der Wortreize auswirken und damit auch nicht die Leistungen im perzeptuellen Test beeinflussen (vgl. 2.3.3). Ein zusätzliches Vorstellen von Bildern zu verbalem Lernmaterial blieb auch in der Studie von Durgunoglu und Roediger (1987) ohne Auswirkungen in der Wortfragmentergänzung, während der typische Vorstellungseffekt im freien Reproduzieren und Wiedererkennen zu beobachten war. McCauley, Eskes

und Moscovitch (1996) berichten einen Vorteil der Bildvorstellungen gegenüber der Bearbeitung von Wörtern in einer expliziten Variante der Wortstammerngänzung, der zudem für jüngere und ältere Erwachsenen vergleichbar ausfiel.

Da die meisten expliziten Prüfverfahren in erster Linie konzeptuelle Prozesse erfordern, stellen implizite Verfahren eine zusätzliche Möglichkeit dar, Vorstellungsprozesse zu analysieren. Vor dem Hintergrund der dargestellten Ähnlichkeit zwischen Wahrnehmung und Vorstellung stellt sich die interessante Frage, unter welchen Bedingungen das Generieren von Vorstellungsbildern die Wiederholungseffekte in primär perzeptuell gesteuerten, impliziten Verfahren beeinflussen könnte. Hier bieten sich insbesondere Wechsel bestimmter Oberflächenmerkmale von der Studier- zur Prüfphase an (vgl. 2.3.3). Können Vorstellungen tatsächlich die unter diesen Bedingungen zu erwartenden Spezifitätseffekte der Modalität bzw. Darstellungsform kompensieren? Im Sinne prozesstheoretischer Annahmen bestünde der Vorstellungseffekt dann in der Verbesserung des Transfers zur Prüfphase durch eine *Imitation der optimalen Wahrnehmungsprozesse* in der Studierphase und sollte sich in einem Anstieg des Priming zeigen (McDermott & Roediger, 1994). Dieser Aspekt ist in den „klassischen“ Vorstellungsstudien nicht untersucht worden, in denen das Vorstellen nur als „konzeptuelle“ Variable auf der Bedeutungsebene eingesetzt wurde.

Tatsächlich konnten wiederholt implizite Gedächtniseffekte nach Vorstellungsbildung in der Studierphase in verbalen und nonverbalen perzeptuellen Tests nachgewiesen werden. Grundsätzlich unterscheiden sich die in der Literatur beschriebenen Untersuchungen dahingehend, ob Variationen der *Modalität* oder der *symbolischen Darstellungsform* im Zentrum des Interesses standen. Visuelle Vorstellungen betreffen im ersten Fall das Generieren des Schriftbildes zu akustisch präsentiertem Wortmaterial, das zu einem signifikanten Wiederholungseffekt beim Ergänzen von Wortfragmenten (Roediger & Blaxton, 1987) bzw. Wortstämmen (Schacter & Graf, 1989) oder in der Wortidentifikation führte (Jacoby & Witherspoon, 1982). Zudem war dann ein Wiederholungseffekt festzustellen, wenn bei visueller Präsentation der Wörter zusätzliche Wortanalysen in der Vorstellung gefordert waren und im Test eine Beurteilung grafischer Merkmale erfolgte (Stadler & McDaniel, 1990), die Prüfreize buchstabiert werden sollten (Wippich, Mecklenbräuker & Halfter, 1989; Wippich, Mecklenbräuker, Wachtl & Schumacher, 1989) bzw. nach akustischer Vorgabe zu buchstabieren waren (Wippich, Mecklenbräuker, Wachtl & Schumacher, 1989).

Untersuchungen zu einem Wechsel der *symbolischen Darstellungsform* des verwendeten Materials von der Studier- zur Prüfphase belegen Vorstellungseffekte, wenn in der Studierphase Anagramme durch Vokalumstellung in der Vorstellung gelöst (Weldon, 1991) bzw. zu vorgelegten Bildern die entsprechenden Bezeichnungen vorzustellen waren und im impliziten Test Wortfragmente präsentiert wurden (Roediger, Weldon, Stadler & Riegler, 1992; McDermott & Roediger, 1994) oder bei Wortvorlage Bildvorstellungen generiert wurden und Bildfragmente erkannt werden sollten (McDermott & Roediger, 1994).

Die Studie von McDermott und Roediger (1994) bietet sich deshalb für eine detaillierte Darstellung an, weil die Autoren erstmalig prüften, ob der kompensierende Vorstellungseffekt auf verbale implizite Tests beschränkt oder auch für bildliches Testmaterial nachzuweisen ist. In der Studierphase der Untersuchung wiesen die Autoren die Versuchsteilnehmer entweder an, die Angenehmheit von konkreten Substantiven zu beurteilen, oder sich zu jedem Wort das entsprechende Bild als schwarzweiße Strichzeichnung vorzustellen. Einer dritten Versuchsgruppe wurden Strichzeichnungen zur Beurteilung der Angenehmheit vorgelegt. In der entsprechenden Vorstellungsbedingung war hingegen zu jedem Bild das bezeichnete Wort vorzustellen (vierte Gruppe). Schließlich wurde in der Prüfphase zusätzlich interindividuell variiert, ob Wort- oder Bildfragmente ohne Erinnerungsinstruktion zu ergänzen oder zu identifizieren waren. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2.3 dargestellt.

Tabelle 2.3: Mittlere Primingwerte korrekter Reaktionen als Funktion der Studierbedingung und des Materials in den impliziten Tests in McDermott und Roediger, 1994, Experiment 4.

	Wortfragmente	Bildfragmente
Wort	.26	-.01
Wort-Bild vorstellen	.23	.08
Bild	.01	.21
Bild-Wort vorstellen	.08	.22

Wie erwartet waren Primingeffekte zu beobachten, wenn in Studier- und Testphase jeweils eine identische Form der symbolischen Darstellung vorlag (.26 bzw. .21, vgl. Tabelle 2.3). Ein Wechsel der Darstellungsform führte zu einem Ausbleiben des Wiederholungseffekts, so dass gängige Befunde zu Spezifitätseffekten in perzeptuellen impliziten Tests bestätigt wurden (-.01 bzw. .01; vgl. 2.3.3.2). Wie Blaxton (1989) für den kon-

zeptuellen Wissenstest, konnten McDermott und Roediger zudem in der Bildfragmentaufgabe dann einen Primingvorteil gegenüber der Sehbedingung feststellen, wenn zu den Wörtern der Studierphase die entsprechenden Bilder vorzustellen waren (.08). Ein Transfer der Bildvorstellungsbedingung im Sinne eines Primingvorteils gegenüber der Wortbedingung blieb jedoch in der Wortfragmentergänzungsaufgabe aus (.23) und belegt, dass bildliches Vorstellen nicht als genereller (konzeptueller) Effekt im Sinne dualer bzw. elaborierter Enkodierungen wirkte. Waren die Versuchspersonen in der Studierphase hingegen aufgefordert, sich zu den vorgelegten Bildern die entsprechenden Bezeichnungen vorzustellen, resultierte ein Behaltensvorteil gegenüber der Sehbedingung für das Ergänzen von Wort- (.08), nicht aber von Bildfragmenten (.22). Die Autoren interpretieren das Befundmuster dahingehend, dass perzeptuelles Priming nicht nur auf einer rein datengesteuerten Basis, sondern auch dann vorliegen kann, wenn Prozesse höherer Ordnung zu den benötigten perzeptuellen Erfahrungen führen. Dieses kann durch Vorstellungsprozesse geschehen, die eine starke Ähnlichkeit zur visuellen Wahrnehmung aufweisen. Allerdings erwies sich der Vorstellungseffekt als für die Form des vorgestellten Materials spezifisch und ist daher mit den Befunden zu den Spezifitätseffekten in perzeptuellen impliziten Tests kompatibel (vgl. 2.3.3). Zudem lagen die Primingwerte deutlich unter denen der jeweils „optimalen“ Wahrnehmungsbedingungen, in denen identische Verarbeitungsprozesse im Vergleich zur Prüfphase vorlagen — ein Befund, der auch in der Mehrzahl der zuvor berichteten Studien zu verzeichnen war. Für McDermott und Roediger spiegelt dieses Ergebnis den quantitativen Unterschied zwischen Sehen und Vorstellen wider: *„Imagery apparently involves a weak arousal of relevant perceptual processes“* (S. 1388).

Ein ähnliches Ergebnismuster wie McDermott und Roediger in der visuellen Domäne berichten Pilotti et al. (2000b) bezüglich der Vorstellungseffekte in akustischen impliziten Verfahren (akustische Wortidentifikation, akustische Wortstammergänzung). Demgegenüber fiel der Vorstellungseffekt in der Studie von Stuart und Jones (1996) für die Identifikation akustischer Wörter nicht schwächer als in der „optimalen“ Enkodierbedingung aus, sondern war in der Höhe vergleichbar.

Ein Transfer von Vorstellungsprozessen in der Studier- auf die Prozesse im perzeptuellen impliziten Test scheint jedoch keineswegs selbstverständlich, sondern nur unter bestimmten Bedingungen möglich zu sein. So berichten Cabeza, Burton, Kelly und Akamatsu (1997) kein Priming für die Entscheidung in der Testphase, ob ein vorgeleg-

tes Gesicht prominent ist oder nicht, wenn die Namen von Prominenten in der Studierphase mit der Instruktion vorgelegt wurden, sich jedes Gesicht intensiv vorzustellen. In diesem „Sehtest“ war der Wiederholungseffekt auf die Studierbedingung begrenzt, in der die Gesichter vorlagen. Demgegenüber war der Effekt nur für die Vorstellungsbedingung zu verzeichnen, wenn auch der implizite Test Vorstellungsprozesse erforderte. Die Teilnehmer sahen die Namen von Prominenten und sollten entscheiden, ob das dazugehörige Gesicht ein bestimmtes Merkmal aufweist oder nicht. Die Autoren erklären die Unterschiede in den Befundmustern der eigenen und der Untersuchung von McDermott und Roediger (1994) mit den Unterschieden zwischen den verwendeten impliziten Tests. So soll die Identifikation von Bildfragmenten ein Benennen erfordern und somit eigentlich verbales Priming reflektieren. Zudem beruhe der Test – anders als die Beurteilung von Gesichtern – auf den konzeptuellen Prozessen der Rekonstruktion und erlaube daher die Wiederholung der top-down Prozesse, die beim Vorstellen bereits in der Studierphase vorlagen. Tatsächlich konnten Cabeza et al. (1997) einen Transfer der Vorstellungsbedingungen dann erzielen, wenn der implizite Test ein Benennen erforderte oder nur unvollständige Gesichter zur Identifikation vorgelegt wurden.

Wie Cabeza und Mitarbeiter konnten auch Stadler und McDaniel (1990) einen maximalen Transfer von Wahrnehmungs- und Vorstellungsprozessen dann feststellen, wenn die Items in der Studier- und Prüfphase auf die gleiche Weise verarbeitet wurden. Während ein Transfer von der Sehbedingung (Beurteilung von Kleinbuchstabenmerkmalen) auf Vorstellungsprozesse im Test zu beobachten war (Vorlage von Wörtern in Großbuchstaben, die zur Beurteilung die Vorstellung des Wortes in Kleinbuchstaben erfordert), blieb ein vergleichbarer Transfer des Vorstellens auf das Sehen aus. Stadler und McDaniel führen dieses asymmetrische Transfermuster darauf zurück, dass den Mechanismen, die Sehen und Vorstellen miteinander teilen, eine weniger zentrale Bedeutung für das Sehen als für das Vorstellen zukommt. Der Transfer bildhafter Vorstellungen auf das Sehen hängt nach Meinung der Autoren entscheidend von der zeitlichen Nähe zwischen der Studier- und Testphase ab. Je größer dieses Zeitintervall und das damit einhergehende Vorliegen von Ereignissen, umso geringer soll dieser Transfer sein.

2.3.4.3 Zusammenfassung

Vorstellungen spielen eine bedeutende Rolle, sowohl in unserem Alltag als auch in der gedächtnispsychologischen Forschung. Nach wie vor ist die Debatte darüber, was Vorstellungen zugrunde liegt, d.h. ob es sich um analoge oder propositionale Repräsentationen handelt, noch nicht beendet. Allerdings stützt eine ganze Reihe empirischer Befunde die Hypothese, Vorstellungen würden tatsächlich dem entsprechen, was wir mit unserem „inneren Auge“ als die „Bilder in unserem Kopf“ sehen. Die Nähe der Vorstellung zur visuellen Wahrnehmung lässt sich in Untersuchungen zur mentalen Rotation und mentalen Suchaufgaben belegen. Zudem weisen sowohl Läsionsstudien, neurophysiologische und bildgebende Verfahren auf die Ähnlichkeit zwischen Sehen und Vorstellen hin. Eine Modellkonzeption von Kosslyn wurde vorgestellt.

Die referierten Untersuchungen zum Erinnern in impliziten Gedächtnistests belegen jedoch, dass in Bezug auf perzeptuelle implizite Tests keineswegs von einer vollständigen Gleichsetzung visueller Wahrnehmungs- und Vorstellungsprozesse ausgegangen werden kann. Vielmehr scheint der erfolgreiche Transfer im Sinne signifikanter Primingwerte in impliziten Tests insbesondere von der Art des eingesetzten Prüfverfahrens abzuhängen. Eine einfache Unterteilung in *perzeptuelle* und *konzeptuelle Prozesse* greift hier offensichtlich zu kurz (vgl. 2.4.2). Die Möglichkeit, die Beziehung zwischen Wahrnehmen und Vorstellen mithilfe impliziter Testverfahren näher zu beleuchten, erfordert exakte Aufgabenanalysen (vgl. Cabeza et al., 1997; Stadler & McDaniel, 1990; Stuart & Jones, 1996) sowie eine Einordnung in bestehende Modelle zu Vorstellungsprozessen, z.B. in das Modell von Kosslyn (vgl. beide Studien von Wippich und Mitarbeitern, 1989).

2.4 Theoretische Konzeptionen

Erst kürzlich konnten Jonathan Foster und Marco Jelicic (1999) führende Vertreter beider Richtungen für einen aktuellen Überblick über den Stand der Theorien zum menschlichen Gedächtnis gewinnen. Die gängigen Erklärungsansätze lassen sich dabei recht eindeutig in zwei Grundströmungen einteilen. Der Gruppe, die eine Strukturperspektive einnimmt und das Gedächtnis als die Gesamtheit multipler und empirisch trennbarer Komponenten oder Systeme betrachtet, stehen Konzeptionen gegenüber, die im Rahmen einer funktionalen Betrachtung einen Ansatz unterschiedlicher beteiligter Prozesse verfolgen.

Trotz der häufig unsachlichen Debatte, bei der sich die Anhänger beider Strömungen gegenseitig wahlweise fehlende Flexibilität oder mangelnde Integrationsbereitschaft vorwerfen und eine militärisch anmutende Einteilung in *Lager* üblich ist, besteht seit ungefähr zehn Jahren grundsätzlich Einigkeit über die Notwendigkeit einer Integration beider Ansätze zum vollen Verständnis des menschlichen Gedächtnis (vgl. Roediger & McDermott, 1993; Schacter, 1992). So betont etwa Tulving (1999), ein führender Vertreter der Systemansätze, dass alle Gedächtnissysteme in Form von Prozessen operieren, die sie mit anderen Systemen teilen oder die einzigartig für ein bestimmtes System sind. Daher könne prinzipiell kein Konflikt zwischen Prozess- und Systemansätzen existieren. Trotz solcher Erklärungen ist in der Mehrzahl der Studien die zugrunde liegende theoretische „Handschrift“ eindeutig zu erkennen. Daher ist es nach wie vor unumgänglich, die beiden Grundströmungen getrennt darzustellen. Nachfolgend werden zunächst gängige systemtheoretische Gedächtniskonzeptionen erläutert und ihre Stärken und Schwächen eingehend beleuchtet (2.4.1). Anschließend findet sich eine Schilderung prozesstheoretischer Betrachtungen und ihre Bewertung (2.4.2). Da mittlerweile von einer Integration beider Grundströmungen zum Verständnis des menschlichen Gedächtnis auszugehen ist, findet sich abschließend eine Übersicht über prozessorientierte Konzeptionen, die unterschiedliche neurologische Gedächtnissysteme postulieren (2.4.3).

2.4.1 Theorien multipler Gedächtnissysteme

Anders als sogenannte *unitäre* Ansätze, die von einer einzelnen Repräsentation bzw. Gedächtnisspur eines bestimmten Ereignisses in einem einzelnen Gedächtnissystem

ausgehen, postulieren systemorientierte Theorien grundsätzlich, dass die verschiedenen Aspekte ursprünglich wahrgenommener Ereignisse in getrennten unabhängigen Speichern abgelegt werden, den sogenannten *storage sites* (Tulving, 1999). Empirische Dissoziationen (z.B. zwischen impliziten und expliziten Tests) werden darauf zurückgeführt, dass auf die relevanten Informationen der unterschiedlichen *storage sites* unabhängig zugegriffen werden kann.

Grundlage systemorientierter Konzeptionen bilden Studien mit neurologischen, insbesondere amnestischen, Patienten und deren Beobachtungen mit modernen Untersuchungsverfahren (Positronen Emmissions Tomographie – PET, funktionale Magnetresonanztomographie – fMRI, elektrokortikale Stimulierung)⁵. Gabrieli (1999) sieht den Ursprung der systemtheoretischen Betrachtung des Gedächtnis in einer Einzelfallstudie, nämlich dem Fall des amnestischen Patienten HM, dem aufgrund seiner Epilepsie 1953 beidseitig die medialen Temporallappenbereiche operativ entfernt wurden. Die nachfolgenden Studien, an denen HM beteiligt war, zeigten, dass es sich bei dem Gedächtnis nicht um eine einzelne, über die verschiedenen Bereiche des Gehirns verteilte Gedächtnisrepräsentation handeln konnte. Nach der Operation war zwar eine deutliche Besserung seiner Epilepsie festzustellen, allerdings wies HM eine schwere und diffuse anterograde Amnesie auf (vgl. 2.3.1). So war HM seit der Operation weder in der Lage, sich an Ereignisse zu erinnern, die sich nach 1953 zutrug, noch war es ihm möglich, neues Faktenwissen zu erwerben. Allerdings waren seine kognitiven Fähigkeiten (Kurzzeitgedächtnis, Fertigkeitserwerb, Wiederholungspriming) intakt. An dem Beispiel des Patienten HM zeigt sich der grundsätzliche Ansatz systemorientierter Untersuchung zur Struktur des Langzeitgedächtnis, der in erster Linie Nachweise *funktionaler Dissoziationen* zwischen intakten und geschädigten Systemen infolge von Hirnschädigungen anstrebt.

Historisch betrachtet schlugen Systemtheoretiker zunächst einfache Dichotomien des menschlichen Gedächtnis vor. So ging Tulving (1972) zunächst nur von einer Zweiteilung des Gedächtnis in einen *episodischen* und *semantischen Teil* aus. Während ersterer für subjektive Ereignisse verantwortlich und der erfolgreiche Abruf an das Erinnern von Ort und Zeit des Eintretens gebunden sein sollte, wurde dem semantischen Ge-

⁵ Blaxton (1999) erläutert die verschiedenen Untersuchungsansätze und die dabei eingesetzten neuropsychologischen Verfahren und beleuchtet kritisch ihre jeweiligen Stärken und Schwächen.

dächtnis die Funktion des Behaltens genereller Informationen ohne zeitliche Komponente zugeordnet. Breitere Akzeptanz erhielt die von Cohen und Squire (1980) vorgeschlagene Unterscheidung zwischen *deklarativem* und *prozeduralem Gedächtnis*. Das deklarative Gedächtnis wurde zunächst als „*Wissen, dass*“ oder datenbasiertes Wissen definiert, dem die Funktion des Fakten- und Datenerwerbs in Lernsituationen zukommen sollte. Demgegenüber beschränkte sich die anfängliche Definition des prozeduralen Gedächtnis auf das „*Wissen, wie*“ und die Speicherung regelgeleiteter Informationen, die durch Training modifizierbar sein sollten. Obwohl von den Urhebern der Begriffe nicht unmittelbar intendiert, wurde aus dem Nachweis von Dissoziationen zwischen den Leistungen amnestischer Patienten in verschiedenen Tests das Vorliegen einer *impliziten* sowie einer *expliziten Gedächtnisform* geschlossen (Graf & Schacter, 1985). Diese Unterscheidung wurde sogar als Definition der Amnesie herangezogen; sie entspricht den Gedächtnisaufgaben, die amnestische Patienten bewältigen oder nicht (Dunn, 1998, vgl. 2.3.1). Cohen erweiterte später seine ursprüngliche Unterscheidung und ordnete auch die verschiedenen Formen des in impliziten Tests beobachteten Primings sowie der Konditionierung dem prozeduralen Gedächtnis zu (Cohen & Eichenbaum, 1993), während Squire (1992) dafür die Bezeichnung *nicht deklarativ* verwendete und den Begriff des prozeduralen Gedächtnis nur auf den Fertigkeitserwerb bezog. Deklaratives Wissen wurde später (Squire, 1994) in zwei Subsysteme, episodisches und semantisches Wissen, unterteilt, während dem non-deklarativen System Fertigkeiten (*skills*), Gewohnheiten (*habits*), Priming, klassische Konditionierung sowie nicht assoziatives Lernen zugeordnet wurden.

Nachdem Blaxton (1989) die Bedeutung der jeweils angeregten (perzeptuellen bzw. konzeptuellen) Verarbeitungsprozesse für Gedächtnistests belegen konnte (vgl. 2.4.2), postulierten Tulving und Schacter (1990) ein *perzeptuelles Repräsentationssystem* (PRS). Das PRS sollte getrennt vom semantischen Gedächtnis auf einem präsemantischen Niveau operieren und verschiedene Subsysteme umfassen. Neben einem *visuellen Wortformsystem* zur Enkodierung und Speicherung der Merkmale des visuellen Wortmaterials, wurde für die akustische Modalität ein *akustisches Wortformsystem* angenommen. Schließlich wurden die Primingbefunde bei nicht verbalisierbaren (dreidimensionalen) Objekten (z.B. L. A. Cooper et al., 1992) auf ein zusätzliches Subsystem zurückgeführt, dem *strukturellen Beschreibungssystem*. Grundsätzlich gilt *perzeptuelles Priming* daher als Ausdruck der Aktivität des PRS, das die für den impliziten Test relevanten strukturellen Merkmale enthält, die während der Enkodierung gespeichert wurden. Im Gegen-

satz zum semantischen oder episodischen Gedächtnis sollen im PRS weder abstrakte Spuren noch bedeutungshaltige Informationen gespeichert werden; statt dessen wird das PRS als unflexibel und hyperspezifisch betrachtet, dessen verschiedene Repräsentationen über Form und Struktur jeweils über spezifische Cues zugänglich sind. Die intakten Leistungen amnestischer Patienten in perzeptuellen impliziten Verfahren werden als Ausdruck der Aktivität im PRS interpretiert. Die in *konzeptuellen* impliziten Verfahren beobachtete verbesserte Verarbeitung zuvor bearbeiteter Informationen wird demgegenüber als unbekannte Mischung episodischen und semantischen Wissens interpretiert, wobei konzeptuelles Priming bei vollständiger Abwesenheit episodischer Erinnerungen oder bei Vorlage einer Amnesie ausschließlich auf semantisches Wissen zurückgeführt wird (Tulving, 1999). Tabelle 2.4 illustriert die Organisation der Gedächtnissysteme nach Schacter und Tulving (1994).

Tabelle 2.4: Zentrale Gedächtnissysteme und ihre Subsysteme mit Form des Abrufs und (wenn spezifiziert) neuroanatomischer Lokalisation nach Schacter und Tulving (1994).

System	Subsystem	Neurologisches Substrat	Abruf
Prozedural	motorische Fertigkeiten; Kognitive Fertigkeiten; einfache Konditionierung; einfaches assoziatives Lernen	Basalganglien, prämotorischer und motorischer Cortex	Implizit
Perzeptuelle Repräsentation (PRS)	visuelle Wortform; akustische Wortform; strukturelle Beschreibungen		Implizit
Primär	visuell; akustisch		Explizit
Semantisch	räumlich; relational	Medial-Temporallappen	Implizit
Episodisch		Präfrontal-kortikal, Medial-Temporallappen	Explizit

Der Nachweis empirischer Dissoziationen zwischen verschiedenen Tests, die Einbindung moderner Darstellungsverfahren sowie die eingehende Beschäftigung mit neuropsychologischen Störungsbildern tragen zu der weit verbreiteten Akzeptanz der Systemansätze bei. Dabei stellt die detaillierte Analyse insbesondere der Amnesie als Grundlage systemtheoretischer Konzeptionen gleichzeitig das überzeugendste Argument für den Ansatz dar. Wie Dunn (1998) betont, muss sich jede Theorie des menschlichen Gedächtnis den empirischen Daten aus klinischen und nicht klinischen Populationen stellen. Die tief in dieser Tradition stehende Organisation der Gedächtnissysteme nach Schacter und Tulving (1994, vgl. Tabelle 2.4) stellt vor dem Hintergrund der Konzeption *implizit* bzw. *explizit* abgerufener Gedächtnissysteme eine solche allgemein akzeptierte Synthese der Beobachtungen im klinischen und nicht klinischen Kontext dar.

Wie noch zu zeigen sein wird, hat der konkurrierende *Prozessansatz* große Probleme, im Bereich der Amnesie eine ähnlich schlüssige Konzeption vorzulegen (vgl. 2.4.2).

Wie die historische Entwicklung zeigt, steigt die Anzahl der postulierten Gedächtnissysteme jedoch stetig (z.B. Roediger, Buckner und McDermott, 1999). Das wirft die grundsätzliche Frage auf, auf welcher Grundlage die Identifikation neuer Strukturen und Komponenten erfolgte bzw. erfolgen sollte. Hier besteht Uneinigkeit zwischen den verschiedenen Vertretern der Systemtheorie, und so stellt Parkin (1999) fest, dass eine Einteilung in Systeme mal auf der Basis des *Inhalts* (z.B. Fakten, Ereignisse) erfolgt, mal anhand von *Prozesseigenschaften* (top-down, bottom-up), der *Art des Zugriffs* (bewusst, unbewusst) oder des *Gedächtnisphänomens* (Fertigkeiten, Priming). Sherry und Schacter (1987) haben vor diesem Hintergrund vier Definitionskriterien formuliert. Die zentrale Kritik am Systemansatz, insbesondere von Anhängern prozessorientierter Ansätze vorgetragen, konzentriert sich auf diese Kriterien, die im folgenden vorgestellt und eingehend beleuchtet werden.

1. Funktionale Unabhängigkeit: *Eine unabhängige Variable beeinflusst eine Aufgabe, die mit einem Gedächtnissystem in Verbindung gebracht wird, hat jedoch keinen oder einen gegenteiligen Effekt auf die Leistung in einer anderen Aufgabe, die einem anderen System zugeschrieben wird.*

Hauptargument gegen das Kriterium der funktionalen Unabhängigkeit ist das Problem der fehlenden *Prozessreinheit* kognitiver Tests (z.B. Jacoby, 1991): Auch wenn eine Aufgabe den Kriterien eines hypothetischen Gedächtnissystems augenscheinlich entspricht, kann das tatsächliche Verhalten der Personen mitunter deutlich davon abweichen. Zudem ist es unmöglich, Gedächtnisprozesse losgelöst von anderen kognitiven oder motivationalen Faktoren zu betrachten:

A person is never just remembering. Dozens of mental operations are taking place at any particular moment, including those directly relevant to the task (...), those supporting the task (...), those relevant to the social situation (...), and those irrelevant to the task.
(Weldon, 1999, S. 175)

Die fehlende Prozessreinheit stellt ein Kardinalproblem der Forschung zum impliziten vs. expliziten Gedächtnis dar: So kann weder eine Kontamination impliziter Tests mit expliziten Strategien, noch der Einfluss „impliziter“ Erinnerungen bei der Bearbeitung von expliziter Verfahren ausgeschlossen werden (vgl. Schacter, 1987; Schacter, Bowers & Booker, 1989). Weiterhin ist es durchaus möglich, funktionale Dissoziationen inner-

halb eines postulierten Systems zu beobachten. So haben Tierversuche gezeigt, dass Läsionen zu selektiven Einschränkungen der Konditionierbarkeit führen können (vgl. Weldon, 1999). Diese Befunde legen die Annahme unterschiedlicher Konditionierungssysteme nahe und sind z.B. kaum mit dem Modell von Squire zu vereinbaren, der Konditionierung als Subsystem des prozeduralen Gedächtnis fasst. Noch schwerer wiegen jedoch funktionale Dissoziationen innerhalb höherer Systeme, auf die z.B. Roediger et al. (1999) verweisen. So sind wiederholt Dissoziationen zwischen *Reproduktions-* und *Wiedererkennentests* beobachtet worden, ohne dass dafür getrennte Systeme postuliert worden wären. Darüber hinaus wird in neueren Studien auf mangelhafte psychometrische Eigenschaften der zur Untersuchung impliziter Gedächtnisleistungen verwendeten Testverfahren hingewiesen. Funktionale Dissoziationen könnten daher auf unterschiedlich reliable Messverfahren zurückzuführen sein. Insbesondere konzeptuelle implizite Tests weisen möglicherweise deutlich geringere Reliabilitäten auf als ihre expliziten Varianten (Buchner & Wippich, 2000; Meier & Perrig, 2000).

2. Stochastische Unabhängigkeit: *Die Leistungen zweier, mit den Verarbeitungsprozessen unterschiedlicher Gedächtnissysteme assoziierter Tests sind unkorreliert.*

Neben grundsätzlichen methodologischen Problemen (Hintzman & Hartry, 1990) konnte stochastische Unabhängigkeit auch zwischen den Varianten derselben Aufgabe beobachtet werden, die einem Gedächtnissystem zugeordnet wurde (Hayman & Tulving, 1989). Darüber hinaus kann stochastische Unabhängigkeit auch infolge mangelhafter Reliabilität von Leistungsmaßen zustande kommen (Buchner, 1993). Das Kriterium gilt daher inzwischen als nahezu irrelevant (vgl. Roediger et al., 1999).

3. Verschiedene neurologische Substrate: *Unterschiedliche Gedächtnissysteme, die mit Hilfe von neuroanatomischen Darstellungsverfahren nachgewiesen werden, erfordern getrennte neurologische Substrate.*

Roediger et al. (1999) stellen fest, dass allen Aufgaben, die zu funktionalen Dissoziationen führen, aus systemorientierter Sicht verschiedene neurologische Substrate und somit *per definitionem* auch getrennte Gedächtnissysteme zugrunde liegen müssen. Das Argument der *reductio ad absurdum* (Parkin, 1999) besteht daher in der theoretisch unendlichen Erweiterung der Zahl der postulierten Gedächtnissysteme (vgl. Roediger, 1990). Hinsichtlich der von den Systemanhängern bevorzugt verwendeten Darstellungsverfahren kritisiert Weldon (1999) insbesondere die ihnen zugrunde liegende *subtraktive Interpretationslogik*, nach der nur jene Hirnregion als kritische Komponente eines

hypothetischen Gedächtnissystems in Frage kommt, die in Experimental- und Kontrollaufgaben zu unterschiedlichen Aktivierungsmustern führt. Daher werden diejenigen Strukturen überhaupt nicht berücksichtigt, die in beiden Tests beteiligt sind.

4. Funktionale Inkompatibilität: *Gedächtnissysteme sind dahingehend spezialisiert, dass die Funktion eines Systems nur auf dieses beschränkt ist.*

Die Annahme funktionaler Inkompatibilität lässt sich ohne größere Probleme in hoch spezifischen Bereichen anwenden, etwa für den Erwerb der Gesänge bei Vögeln; sie ist hingegen vermutlich weniger leicht auf den Menschen zu übertragen. Parkin (1999) stellt fest, dass z.B. die postulierte Trennung von *episodischem* und *semantischem Gedächtnis* keineswegs notwendigerweise das Vorliegen miteinander inkompatibler Repräsentationssysteme voraussetzt. Statt dessen könnte es sich beim episodischen Gedächtnis lediglich um eine gespeicherte Aufnahme der Aktivierung des semantischen Gedächtnis zu einem bestimmten Zeitpunkt handeln.

Angesichts des hier ausführlich dargestellten Vorwurfs unzureichender Definitionskriterien erstaunt die gewisse Sorglosigkeit, die selbst bei den führenden Vertretern des Systemansatzes, z.B. bei Gabrieli (1999) zu beobachten ist, der im Hinblick auf die Gefahr einer Systeminflation lapidar feststellt:

It would indeed be convenient to have all human learning accounted for by four systems, or at most seven so that all could be kept in short-term memory at once (...) Nature is often comfortable with large numbers. (S. 221)

2.4.2 Theorien unterschiedlicher Gedächtnisprozesse

Neben der Theorie multipler Gedächtnissysteme stellt der Ansatz des prozessangemessenen Transfers (*transfer-appropriate processing* – TAP: Blaxton, 1989; Roediger, 1990; Roediger & McDermott, 1993; Roediger, Weldon & Challis, 1989), das verbreitetste Modell zur Interpretation von Behaltensdaten in impliziten Tests dar. Ursprünglich als Alternativerklärung für Effekte der Verarbeitungstiefe in traditionellen (expliziten) Tests konzipiert (Franks, Bilbrey, Lien & McNamara, 2000; Morris, Bransford & Franks, 1977), kann der Prozessansatz als umfassender Erklärungsrahmen für die Speicherung und den Abruf sämtlicher Gedächtnisleistungen betrachtet werden (Lewandowsky, 1998).

Empirisch beobachtete Dissoziationen zwischen verschiedenen Tests erfordern in der prozessorientierten Betrachtung keineswegs die Annahme unterschiedlicher zugrundeliegender Gedächtnissysteme. Vielmehr sollen die empirischen Daten die Art widerspiegeln, mit der Informationen innerhalb eines einzigen Gedächtnissystems verarbeitet werden. Sowohl impliziten als auch expliziten Gedächtnisleistungen wird dabei eine episodische Repräsentationsbasis zugeordnet. Das fundamentale Prinzip des Prozessansatz basiert auf dem Grad der Ähnlichkeit der in der Lern- und Testphase maßgeblich beteiligten kognitiven Prozesse. Je ähnlicher diese Prozesse sind, desto größer ist der zu erwartende Zugriff auf Informationen der Lernepisode – und umso höher die resultierende Gedächtnisleistung im Test. In Anlehnung an Jacoby (1983) wurde dabei ursprünglich zwischen *datengesteuerten* und *konzeptuellen* Prozessen unterschieden (vgl. 2.2). Datengesteuerte Prozesse werden durch wahrnehmungsnahe Merkmale der Stimuli initiiert. Entgegen der ursprünglichen Konzeption, die lediglich eine Verarbeitung auf sensorischem Niveau nahelegte, wird gemeinhin davon ausgegangen, dass auch Prozesse auf höheren Verarbeitungsebenen beteiligt sind (vgl. 2.3.3). Daher wird in der Regel von *perzeptuellen* Prozessen gesprochen (Roediger & Srinivas, 1993). *Konzeptuelle* Prozesse beziehen sich demgegenüber auf die Bedeutungsebene der Stimuli und ihre Assoziation zu den bereits abgespeicherten Informationen. Sie betreffen somit die sogenannten *top-down* Prozesse der Elaboration, Organisation und Rekonstruktion von Informationen.

Prozessansätze postulieren, dass empirische Dissoziationen immer dann vorliegen, wenn sich die in den Prüfverfahren beteiligten Prozesse voneinander unterscheiden. Die als *perzeptuelle implizite Tests* bezeichneten gebräuchlichsten impliziten Tests (z.B. perzeptuelle Identifikation, Fragmentergänzung, vgl. 2.2) werden dabei primär mit perzeptuellen Verarbeitungsprozessen der Wort- bzw. Objekterkennung in Verbindung gebracht (Roediger & McDermott, 1993). Der nachteilige Effekt entsprechender Variationen von Oberflächenmerkmalen von der Lern- zur Prüfphase auf die Behaltensleistung ist inzwischen für eine Reihe von Variablen gut belegt (vgl. 2.3.3)⁶. Perzeptuelle implizite Tests zeigen Variationen der Verarbeitungstiefe zum Zeitpunkt der Enkodierung.

⁶ Der bereits erwähnte Einschluss höherer kognitiver Prozesse im Rahmen perzeptueller Verarbeitung erlaubt die Integration solcher Studien in den Prozessansatz, die sogenannte *cross-modality* oder *cross-form* Effekte in impliziten perzeptuellen Tests berichten. Dagegen stellen Befunde, in denen ein Ausbleiben von solchen Spezifitätseffekten beobachtet wurde, eine schwere Belastung für prozessorientierte Positionen dar. Neben der *Größe* ist hier insbesondere die *Farbe* der Stimuli zu nennen, auf die gesondert eingegangen wird (vgl. 3.3).

rung hingegen nicht an (vgl. 2.3.2). Auf der anderen Seite bilden explizite Tests, die in erster Linie *konzeptuell gesteuert* sind und auf der semantischen Ebene operieren (z.B. freie Reproduktion), Variationen der Verarbeitungstiefe ab. Sie werden jedoch nicht durch einen Wechsel der Darbietungsmodalität oder der symbolischen Darstellungsform beeinflusst.

Bei der Unterteilung in konzeptuelle und perzeptuelle Verfahren handelt es sich nicht um eine strikte Dichotomie. So gehen Roediger und McDermott (1993) davon aus, dass jeder Test Einflüsse von zwei getrennten Dimensionen aufweist, nämlich einem Kontinuum *perzeptueller* sowie einem Kontinuum *konzeptueller Anteile*. Zudem legt die Mehrheit der empirischen Befunde zwar eine Zuordnung impliziter Tests zu primär perzeptuellen Verfahren bzw. expliziter Tests zu konzeptuellen Verfahren nahe; eine Gleichsetzung auf theoretischer Ebene wird jedoch nicht postuliert. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Studie von Blaxton (1989) zu. Die Autorin prüfte in einer Serie von Experimenten, ob die in der Literatur berichteten Dissoziationen zwischen verschiedenen Tests, die von den Systemansätzen gewöhnlich als Beleg für getrennte Gedächtnissysteme interpretiert wurden, nicht vielmehr auf Unterschiede in den beteiligten Verarbeitungsprozessen zurückgehen. In der kritischen Gegenüberstellung wurden zwei implizite und zwei explizite Verfahren geprüft, von denen jeweils eines auf der Basis der präsentierten Reize bearbeitet werden konnte (perzeptueller Test) bzw. von den Teilnehmern initiierte Aktivitäten erforderte (konzeptueller Test). War zum Zeitpunkt der Enkodierung das Material lediglich zu lesen, ergab sich der größte Transfer für perzeptuelle Tests, und zwar unabhängig davon, ob eine Erinnerungsinstruktion erfolgte oder nicht (Wortfragmentergänzung und Graphemic Cued Recall, bei dem die Hinweiswörter den Zielitems in Klang und Erscheinungsbild ähnelten). Demgegenüber war nach dem Generieren von Zielwörtern in der Studierphase die größte Behaltensleistung in konzeptuellen Tests zu verzeichnen (Beantworten von Wissensfragen, Free Recall sowie Semantic Cued Recall). Wiederum galt dieser Befund unabhängig vom Status der Testinstruktion (implizit oder explizit). Blaxton (1989) konnte somit eindeutig Dissoziationen zwischen zwei expliziten (nach Tulving: *episodischen*) Tests sowie zwischen zwei impliziten (*semantischen*) Tests belegen. Ihre Befunde belasten die Position der Systemansätze schwer, die als Folge ein eigenes System für perzeptuelle Prozesse postulierten, um den Befunden von Blaxton und anderen gerecht werden zu können (PRS: Tulving & Schacter, 1990; vgl. 2.4.1).

Neben der unmittelbaren Plausibilität erwies sich die funktionale Betrachtung des menschlichen Gedächtnis sowie die Einteilung in perzeptuelle und konzeptuelle Verarbeitungsprozesse als überaus erfolgreich in der Erklärung empirischer Befunde zur Unterscheidung von implizitem und explizitem Gedächtnis (vgl. 2.3). Insbesondere was die Sparsamkeit der Annahmen anbelangt, besteht ein deutlicher Vorteil des Prozessansatzes gegenüber der systemorientierten Betrachtung. Allerdings belasten sowohl theoretische Schwächen als auch problematische empirische Befunde den Ansatz. So wurde dem Ansatz wiederholt die Zirkularität der Annahmen vorgeworfen (z.B. Nelson, 1994). Der Grund dafür wird in der Schwierigkeit gesehen, aus dem Ansatz heraus spezifische Vorhersagen abzuleiten und die Verarbeitungsprozesse zu spezifizieren, die in einem bestimmten Gedächtnistest verlangt werden. Dieser unterstellte Mangel an formalen Kriterien besteht insbesondere in der Unmöglichkeit zu entscheiden, ob ein bestimmter empirischer Befund mit dem Ansatz vereinbar ist oder nicht: Bei funktionaler Betrachtung wird z.B. aus dem beobachteten Rückgang des Primings nach Variation eines Oberflächenmerkmals gewöhnlich auf das Vorliegen unterschiedlicher Prozesse in Lern- zur Testphase geschlossen. Wird jedoch für das selbe Merkmal keine Beeinträchtigung des Primings beobachtet, ist aus prozesstheoretischer Sicht zu schließen, dass die Variation das für die Verarbeitung relevante Merkmal nicht beeinflusst hat (Lewandowsky, 1998⁷; vgl. 2.3.3).

Neben der konzeptuellen Beschränkung wird durchgängig auf eine mangelhafte Erklärung amnestischer Störungen durch prozessorientierte Annahmen hingewiesen (vgl. Dunn, 1998); ein Defizit, das Parkin (1999) sogar als die Achillesferse dieser Theorieströmung bezeichnet. Die von Blaxton (1992, 1999) aus dem TAP-Ansatz abgeleitete Hypothese, Amnesien bestünden in einem selektiven Defizit konzeptueller Verarbeitung, ist insofern problematisch, da substantielle Beeinträchtigungen amnestischer Patienten auch in solchen Tests nachgewiesen wurden, die primär mit den vermeintlich intakten perzeptuellen Prozessen assoziiert waren (Vaidya, Gabrieli, Keane & Monti, 1995). Zudem wurden auch Dissoziationen zwischen verschiedenen konzeptuellen Tests berichtet: Keane, Gabrieli, Monti, Fleischmann, Cantor und Noland (1997) variierten in der Studierphase, ob Amnestiker und Kontrollpersonen Bezeichnungen von

⁷ Der Vorwurf der Zirkularität betrifft jedoch, wie Ratcliff und McKoon (1995) betonen, ebenfalls die systemtheoretische Interpretation neuropsychologischer Daten, bei der Amnestiker ein intaktes implizites aber beeinträchtigtes explizites Gedächtnis aufweisen sollen: Treten Unterschiede in impliziten Tests auf, werden diese auf explizite Erinnerungen der gesunden Kontrollpersonen zurückgeführt.

Exemplaren verschiedener Kategorien semantisch elaborieren sollten (Ist das Exemplar natürlich oder künstlich hergestellt?) oder nicht (Typografie-Urteil). Anschließend war eine implizite und eine explizite Variante des Kategorientests zu bearbeiten. Während die Amnestiker den erwarteten Effekt der Verarbeitungstiefe im konzeptuellen impliziten Test zeigten, wiesen sie deutliche Beeinträchtigungen im konzeptuellen expliziten Test auf. Im Gegensatz zu den Befunden von Blaxton (1989) bei gesunden Versuchspersonen erwiesen sich in der Studie von Keane et al. (1997) somit nicht die mit den Aufgaben assoziierten Prozesse als der entscheidende Leistungsprädiktor, sondern ob eine Erinnerungsinstruktion erfolgte (explizit) oder nicht (implizit). Zudem zeigten die Befunde, dass die amnestischen Patienten offenbar in der Lage waren, die Bedeutungen sprachlichen Materials zu elaborieren. Da sie in der Regel noch über weitere konzeptuelle Verarbeitungsprozesse verfügen, wie z.B. intakte sprachliche und intellektuelle Fähigkeiten, stellt das prozessorientierte Defizitmodell von Blaxton (1992, 1999) eine wenig vielversprechende Konzeption dar.

Darüber hinaus belastet eine Reihe empirische Befunde die Position der Prozessansätze (vgl. 2.3.3 sowie 3.3.3). Dabei handelt es sich einerseits um Nachweise von *Assoziationen*, d.h. parallele Befundmuster zwischen Tests, für die unterschiedliche Prozesse angenommen wurden, und andererseits um *Dissoziationen* zwischen Tests, für die ursprünglich vergleichbare Verarbeitungsprozesse postuliert wurden. Ein Beispiel für ein paralleles Befundmuster berichten Toth und Hunt (1990) für eine Variation der Orthografie, bei der Wörter in gewöhnlicher und in distinkter Schreibweise zu bearbeiten waren. So war ein Vorteil für Wörtern in distinkter Schreibweise nicht nur in der freien Reproduktion (konzeptueller Test) zu verzeichnen, sondern auch in der Wortfragmentergänzung (perzeptuelles implizites Verfahren). Offensichtlich beeinflusste eine scheinbar perzeptuelle Variable die Behaltensleistung sowohl in einem perzeptuellen impliziten als auch in einem konzeptuellen expliziten Test. McDermott und Roediger (1996) berichten hingegen, dass die als konzeptuelle Variable eingesetzte Wiederholung der Stimuli zwar erwartungsgemäß nicht die Fragmentergänzung, sondern die freie Reproduktion beeinflusste, sich jedoch zudem unerwartet unterschiedliche Einflüsse in zwei anderen konzeptuellen Tests zeigten. Für die Kategorienproduktion konnte kein Effekt der konzeptuellen Wiederholung festgestellt werden, und auch der erwartete Bildüberlegenheitseffekt blieb aus. In der expliziten Variante (expliziter Abruf von Kategorienexemplaren) war zwar eine Überlegenheit bildlicher Stimuli festzustellen, allerdings blieb auch hier der Effekt der konzeptuellen Wiederholung aus. Aus prozesstheo-

retischer Sicht vollkommen inkonsistent waren somit in drei konzeptuellen Verfahren jeweils unterschiedliche Muster zu verzeichnen. Roediger und Mitarbeiter (1999) stellen angesichts solcher Befunde fest, dass die Unterscheidung perzeptueller und konzeptueller Verarbeitungsprozesse lediglich als Ausgangspunkt ausreichend war und eine Erweiterung der Konzeption um zusätzliche kognitive Prozesse unumgänglich ist, wie sie z.B. von McDermott und Roediger (1996) vorgeschlagenen wurde, die von verschiedenen Formen semantischer Information ausgehen. Daher sehen Roediger et al. eine ähnliche Entwicklung wie in den Systemansätzen im Sinne zusätzlicher Systeme als Antwort auf nicht erwartete Dissoziationen bzw. Assoziationen. Im nachfolgenden Kapitel werden weiterführende und die beiden wesentlichen Annahmen beider Grundströmungen integrierende Konzeptionen vorgestellt.

2.4.3 Prozess- und systemintegrierende Konzeptionen

Inzwischen sind verschiedene theoretische Konzeptionen vorgeschlagen worden, die eine Integration von prozess- und systemtheoretischen Ansätzen anstreben (z.B. Schacter, 1992). Mithilfe moderner Darstellungsverfahren und der Analyse ihrer neuronalen Grundlagen wird eine Identifikation der komplexen kognitiven Prozesse angestrebt, die der Leistung in einem Gedächtnistest zugrunde liegen. Exemplarisch soll hier der sogenannte Prozesskomponentenansatz des menschlichen Gedächtnis von Moscovitch und seinen Mitarbeitern (*components of processing approach*: Moscovitch, 1994; Witherspoon & Moscovitch, 1989) in der Konzeption nach Roediger und Mitarbeitern (1999) vorgestellt werden. Der Ansatz basiert, vereinfacht gefasst, auf der Annahme, dass jede Aufgabe die Beteiligung vieler Komponenten erfordert, von denen einige in einer Reihe von Tests beteiligt sind, während andere für bestimmte Aufgaben spezifisch sind. Die Leistungen in unterschiedlichen Aufgaben sollten dann voneinander unabhängig sein, wenn sich die beteiligten Komponenten unterscheiden oder andere Informationen genutzt werden. Wenn eine Dissoziation zwischen zwei Verfahren beobachtet wird, müssten diese sich demnach in wenigstens einer Prozesskomponente unterscheiden. Diese Struktur(en) gilt es mit Hilfe moderner Darstellungsverfahren zu isolieren. Neben der Identifikation der bei der Bearbeitung eines Gedächtnistests beteiligten Hirnstrukturen ist über die Darstellungsverfahren zudem die Analyse der Veränderung von Prozessen und Strukturen über verschiedene Tests oder Gedächtniszustände möglich.

Roediger und Mitarbeiter (1999) interpretieren mithilfe des Prozesskomponentenansatz Ergebnisse von PET-Studien zur *Wortstammerngänzung*. In diesen Studien wurde der Frage nachgegangen, wie sich die Verarbeitungswege im Hinblick auf verschiedene Gedächtnisanforderungen verhalten bzw. verändern. Allen Vpn wurden perzeptuelle Informationen dargeboten, die als Wortstämme vorlagen. Die Vpn der *Basisratenbedingung* erhielten dabei die Instruktion, Wortstämme so schnell wie möglich zu einem sinnvollen Wort zu ergänzen, ohne dass zuvor Wortlisten zu bearbeiten waren. Eine zweite Gruppe hatte bereits in einer ersten Untersuchungsphase eine Wortliste bearbeitet. Anschließend waren sowohl alte, zuvor bereits bearbeitete, als auch neue Wortstämme so schnell wie möglich zu ergänzen. Das Vorgehen in dieser „*impliziten*“ Gruppe entspricht somit dem in einer typischen Studie zum impliziten Gedächtnis und wurde in dieser Form z.B. auch in den eigenen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit realisiert (vgl. Kapitel 4). Die dritte, „*explizite*“ Gruppe erhielt nach der anfänglichen Bearbeitung der Wortliste eine explizite Erinnerungsinstruktion und sollte die Wortstämme als Hinweisreize nutzen: Ein Wortstamm sollte immer dann zu einem Item aus der Lernliste ergänzt werden, wenn sich die Teilnehmer daran erinnern konnten, das Wort auf der Liste gesehen zu haben. Abbildung 2.4 illustriert die relevanten Hirnregionen, in denen Aktivitäten in den verschiedenen Varianten der Wortstammerngänzung beobachtet wurden (nach Roediger et al., 1999).

In der *Basisratenbedingung* zeigte sich bei den Vpn eine Beteiligung einer Vielzahl an Komponenten, einschließlich multipler Areale innerhalb des visuellen Cortex. Ferner waren motorische und prämotorische Areale beteiligt, die durch die Sprachproduktion und die artikulatorischen Anforderungen der Aufgabe aktiviert wurden. Zusätzliche Aktivitäten in höheren Hirnregionen, z.B. innerhalb des linken präfrontalen Cortex, wurden auf die lexikalischen Abrufanforderungen der Aufgabe zurückgeführt.

In der „*impliziter Test*“-Gruppe, die nach einer Lernphase alte und neue Wortstämme ergänzte, waren nahezu identische Strukturen wie in der Basisratenbedingung aktiv. Allerdings korrelierten auf funktional-anatomischer Ebene die Primingeffekte mit einer reduzierten neuronalen Aktivität in den perzeptuellen Hirnarealen. Offensichtlich verbesserte die erste Begegnung mit den Wörtern die Effizienz, mit der Wortstammerngänzungen generiert wurden, was sich in der verbesserten Wortgenerierung alter Items sowie in reduzierten Antwortlatenzen zeigte. Unabhängig davon, ob die Testreize in der Wortstammerngänzung zum ersten Mal (wie in einer typischen Basisratenbedin-

gung) oder erneut zu bearbeiten sind (wie *alte Reize* im impliziten Test) spricht diese Erklärung nach Ansicht von Roediger und seinen Mitarbeitern dafür, dass beide Aufgaben sehr ähnliche kognitive Anforderungen aufweisen. Während der Wiederholungseffekt nach den gängigen Systemansätzen (Schacter & Tulving, 1994) auf Aktivitäten eines separaten Systems zurückgeführt worden wäre, nämlich des *PRS* (spezifischer: des visuellen Wortformsystems), sehen Roediger und Mitarbeiter darin eher das Ergebnis einer Modifikation im Sinne einer Verbesserung der beteiligten Verarbeitungsprozesse *innerhalb eines Systems*.

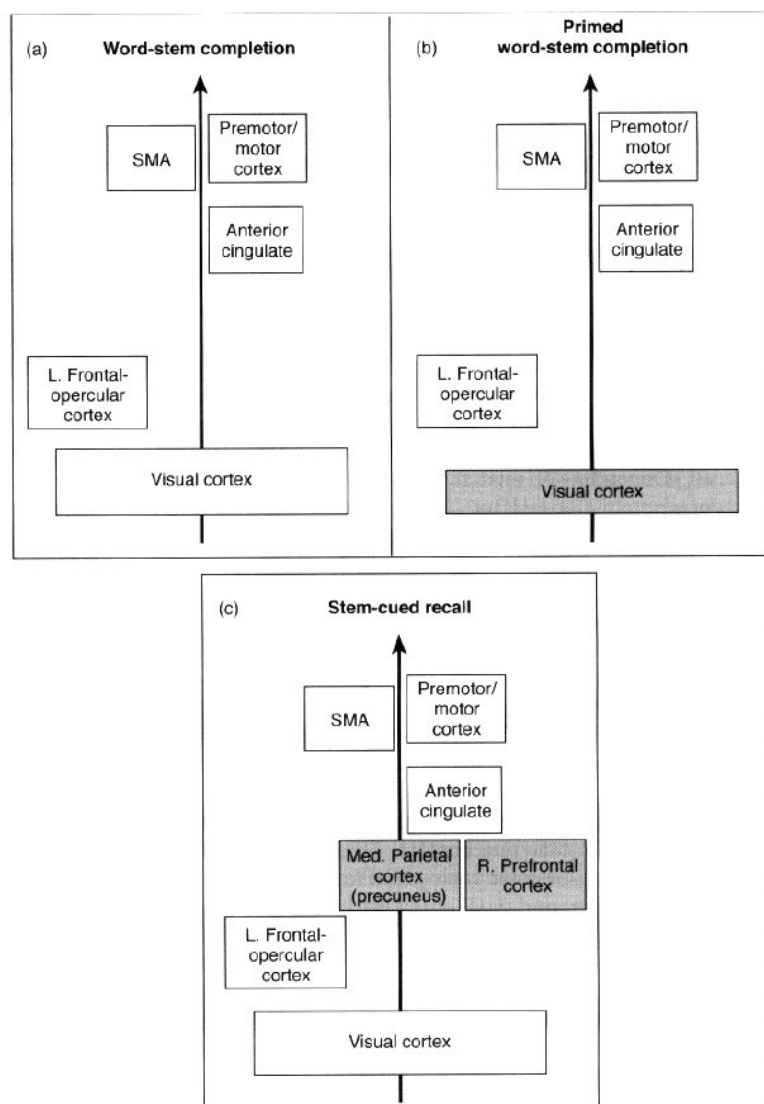


Abbildung 2.4: Heuristische Diagramme einiger Hirnareale, die während dreier Varianten der Wortstammerngänzung aktiv sein sollen. Die verschiedenen Varianten beinhalten Wortstammerngänzungen (a) neuer Prüfreize, (b) zuvor gebahnter Prüfreize sowie (c) bei episodischem Abruf (Wortstämme als Hinweisreize vorgelegt). Die Hirnareale sind in Pfeilrichtung hierarchisch abgebildet (aus: Roediger et al., 1999, s. 55).

In der dritten Gruppe, die eine *explizite Testinstruktion* erhielt, konnten erneut ein Aktivierungsmuster in sämtlichen bereits bekannten Arealen nachgewiesen werden. Offensichtlich wiesen alle Varianten der Ergänzungsaufgabe sehr ähnliche Prozessanforderungen auf. Darüber hinaus konnte jedoch Aktivität in zwei für eine Vielzahl episodi-

scher Gedächtnistests typischen Arealen festgestellt werden (in beidseitigen Regionen des anterioren präfrontalen sowie des posterioren medioparietalen Cortex).

Roediger et al. (1999) betonen, wie problematisch die von ihnen referierten Befunde für gängige systemorientierte Annahmen sind. Diese hätten aufgrund der für sie üblichen Subtraktionslogik bei der Interpretation bildgebender Verfahren die beobachteten Gemeinsamkeiten der Verarbeitung, d.h. ähnliche Aktivierungsmuster in den verschiedenen Hirnstrukturen, ausgeblendet. Der Vorteil des Prozesskomponentenansatz besteht hingegen darin, dass nicht nur die Unterschiede, sondern auch die Überlappungen in den Aktivierungsmustern der Verarbeitungswege verschiedener Tests betont werden. Auf diese Weise resultiert die Möglichkeit eines präziseren Testens spezifischer Vorhersagen.

Dieser Ansatz stellt für systemtheoretische Konzeptionen natürlich insofern eine Herausforderung dar, als dass ein Vorliegen funktionaler Unabhängigkeit nicht länger als die Basis für eine Systemdefinition betrachtet wird, sondern als Anzeichen unterschiedlicher beteiligter Komponenten eines Systems. Welche Komponenten jeweils aktiviert werden, wird nicht durch die Zugehörigkeit eines Gedächtnistests zu einem bestimmten System definiert, sondern durch die Aufgabenanforderungen der jeweiligen impliziten Prüfaufgabe. Eine Analyse der spezifischen Aufgabenanforderungen findet in den gängigen Systemansätzen in aller Regel nicht statt (allerdings auch nicht durchgängig im Prozessansatz). Allerdings stellt sich die generelle Frage, was eigentlich eine Komponente von einem System unterscheidet, und so stellt Parkin (1999) fest:

The goals of the component-processing approach thus seem rather similar, except that the outcome is components rather than systems. In other words, the component-processing approach does not necessarily buy you out of the systems concept. If, for example, one finds two clusters of components which seem mutually exclusive, would it not make sense to think of these clusters as systems? (S. 285)

Aufgrund dieser Ähnlichkeit ist der Prozesskomponentenansatz – wie die Theorie multipler Gedächtnissysteme – potenziell von der Gefahr einer „Komponenteninflation“ bedroht. Damit in dieser Konzeption nicht lediglich „alter Wein in neuen Schläuchen“ angeboten wird, sollten umgehend Kriterien formuliert werden, die verhindern, dass eine Entwicklung eintritt, die den Systemtheorien ursprünglich vorgeworfen wurde.

2.5 Zusammenfassung

Der Erfolg der Unterscheidung von impliziten und expliziten Tests beruht auf den teilweise spektakulären Dissoziationen, die z.B. darin bestehen können, dass die Variation einer Variablen zu gegensätzlichen Befunden in impliziten und expliziten Verfahren führt. Für die vorliegende Arbeit wurde eine aufgabenbasierte Definition der Begriffe gewählt: Sollen die Nachwirkungen einer Studierepisode in einem impliziten Test nachgewiesen werden, erfolgt keine Erinnerungsaufforderung in der Testinstruktion. Sollen sich die Teilnehmer hingegen bewusst an die Lernphase erinnern, handelt es sich um einen expliziten Test. Die in der Literatur häufig festzustellende Vermengung der Begriffe mit einer Zuweisung verschiedener Bewusstseinszustände oder Gedächtnisformen soll damit vermieden werden. Eine vollständige Darstellung aller Formen impliziter Tests würde jeden Rahmen sprengen. Die wichtigsten Verfahren wurden vorgestellt. Dabei wurde auf einen Vorschlag von Roediger und McDermott (1993) zurückgegriffen, die implizite und explizite Tests zusätzlich nach den primär angeregten Verarbeitungsprozessen in *perzeptuelle* und *konzeptuelle Tests* unterteilen.

Aufgrund ihrer historischen Bedeutung (und nicht zuletzt durch ihre aufsehenerregenden Befunde) wurden zunächst neuropsychologische Studien referiert. Amnestische bzw. schwer gedächtnisgeschädigte Personen zeigen charakteristische Defizite in expliziten Tests, während sie in den meisten impliziten Tests vollkommen intakte Leistungen zeigen. Die Beeinträchtigungen scheinen in erster Linie das Erlernen neuer Verknüpfungen im Langzeitgedächtnis zu beinhalten. Anschließend wurden die wichtigsten Befunde zu verschiedenen, häufig getesteten Variablen berichtet. Variationen der Verarbeitungstiefe beeinflussen die meisten perzeptuellen Tests nicht, während die Leistungen in konzeptuellen Tests von einer semantischen Bearbeitung in der Studierphase deutlich profitieren. Die Ergebnisse in Bezug auf den Wechsel verschiedener Oberflächenmerkmale zwischen Studier- und Testphase verhalten sich demgegenüber fast umgekehrt spiegelbildlich zu denen der Verarbeitungstiefe: Konzeptuelles Priming wird durch einen Wechsel der Darbietungsmodalität, der symbolischen Darstellungsform oder anderer Oberflächenmerkmale in der Regel nicht beeinträchtigt. Perzeptuelle Tests reagieren allerdings äußerst sensitiv auf diese Variationen. Wie in den einzelnen Abschnitten eingehend dargestellt wurde, verhalten sich die Befunde im Detail jedoch keineswegs so stromlinienförmig. So stellt das Ausbleiben sogenannter Spezifitätseffekte ein großes Problem für solche Konzeptionen dar, die von perzeptuellen und konzeptuellen

ellen Verarbeitungsprozessen ausgehen: Wieso beeinträchtigt der Wechsel einiger (perzeptueller) Oberflächenmerkmale (Größe, Links-Rechts-Orientierung) die perzeptuell gesteuerten Tests nicht? Offensichtlich werden Zusatzannahmen in den entsprechenden Überlegungen benötigt, wie weiter unten beschrieben wird.

Von besonderer Bedeutung für die vorliegende Arbeit sind Vorstellungen, die „Bilder vor unserem inneren Auge“. Zahlreiche Untersuchungen belegen die Ähnlichkeit von Vorstellungen und Wahrnehmung. Die referierten Untersuchungen zum Erinnern in impliziten Gedächtnistests belegen jedoch, dass in Bezug auf perzeptuelle implizite Tests keineswegs von einer vollständigen Gleichsetzung visueller Wahrnehmungs- und Vorstellungsprozesse ausgegangen werden kann. Vielmehr scheint der erfolgreiche Transfer in impliziten Tests insbesondere von der Art des eingesetzten Prüfverfahrens abzuhängen. Eine einfache Unterteilung in *perzeptuelle* und *konzeptuelle Prozesse* greift hier offensichtlich zu kurz.

Im abschließenden Abschnitt wurden die beiden gängigen Erklärungsansätze zur Organisation des menschlichen Gedächtnis eingehend vorgestellt und kritisch bewertet. Theorien multipler Gedächtnissysteme basieren in erster Linie auf der Beobachtung empirischer Dissoziationen. Deren Zustandekommen wird der Aktivität unterschiedlicher Systeme zugeschrieben, die wiederum auf getrennte neurologische Substrate zurückgeführt werden. Das bedeutendste Problem der Systemtheorien besteht darin, dass sie bei strenger Auslegung den eigenen Kriterien nicht genügen. Als Folge der definitiven Unzulänglichkeiten – allen voran die Fokussierung auf den Nachweis von Dissoziationen – ist ein inflationärer Anstieg der Zahl der postulierten Gedächtnissysteme nicht ausgeschlossen, so dass von einer übersichtlichen und sparsamen Theorie kaum noch die Rede sein kann. Ungeachtet dessen weisen allerdings auch die konkurrierenden prozessorientierten Betrachtungen nicht unerhebliche theoretische Mängel auf. Anders als die neuropsychologisch orientierten Systemansätze, betonen die mehrheitlich von Kognitionspsychologen vertretenen Prozessansätze die gemeinsamen funktionalen Eigenschaften des menschlichen Gedächtnis. Entsprechend wird die Erinnerbarkeit bestimmter Ereignisse in Abhängigkeit von der Übereinstimmung der jeweiligen Prozesse während der Enkodierung (Lernsituation) und während des Abrufs (Test) betrachtet. Je größer diese Übereinstimmung, umso größer ist demnach die zu erwartende Gedächtnisleistung. Die Kritik der Prozessgegner konzentriert sich insbesondere auf die Schwierigkeit, allein aus dem Ansatz heraus spezifische Vorhersagen abzuleiten. Diese

konzeptuelle Beschränkung birgt nach Meinung der Prozesskritiker die Gefahr zirkulärer Annahmen. Zusätzlich wird die Position der Prozessansätze durch den empirischen Nachweis von Dissoziationen zwischen Testverfahren belastet, für die ursprünglich vergleichbare Verarbeitungsprozesse angenommen wurden. Die größten Probleme bereitet prozessorientierten Betrachtungen jedoch die Erklärung amnestischer Störungen, denen eine Beeinträchtigung konzeptueller Prozesse zugrunde liegen soll.

Folgerichtig wurden mittlerweile theoretische Konzeptionen eingeführt, die system- und prozessorientierte Betrachtungen verbinden. Mögen auch die jeweiligen Schwerpunkte nach der jeweiligen Provenienz der Autoren variieren, scheint eine zukünftige und erschöpfende Theorie des menschlichen Gedächtnis kaum ohne eine detaillierte Analyse der Prozesse möglich, die in verschiedenen Systemen stattfinden.

Im nachfolgenden Kapitel wird das Merkmal vorgestellt, das im Zentrum der empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit steht, nämlich die Farbe. Wie zu zeigen sein wird, sind diesbezüglich wiederholt erstaunliche Ergebnisse in impliziten Tests berichtet worden: Ein Wechsel der Farbe von der Studier- zur Prüfphase beeinflusst den generellen Wiederholungseffekt nicht. Ist Farbe daher wirklich nur ein „zufälliges“ Merkmal, das im perzeptuellen System überhaupt nicht nachhaltig kodiert wird?

3 Physiologie, Sprache und das Erinnern der Farbe

Beinahe alle brasilianischen Fans tragen gelbe Kleidung.
Das ist eine einzigartige Farbenvielfalt.

John Motson
(BBC Kommentator)

In unserem Alltagsverständnis wird einem Objekt eine bestimmte Farbe gewöhnlich als Eigenschaft zugeordnet, die wir dann passiv wahrnehmen: Die Kleidung brasilianischer Fans *sieht* gelb aus, weil sie gelb *ist*. Eine solche Definition ist jedoch keineswegs zutreffend. Weder Objekte noch das Licht besitzen tatsächlich die Eigenschaft einer bestimmten Farbe. Vielmehr ist unser Wahrnehmungseindruck das Resultat einer komplexen Interaktion verschiedener Faktoren: So stellt Farbe eine psychologische Eigenschaft unserer visuellen Erfahrungen beim Betrachten eines Objekts dar, die zudem von der biochemischen Konstitution des Objekts und der physikalischen Eigenschaft des Lichts abhängt (vgl. Palmer, 1999, Schmidt, 1999). Im Fall des Zitats, das diesem Kapitel vorsteht, manifestiert sich zudem die emotionale Wirkung der Farbe, die hier jedoch wahrscheinlich nur als spontane Reaktion auf den Wechsel von einer möglicherweise farblich wenig abwechslungsreichen Lebensumwelt in eine überwältigend „bunte“ Situation zu verstehen ist.

Natürlich kann die Gesamtheit aller Faktoren der Farbverarbeitung hier nur ansatzweise erläutert werden; vielmehr beschränken sich die drei nachfolgenden Kapitel auf die wichtigsten Aspekte für die vorliegende Arbeit. Goldstein (1997) sowie Palmer (1999) bieten hervorragende Darstellungen sämtlicher Elemente der Farbwahrnehmung. Im nachfolgenden Kapitel erfolgt zunächst eine kurze Darstellung der physiologischen Verarbeitung der Farbe und ihrer anatomischen Grundlagen. Zudem wird ein Überblick über die Neuropsychologie der Farbe gegeben: Was berichten Personen über die Farbe, wenn bei ihnen eine Störung der Farbverarbeitung vorliegt? (3.1). Das Berichten über Farbe erfordert das Benennen und somit die Verwendung von Sprache. Ein Modell solcher sprachlicher Farbkategorien wird vorgestellt (3.2). Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt jedoch auf den Aspekten der kognitiven Verarbeitung von Farbmerkmalen, die als „das Gedächtnis für Farben“ bezeichnet werden (3.3). Zum Auftakt der Darstellung werden zunächst Konzeptionen vorgestellt, wie es überhaupt zu einer Verknüpfung verschiedener wahrgenommener Merkmale kommen (3.3.1.1),

und wie speziell die Farbe repräsentiert sein könnte (3.3.1.2). Anschließend wird die Rolle der Farbe in der Objekterkennung eingehend beleuchtet (3.3.2). Zum Abschluss dieses Kapitels wird die vorliegende Literatur zum Erinnern von Farbinformationen in expliziten und impliziten Tests ausführlich vorgestellt (3.3.3). Insbesondere in den Tests, in denen keine Erinnerungsaufforderung erfolgt, sind bisher nur die Arbeiten von zwei Forschergruppen bekannt, die einen Einfluss der Farbe auf die Leistung in diesen impliziten Tests belegen konnten. Zum Abschluss dieses Kapitels wird eine zusammenfassende Übersicht über den Forschungsbereich gegeben (3.4).

3.1 Physiologie der Verarbeitung von Farbinformationen

Das intakte Farbsehen

Grundlage für ein Verständnis der physiologischen Mechanismen der Farbwahrnehmung ist das Verstehen des Zusammenhangs zwischen Farbe und Wellenlänge des Lichts. Bei Objekten, die eine der drei achromatischen Farben Weiß, Schwarz und Grau aufweisen, wird aufprallendes Licht über das gesamte Spektrum des sichtbaren Bereichs des Lichts etwa gleich reflektiert. Demgegenüber dominieren bei Objekten mit einer chromatischen Farbe (z.B. Blau, Rot) bestimmte Wellenlängen. Eine selektive Reflexion findet sich bei allen Objekten, die farbig erscheinen.

Zu Beginn des Sehvorgangs fällt das z.B. von Objekten reflektierte Licht in das Auge. Hornhaut und Linse fokussieren das Licht und lenken es auf die Netzhaut (Retina). Mit der Entdeckung spezieller Rezeptoren in den sogenannten *Zapfen* der menschlichen Retina (sowie in der Netzhaut verschiedener Tierarten) konnte die Dreifarventheorie von Young bzw. Helmholtz bestätigt werden, nach der die Farbwahrnehmung auf drei Rezeptorsystemen in der Retina beruht, deren jeweiliges Aktivitätsmuster eine spezifische spektrale Empfindlichkeit für eine der Primärfarben Rot (lange Wellenlängen), Grün (mittlere Wellenlängen) und Blau (kurze Wellenlängen) aufweist. Neben den Zapfen liegt in dem komplexen Neuronennetzwerk der Retina noch ein anderer wichtiger Neuronentyp vor, die *Stäbchen*, die wie die Zapfen als Photorezeptoren auf Licht mit elektrischen Signalen reagieren. Allerdings vermitteln die Stäbchen nicht (wie die Zapfen) das Farbsehen, sondern sind für das Schwarzweißsehen verantwortlich. Ihre, im Vergleich zu den Zapfen um ein Vielfaches höhere Anzahl auf der Netzhaut sowie die hö-

here Lichtempfindlichkeit erlauben das Sehen in der Dämmerung, in der die Farbzugunsten einer zunehmenden Wahrnehmung von Grautönen zurückgeht.

Der zweite wichtige Verarbeitungsschritt der visuellen (Farb-) Wahrnehmung geschieht in den nachgeschalteten Ganglienzellen des Auges. Die drei verschiedenen retinalen Zapfentypen sind dabei so verschaltet, dass über die elektrischen Impulse zwei farbspezifische, antagonistische Gegenfarbenpaare aktiviert werden. Der Konzeption von spezifischen antagonistischen Farbenpaaren (Rot/Grün sowie Blau/Gelb) liegen Beobachtungen zugrunde, dass rotblinde Menschen auch grünblind sind und Menschen, die unfähig sind, Blau wahrzunehmen, gleichzeitig auch kein Gelb sehen können. Darüber hinaus weisen auch farbige Nachbilder die selben Farbkombinationen auf. In den Ganglienzellen liegt mit Schwarz und Weiß ein weiteres Gegenfarbenpaar vor, das über die Aktivität der Helligkeitsrezeptoren die relative Helligkeit kodiert. Durch die spezifischen Eigenschaften in der Peripherie bzw. im Zentrum der rezeptiven Felder der jeweiligen Neurone entsteht somit ein Hell-Dunkel-, ein Rot-Grün- sowie ein Gelb-Blau-Reaktionsantagonismus.

Nach dem Durchlaufen der Ganglienzellen verlassen die elektrischen Signale über den Sehnerv den rückwärtigen Teil des Auges, wie Abbildung 3.1 illustriert. Etwa zehn Prozent der Sehnervenfasern ziehen nach der Kreuzung der Nervenbahnen (*Chiasma Opticum*) zum *Colliculus Superior*, einem Kerngebiet im Hirnstamm, der die Augenbewegungen steuert. Die übrigen Nervenfasern laufen in beiden Gehirnhälften zu einem Kerngebiet im Thalamus, dem seitlichen Kniehöcker (*Corpus Geniculatum Laterale*–CGL). Von besonderer Bedeutung für die Farbwahrnehmung ist, dass sich das CGL in zwei anatomisch wie physiologisch deutlich unterscheidbare Bereiche aufteilen lässt, nämlich die *parvozellulären Schichten*, die ihren Input von den kleineren P-Ganglienzellen erhalten, sowie die *magnozellanulären Schichten*, die elektrische Signale der großen M-Ganglienzellen erhalten. Die magnozellanulären Zellen sind „farbenblind“, aber kontrastsensitiv. Parvozelluläre Schichten reagieren dagegen hochselektiv auf Farbinformationen, sind aber generell kontrastinsensitiv. Ihre rezeptiven Felder sind nur halb so groß wie die der magnozellanulären Zellen. Sie reagieren deutlich langsamer auf retinale Stimulation, allerdings hält ihre Erregung länger an als die der benachbarten Zellart. Aus diesen Beobachtungen wurde auf die Existenz einer getrennten neuronalen Verarbeitung von Bewegungs- und Tiefeninformation über die Magno-Zellen sowie von Farb-

und Forminformationen über die Parvo-Zellen geschlossen (Livingstone & Hubel, 1987).

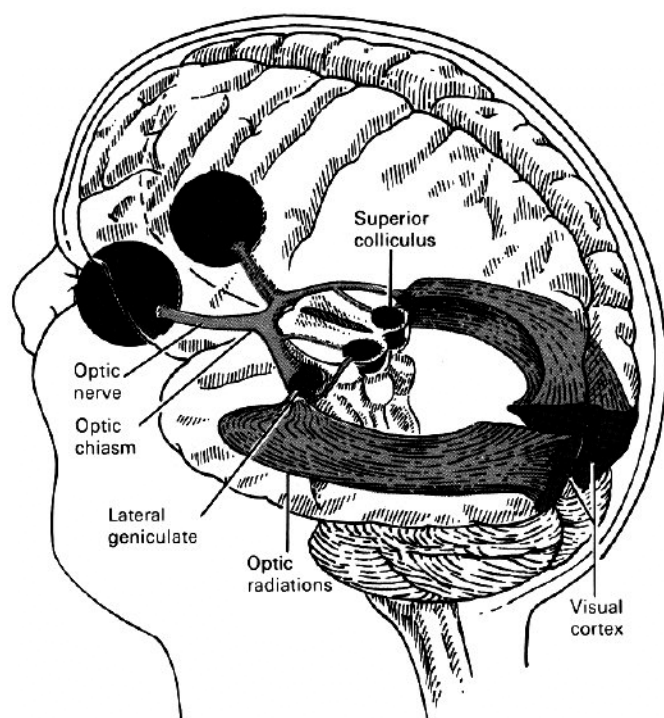


Abbildung 3.1: Das menschliche visuelle System. Erläuterungen sind dem Text zu entnehmen (aus: Palmer, 1999, S. 25).

Die nächste Station der Verarbeitung visueller Informationen wird über Axonverbindungen in der primären Sehrinde erreicht, dem *visuellem Cortex*, der sich im Hinterhauptlappen befindet und wegen seiner auffälligen Streifenstruktur der verschiedenen Zellschichten auch *Area striata* genannt wird (vgl. Abbildung 3.1). Die im Cortex benachbarten Neuronen haben benachbarte rezeptive Felder auf der Netzhaut und werden daher als retinotop Karte der Netzhaut bezeichnet. Die aus dem CGL kommenden Magno- und Parvoneurone sind jedoch an unterschiedlichen Stellen innerhalb der vierten Zellschicht der primären Sehrinde verschaltet. Wie im CGL konnten auch im visuellen Cortex Gegenfarbzellen nachgewiesen werden, die durch Wellenlängen von einem Ende des Spektrums erregt und durch Wellenlängen vom anderen Ende des Spektrums gehemmt werden. Das Vorliegen spezifischer, doppelter Gegenfarbzellen wird funktional betrachtet: So wird beim Affen der hohe Anteil solcher Zellen, die am stärksten reagieren, wenn ihr rezeptives Feld von einem roten Lichtpunkt vor einem grünen Hintergrund erregt wird, auf den natürlichen Lebensraum zurückgeführt, der ein Erkennen farbiger Früchte vor einem grünen Blatthintergrund erfordert (Livingstone & Hubel, 1984). Doppelte Gegenfarbzellen konzentrieren sich in kortikalen Bereichen der Schicht 4c, den sogenannten *Blobs*, die anders als die meisten anderen Zellen nur

auf Farben, nicht aber auf die Reizorientierung ansprechen. Dabei organisieren sich die Blob-Regionen zu Säulen, die entweder nur blau-gelb oder rot-grün sensitive Neurone enthalten. Von der vierten Zellschicht des visuellen Cortex werden die elektrischen Signale in Schichten über und unter diese Schicht und anschließend in Bereiche der Gehirnrinde außerhalb des visuellen Cortex weitergeleitet. Insgesamt haben 60 Prozent des gesamten Cortex mit dem Sehen zu tun. Wie in Kapitel 2.3.4 bereits angedeutet wurde, konnten Ungerleider und Mishkin (1982) auf der Basis unterschiedlicher Auswirkungen gezielter Läsionen am Gehirn von Affen eine getrennte extrastriäre Verarbeitung visueller Information belegen. Vom visuellen Cortex erstreckt sich eine *temporale* oder *ventrale* Bahn zum Schläfenlappen (Temporallappen). Sie ist entscheidend für die Objekterkennung und wird als Was-System bezeichnet. Eine zweite, *parietale* oder *dorsale* Bahn erstreckt sich bis zum Scheitellappen (Parietallappen) und bewältigt als Wo-System die Objektlokalisierung.

Die in einer Vielzahl von neurobiologischen und –physiologischen Untersuchungen beobachteten, getrennten Verarbeitungspfade für visuelle Informationen, die in Form anatomisch distinkter Neuronenketten vorliegen, sind auch für die vorliegende Arbeit von Bedeutung. Abbildung 3.2 enthält ein vereinfachtes Diagramm dieser visuellen Bahnen nach Goldstein (1997), das die bisher dargestellten Stationen der Wahrnehmung illustriert und zudem die extrastriäre Weiterverarbeitung der visuellen Reize beschreibt. Wie Abbildung 3.2 illustriert, wird das mediotemporale Areal (MT) als wichtiges neurologisches Substrat im Wo-System betrachtet. Läsionen, Ableitungen und elektrische Untersuchungen sprechen eindeutig dafür, dass diese Region bei der Bewegungswahrnehmung eine Rolle spielt. Hinsichtlich des ventralen Systems belegen Ableitungsexperimente, dass etwa 60 Prozent der Neuronen im Areal V4 auf Farbe reagieren, dagegen null Prozent im MT-Areal (z.B. Zeki & Bartels, 1999). Ein bedeutendes Substrat für die Formwahrnehmung liegt mit dem infratemporalen Areal des Cortex vor. So wird davon ausgegangen, dass eine komplexe Form eine Reihe der Neuronen in dieser Region reizt, wobei jedes auf einen anderen Teil der Form reagiert. Wir nehmen die Form wahr, wenn die Information von all diesen Neuronen verknüpft wird. In Übereinstimmung mit diesen neuroanatomischen Beobachtungen stehen Theorien der Objekterkennung, die von einer Integration elementarer Forminformationen bei der Wahrnehmung von Formen ausgehen (und z.B. aus geometrischen Grundkomponenten bestehen: Biederman, 1987).

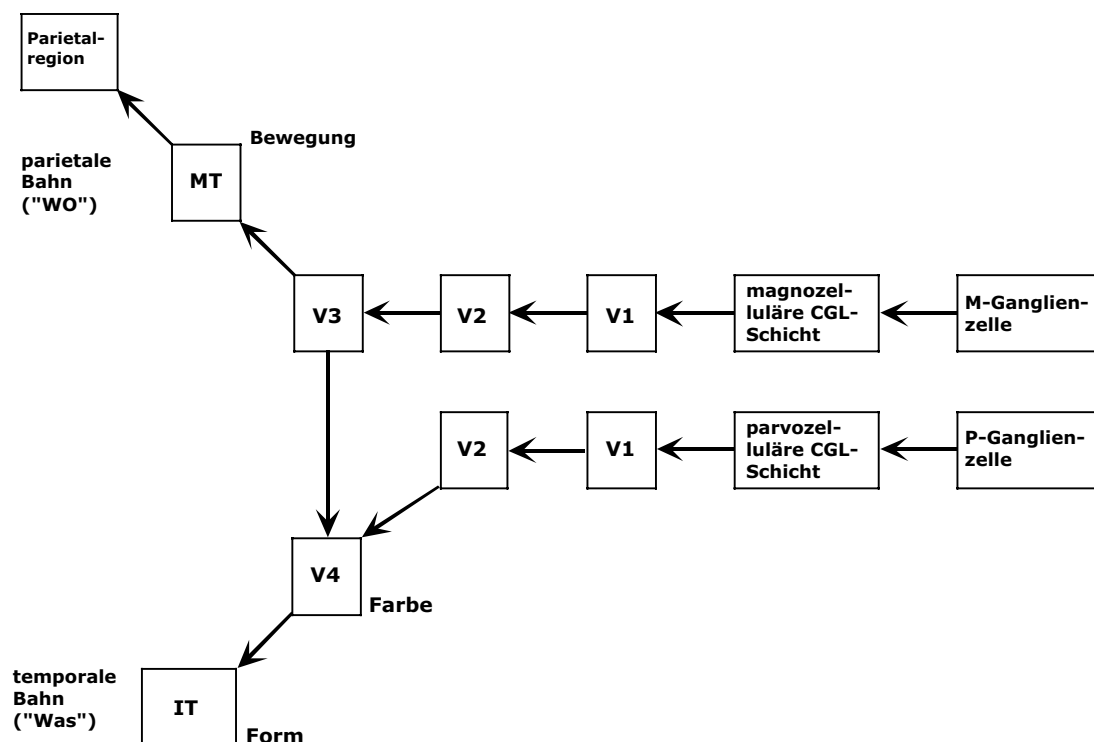


Abbildung 3.2: Vereinfachtes Diagramm der visuellen Bahnen nach Goldstein (1997). Die Signale verlaufen von rechts nach links, beginnend bei den M- und P-Ganglienzellen, die in die parietale bzw. temporale Bahn münden. V1 ist der primäre visuelle Cortex, V2, V3 und V4 sind die extrastriären visuellen Areale; andere extrastriäre Areale sind IT, der infratemporale Cortex, MT, der mediotemporale Cortex, und die Parietalregion, die andere Areale im Scheitellappen umfasst. Die am engsten mit den Arealen MT, V4 und IT verbundenen visuellen Qualitäten sind vermerkt.

Weitere Belege für eine getrennte Verarbeitung der verschiedenen Merkmale resultieren aus Studien, in denen z.B. mithilfe der Positronen Emissionstomographie (PET) die Gehirnaktivitäten gesunder Personen untersucht wurden. So wurde eine Verschiebung der fokalen Aktivität auf andere Hirnareale beobachtet, wenn die Personen auf andere Aspekte desselben dargestellten Reizes reagierten (Gulyás & Roland, 1991). Allerdings stellt die Konzeption getrennter Kanäle, die speziellen Funktionen dienen, eine erhebliche Vereinfachung tatsächlicher Gegebenheiten dar. Ein Grund dafür sind die zahlreichen Verknüpfungen zwischen den Neuronen, die für ein „Übersprechen“ zwischen den Bahnen sorgen. So sprechen z.B. Läsionsstudien dafür, dass eine Schädigung des Areals V4 beim Affen zu Problemen bei der Farbwahrnehmung führt, aber noch gravierender die Formwahrnehmung beeinträchtigt (vgl. Goldstein, 1997).

Aus der Gesamtheit des Vorstehenden ergibt sich die bislang ungeklärte Frage, wie im Verlauf der Wahrnehmung aus der Spezialisierung (bzw. der Kommunikation) der verschiedenen Neuronen für bestimmte Merkmale der subjektive Eindruck eines sinnvol-

len Ganzen entsteht. Die gedächtnispsychologischen Aspekte dieses *Bindungsproblems* (Treisman, 1999) werden in Abschnitt 3.3.1 diskutiert. Auf welche Weise die perzeptuellen Analysen stattfinden, die für eine Wahrnehmung der Merkmale als zusammengehörig benötigt werden, ist noch ungeklärt (Palmer, 1999). Aus anatomischen Studien konnten keine Belege für eine „*final integrator station*“ in Form eines neurologischen Substrats gewonnen werden, das die Signale aller visuellen Areale empfängt und „bündelt“ (Zeki & Bartels, 1999). Allerdings ist auch die Annahme in Gegenrichtung unzutreffend, die Merkmale würden auf der Basis einzelner Zellen oder Neuronen kombiniert. Ihre Anzahl ist einfach zu gering, als dass auf Einzelzellbasis eine Kodierung aller arbiträren, aber wahrnehmbaren Merkmalskombinationen erfolgen könnte: „*A purple giraffe with wings would look surprising but it would not be invisible.*“ (Treisman, 1999, S. 92). Zudem wird das Bindungsproblem dadurch erschwert, dass die verschiedenen Merkmale innerhalb einer Modalität offenbar einen asynchronen Wahrnehmungsverlauf aufweisen, also nicht gleichzeitig wahrgenommen werden (Moutoussis & Zeki, 1997; zitiert nach Zeki & Bartels, 1999)⁸: So wird die Farbe früher als die Lageorientierung eines Stimulus wahrgenommen und diese wiederum früher als die Bewegung des Reizes, wobei die zeitliche Differenz jeweils ungefähr 30 bis 40 ms beträgt. In den entsprechenden Studien werden die Teilnehmer gebeten, die jeweils subjektiv wahrgenommene Kombination zweier Merkmale anzugeben. Gewöhnlich liegen die beiden Merkmale jeweils in einem von zwei sich schnell ändernden Zuständen vor. So sehen die Teilnehmer z.B. einen Strichbalken, der sich hinsichtlich der beiden möglichen Farben und Lageorientierungen schnell ändert. Der konsistente Fehler der Versuchspersonen besteht darin, dass gleichzeitig dargebotene Merkmale nicht korrekt kombiniert werden, sondern falsche Merkmalskombinationen berichtet werden. Dieser Fehler könnte primär auf den „Wahrnehmungsvorteil“ von Farbmerkmalen gegenüber der Lageorientierung zurückzuführen sein (Zeki & Bartels, 1999).

Ein Informationsaustausch zwischen den verknüpften Neuronen im visuellen System könnte durch Aktivierung von *Zellaggregaten* (Neuronengruppen) erfolgen, in denen die Objekte repräsentiert sind (Gray & Singer, 1989; zitiert nach Goldstein, 1997). Diese Aktivierung basiert auf der Synchronizität der Feuerraten der Neuronen in diesen Zellaggregaten. Goldstein (1997) beschreibt die Synchronizität als möglichen „Leim“ für Reiz-

⁸ Der Befund, dass auditive und visuelle Präsentation nach Beginn der Reizdarbietung zu einem unterschiedlichen zeitlichen Wahrnehmungsverlauf führen, ist bereits seit längerem bekannt (Woodworth & Schlosberg, 1965).

antworten, die an unterschiedlichen Stellen der Hirnrinde auftreten, aber vom selben Gegenstand hervorgerufen werden. Das synchrone Feuern der Neuronen, die auf unterschiedliche Objektqualitäten (Farbe, Bewegung, Form) ansprechen, könnte daher die Zugehörigkeit dieser Qualitäten zum selben Objekt andeuten.

Zusammenfassung

Die visuelle Wahrnehmung umfasst sowohl eine getrennte, als auch die gemeinsame Verarbeitung der verschiedenen Merkmale wahrgenommener Objekte. Diesbezüglich durchgeführte Untersuchungen legen hinsichtlich der Farbe und Form von Objekten zwar eine gemeinsame Verarbeitungsbahn, aber auch getrennte Areale der Verarbeitung nahe. Zudem existiert vermutlich keine „Zentralstation“ im Gehirn, in der die verschiedenen Sinneseindrücke zusammengefügt werden. Darüber hinaus scheinen sich die verschiedenen Merkmale in der Geschwindigkeit zu unterscheiden, mit der sie wahrgenommen werden. Andererseits konnte wiederholt gezeigt werden, dass die funktionale Trennung verschiedener Bahnen und Areale keineswegs vollständig ist. Vielmehr weisen Areale unterschiedliche Funktionen auf und es findet ein Austausch zwischen den Neuronen in den verschiedenen Hirnarealen statt.

Das gestörte Farbsehen – Farbenfehlsichtigkeit

Bisher beschränkte sich die Darstellung der Befunde auf den „Normalfall“ intakter Farbwahrnehmung und Farbbenennung. Welche spezifischen Probleme haben Personen bei der Wahrnehmung der Umwelt, wenn die Farbverarbeitung z.B. durch einen Schlaganfall oder ein Schädel-Hirn-Trauma geschädigt wird? Im folgenden werden daher die zentralen Formen der Farbenfehlsichtigkeit vorgestellt. Interessanterweise konnte bei Patienten, deren Farbsehen beeinträchtigt war, auch eine Störung in Aufgaben nachgewiesen werden, die Farbvorstellungen erforderten, etwa wenn die Farbe bekannter Objekte erinnert werden sollte (DaRenzi & Spinnler, 1967). Riddoch und Humphreys (1987) berichten einen ähnlichen Fall, der die Ähnlichkeit von Seh- und Vorstellungsprozessen illustriert (vgl. 2.3.4).

Schmidt (1999) betont, dass generell keine allgemeine Störung der Verarbeitung von Farbinformationen existiert, bei der alle Leistungen in gleicher Weise beeinträchtigt sind. Vielmehr gehen die Unterschiede in den Leistungen der verschiedenen Aufgaben zur Überprüfung der Farbverarbeitung auf unterschiedliche Defizite sensorischer, perzeptueller, assoziativer oder linguistischer Art zurück. Die Beeinträchtigung bzw. der vollständige Verlust des Farbsehens nach einer Schädigung des Gehirns wird als *zentrale Achromatopsie* bezeichnet⁹. Die betroffenen Patienten berichten, dass die Farben jede Lebendigkeit verloren hätten oder sie die Welt wie mit einem Schwarzweißfernseher wahrnehmen. Je nach Lokalisation und Ausmaß der zugrunde liegenden Läsion kann entweder das gesamte visuelle Feld, ein Halbfeld oder sogar nur ein Quadrant betroffen sein. Die betroffenen Patienten sind aber trotz zahlreicher Einschränkungen in der Lage, die charakteristischen Farben von Objekten problemlos anzugeben. Wie Schmidt (1999) betont, spricht dieser Befund dafür, dass neben dem Zentrum für die aktuelle Verarbeitung von visuell dargebotenen Farbinformationen mindestens ein weiteres Zentrum für die Speicherung von objektbezogenen Farbinformationen existiert.

Im Unterschied zur zentralen Achromatopsie sind die Leistungen bei *Farbagnosie* im Ishihara-Test¹⁰ zur Diagnose von Farbenblindheit in der Regel unbeeinträchtigt. Allerdings können die Patienten diese Wahrnehmungen nicht korrekt kategorisieren. Sie sind nicht in der Lage, verschiedene Blautöne von den Grün- oder Rottönen abzugrenzen und sie der Kategorie „blau“ zuzuordnen. Daher können farbagnostische Patienten visuelle Farben auch nicht korrekt benennen oder Schwarzweißvorlagen farbspezifischer Objekte in der richtigen Farbe ausmalen. Während Zihl und von Cramon (1986) bei der Farbagnosie von einer gestörten Assoziation zwischen den Farben und Objekten ausgehen, nimmt Schmidt (1999) keine Beeinträchtigung des Benennens der Farben an, wenn diese für das Objekt charakteristisch sind und keine zusätzliche Schädigung auf verbaler Ebene vorliegt. Da Objekt-Farb-Assoziationen über den sprachlichen Informationskanal erworben werden und der Abruf des gespeicherten Objekt-Farb-Wissens ist prinzipiell von der Modalität unabhängig, sollten farbagnostische Personen die cha-

⁹ Im Unterschied zur zentralen Achromatopsie, bei der die Zapfen in der Retina intakt sind, stellen teilweise oder vollständige Ausfälle retinaler Farbrezeptoren genetisch bedingte Defekte dar (z.B. Rot-Grün-Blindheit).

¹⁰ Im Ishihara-Test werden pseudo-isochromatische Tafeln mit kreisförmigen Punktmustern vorgelegt. Diese Punkte sind so gefärbt, dass normal farbtüchtige Menschen Zahlen auf diesen Tafeln erkennen können, während farbenfehlsichtige Menschen dieses nicht können bzw. andere Farben sehen.

rakteristische Farbe zum Bild einer Banane nennen können, ohne dass ihnen die Auswahl des zur Kolorierung des Bildes benötigten Farbstiftes gelingt.

Bei einer *Farbanomie* besteht die Störung der Farbverarbeitung ausschließlich in der Unfähigkeit, die korrekten Farbbezeichnungen zu verwenden. Die Patienten sind nicht in der Lage, die Bedeutung von Farbnamen zu erkennen und die richtige Farbe nach verbaler Vorgabe zu zeigen. Da diese Fähigkeiten häufig auch bei einer allgemeinen Sprachstörung (Aphasie) beeinträchtigt sind, ist eine Differentialdiagnose erforderlich. Insofern visuelle und sprachliche Funktionen erhalten sind, liegt immer dann ein Defizit vor, wenn bei einer Aufgabe ein Transfer von einer Informationsart zur anderen erfolgen muss. Patienten, die *Defizite im Objekt-Farb-Wissen* aufweisen, sind trotz erhaltenem Farbsehen und -benennen nicht in der Lage, die Farben typischer Objekte anzugeben oder schwarzweiße Vorlagen korrekt auszumalen. Das Ausmalen gelingt dann, wenn sie sprachliche Rückmeldung über die richtige Farbe erhalten. Parallel auftretende sprachliche Einschränkungen legen nahe, dass die Lokalisation der Schädigung näher am Sprachzentrum als an den Wahrnehmungszentren des Gehirns liegt.

Zusammenfassung

Wie zu Beginn erwähnt wurde, stellt die Farbe für die meisten Menschen eine bedeutende Qualität in ihrer Umwelt dar, wobei den farbigen Objekten eine bestimmte Farbe fälschlicherweise als Eigenschaft zugeordnet wird, ohne dass die aktive Rolle der Wahrnehmung realisiert wird. Vielmehr handelt es sich bei der Verarbeitung der Farbe um einen komplexen Prozess, bei dem das Licht, die Eigenschaften der Objektoberfläche sowie die Unversehrtheit der die Reize verarbeitenden Wahrnehmungsorgane eine bedeutende Rolle zukommt. So legt die Beschreibung von Beeinträchtigungen der Farbverarbeitung den Schluss nahe, dass auch die kognitive Verarbeitung von Farbinformationen in sensorische, perzeptuelle, assoziative oder linguistische Aspekte zu trennen ist.

3.2 Farbe und sprachliche Farbkategorien

Gelb-Rot gegen den gelb-roten Braun,
der die Braunen gefoult hatte.

Frank Schmettau
Kommentator des Spiels
FC St. Pauli (in braun) gegen
Karlsruher SC (in gelb-rot)

Die im vorangegangenen Kapitel dargestellte, physikalische Struktur des Lichts unterscheidet sich stark davon, wie Menschen das Licht subjektiv erfahren. Sämtliche Oberflächenfarben können von einer normalsichtigen Person mithilfe der drei Dimensionen *Farbton*, *Sättigung* und *Helligkeit* beschrieben werden. Diese Dimensionen ergeben zusammen den *Farbraum*: ein dreidimensionales Koordinatensystem, innerhalb dessen jede subjektive Farberfahrung als einzelner Punkt mit einer bestimmten Position repräsentiert werden kann (Palmer, 1999). Gouras (nach Goldstein, 1997) geht von 200 unterscheidbaren Stufen im sichtbaren Lichtspektrum aus. Da jede dieser Stufen 20 Sättigungs- und 500 Helligkeitswerte hat, unterscheiden farbtüchtige Menschen etwa 2 Millionen verschiedene Farben. Eine Beschränkung der psychologischen Forschung auf lediglich vier Farben mit den Bezeichnungen *rot*, *grün*, *gelb* und *blau* – wie in den empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit – ist jedoch insofern gerechtfertigt, da alle Farben, bei denen eine Unterscheidung gelingt, mit den Bezeichnungen dieser *Grundfarben* beschrieben werden können. Andere Farben sind für die Beschreibungen unnötig, obwohl wir über 7500 verschiedene Farbnamen verfügen (Goldstein, 1997). Nachfolgend soll der Frage nachgegangen werden, ob sich unsere Sprache nach den Gegebenheiten des visuellen Systems richtet und die Farben perceptuell repräsentiert sind, oder ob vielmehr unsere Umwelt und Kultur die Art determiniert, wie wir Farben kategorisieren und benennen. In diesem Fall wäre von einer abstrakten Repräsentation der Farbe auszugehen.

Bezüglich der Farbbezeichnungen wurde lange Zeit angenommen, dass sie kulturspezifisch sind und auf idiosynkratische Art Beschreibungen der verschiedenen Kategorien des jeweiligen Lebensraums widerspiegeln. Dieser Spezialfall der als *Sapir-Whorf Hypothese* bekannten Theorie der „linguistischen Relativität“ beruht auf der Beobachtung, dass deutliche Unterschiede in der Anzahl der verwendeten Farbbezeichnungen zwischen den verschiedenen Kulturen bestehen. Berlin und Kay (1969) konnten jedoch für

insgesamt 98 Sprachen nachweisen, dass in allen Sprachen Farbnamen stets in der in Abbildung 3.3 dargestellten Abfolge von Stufen aufgenommen wurden. Die Autoren vermuten hinsichtlich der zeitlichen Reihenfolge des Erwerbs eine evolutionäre Grundlage. In allen Sprachen existieren Farbnamen, die für Schwarz und Weiß stehen, während Rot, Gelb/Grün und Blau als nächste vor allen übrigen hinzukommen. Allerdings korreliert die Entwicklung der Farbbezeichnungen in den verschiedenen Sprachen mit der industriellen Entwicklung der Sprachengemeinschaft. Weniger industriell entwickelte Gesellschaften verfügen daher nicht über die Farbbezeichnungen aller Stufen. Allerdings werden häufig zusätzliche beschreibende Bezeichnungen gebraucht, in denen bestimmte Farben mithilfe natürlicher Objekte beschrieben werden, die als charakteristische Farbe die zu beschreibende Farbe enthalten.

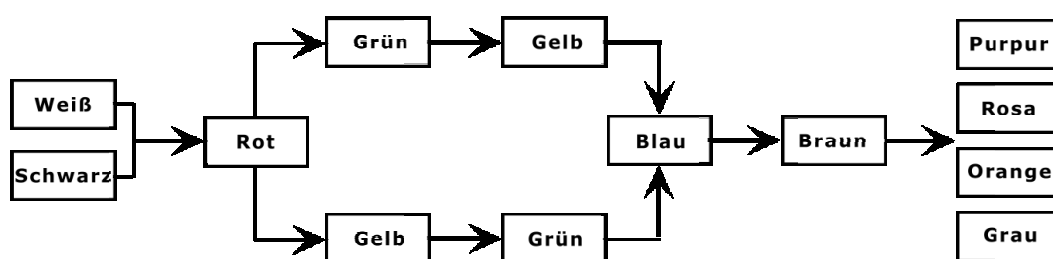


Abbildung 3.3: Der Erwerb der Farbbenennung nach Berlin und Kay (nach Goldstein, 1997).

Berlin und Kays These der „linguistischen Universalität“ besagt somit, dass die Sprache in erster Linie von den unveränderlichen biologischen Merkmalen des Organismus determiniert wird: so entsprechen die ersten sechs Farbbegriffe den drei Gegenfarbenpaaren in den Ganglienzellen (vgl. 3.1). Die meisten der europäischen Sprachen weisen elf aktiv verwendete grundlegende Farbbezeichnungen auf. In Bezug auf die Gesetzmäßigkeiten, die für die Zugehörigkeit von Farben zu Farbkategorien gelten, stellten Berlin und Kay (1969) beim Vergleich zweier Sortierinstruktionen fest, dass es Versuchspersonen stets besser und schneller gelang, die *besten Exemplare* aus einer Vielzahl an Farbplättchen auszuwählen als die Vertreter der *Extrembereiche* einer Kategorie. Offensichtlich gruppieren sich in den Farbkategorien die verschiedenen Vertreter um die besten Exemplare der Kategorie, den *fokalen Farben*.

Der von Rosch-Heider (1972) durchgeführte anthropologische Vergleich der Amerikanisch-Englischen Population mit den *Dugum Dani*, die lediglich über zwei Farbbegriffe verfügen, stützt die Befunde von Berlin und Kay in Bezug auf den universellen, evolu-

tionären Verlauf der Entwicklung der Farbbenennung sowie die Struktur der Farbkategorien. So beobachtete Rosch, dass die Dani neue Farbkategorien schneller lernten, wenn die Farben fokale Farben anderer Sprachen darstellten, als wenn es sich um Farben aus den Übergangsbereichen der Kategorien handelte. Waren die Versuchspersonen aufgefordert, zuvor gezeigte Farben durch gezielte Auswahl aus einer Vielzahl von Plättchen zu erinnern, war zudem ein Vorteil fokaler Farbe festzustellen: die Dani waren bei fokalen Farben schneller und machten weniger Fehler. Rosch (1975, zitiert nach Palmer, 1999) schließt aus diesen und anderen Befunden mit amerikanischen Studenten, dass fokale Farben als *kognitive Referenzpunkte* der verfügbaren Farbkategorien dienen.

Befunde zur Individualentwicklung des Erwerbs von Farbbezeichnungen legen nahe, dass sich die Fähigkeit zum Benennen der einzelnen Farben in Analogie zur evolutionären Entwicklung nach Berlin und Kay entwickelt (Schmidt, 1999). Bis ins Vorschulalter hinein bestehen jedoch Schwierigkeiten, Farben richtig und konsistent zu benennen, obwohl die neurophysiologischen Voraussetzungen der Wahrnehmung und des Erkennens bereits frühzeitig vollständig entwickelt sind. So sind bereits zweijährige Kinder erstaunlich gut in der Lage, Farben zu sortieren, während sie in der Regel große Schwierigkeiten beim Benennen haben (Schmidt, 1999). Der Grund besteht möglicherweise in der noch unvollständigen Verbindung zwischen den beiden Hirnhälften, dem *Corpus Callosum*, das sich erst im Laufe der ersten drei Lebensjahre vollständig entwickelt und einen Informationsaustausch zwischen der kategorisierenden oder „farbensehenden“ rechten Hirnhälfte und der „benennenden“ linken Hemisphäre ermöglicht (Geschwind & Fusillo, 1966). Neben dieser anatomischen Hypothese kann der mangel- bzw. fehlerhafte Gebrauch von Farbbezeichnungen nach Schmidt (1999) auch darin begründet sein, dass noch kein ausreichendes Maß an Abstraktionsvermögen vorliegt. Die Kinder müssen in der Lage sein, die Farbe eines Objektes als eine Eigenschaft zu erkennen, die in gleicher Weise bei anderen Objekten wiederkehren kann.

Die nähere Betrachtung der Beschreibung verschiedener Farben in Alltagssituationen verdeutlicht allerdings, dass die Zugehörigkeit zu einer Farbkategorie in verschiedenen Abstufungen vorliegen kann: Ein *hellblaues* Auto, ein *stahlblaues* Hemd, eine *marineblaue* Hose stellen Beispiele für Verbalkonstruktionen zur Bezeichnung von Farben dar, die in jeder Sprache zu finden sind. Farbkategorien werden somit als unscharfe Mengen wahrgenommen (Schmidt, 1999). Diese Beobachtung gilt für alle Kulturen, wobei die Farbkategorien – wie das Beispiel andeutet – natürlich auch über die Kultur beeinflusst

werden. Welche Regeln gelten – neben der Existenz fokaler Farben – für die Zugehörigkeit zu Farbkategorien? Unscharfe Mengen können offenkundig nicht den Regeln der klassischen Logik folgen, nach der ein Objekt entweder Exemplar einer Kategorie ist oder nicht. Kay und McDaniel (1978) entwickelten ein formales Modell der Zugehörigkeit zu Farbkategorien analog zur *fuzzy set theory* der Computerlinguistik, nach der jedem Objekt ein Wert der Zugehörigkeit zugewiesen wird, der zwischen 0 (kein Exemplar der Kategorie) und 1 (prototypisches Exemplar der Kategorie) liegt. In Bezug auf Farbkategorien wird eine fokale oder prototypische Farbe somit über den Zugehörigkeitsgrad 1 für ihre Kategorie repräsentiert. Andere, nicht-fokale Farben weisen Zugehörigkeitsgrade auf, die mit zunehmender Distanz von der fokalen Farbe im Farbraum systematisch kleiner werden. Auf diese Weise können auch die Befunde aus den beschriebenen Reaktionszeitexperimenten von Berlin und Kay sowie Rosch erklärt werden: die Entscheidungszeit, ob eine Farbe aus einer bestimmten Kategorie stammt, ist umgekehrt proportional zu ihrem Zugehörigkeitswert für diese Kategorie – je höher dieser Wert, umso geringer die benötigte Reaktionszeit. Nach Kay und McDaniel (1978) werden Farbkategorien weitestgehend von der Physiologie des visuellen Systems determiniert – das Farbbenennen richtet sich primär nach den Kategorisierungen unserer Wahrnehmung, nicht umgekehrt.

Aus den in Kapitel 3.1 beschriebenen Farbprimitiven der visuellen Wahrnehmung (Rot, Grün, Blau, Gelb) leiten Kay und McDaniel *primäre Farbkategorien* ab, während zwei zusätzliche Kategorien durch Anwendung der Operationen der *fuzzy logic* auf diese primären Farbkategorien gebildet werden. Die sekundären grundlegenden Farben (*derived color categories*) stellen Farbkategorien dar, die kleiner sind als die primären Kategorien. Sie werden wahrgenommen, wenn zwei verschiedene Zelltypen gleichzeitig erregt sind – so entsteht der visuelle Eindruck „orange“ erst durch gleichzeitige Wahrnehmung der Farben „rot“ und „gelb“ (ähnliches gilt für braun, rosa, lila oder grau). Die jeweilige *fuzzy intersection* ist die Schnittmenge der Verteilungen der Zugehörigkeitsfunktionen (von z.B. „rot“ und „gelb“) und hat ihr Maximum genau in dem Punkt, wo sich die Zugehörigkeitsfunktionen treffen.

Die am frühesten erworbenen Farbkategorien „schwarz“ und „weiß“ bzw. „kalt“ und „warm“, die selbst in Sprachen mit zwei Farbbezeichnungen (wie der Dugum Dani) nachgewiesen werden können, stellen nach Kay und McDaniel zusammengesetzte Farbkategorien (*composite color categories*) dar. Diese, im Vergleich zu den Primärfarben

größeren Kategorien entstehen nach der *fuzzy logic* durch die Vereinigungsmenge zweier Primärfarben. Die jeweilige *fuzzy union* hat ihr Maximum im Maximum der Zugehörigkeitsfunktionen der beiden Komponenten: Der wahrgenommene Eindruck „warm“ entsteht somit durch die Vereinigung von „rot“ und „gelb“. In den Aufgaben zur Auswahl des besten Exemplars zusammengesetzter Farbkategorien ist deshalb in der Regel eine größere Variabilität als bei Primär- und Sekundärfarben zu beobachten: Das beste Exemplar einer „warmen“ Farbe ist häufig ein prototypisches Rot oder Gelb (beide sind Maxima), aber nur selten Orange (Palmer, 1999).

Anders als Berlin und Kay sowie Rosch gehen Jules Davidoff und seine Mitarbeiter nicht von einer linguistischen Universalität, sondern von der *linguistischen Relativität* der Farbkategorisierung aus. So berichten die Autoren in einer umfangreichen Studie einen starken Einfluss der Sprache auf die verfügbaren Farbkategorien bei einer Population in Papua-Neu Guinea, die eine große Ähnlichkeit zu den von Rosch untersuchten *Dugum Dani* aufweist, jedoch nicht über zwei sondern über fünf Farbbegriffe verfügen (Davidoff, Davies & Roberson, 1999; Roberson, Davies & Davidoff, 2000). Im Gegensatz zu Rosch konnten die Autoren nicht feststellen, dass fokale Farben in dieser Population besser erkannt wurden als nicht fokale. Zudem erwies sich das Paar-Assoziationslernen als unabhängig davon, ob zu Bildern fokale Farben der englischen Sprache gelernt werden sollten oder nicht fokale. In ihrer Interpretation der Befunde bestreiten Davidoff und seine Mitarbeiter keineswegs die Bedeutung der physiologischen Gegebenheiten des visuellen Systems für die nicht sprachliche, *universelle Gruppierung ähnlicher Farbreize*. Allerdings gehen die Autoren davon aus, dass sich die verschiedenen Farbkategorien in einem ersten Schritt aus der Trennung an den Grenzübergängen der Farbe entwickeln. Diese Unterscheidung der Kategorien soll durch die Gegebenheiten in der Umwelt erforderlich werden und durch die *Sprache* erfolgen. Erst wenn dieser erste Schritt der Kategorisierung erfolgte, könnte der Kontakt mit den jeweiligen Exemplaren zu *Abstraktionsprozessen einer zentralen Tendenz* führen. Entsprechend sollten fokale Reize dann schneller identifiziert werden und Urteile schneller erfolgen, wenn eine Entscheidung gefordert ist, ob *derselbe Reiz* vorliegt. Demgegenüber verlängert sich die benötigte Zeit für diejenigen Urteile in denen zu entscheiden ist, ob ein *anderer Reiz* vorliegt. Dieser Gedanke des Erwerbs von Farbkategorien und ihrer Struktur steht offenkundig in starkem Kontrast zu dem von Berlin und Kay (1969) und Rosch-Heider (1972), die von einer universellen Kategorieentwicklung um natürliche Prototypen herum ausgehen.

In Übereinstimmung mit ihrem Modell der linguistischen Relativität stellten Roberson und Davidoff (2000) fest, dass eine *verbale*, nicht jedoch eine *visuelle Interferenz*, den Effekt der *Kategoriewahrnehmung* beeinträchtigt. Dieser mutmaßlich perzeptuelle Effekt beschreibt den Wiedererkennensvorteil eines zuvor gesehenen Farbreizes (z.B. ein Farbchip aus der Kategorie „blau“), wenn dieser in der nachfolgenden Testsituation zusammen mit einem Reiz aus einer anderen Farbkategorie vorgelegt wird (z.B. „grün“). In der Kontrollbedingung stammte der Distraktorreiz aus der selben Farbkategorie. Das laute Lesen von nicht grundlegenden Farbnamen zwischen der Vorlage des Zielreizes und der Wahlsituation (verbale Interferenz) führte bei Roberson und Davidoff im Gegensatz zum Verfolgen eines farbigen Punktmusters mit den Augen (visuelle Interferenz) zu einem Ausbleiben des Effekts der *Kategoriewahrnehmung*. Die Autoren gehen davon aus, dass der Wiedererkennensvorteil für Testpaare aus unterschiedlichen Farbkategorien gewöhnlich auf einer verbalen Kodierung beruht, die eine bessere Unterscheidung der beiden Testreize ermöglicht. Demgegenüber wäre die verbale Kodierung für Testreize aus der selben Kategorie natürlich unsinnig, da beide die selbe Farbbezeichnung aufweisen.

Zusammenfassung

Die sprachlichen und entwicklungspsychologischen Einflussfaktoren spiegeln in Bezug auf die Komplexität des Untersuchungsgegenstandes in gewisser Weise die bereits referierten Befunde zu den physiologischen und anatomischen Aspekten der Farbverarbeitung wider. Auf der einen Seite scheinen Universalien der sprachlichen Kategorisierung der Farbe zu bestehen, die in allen Kulturen vorliegen und bereits bei Kleinkindern auf vollständig entwickelte, neurophysiologische Voraussetzungen treffen. Andererseits wurden Befunde referiert, die auf eine Abhängigkeit der Farbinformationen von assoziativen Verknüpfungen mit den Objekten hinweisen, die durch sie beschrieben werden: So ist der Umfang der zur Verfügung stehenden sprachlichen Farbkategorien offenbar vom industriellen Entwicklungsstand der jeweiligen Kultur abhängig. Zum anderen besteht ein Entwicklungsgradient bezüglich der Fähigkeit, Farben zu benennen. Neueste Befunde ziehen jedoch die Universalität der Farbkategorisierung ernsthaft in Zweifel und legen zumindest eine sprachliche Mitbeteiligung beim Erwerb und Aufbau der Farbkategorien nahe.

3.3 Das Gedächtnis für Farben

Die Spieler von Ghana erkennen Sie
an den gelben Stutzen.

Marcel Reif
(Kommentator beim Länderspiel
Deutschland-Ghana)

Dass bestimmte Farben bestimmte Bedeutungen haben, basiert in erster Linie auf erlerntem Wissen, wie in der Einführung zu diesem Kapitel bereits erwähnt wurde. Dem (ironischen) Vorschlag, die Fußballnationalspieler Ghanas an der Stutzenfarbe zu erkennen, liegt hingegen die Ausblendung einer gelernten (und plausibleren) Verbindung zugunsten einer eher zufälligen zugrunde. Da die wahrgenommene Farbe gewöhnlich als eine *Eigenschaft* des jeweiligen Objekts aufgefasst wird (vgl. 3.1) überrascht es nicht, dass auch in den gängigen Gedächtnisuntersuchungen kein „isoliertes“ Erinnern des physikalischen Merkmals Farbe gefordert ist, sondern sich die Erinnerungen in der Regel auf die Objekte beziehen, denen die Farben zuvor zugeordnet waren. Objekte unterscheiden sich allerdings dahingehend, wie *typisch* oder *diagnostisch* die jeweils zugewiesenen Farben für sie sind (Biederman & Ju, 1988). Obwohl praktisch kein Objekt nur auf der Basis seiner Farbe erkannt werden kann, sind die Farben mancher Objekte (z.B. „orange“ für Möhren) weniger beliebig als die anderer (z.B. „rot“ für Autos: Wurm et al., 1993). Dieses Paradigma wirft jedoch eine Vielzahl von Fragen auf: Wie entstehen die Verbindungen zwischen den Objekten und der Farbe? Welche Struktur liegt den (gemeinsamen?) Repräsentationen zugrunde? Unterscheiden sich die auf diesen Repräsentationen basierenden Farberinnerungen in Tests mit und ohne Erinnerungsinstruktion? Welche Faktoren beeinflussen den Abruf der Farberinnerungen? Nachfolgend werden in einem einleitenden Abschnitt zunächst zwei grundlegende theoretische Konzeptionen vorgestellt, die sich speziell mit der Rolle der Farbe beschäftigen (3.3.1). Die Theorie der Merkmalsintegration von Treisman konzentriert sich auf den Aufbau von Verbindungen zwischen den Objekten und ihnen zugehörigen Reizmerkmalen in der visuellen Wahrnehmung (3.3.1.1). Demgegenüber beleuchtet Jules Davidoff in seiner kognitiven Theorie zur Verarbeitung von Farbinformationen die Rolle der Farbe beim Erkennen und Benennen von Objekten (3.3.1.2). Im Anschluss an die Darstellung der theoretischen Konzeptionen zur Farbverarbeitung werden empirische Befunde zur Rolle der Farbmerkmale in der Objekterkennung geschildert (3.3.2). Den Schwerpunkt

dieses Kapitels bilden jedoch Studien, in denen das Langzeitgedächtnis für Farben geprüft wurde. Daher werden Untersuchungen referiert, in denen die Behaltensleistungen für die Farbe mithilfe traditioneller expliziter Tests bestimmt wurden. Von besonderer Bedeutung für die vorliegende Arbeit sind jene Studien, in denen Farbnachwirkungen in impliziten Tests im Zentrum des Interesses standen. Die Befunde der beiden einzigen Forschergruppen, die bisher spezifische Farbeffekte berichteten, werden eingehend vorgestellt (3.3.3).

3.3.1 Erwerb und Repräsentation von Farbe-Objekt-Verknüpfungen

Die in der bisherigen Darstellung der Physiologie der Farbverarbeitung beschriebene Spezialisierung der verschiedenen Neuronen für bestimmte Merkmale (vgl. 3.1) wirft die grundsätzliche Frage auf, wie wir im Verlauf der Wahrnehmung zu einem Eindruck eines *sinnvollen Ganzen* gelangen. Natürlich gilt dieses Problem nicht nur für das Merkmal Farbe, sondern genauso für die Größe oder Textur der Reize. Unsere Umwelt besteht nur in den seltensten Fällen aus einem Objekt (mit nur einem Merkmal); vielmehr nehmen wir in einer beliebigen Situation viele Objekte (mit einer Vielzahl von Merkmalen) wahr. Treisman (1999) definiert das grundsätzliche Bindungsproblem folgendermaßen:

The binding problem in perception deals with the question of how we achieve the experience of a coherent world of integrated objects, and avoid seeing a world of disembodied or wrongly combined shapes, colours, motions, sizes and distances. (S. 91)

3.3.1.1 Die Theorie der Merkmalsintegration von Anne Treisman

In einer Reihe von Arbeiten haben Treisman und ihre Mitarbeiter einen konzeptuellen Brückenschlag von der visuellen Wahrnehmung über die Aufmerksamkeitsprozesse bis hin zu den kognitiven Repräsentationen angestrebt und sowohl empirische Befunde aus klinischen als auch nicht klinischen Populationen in ihre Überlegungen einfließen lassen. Von besonderer Bedeutung für die vorliegende Arbeit ist, dass die Farbe als eines der Grundelemente der visuellen Wahrnehmung verstanden wird, während sie in anderen Theorien keine zentrale Rolle spielt. Das gilt z.B. für die Theorie von Irving Biederman (1987), der die herausragende Bedeutung der Objektform für das Erkennen betont. Die wichtigsten Befunde von Treisman und Mitarbeitern werden nachfolgend referiert. Die Betrachtung erfolgt dabei natürlich unter besonderer Beachtung der Farbe.

Andere Elemente, z.B. Aufmerksamkeitsprozesse, können aus Platzgründen nur skizziert dargestellt werden.

In ihrem Modell der Merkmalsbindung und Objekterkennung (*Feature Integration Theory*) verknüpfen Treisman und ihre Mitarbeiter die frühen, parallelen Stufen der visuellen Wahrnehmung, der *präattentiven Verarbeitung*, mit den zeitlich späteren Aufmerksamkeitsprozessen (Treisman & Gelade, 1989; Treisman & Gormican, 1988). Dieser Vorgang ist in Abbildung 3.4 dargestellt. Der *selektiven Aufmerksamkeit* kommt dabei besondere Bedeutung zu, indem diese die im Wahrnehmungsprozess in der ventralen Bahn verarbeiteten Elemente des „Was?“ mit den Elementen des auf der dorsalen Bahn verarbeiteten „Wo?“ verbinden soll (vgl. 3.1). Dazu bewegt sich in dem Modell ein Aufmerksamkeitsfenster innerhalb einer Karte, die eine Auflistung der verschiedenen Bereiche des Blickfeldes enthält, an denen sich die Merkmale befinden (*master map of locations*, vgl. Abbildung 3.4). Diese Karte enthält allerdings keinerlei Informationen über die den jeweiligen Bereichen zugrunde liegenden Merkmale, etwa Unterbrechungen der Helligkeit, Farbe, Tiefe oder Bewegung. Erst durch die Fokussierung der Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Kartenbereich werden aus einer getrennten Ansammlung von Merkmalskarten diejenigen ausgewählt, welche die an den beachteten Bereich geknüpfte Merkmale enthalten. Die Merkmale aller anderen Objekte sind während dieser Zeit von der Objektwahrnehmung ausgenommen. Merkmalskarten enthalten dabei zwei Arten von Informationen: eine „Flagge“, die signalisiert, ob das bestimmte Merkmal irgendwo im Blickfeld anwesend ist, und eine implizite Information über die vorliegende räumliche Anordnung des Merkmals. Auf der Grundlage der Aktivierungen in den Merkmalskarten werden zeitlich begrenzte Objektrepräsentationen erstellt, in denen eine Analyse der strukturellen Relationen stattfinden kann, ohne dass die Gefahr fehlerhafter wahrgenommener Merkmalskombinationen besteht.

In dem Beispiel der Abbildung 3.4 beinhaltet die explizit verfügbare Information eine detaillierte Spezifikation des Objekts im Aufmerksamkeitsfenster („rot“ und „horizontal“) sowie die Information, dass die Merkmale „grün“ sowie „vertikal“ an einer anderen Stelle des Blickfeldes vorliegen. Sobald ein auf diese Weise zusammengesetztes Objekt (*unitary object*) aufgebaut wurde, kann es mit gespeicherten Repräsentationen

verglichen und identifiziert werden. Gleichzeitig können Handlungsprogramme (z.B. das Ergreifen eines Gegenstandes) initiiert werden¹¹.

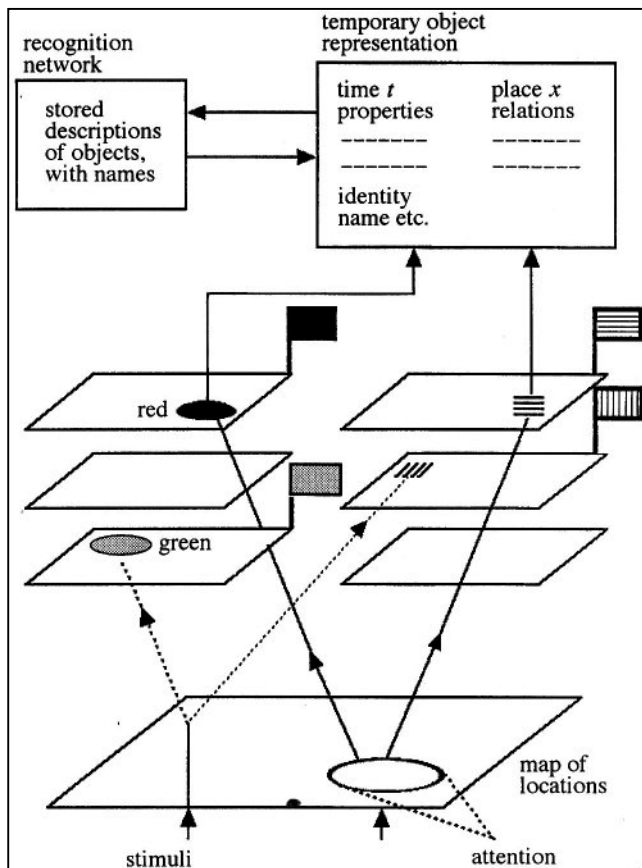


Abbildung 3.4: Das Modell von Treisman zur Beschreibung der Beziehung zwischen Merkmalsenkodierung, der räumlichen Ausdehnung der Aufmerksamkeit und den Bindungsprozessen in der Objektwahrnehmung. (aus: Treisman, 1999, S. 93).

Treisman und ihre Mitarbeiter haben sich insbesondere um eine Erklärung der falschen Wahrnehmung von Merkmalskombinationen bemüht, die als Scheinverbindungen (*illusory conjunctions*) vor allem bei zeitlich begrenzter Darbietung berichtet werden. Friedman-Hill, Robertson und Treisman (1995) beschreiben einen Patienten, der eine schwere Beeinträchtigung aufwies, verschiedene Merkmale in der visuellen Wahrnehmung zu einem sinnvollen Ganzen zu verbinden. In einer einfachen Versuchsanordnung wurden ihm jeweils zwei farbige Buchstaben aus der Menge der Buchstaben T, X und O und der Menge der Farben rot, blau und gelb dargeboten. Die Aufgabe bestand lediglich darin anzugeben, welcher Buchstabe in welcher Farbe zuerst erschien. Selbst nach einer Präsentationszeit von zehn Sekunden lagen in mehr als 35% aller Fälle Bindungsfehler vor — der Patient berichtete einen Buchstaben mit dem Farbmerkmal des anderen. Da der Prozentsatz der Buchstabenintrusionen deutlich niedriger war, konnte Rateverhalten

¹¹ Neue Befunde deuten an, dass die jeweiligen Bindungen nur sehr kurzzeitig Bestand haben und zerfallen, sobald die Aufmerksamkeit verschoben wird. Coltheart (1998) gibt einen Überblick über den zeitlichen Verlauf von Merkmalsbindungen.

ausgeschlossen werden. Ähnliche Bindungsfehler lassen sich auch bei gesunden Versuchspersonen und ohne Gedächtnisanforderung beobachten, nämlich dann, wenn zu entscheiden ist, ob in einer eingeblendeten, einfachen Reizeanordnung zwei identische Reize vorliegen oder nicht (Treisman & Schmidt, 1982). Der falsche Eindruck, dass dieses tatsächlich der Fall ist, ergibt sich hier durch die Neukombination der Farb- und Formmerkmale zweier Reize (*rotes H und blaues O*). So wird dann fälschlicherweise das Vorliegen eines Reizes berichtet, der die Form des einen und die Farbe des anderen Reizes aufweist (*rotes O*). Die Anzahl der Bindungsfehler geht jedoch zurück, wenn vor der Präsentation ein Hinweisreiz das relevante Item kennzeichnet. Durch die Bündelung der Aufmerksamkeit ist dann ein Rückgang der Rate der Fehlbindungen auf diejenige der Intrusionen zu beobachten. Fehlerhafte Antworten haben ihren Ursprung in diesem Fall nicht mehr in illusorischen Verbindungen, sondern nur noch in einer (fehlerhaften) Wahrnehmung der Zielmerkmale oder reflektieren einfaches Rateverhalten.

Eine Analyse der Rolle der *Aufmerksamkeit* für das Zusammenfügen der einzelnen Elemente der wahrgenommenen Szene gelang Moran und Desimone (1985) im Tierversuch. Die Autoren konnten für das Farbverarbeitungsareal V4 bei Affen nachweisen, dass sich die mithilfe von Ableitungen gemessene Aufmerksamkeitssteuerung deutlich auf die Reizantwort auswirkte: Obwohl der Reiz an der gleichen Stelle der Netzhaut blieb, feuerten die Neuronen dann stark, wenn das Tier einem bevorzugten Reiz Aufmerksamkeit widmete. Die Funktion der Aufmerksamkeit besteht demnach in einer physiologischen Verstärkung der Elemente, während nicht beachtete Elemente nicht verstärkt bzw. sogar gehemmt werden.

Während Scheinverbindungen belegen, dass die Merkmale in der Wahrnehmung getrennt kodiert werden, da sonst keine fehlerhaften Kombinationen auftreten könnten (Treisman, 1999), muss die Lösung des Bindungsproblems nicht immer die Bündelung der Aufmerksamkeit erfordern. Aufmerksamkeit soll immer dann nicht benötigt werden, wenn es lediglich darum geht, isolierte Merkmale zu entdecken. In dem Modell von Treisman liegt dieser Fall dann vor, wenn die Aufgabe lediglich die Überprüfung der Anwesenheit der „Flagge“ einer spezifischen Merkmalskarte beinhaltet, um ein bestimmtes Merkmal im Blickfeld zu entdecken, z.B. ob sich etwas „Rotes“ im visuellen Feld befindet. Die Anwesenheit dieses Signal enthält aber weder räumliche, noch Informationen über zusätzliche Merkmalspezifikationen. Konstruiert man entsprechende *visuelle Suchaufgaben*, wird der Zielreiz immer dann besonders schnell erkannt, wenn er

nur über eine einzige Merkmalsdimension definiert ist, die sich von allen anderen Reizen unterscheidet: Ist z.B. ein blauer Kreis inmitten roter Kreise zu identifizieren, „springt“ der Zielreiz nach kurzer Zeit ins Blickfeld (*pop-out*). Die Anzahl der Distraktorsitems im Blickfeld spielt bei diesen Aufgaben keine Rolle. Eine andere Situation liegt vor, wenn die Suche einen Zielreiz betrifft, der durch die Verbindung unterschiedlicher visueller Merkmale definiert wird (*conjunction target*). In diesem zeitaufwändigen Fall muss die Aufmerksamkeit auf jedes Item gerichtet werden. Daher führt die Suche nach einem „grünen T“ zu einem linearen Anstieg der benötigten Zeit in Abhängigkeit von der Anzahl der gleichzeitig dargebotenen „grünen X“ und „braunen T“¹².

Das beschriebene *pop-out* und die damit einhergehende parallele Suche in den entsprechenden Aufgaben ist nach Treisman jedoch nur für die Grundelemente der visuellen Wahrnehmung festzustellen. Die wenigen getrennten Detektorpopulationen der Merkmalskarten enthalten z.B. die *vertikale, diagonale* und *horizontale Ausrichtung* sowie die *Farben Rot, Grün, Blau* und *Gelb*. In der Wahrnehmung unterscheiden sich die Aufgaben jeweils durch das Verhältnis des Zielreizes zu den Distraktoren voneinander (Treisman & Gormican, 1988): Je ähnlicher sich die Stimuli auf einer Dimension sind, umso unwahrscheinlicher ist eine automatische oder *präattentive* Identifikation ohne Merkmalsbindung. Dafür werden serielle Suchprozesse benötigt, die gerichtete Aufmerksamkeit erfordern.

Zusammenfassend weist Treisman (1999) der Aufmerksamkeit die Rolle des „Leims“ zu, der für die Bindung der verschiedenen Objektmerkmale in der visuellen Wahrnehmung benötigt wird. Ohne Aufmerksamkeitsprozesse werden nur die Informationen registriert, die das Vorliegen getrennter Teile oder Eigenschaften kodieren. Farbe spielt dabei – anders als in konkurrierenden Konzeptionen – eine wichtige Rolle und stellt ein Grundelement dar. Die Theorie von Treisman zur Merkmalsintegration ist jedoch keineswegs unumstritten. Insbesondere die Rolle der Aufmerksamkeit wird kontrovers diskutiert. So argumentiert z.B. Duncan (1999), dass die Aufmerksamkeit nicht der selektive Prozess ist, der bei der Bindung verschiedener Merkmale hilft. Vielmehr sieht er die Aufmerksamkeit als einen Systemzustand an, der das Ergebnis eines globalen Wett-

¹² Wenn das relevante Merkmal im Vorhinein bekannt ist und die relevanten Merkmale leicht zu unterscheiden sind, helfen Gruppierungsprozesse, den aufmerksamkeitsbasierten Bindungsprozess zu umgehen. Das in Abbildung 3.4 dargestellte Modell ist in diesem Fall um Rückmeldungsverbindungen, den *reverse connections*, von den Merkmalskarten zur Lokationskarte zu erweitern, die alle Orte inhibieren, an denen das irrelevante Merkmal vorliegt (Treisman, 1988).

bewerbs um die Dominanz zwischen verschiedenen Objekten darstellt. Die Objekte müssen allerdings bereits vor diesem „Wettbewerb“ gebunden sein, was über die direkte Kodierung von Merkmalspaaren durch spezielle Detektoren erfolgen soll.

In dem Modell von Treisman und ihren Mitarbeitern werden solche Befunde nicht berücksichtigt, die eine zeitlich schnellere *Verarbeitung* der Wahrnehmung von Farb- gegenüber anderen Objektmerkmalen belegen. Catherwood (1994) zeigte in ihrer Studie fünf Monate alten Kleinkindern für jeweils 250 ms farbige Formen, über die nach einem Intervall von 1000 ms (Experiment 1) bzw. 2000 ms (Experiment 2) eine Maske für jeweils 250 ms eingeblendet wurde. Über das Zeitintervall zwischen der Präsentation des Zielreizes und der Einblendung der Maske sollte die Zeit der Enkodierung variiert werden. In einem anschließenden Test wurde in zwei Durchgängen der Originalreiz zusammen mit einem zweiten Stimulus präsentiert, der entweder eine neue Farbe, aber dieselbe Form aufwies („Farbtest“) oder aus einer neuen Form in derselben Farbe bestand („Formtest“). Die zeitliche Dauer der Fixierung des neuen Reizes (eingeschätzt durch einen neutralen Beobachter) wurde als Index des „Wiedererkennens“ oder Enkodierens des alten Merkmals interpretiert. Die Autorin beobachtete ein asynchrones Muster der Enkodierung für die beiden Merkmale: Während nach einem Intervall von einer Sekunde (Experiment 1) nur ein „Wiedererkennen“ der Farbe, aber nicht der Form festzustellen war, zeigten die Kinder zusätzlich ein „Wiedererkennen“ der Form, wenn sie zur Enkodierung der Stimuli zwei Sekunden Zeit hatten (Experiment 2). Catherwood (1994) sieht ihre Befunde in direktem Zusammenhang zu der Theorie der Merkmalsintegration: Da Farbe möglicherweise direkter oder eher präattentiv verarbeitet wird, könnte der Verarbeitungsvorteil der Farbe in der visuellen Wahrnehmung die Basis für die Scheinverbindungen darstellen, die sich als fälschlicherweise wahrgenommene Merkmalskombinationen manifestieren (vgl. Zeki & Bartels, 1999).

Der Befund einer schnelleren Verarbeitung der Farbe ist jedoch nicht nur auf Experimente zur frühen Verarbeitung visueller Reize beschränkt. Pechmann (1994; zitiert nach Schmidt, 1999) stellte für das Benennen der Farbe kürzere Antwortlatenzen fest als für andere Merkmale der Objekte, wie z.B. die Größe oder die Form. Schmidt (1999) beobachtete für das Benennen von Objekten eine mittlere Reaktionszeit von 690 ms, während Farbbenennungen schneller erfolgten und im Mittel nur etwa 620 ms erforderten. Schmidt (1999) vermutet, dass Objekte deshalb langsamer verarbeitet (und demzufolge später benannt) werden, weil die zu verarbeitenden visuellen Informationen komplexer

sind und die Menge der verbundenen Konzepte größer ist als bei den Farben. Unabhängig vom Zutreffen dieser Vermutung erfordert der Aspekt des beschriebenen, zeitlich unterschiedlichen Verarbeitungsverlaufs für unterschiedliche Merkmale in dem Modell von Treisman und ihren Mitarbeitern Zusatzannahmen. So könnte die Rolle der Aufmerksamkeit beispielsweise auch darin bestehen, den „Verarbeitungsvorteil“ für Farbmerkmale gegenüber anderen Informationen auszugleichen. Diese Annahme wäre in zukünftigen Untersuchungen zu prüfen.

3.3.1.2 Die kognitive Theorie der Verarbeitung von Farbinformationen von Jules Davidoff

Natürlich ist das bereits beschriebene Problem der korrekten Merkmalsbindung nicht allein auf die Wahrnehmung beschränkt. Ein detailliertes Modell, das speziell die Rolle der Farbinformationen im Langzeitgedächtnis beschreibt, wurde von Jules Davidoff für das Erkennen und Benennen von Objekten vorgelegt. Basierend auf Reaktionszeitexperimenten zum Wahrnehmen und Erinnern von Objekt- und Farbinformationen mit hir-norganisch geschädigten Patienten und gesunden Versuchspersonen entwickelten Davidoff (1991) sowie Davidoff und DeBleser (1993) eine modulare Theorie der Informationsverarbeitung. In diesem Modell soll die Farbe visuell dargebotener Objekte nicht über die Aktivierung der gespeicherten Beschreibungen der Objektstruktur verarbeitet werden, sondern separat und *nicht konzeptuell*. Abbildung 3.5 illustriert das Modell von Davidoff und DeBleser (1993). Davidoff postuliert ein eigenständiges Modul für die Speicherung von Farbinformationen (vgl. Abbildung 3.5). Dieses Farbmodul nennt Davidoff den internen Farbenraum (*internal color space*). In diesem Modul sind die verschiedenen Farben über die Dimensionen Helligkeit, Sättigung und Farbwert kodiert (vgl. 3.2) und können durch Aktivierung bestimmter Regionen in diesem Modul erkannt und kategorisiert werden. Eine Verbindung von dem internen Farbenraum zu den Modulen der konzeptuellen, semantischen Verarbeitung soll nicht bestehen. Das *semantische System* unterteilen Davidoff und DeBleser (1993) in drei verschiedene Wissensbasen, dem sensorischen, funktionalen (bzw. konzeptuellen) sowie assoziativen (bzw. episodischen) Objektwissen (vgl. Abbildung 3.5). Während die letztgenannte Basis das Wissen über die Verknüpfungen zu anderen Objekten beinhaltet, enthält das sensorische Wissen die für ein Objekt (modalitäts-) spezifischen, sensorischen Informationen. Anders als im Farbmodul sind im sensorischen Objektwissen auch Informationen über die charakteristische Farbe eines Objektes enthalten, z.B. dass Tomaten ge-

wöhnlich rot sind. Dieses Wissen soll weitestgehend *verbal* vorliegen (Davidoff & Ostergaard, 1988; vgl. 3.2). Wird ein Objekt visuell dargeboten, werden in dieser Wissensbasis die elementaren Kanteninformationen des Objekts über die Aktivierung einer gespeicherten Objektrepräsentation verarbeitet. Diese zieht eine Aktivierung der konzeptuellen Informationen nach sich, die wiederum eine Aktivierung der phonologischen Repräsentation ermöglicht, die dem dargebotenen Objekt entspricht: Das Objekt „Tomate“ wird erkannt und kann benannt werden.

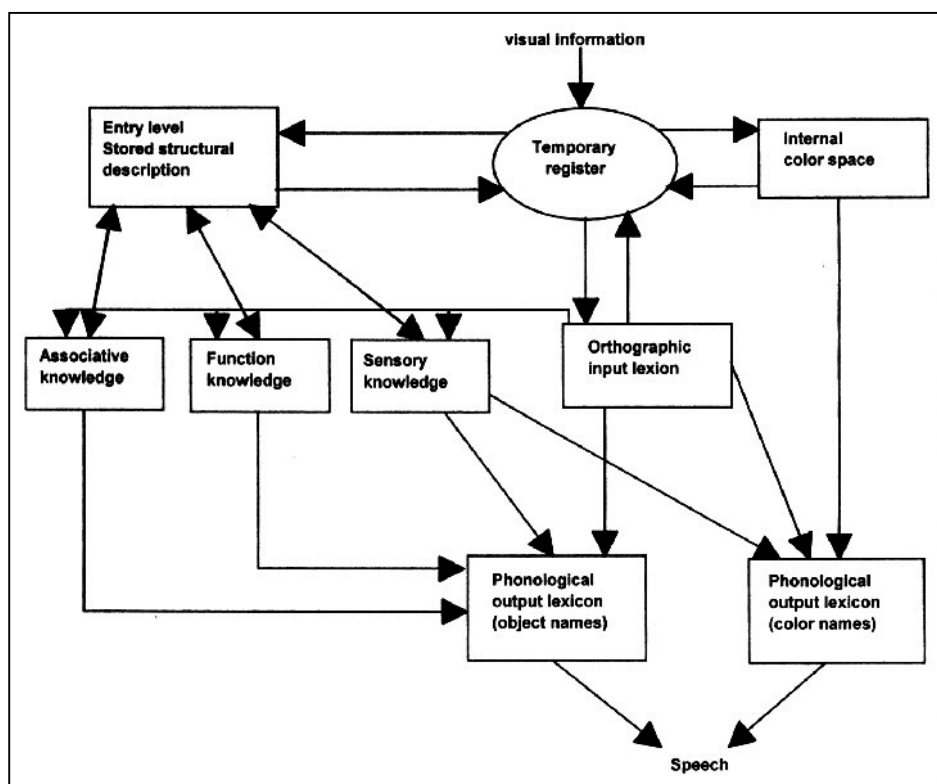


Abbildung 3.5: Die Verarbeitung von Objekt- und Farbinformationen beim Benennen von Objekten und Farben im Modell von Davidoff und DeBleser (1993; aus: Schmidt, 1999, S. 154).

Allerdings führt die visuelle Darbietung eines Objektes nicht zu einer Aktivierung des konzeptuell gespeicherten Farbwissens. Im Gegensatz zu den Kanteninformationen wird für die Farbinformationen lediglich eine Verarbeitung auf einer *präkonzeptuellen Ebene* postuliert. Davidoff und DeBleser (1993) gehen von einer direkten Verbindung des internen Farbenraums mit dem phonologischen Ausgabelexikon aus. Eine Aktivierung gespeicherter Farbinformation im internen Farbenraum führt somit zu einer direkten Aktivierung des entsprechenden phonologischen Eintrags (Farbbezeichnung) im Output-Lexikon (vgl. Abbildung 3.5): Die Farbe „rot“ wird benannt. Das Resultat der Verarbeitung der visuellen Informationen eines farbigen Objektes im Rahmen der

Theorie ist somit die Aktivierung von zwei verschiedenen phonologischen Einträgen in zwei voneinander getrennten Output-Lexika (Schmidt, 1999): Das dargebotene Objekt wird als „rote Tomate“ benannt.

Die Vorteile des Modells von Davidoff (1991) bzw. Davidoff und DeBleser (1993) bestehen darin, dass die in diesem Kapitel bereits beschriebenen, hochspezifischen Beeinträchtigungen bei der Verarbeitung von Farbinformationen erklärt werden können (vgl. 3.1). Unabhängig davon, ob das Farbsehen beeinträchtigt ist (*zentrale Achromatopsie*) oder nicht (*Farbagnosie*) sollte beim Vorliegen einer Schädigung des Moduls des internen Farbenraums und intaktem Objekterkennen der verbale Abruf von gelerntem (sensorischem) Wissen über die typische Farbe bestimmter Objekte in der Regel gelingen. Zudem wird das Modell der isolierten Beeinträchtigung beim Farbenbenennen gerecht, der *Farbanomie*, bei der Farbsehen, Erkennen und Kolorieren schwarzweißer Abbildungen intakt sind. Typischerweise gelingt hier jedoch das Benennen von Farben bzw. die Angabe dessen nicht, welche Farbe ein Objekt typischerweise hat oder ob ein Objekt die richtige Farbe aufweist. In diesem Fall sollte die Störung auf der Ebene des phonologischen Outputs für Farbbezeichnungen liegen. Ein weiterer Vorteil des Modells besteht in der Unterscheidung mehrerer semantischer Wissensbasen. So können Störungsbilder erklärt werden, bei denen trotz des Vorliegens einer Schädigung des Objekt-Farb-Wissens das Kategorisieren und Benennen von Farben aufgrund des intakten internen Farbenraumes gelingt.

Problematisch für die Konzeptionen von Davidoff (1991) sowie Davidoff und DeBleser (1993) ist, dass die Annahme einer direkten Route zwischen den strukturellen Objektbeschreibungen und dem Output-Lexikon empirisch nicht gesichert ist (Schmidt, 1999). Zudem beinhaltet die Davidoffsche Konzeption die Verdopplung von kognitiven Verarbeitungsbahnen. Dieser Verstoß gegen die wissenschaftstheoretische Forderung zur Formulierung sparsamer theoretischer Konzeptionen ist grundsätzlich bedenklich und gilt auch für die Annahme multipler Gedächtnissysteme (vgl. 2.4.1). Das größte Problem des Modells liegt jedoch in dem Postulat des grundsätzlichen Ausbleibens von Wechselwirkungen zwischen Objekt- und Farbinformationen beim Erkennen und Benennen von Objekten und Farben. Schon aus anatomischer und physiologischer Perspektive ist aufgrund des regen Informationsaustauschs der Neuronen von einer nur unvollständigen Trennung der Verarbeitungsbahnen auszugehen (vgl. 3.1). Zudem ist auch das im Zusammenhang für die Farbverarbeitung identifizierte Areal V4 nicht aus-

schließlich auf die Verarbeitung der Farbe beschränkt (vgl. Goldstein, 1997). Darüber hinaus liegen empirische Belege vor, die gegen eine von der semantischen Verarbeitung vollständig unabhängige Verarbeitung der Farbinformation beim Benennen sprechen. Im nachfolgenden Abschnitt werden entsprechende Studien zum Objekterkennen und Benennen referiert. Von besonderer Bedeutung für das Modell von Davidoff sind solche Befunde, in denen spezifische Einflüsse der Farbe festgestellt werden konnten.

3.3.2 Die Rolle der Farbe in der Objekterkennung

Abbildungen unserer Umwelt werden häufig *auf einen Blick* erkannt, auch wenn es sich dabei um Ausschnitte mit einer Vielzahl von Einzelmerkmalen handelt: Wir sind selbst bei sehr kurzzeitiger Darbietung (125 ms pro Einblendung) in der Lage, natürliche Szenen korrekt zu erkennen, beispielsweise dass es sich um die Abbildung einer Strandszene handelt (Oliva & Schyns, 2000). Die meisten Menschen würden daher bei der Aufzählung der Elemente, die für das Erkennen komplexer Szenen wichtig sind, selbstverständlich auch die Farbe nennen. Lässt sich dieses Alltagsverständnis in der Empirie bestätigen, sollten die Einflüsse der Farbe in einer Vielzahl gedächtnispsychologischer Versuchsanordnungen nachzuweisen sein. Wie zu zeigen sein wird, ist die Rolle der Farbinformation beim Erkennen von Objekten jedoch keineswegs so einfach zu bestimmen. Sie verlangt vielmehr eine differenzierte Betrachtung. Die entscheidenden Einflussgrößen für den Nachweis von Farbmerkmalen in Studien zur Objekterkennung werden nachfolgend referiert.

Lange Zeit wurde angenommen, der Nachweis eines Einflusses der Farbe auf die Objekterkennung würde von der eingesetzten Aufgabe abhängen. Ein häufig verwendetes Paradigma besteht in der *Verifikation*, bei der die vor der Objektpräsentation dargebotene lexikalische Bezeichnung die entsprechende Repräsentation des Objekts aktivieren soll. Enthält die Repräsentation Farbmerkmale, ist eine bessere Leistung für farbige als für achromatische Objektversionen zu erwarten. Einen solchen Vorteil konnten Ostergaard und Davidoff (1985) jedoch nicht nachweisen. Statt dessen resultierten vergleichbare Reaktionszeiten für die Entscheidung, ob es sich bei einem Testreiz um ein zuvor gesehenes Objekt handelte oder nicht unabhängig davon, ob die Objekte typische Farben aufwiesen oder nicht. Einflüsse der Farbe blieben auch für semantische Klassifikationsurteile aus (Davidoff & Ostergaard, 1988). Die Beurteilung der Reize danach, ob sie größer oder kleiner als ein Referenzobjekt waren bzw. ob es sich um lebende Objekte

oder unbelebte Gegenstände handelte, wurde nicht davon beeinflusst, ob mehrfarbig kolorierte oder schwarzweiße Strichzeichnungen dargeboten wurden. Die Autoren kommen daher zu dem Schluss, dass die Farbe im Hinblick auf die Identifikation bzw. das Erkennen von Objekten generell keine Rolle spielt: „*We can think of no other visual characteristic of an object with so little effect on object recognition*“ (S. 541). Selbst Objekte, die eine hoch diagnostische Farbe aufwiesen (z.B. eine Orange), wurden in der Studie von Biederman und Ju (1988) in der entsprechenden Farbversion nicht schneller erkannt (d.h. verifiziert) als ihre schwarzweißen Versionen. Diese Befunde sind konsistent mit dem im vorangegangenen Abschnitt vorgestellten Modell von Davidoff und DeBleser (1993), die von einer getrennten Verarbeitung des physikalischen Farbinputs und der semantischen Objektrepräsentation ausgehen: Die visuelle Darbietung eines Objektes soll demnach nicht zu einer Aktivierung des konzeptuell gespeicherten Farbwissens führen, sondern lediglich zu einer Aktivierung der gespeicherten Objektrepräsentation, die von der Verarbeitung elementarer Formmerkmale abhängt (vgl. 3.3.1.2).

Ein anderes Ergebnismuster liegt bezüglich eines weiteren Aufgabentyps vor, bei dem eine möglichst schnelle *Benennung* der dargebotenen Objekte gefordert ist. Davidoff und Ostergaard (1985, 1988) konnten diesbezüglich einen beschleunigenden Einfluss der Farbe nachweisen. Einen ähnlichen Vorteil berichten Wurm und Mitarbeiter (1993) für das Benennen digitalisierter Farbfotos gegenüber solchen Fotos, die in Graustufen vergleichbarer Helligkeit dargeboten wurden. Oliva und Schyns (2000) beobachteten neben einem positiven Einfluss der diagnostischen Farbinformationen auf die benötigte Antwortzeit sogar einen *negativen Effekt* für die Präsentation einer nicht zu dem Objekt passenden, „unnatürlichen“ Farbe. Vergleichbare Ergebnisse berichten Glaser und Glaser (1993). Einen beschleunigenden Einfluss konnten diese Autoren zudem auch für das *Benennen der Farbe* nachweisen, wenn diese zu dem Objekt passte.

Tanaka und Presnell (1999) konnten belegen, dass die widersprüchliche Befundlage und das Ausbleiben eines generellen Vorteils diagnostischer Farben auf eine mangelhafte Kontrolle der Stärke der Beziehung zwischen Objekten und Farben zurückgeht und nicht auf Unterschiede zwischen den Untersuchungsverfahren (Verifikation und Benennung). Die Autoren instruierten die Versuchspersonen, zu jedem Bild die drei jeweils zentralen perzeptuellen Merkmale aufzuschreiben. Eine Auflistung zum Bild einer Orange könnte beispielsweise die drei Attribute „rund“, „orange“ und „uneben“ beinhalten. Anschließend wurde für jedes Objekt festgehalten, wie häufig die Farb-

merkmale genannt wurden. Gemäß der Hypothese, dass die Farbe die für das Erkennen benötigte Zeit reduzieren sollte, wenn sie Teil der gelernten Identität eines Objekts ist (Hanna & Remington, 1996), konnten Tanaka und Presnell zeigen, dass Objekte sowohl schneller *verifiziert* als auch *benannt* wurden, wenn sie höhere Rangplätze der Farbdia-
gnostizität aufwiesen. Oliva und Schyns (2000) konnten die Befunde von Tanaka und Presnell (1999) für komplexe natürliche Szenen replizieren. Offenkundig muss in den Studien zum grundlegenden Objekterkennen der Grad der Assoziation zwischen der Farbe und der Identität eines Objekts sorgfältig kontrolliert werden (Oliva & Schyns, 2000).

Neben der Stärke der Beziehung der Farbe zum jeweiligen Objekt scheint ein weiterer bedeutender Faktor in der *Verarbeitungszeit* zu bestehen, die für jeden Reiz zur Verfügung steht. In der vorliegenden Arbeit wurde bereits wiederholt auf den generellen Zeitvorteil der Farbe in der visuellen Wahrnehmung hingewiesen (vgl. 3.1 sowie 3.3.1.2). Schmidt (1999) nimmt an, dass der positive Effekt der passenden Farbe auf die für das *Benennen der Objektfarbe* benötigte Zeit dann nachgewiesen werden kann, wenn der Wahrnehmungsvorteil der Farb- gegenüber der Objektverarbeitung durch vorgezogene Darbietung der Objektinformation ausgeglichen wird, indem beispielsweise das Zeitintervall zwischen dem Beginn der Präsentation der Objektinformation und dem Beginn der Präsentation der Farbinformation (*stimulus onset asynchrony – SOA*) auf 250 ms festgesetzt wird. Die Darbietung eines Objektprimes führt zu einer Kompensation des Nichtbeachtens der Objektinformation im Wahrnehmungsverlauf. Tatsächlich konnte die Autorin nur unter dieser Bedingung, nicht jedoch bei gleichzeitiger Darbietung den von Glaser und Glaser (1993) berichteten zeitlichen Vorteil des Benennens diagnostischer Farben („gelb“ bei Darbietung einer gelben Banane) gegenüber unpassender Färbung replizieren („blau“ bei einer blauen Banane). Möglicherweise ließen sich durch eine entsprechende Untersuchung auch die Befunde von Ostergaard und Davidoff (1985) erklären, die keinen statistisch bedeutsamen Einfluss typischer Farben auf das Benennen der Farben feststellten (Schmidt, 1999).

Anders als Schmidt (1999), bei der die Darbietungszeit nur insofern eine Rolle spielt, weil Farbmerkmale einen zeitlichen Verarbeitungsvorteil in der Wahrnehmung aufweisen, gehen Hanna und Remington (1996) von einer direkten Wirkung aufgrund der Repräsentation der Farbe im visuellen Langzeitgedächtnis aus. Die Autoren sind der Meinung, dass der Vorteil der Farbigkeit von Objekten gegenüber nicht bzw. unpassend

kolorierten Reizen in der Objekterkennung nur dann nachweisbar ist, wenn genügend Verarbeitungszeit vorliegt, so dass eine Analyse der Objekte nicht nur auf der *perzeptuellen*, sondern auch auf der *konzeptuellen Ebene* möglich ist. Hanna und Remington (1996) sehen diese Vermutung vornehmlich durch die Ergebnisse der Studie von Biederman und Ju (1988) gestützt, die selbst bei Objekten mit diagnostischer Färbung keinen Einfluss der Farbe auf die Zeit beobachten konnten, die für die Objektidentifikation benötigt wurde. In dieser Studie wurden die Objekte für maximal 100 ms eingeblendet und anschließend maskiert, so dass sich die Verarbeitungszeit auf die Dauer einer einzelnen Blickfixierung beschränkte. Nach Meinung von Hanna und Remington wurden daher lediglich Reizmerkmale, wie z.B. die Form verarbeitet, ohne dass eine Aktivierung der konzeptuellen Repräsentation der Farbe stattfand. Diese Hypothese stimmt mit der Vermutung anderer Autoren überein, die den Grund für die Unterschiede zwischen dem Erkennen und Benennen von Objekten auf Unterschiede in der benötigten Aktivierung der Konzepte sehen: Während das *Erkennen* von Objekten möglicherweise nur die unvollständige Aktivierung des Konzeptes voraussetzt, erfordert das *Benennen* eine vollständige Aktivierung des entsprechenden Konzeptes und daher ein hohes Maß an konzeptueller Aktivierung (vgl. Farah, Levine & Calvanio, 1988). Es erscheint denkbar, dass die vollständige Aktivierung einen zeitaufwendigen Prozess darstellt und eine gewisse Darbietungszeit des Objektes (und seiner Merkmale) erfordert. Die Hypothese von Hanna und Remington bietet deshalb einen interessanten Ansatzpunkt, weil darin indirekt angedeutet wird, dass es sich bei dem Merkmal Farbe um einen Teil einer konzeptuellen Objektrepräsentation handeln könnte. Daher wird auf diese Hypothese im Zusammenhang mit den Effekten der Farbe in impliziten Tests zurückzukommen sein (vgl. 3.3.3).

Als dritter entscheidender Faktor für die Beobachtung von Farbeinflüssen auf die Objekterkennung ist die *Aufgabenschwierigkeit* zu nennen. Wie bereits erwähnt, konnten Biederman und Ju (1988) selbst für Fotos mit diagnostischer Farbe gegenüber Strichzeichnungen keinen Vorteil beim Benennen und Verifizieren feststellen. Die Autoren gehen davon aus, dass der primäre (d.h. schnellste) Zugriff auf die mentale Repräsentation eines Objekts beim Erkennen über seine Form erfolgt, indem die Beschreibung der Struktur anhand einiger einfacher Kanten- bzw. Volumeninformationen überprüft wird. Diese Strukturprimitive nennt Biederman (1987) *Geone*. Abbildung 3.6 illustriert einige Geone sowie Objekte, die Zusammensetzungen verschiedener Geone darstellen. Die Dominanz der Objektform beim Erkennen gilt jedoch nur, wenn genügend Infor-

mation über die Form verfügbar ist. Erst wenn die Objektform nicht klar identifiziert werden kann, weil z.B. schlechte Wahrnehmungsbedingungen vorliegen (oder sehr ähnliche Formen dargeboten werden: Price & Humphreys, 1989), kommt den Oberflächenmerkmalen mehr Bedeutung zu. So stellten Wurm und Mitarbeiter (1993) fest, dass die schnellsten Identifikationszeiten für die prototypische Abbildung der Objekte zu verzeichnen waren (die auch als *kanonische Perspektive* bezeichnet wird; Palmer, Rosch & Chase, 1981). Einen beschleunigenden Effekt der Farbe auf die Objekterkennung beobachteten Wurm et al. (1993) allerdings dann (und nur dann), wenn es sich nicht um prototypische Exemplare handelte, sondern weniger übliche Ansichten der Objekte dargeboten wurden. Der Vorteil der Farbbilder gegenüber den entsprechenden achromatischen Versionen bestand in dieser Bedingung in der Abwesenheit eindeutiger Kanteninformationen im Sinne von Biederman und Ju (1988), so dass das Erkennen zwar generell langsamer erfolgte, Oberflächenmerkmale wie die Farbe aber stärkeres Gewicht bekamen (Wurm et al., 1993).

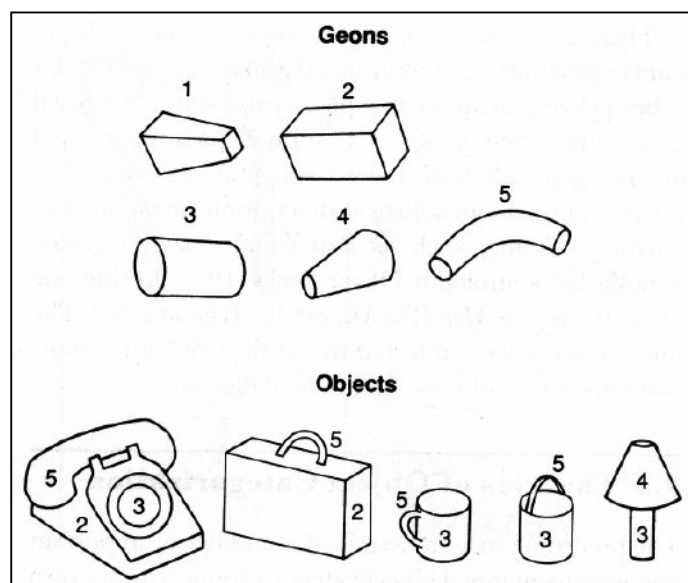


Abbildung 3.6: Beispiele für Geone und ihr Vorliegen in verschiedenen Objekten nach Biederman (1987). (aus: Palmer, 1999, S. 434).

Vor dem Hintergrund der geschilderten Studien steht jedoch eine Antwort auf die grundsätzliche Frage noch aus, *warum* die Farbe beim Erkennen *überhaupt* von Bedeutung ist. Hier deuten neuere Studien zum Erkennen komplexer natürlicher Szenen darauf hin, dass ein Hinzufügen von Farbmerkmalen für die Segmentierung des wahrgenommenen Bildes in seiner frühen Verarbeitungsphase hilfreich ist (Oliva & Schyns, 2000; Wurm et al., 1993). Farbunterschiede führen beispielsweise zu einer groben Unterscheidung des Himmels von der Bodenregion, während Farbkontraste zwischen den Farbbereichen am Boden als grobes Positionsmaß für die wichtigsten Objekte und

Oberflächen sowie ihre relative Beziehung zueinander dienen könnten. Ähnlich argumentieren auch Gegenfurtner und Rieger (2000). Die Autoren gehen ebenfalls von der Bedeutung der Farbe für die *low-level* Prozesse der Bildsegmentierung aus. Die Farbinformation in Fotos gewöhnlicher Umweltszenen (grüne Landschaften, Blumen, Felsformationen, Straßenszenen) führte in ihrem Experiment zu einem Kodierungsvorteil, der sich darin zeigte, dass nach sehr kurzer Darbietungszeit (16 ms) und einer Maske, die für 500 ms eingeblendet wurde, die Erkennungsleistung für zuvor farbig gezeigte Bilder diejenige der schwarzweißen Versionen signifikant überstieg, selbst wenn die Testabbildungen schwarzweiß vorlagen. Allerdings beobachteten Gegenfurtner und Rieger (2000), dass bei längeren Darbietungszeiten (maximal 64 ms) ein Vorteil farbig enkodierter Bilder gegenüber schwarzweißen nur dann vorlag, wenn die Testreize ebenfalls farbig dargeboten wurden. Die Autoren führen diesen Befund auf eine vergleichsweise umfangreichere Repräsentation der farbigen Bilder im Arbeitsgedächtnis zurück. In diesem Sinne könnte die Farbe über die Enkodierung und die Repräsentation beide Prozesse der Bilderkennung unterstützen, wobei Dissoziationen zwischen diesen Prozessen in bezug auf ihren zeitlichen Verlauf vorliegen. Gegenfurtner und Rieger (2000) resümieren: „*In other words, color helps us to recognize things faster and to remember them better.*“ (S. 806).

Unabhängig davon, ob dem Grad der Assoziation zwischen Objekt und Farbe, der Darbietungszeit oder der Aufgabenschwierigkeit die größte Bedeutung für den Nachweis eines positiven Einflusses der Farbe gegenüber schwarzweißen Reizen in der Objekterkennung zukommt, belasten die referierten Studien, in denen ein deutlicher Einfluss diagnostischer Farben belegt werden konnte, die Konzeption eines vollständig isolierten, separaten Farbmoduls schwer. Geht man von einer *postsemantischen* Wechselwirkung aus, die von Davidoff und Ostergaard (1988) zur Erklärung dieser Befunde vorgeschlagen wurde, kann eine Verbindung in ihrem, in Abbildung 3.5 dargestellten Modell nur zwischen den phonologischen Output-Lexika bestehen. Schmidt (1999) stellt diesbezüglich fest, dass auf phonologischer Ebene nur phonologisch ähnliche Einheiten interagieren können und die Argumentation daher nicht plausibel erscheint. Eine sprachliche Beziehung zwischen Objekt und Farbe erfordert eine häufiges gemeinsames sprachliches Auftreten sowie lexikalische oder phonologische Ähnlichkeit (Schmidt, 1999). Insbesondere die beiden letztgenannten Kriterien sind bei den meisten charakteristischen Objektfarben nicht vorhanden (gelbe Banane, grünes Blatt etc.). Zudem wird die Hypothese einer *postsemantischen* Verbindung durch solche Befunde in Frage ge-

stellt, die eine Wechselwirkung zwischen Objekten und Farben auch bei solchen Aufgaben belegen, die eine höhere kognitive Verarbeitung als eine grundlegende Objektkennung erfordern, nämlich auf der semantischen Ebene. So beobachteten Price und Humphreys (1989) eine schnellere verbale Zuordnung von Objekten zu bestimmten Kategorien („Obst“ oder „Gemüse“), wenn die Objekte in der korrekten Farbe dargeboten wurden. Insgesamt belegen die referierten Studien, dass die Farbe in der Objekterkennung durchaus eine Rolle spielen kann. In dem Modell von Davidoff und DeBleser (1993) wäre daher von einem Einfluss des sensorischen Objektwissens auf das Objekterkennen auszugehen (vgl. Abbildung 3.5). Dieses semantische Wissen beinhaltet auch das Wissen über die charakteristische Farbe von Objekten, das in Form von verbalen Verknüpfungen vorliegen soll (Davidoff & Ostergaard, 1988).

Zusammenfassend legen die Studien zum Erkennen und Benennen von Objekten eine differenzierte Betrachtung der Rolle der Farbe nahe. Grundsätzlich kommt der Form beim Erkennen von Objekten eine größere Bedeutung zu als der Objektfarbe. Trotzdem konnten wiederholt Vorteile farbiger Objekte gegenüber schwarzweißen Bildern nachgewiesen werden, wenn es sich um *diagnostische Farben* handelte. Offenbar wird beim Erkennen von Objekten auf eine gespeicherte Repräsentation zurückgegriffen, die auch Farbmerkmale enthält. Zudem muss auch das Ausbleiben einer Wechselwirkung von Objekten und ihrer Farbe bei der Farbbenennung nicht zwangsläufig bedeuten, dass dieser Vorgang von einem isolierten Farbmodul (dem internen Farbenraum) gesteuert wird. Ebenso kann das Befundmuster auf einen grundsätzlichen *Farbvorteil in der visuellen Wahrnehmung* zurückgeführt werden, der durch vorheriges Einblenden der Objektinformation ausgeglichen werden kann. Zudem wird diskutiert, ob eine kurzzeitige Präsentation zu einer Beschränkung auf perzeptuelle Prozesse führt und der Zugriff auf die Farbrepräsentation erst zeitlich später erfolgt und *konzeptuelle Prozesse* erfordert. Als dritter Faktor wurde in dem vorstehenden Überblick die *Aufgabenschwierigkeit* identifiziert, die für den Nachweis von Farbeffekten in der Objektbenennung zu berücksichtigen ist. Basierend auf der Theorie von Biederman (1987) konnte eine beschleunigende Wirkung der Farbe in der Objekterkennung dann nachgewiesen werden, wenn die Dominanz der Objektform systematisch zurückgedrängt wurde, so dass die Farbmerkmale in ihrer Bedeutung für die Objekterkennung hervorgehoben wurden. Vor dem Hintergrund der referierten Befunde, die durchaus Wechselwirkungen von Objekt- und Farbinformationen nahelegen, scheinen Konzeptionen nicht plausibel, die von separa-

ten Farbmodulen ausgehen und ein Erkennen und Benennen der Farbe ohne konzeptuelle Verarbeitung postulieren.

3.3.3 Farberinnerungen in impliziten und expliziten Tests

Selbstverständlich ist das Wissen über die charakteristische Farbe mancher Objekte im Gedächtnis gespeichert — Wir wissen, dass Kirschen rot sind. Dieses Wissen ist als *sensorisches Objektwissen* bezeichnet worden und im semantischen System gespeichert (Davidoff & DeBleser, 1993; vgl. 3.3.1.2). Viel häufiger liegen in unserer Umwelt jedoch Farben vor, die *ohne diagnostischen Wert* für die Objekte sind, da sie in zufälliger Zuordnung zu ihnen vorliegen. Allerdings ist insgesamt nur wenig über die Bedeutung der Farbe im *visuellen Langzeitgedächtnis* bekannt. Wie die nachfolgende Darstellung zeigen wird, hängt der Nachweis der im Gedächtnis repräsentierten Verknüpfungen von Farb- und Objektinformationen maßgeblich von äußerst komplexen Wechselwirkungen zwischen der kognitiven Verarbeitung in der Studierphase und den Prozessen ab, die bei der Bearbeitung der jeweils verwendeten Testaufgabe stattfinden. Zunächst wird eine zentrale Studie eingehend dargestellt, die illustriert, dass auch nicht charakteristische Farben als ein zusätzliches Attribut den Objektabruf erleichtern können (3.3.3.1). Anschließend wird die Frage nach dem Erwerb der Verknüpfungen beleuchtet (3.3.3.2). Die positive Wirkung einer Beachtung der Farbmerkmale in der Studierphase ist gut belegt. Farbe scheint daher ein Merkmal zu sein, das nicht automatisch enkodiert wird. Von besonderer Bedeutung für die eigenen empirischen Untersuchungen ist jedoch die Frage, ob sich die Befunde in traditionellen Gedächtnistests auch auf implizite Verfahren übertragen lassen. Vor dem Hintergrund der bereits geschilderten heterogenen Befunde zu den Spezifitätseffekten in impliziten Tests sind entsprechende Untersuchungen für theoretische Konzeptionen des Erinnerns in impliziten Tests insgesamt wichtig. Wie zu zeigen sein wird, stehen einer Reihe von Fehlschlägen, farbspezifische Nachwirkungen in impliziten Tests nachzuweisen (3.3.3.3), nur wenige erfolgreiche Beobachtungen gegenüber. Diese gliedern sich in zwei unterschiedliche Ansätze, die entweder den Nachweis impliziter Farbeffekte auf konzeptuellem Wege anstreben (3.3.3.4) oder auf die Bedeutung der Verknüpfung von Farbinformationen mit den Objekten hinweisen (3.3.3.5).

3.3.3.1 Speicherung und Repräsentation nicht diagnostischer Farben in der Studie von Hanna und Remington (1996)

Hanna und Remington (1996) prüften, ob die im visuellen Langzeitgedächtnis gespeicherten Farbmerkmale für das Wiedererkennen von Objekten Bedeutung haben und wie eng die Verbindungen von Objektidentität und Farbe im Gedächtnis sind. Wenn die Farbe gemeinsam mit dem Objekt im Langzeitgedächtnis gespeichert wird, sollte sie als zusätzliches Attribut das Wiedererkennen verbessern. Daher sollte ein genereller Vorteil für eine Farbpräsentation in der Lern- und Prüfphase gegenüber der Darbietung schwarzweißer Reize in beiden Phasen vorliegen. Jeder der von Hanna und Remington verwendeten Stimuli setzte sich aus sechs einfachen geometrischen Formen zusammen und bestand entweder aus Kreisen, vertikalen oder horizontalen Rechtecken. In der Farbbedingung wies jede Form eine unterschiedliche Farbe auf, wobei insgesamt sechs unterschiedliche Farben verwendet wurden. Die Untersuchung erfolgte in abwechselnden Blöcken von Studier- und Testphasen. In der Studierphase wurden die Stimuli jeweils für zwei Sekunden ohne weitere Bearbeitungsinstruktion eingeblendet. In der Rekognition sollten die Stimuli jeweils anhand ihrer geometrischen Formen beurteilt werden. Die Farbe sollte für das Urteil keine Rolle spielen. In den Ergebnissen war ein Vorteil für die Farbbedingung zu verzeichnen, d.h. in dieser Bedingung wurden die Stimuli häufiger korrekt wiedererkannt als in der Schwarzweiß-Bedingung. Die gespeicherte Farbe stellte daher nach Ansicht der Autoren ein zusätzliches Attribut zur Prüfung eines Reizes dar. Der Befund ergänzt die bereits dargestellten Ergebnisse der Studien zum Wiedererkennen aus dem Arbeitsgedächtnis. So konnten Gegenfurtner und Rieger (2000) über alle Darbietungszeiten (16-64 ms) einen generellen Vorteil für die Bilder nachweisen, die in den Studier- und Testphasen jeweils in der natürlichen Farbe gezeigt wurden und nicht schwarzweiß (siehe auch Oliva & Schyns, 2000).

Zusätzlich testeten Hanna und Remington (1996) die Gültigkeit des Prinzips der Enkodierspezifität (Tulving & Thompson, 1973), nach dem eine maximale Gedächtnisleistung für diejenige Reizanordnung im Test zu erwarten ist, die derjenigen beim Enkodieren am ehesten entspricht (Franks et al., 2000). Hanna und Remington konnten tatsächlich für die Bedingungen eine bessere Testleistung beobachten, in denen Farbkongruenz bestand (d.h. in beiden Phasen farbige *oder* schwarzweiße Reize dargeboten wurden) und die Reize nicht in einer Phase farbig, in der anderen jedoch schwarzweiß vorlagen. Hanna und Remington prüften zusätzlich, ob die gespeicherten Verbindungen von Objekt und Farbe im Gedächtnis jeweils in Form einer neuen Repräsentation

vorliegen, die beide Merkmale beinhaltet und sich von der separaten Repräsentation beider Einzelmerkmale unterscheidet, oder ob lediglich eine Assoziation zwischen voneinander unabhängigen Merkmalsrepräsentationen besteht. Als Test dieser „Bindungshypothese“ wurden die Teststimuli in allen Bedingungen in den Farben der Studierphase dargeboten, allerdings lag in einer Bedingung eine neue Zuordnung der Farben zu den sechs geometrischen Formen eines jeden Stimulus vor. Hanna und Remington konnten keinen Unterschied zu der Bedingung feststellen, in der die Farben der einzelnen Formen der Teststimuli wie beim Erwerb vorlagen. Die Autoren schließen aus diesem Ergebnis auf eine getrennte Repräsentation von Farbinformation und Objektform: Wenn das Wiedererkennen im Sinne des Prinzips der Enkodierspezifität von der genauen Übereinstimmung des Testreizes und der gespeicherten Repräsentation abhängt, hätte ein Wechsel der Farben innerhalb der Reize zu einer schlechteren Leistung gegenüber der Kontrollbedingung führen müssen (vgl. Chalfonte & Johnson, 1996). Der generelle Vorteil der Farbe erklärt sich nach Meinung der Autoren daraus, dass es in ihrer Untersuchung strategisch günstig war, die Farbe zu enkodieren, da die Teilnehmer wussten, dass einige Testreize farbig vorliegen würden. Allerdings war es angesichts der kurzen Darbietungszeit und der Komplexität der dargebotenen Stimuli nicht möglich, in der Studierphase exakte Repräsentationen „kompletter“ Stimuli zu etablieren. Daher ist der Aufbau enger oder sogar integrierter Repräsentationen durchaus möglich, erfordert aber nach Meinung der Autoren die gezielte Beachtung und Verarbeitung der komplexen Stimuli und muss von der Studieraufgabe angeregt werden.

Zusammenfassend belegt die Studie von Hanna und Remington (1996), dass auch nicht diagnostische Farbmerkmale mit der Objektinformation gespeichert werden können. Die Farbe stellt dann ein zusätzliches Attribut zur Prüfung eines Reizes dar und führt zu einer Verbesserung des Wiedererkennens. Wie eng die Verbindungen zwischen Objektinformationen und Farbmerkmalen jedoch im Langzeitgedächtnis vorliegen, hängt von den Umständen des Erwerbs ab. Ein Wechsel der Farbmerkmale von der Studier- zur Testphase beeinträchtigt das Wiedererkennen im Sinne des Prinzips der Enkodierspezifität daher nur in Abhängigkeit von den Enkodierungsprozessen: Wurden die Farbmerkmale nicht ausdrücklich beachtet, liegen eher getrennte Repräsentationen vor, und ein Farbwechsel wirkt sich nicht auf das Wiedererkennen aus. Ähnlich wie in der Konzeption von Treisman (vgl. 3.3.1.1) weisen Hanna und Remington (1996) der fokalen Aufmerksamkeit eine entscheidende Bedeutung zu.

3.3.3.2 Der Einfluss der Enkodierung auf das Farbgedächtnis

Inzwischen kann als gesichert gelten, dass die Erinnerungsleistung für nicht diagnostische Farben in traditionellen Formen der Gedächtnisprüfung positiv durch die Beachtung der Farbmerkmale in der Studierphase beeinflusst wird. Eine ausdrückliche (intentionale) Beachtung der Farbe förderte die Erinnerungsleistung in allen bekannten Untersuchungen (Chalfonte & Johnson, 1996; Light & Berger, 1974; Park & Mason, 1982; Park & Puglisi, 1985). Die Untersuchung von Wippich, Mecklenbräucker und Baumann (1994, Experiment 2) ist deshalb besonders interessant, weil sie einen systematischen Vergleich der Behaltensleistungen für diagnostische und arbiträre Objekt-Farbe-Kombinationen beinhaltet. Wippich und Mitarbeiter konnten bei Vorlage schwarzweißer Testreize ein besseres Erinnern für diagnostische Farbe feststellen. Zudem war ein Leistungsvorteil dann zu verzeichnen, wenn zuvor nicht nur die Beachtung des Objekts gefordert war (Beurteilung der Herkunft), sondern die gemeinsame Verarbeitung der Objekte und der Farben in der Studierphase angeregt wurde, indem Urteile zur Angemessenheit der Farbe für das jeweilige Objekt abzugeben waren. Dieser Befund galt unabhängig von der Stärke der Assoziation der Farbe zu den Objekten. Offenkundig gilt in expliziten Tests ein ähnliches Prinzip für das Erinnern von Farben unterschiedlicher Assoziationsstärke. Im Sinne der Position des prozessangemessenen Transfers schlagen Wippich et al. (1994) die tiefere (konzeptuelle) Verarbeitung nach dem *levels-of-processing* Ansatz zur Interpretation des Vorteils nach gemeinsamer Verarbeitung von Farb- und Objektmerkmalen vor (Craik & Lockhart, 1972; vgl. 2.3.1). Die Befunde von Wippich et al. (1994) sind aber – wie die Autoren selbst anmerken – insofern nicht unproblematisch, da die Abfolge der Prüfverfahren mit dem impliziten Test als erstem und dem expliziten Erinnern der Farbe als zweitem Test festgelegt war und somit eine Interferenz durch die vorangegangene implizite Prüfung mit erneuter Darbietung der Items nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Befunde der Studien sprechen im Sinne der von Hasher und Zacks (1979) vorgeschlagenen Unterscheidung eher gegen eine *automatische* Enkodierung der Farbe bei der Verarbeitung der Lernstimuli¹³. In der Konzeption von Hasher und Zacks (1979) sollen Merkmale, die in der Umwelt weitverbreitet vorliegen und gewöhnlich von Nutzen

¹³ Alle Modelle zur visuellen Aufmerksamkeit gehen jedoch davon aus, dass ein salientes Merkmal wie die Farbe im Aufmerksamkeitsprozess unabhängig von strategischen Faktoren (z.B. Intention der Person) automatisch registriert wird (vgl. Turatto & Galfano, 2001).

sind, automatisch mit der Information über die Reizidentität enkodiert werden. Als Definitionskriterien für eine automatische Enkodierung postulieren die Autoren unter anderem die *Altersinvarianz* hinsichtlich der Verarbeitung sowie die Unabhängigkeit der Erinnerungsleistungen von der *Lernintention* und der *Übungserfahrung*. Beispiele automatisch enkodierter Merkmale stellen nach Hasher und Zacks Raummerkmale und Zeitinformationen dar. Für die Farbe scheint neben dem Kriterium der Lernintention auch das der Altersinvarianz nach Hasher und Zacks nicht zuzutreffen, da wiederholt deutlich schlechtere Behaltensleistungen für Farbmerkmale Älterer gegenüber jungen Erwachsenen berichtet wurden. Unklar ist jedoch, ob es sich dabei um altersbedingte Defizite des Farbgedächtnis per se handelt (Park & Puglisi, 1985), oder ob vielmehr im Alter eine Einschränkung der Fähigkeit vorliegt, Objekt- und Farbinformationen als zusammengehörig abzuspeichern (Problem der Merkmalsbindung; Chalfonte & Johnson, 1996). Ungeklärt ist zudem, ob das beiläufige Enkodieren der Farbe zu einem vollständigen Ausbleiben von Farberinnerungen im Test führt (Park & Mason, 1982) oder ob auch nach inzidentellen Lernbedingungen substantielle Farbeffekte nachweisbar sind (Park & Puglisi, 1985). Zum Teil sind solche Inkonsistenzen in der Literatur auf das verwendete Material zurückzuführen, beispielsweise ob die Einfärbung für bestimmte Objekte überhaupt als sinnvoll akzeptiert wird (z.B. roter Elefant). Park und ihre Mitarbeiter (1982, 1985) haben angesichts dieser Befunde angeregt, die von Hasher und Zacks (1979) vorgeschlagene Unterscheidung automatischer bzw. kontrollierter Verarbeitung nicht im Sinne einer Dichotomie, sondern vielmehr als ein Kontinuum zu verstehen. Dass Farbmerkmale nicht automatisch mit der Identität des Reizes enkodiert werden, sondern die Herstellung einer Verbindung vielmehr eine gewisse Lernintention zu erfordern scheint, die beispielsweise durch den „Leim“ gezielter Aufmerksamkeit etabliert wird (Hanna & Remington, 1996), stimmt mit der dargestellten Theorie der Merkmalsintegration von Treisman überein (vgl. 3.3.1.1).

3.3.3.3 Das Ausbleiben von Farbeffekten in impliziten Tests

Der Nachweis von Farbnachwirkungen in impliziten Tests erfordert den Vergleich der Leistungen in der Bedingung, in der die Testreize zusammen mit der Farbe aus der Studierphase vorliegen, mit den Bedingungen, in denen die Testreize mit einer anderen Farbe kombiniert oder schwarzweiß dargeboten werden. Ein impliziter Farbeffekt liegt dann vor, wenn ein Primingvorteil für exakt wiederholte Kombinationen gegenüber neuen Kombinationen resultiert. In der Mehrzahl der berichteten Studien bleiben solche

impliziten Farbeffekte jedoch aus, obwohl häufig ein substantielles Erinnern der Farbe in den zusätzlich erhobenen expliziten Tests festzustellen ist. Diese Befundlage ist insofern erstaunlich, als dass ein physikalisches Merkmal wie die Farbe insbesondere dann zu spezifischen Effekten führen sollte, wenn *perzeptuelle implizite Tests* eingesetzt wurden, die primär Prozesse auf der Wahrnehmungsebene anregen (vgl. 2.2). Die Objektfarbe gehört daher zusammen mit der *Darstellungsgröße* und der *Links-Rechts-Spiegelung* zu den Merkmalsdimensionen, für die in der Literatur zum impliziten Gedächtnis keine einheitliche Befundlage vorliegt (vgl. 2.3.3.3). Während diese Befunde ein großes Interpretationsproblem für prozesstheoretische Ansätze darstellen, sind sie für systemtheoretische Konzeptionen unproblematisch: Farbe spielt in diesem Ansatz deshalb keine Rolle in impliziten Tests, weil sie nur in dem für *explizites* Erinnern zuständigen Gedächtnissystem kodiert wird (z.B. Seamon, Ganor-Stern, Crowley, Wilson, Weber, O'Rourke und Mahoney (1997); vgl. 2.4).

Ausgehend von einer detaillierten Aufgabenanalyse versuchten Cave, Bost und Cobb (1996) diejenigen Bedingungen einzugrenzen, die zu einem *Ausbleiben* merkmalspezifischer Effekte führten. Damit unterscheidet sich der Ansatz der Autoren positiv von den Studien, die durchweg den *Nachweis* farbspezifischer Effekte anstrebten, ohne die im jeweiligen Test primär angeregten Prozesse zu spezifizieren. Cave et al. (1996) gingen davon aus, dass die spezifischen Aufgabenanforderungen des jeweils verwendeten impliziten Verfahrens entscheidend dafür waren, ob eine Merkmalsdimension zu einem spezifischen Einfluss auf die Gedächtnisleistung führte oder nicht. Wenn Tests die Identifikation der Reize erforderten, sollte sich der Einfluss auf das Reizmerkmal beschränken, das auch für die Bestimmung der Objektidentität in der visuellen Wahrnehmung von zentraler Bedeutung war. Lagen normale Wahrnehmungsbedingungen vor, handelte es sich dabei in erster Linie um die *Objektform* (Biederman, 1987; Biederman & Ju, 1988). Veränderungen dieses zentralen Merkmals von der Lern- zur Prüfphase sollten zu Verschlechterungen der Leistungen im impliziten Test führen. Entsprechende Befunde wurden für massive Veränderungen der dreidimensionalen Lageorientierungen der Objekte berichtet (Biederman & Gerhardstein, 1993; Srinivas, 1993; vgl. 2.3.3.3). Zudem resultierten dann Leistungseinbußen, wenn studierte Objekte durch solche Abbildungen im Test ausgetauscht wurden, die andere Exemplare mit derselben (konzeptuellen) Bezeichnung darstellten. Biederman und Cooper (1991) führten entsprechende Befunde auf die mangelhafte Übereinstimmung der (veränderten) Testobjekte mit den gespeicherten Repräsentationen der *Geone* zurück, die der jeweiligen An-

ordnung elementarer Objektteile aus der Studierphase entsprachen (vgl. 3.3.2). Da die Merkmalsdimensionen der Farbe, der Objektgröße und der Links-Rechts-Spiegelung für die Objekterkennung in der visuellen Wahrnehmung kaum eine Rolle spielten, sollte auch ein systematischer Einfluss dieser Merkmale in den impliziten Tests ausbleiben, die auf Identifikationsprozessen beruhen.

Auf der Grundlage dieser Analyse vermuteten Cave et al. (1996), dass auch der mutmaßlich auf den Prozessen der Identifikation beruhende Wiederholungseffekt beim *Objektbenennen* durch einen Wechsel der Objektfärbung von der Studier- zur Prüfphase nicht beeinträchtigt werden sollte. Gleichwohl wurde dann ein Rückgang der Testleistung erwartet, wenn die im Test wahrgenommenen Objekte im Zuge eines Exemplarwechsels nicht mehr mit den gespeicherten Repräsentationen der in der Studierphase gesehenen Objekte übereinstimmten. Das Erinnern in expliziten Tests sollte nach Cave et al. (1996) demgegenüber nicht auf der Nachwirkung gespeicherter Objektformen beruhen, sondern von dem Zugriff auf episodische Repräsentationen abhängen, die zusätzliche Merkmalsqualitäten, wie z.B. die Farbe enthielten. Im Unterschied zum impliziten Test sollte daher ein Farbeinfluss im *Wiedererkennen* nachzuweisen sein.

In der Studierphase von Experiment 2 boten Cave und Mitarbeiter die Strichzeichnungen als Silhouetten in einer von zwei Farben zusammen mit der Aufforderung dar, diese so schnell wie möglich zu benennen. Die verwendeten Zeichnungen wiesen keine diagnostischen Farben auf. In der Testphase wurden die Stimuli im Vergleich zur Studierphase entweder unverändert, in einer anderen Farbe, als anderes Exemplar oder in beiden Merkmalen gewechselt vorgelegt oder stellten neue, zuvor nicht gesehene Zeichnungen dar. Wie Abbildung 3.7 verdeutlicht, wirkte sich der Farbwechsel nicht auf das beschleunigte Benennen wiederholter Stimuli gegenüber neuen Zeichnungen aus. Demgegenüber beeinträchtigte der Wechsel des dargestellten Exemplars die Benennungszeiten¹⁴. Zudem belegten die expliziten Behaltensdaten, dass die Teilnehmer zwar nur in geringem Maße, aber trotzdem signifikant in der Lage waren, die Farbmerkmale zu erinnern: Die Testreize wurden besser wiedererkannt, wenn sie in der Originalfärbung vorlagen als wenn die Darstellungsfarbe gewechselt wurde.

¹⁴ Im dritten Experiment konnten Cave et al. (1996) Belege dafür finden, dass ein Ausbleiben des Spezifitätseffekts in der Identifikationsaufgabe auch für ein weiteres Attribut gilt, nämlich das Füllmuster von Strichzeichnungen. Gleichzeitig lagen auch hier die expliziten Behaltensdaten über dem Zufallswert.

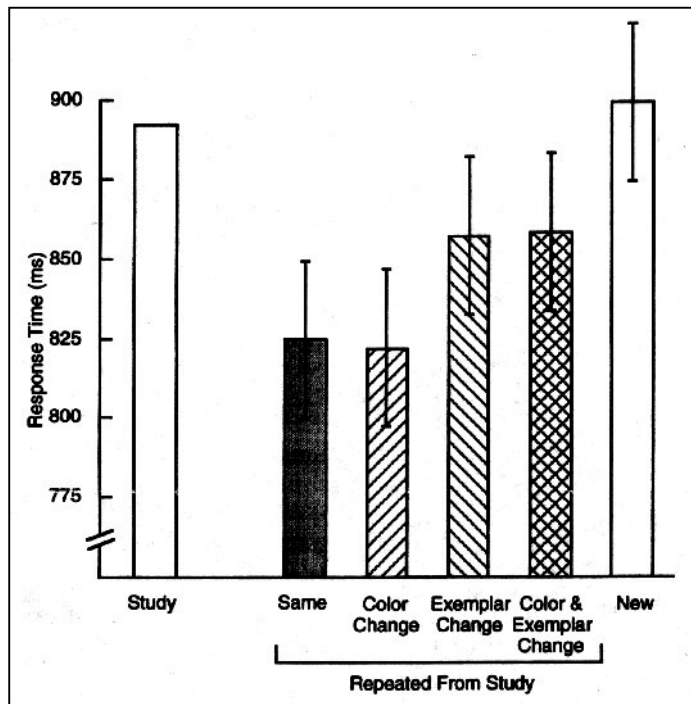


Abbildung 3.7: Mittlere Reaktionszeiten (in ms) für das Benennen alter und neuer (*New*) Bilder in Cave, Bost und Cobb, 1996 (Experiment 2). Aus der Lernphase wiederholte Bilder lagen entweder unverändert (*Same*), in der anderen Farbe (*Color Change*), als anderes Exemplar (*Exemplar Change*) oder in beiden Merkmalen verändert vor (*Color & Exemplar Change*). Zusätzlich sind (außer bei den Zeiten der Studierphase-*Study*) die 95%-Konfidenzintervalle angegeben (aus: Cave, Bost & Cobb, 1996, S. 646).

Cave und ihre Mitarbeiter werteten die Ergebnisse ihrer Studie als einen Beleg dafür, dass die in der visuellen Wahrnehmung „irrelevanten“ Farbmerkmale in der Studierphase sehr wohl enkodiert wurden. Erst wenn die Aufgabe es erforderte (expliziter Test), wurde auf diese zusätzlichen Repräsentationen zurückgegriffen. Demgegenüber wurde das perzeptuelle Priming im Identifikationsparadigma am stärksten von derjenigen Merkmalsdimension beeinflusst, der auf der Ebene der Reizidentifikation in der jeweiligen sensorischen Modalität die größte Bedeutung zukam. Für das Sehen handelte es sich dabei um die Objektform, während andere Merkmale hier nur untergeordnete Bedeutung hatten.

Ähnlich wie Cave und Mitarbeiter vermutet auch Treisman (1992), dass perzeptuelles Priming auf Repräsentationen beruht, die in erster Linie Forminformationen beinhalten. In ihrer Studie sollten kurzzeitig und maskiert dargebotene sinnlose Strichzeichnungen in einer von zwei Farben ohne Erinnerungsaufforderung reproduziert werden. Die Farbvariation hatte keinen Einfluss auf die im Vergleich zu neuen Zeichnungen verbesserte Fähigkeit, alte Stimuli zeichnerisch zu reproduzieren.

In der Studierphase der Studie von Zimmer (1993) war entweder nur das Objekt, dessen Farbe oder beide Merkmale zu benennen. In der anschließenden Objektentscheidung (impliziter Test) waren Bilder realer Objekte von Phantasieobjekten zu unterscheiden. Der beobachtete Wiederholungseffekt wurde nicht durch einen Wechsel der Objektfar-

be beeinträchtigt. Demgegenüber lag ein Einfluss der Farbe im expliziten Test vor. Für das Wiedererkennen der Objekte in gewechselter Farbe waren verlängerte Reaktionszeiten gegenüber den Objekten zu beobachten, die in der Studierfarbe dargeboten wurden. Zimmer (1993) argumentiert, dass die Enkodierung zu verschiedenen Repräsentationen führt, von denen die der impliziten Testleistung zugrunde liegende keine Farbinformationen enthält. Eine solche systemorientierte Interpretation ist jedoch nicht die einzig mögliche Erklärung. Da die Objektentscheidungsaufgabe zunächst eine Identifikation der Stimuli erfordert, könnten die Befunde von Zimmer im Sinne von Cave et al. (1996) ebenso auf die Dominanz der Forminformation zurückzuführen sein.

Eine ähnliche Argumentation bietet sich auch zur Interpretation der Befunde von Mori und Graf (1996) an. Die Häufigkeit, mit der wiederholte Wörter korrekt identifiziert wurden (impliziter Test), blieb davon unbeeinflusst, ob die Wörter vor der Hintergrundfarbe der Studierphase oder einer alternativen Hintergrundfarbe dargeboten wurden (rot oder grün, Experiment 1). Dieser Befund galt auch, wenn variiert wurde, ob diagnostische oder unpassende Farben vorlagen (Experiment 2): So wurde beispielsweise das Wort *Banane* bei der Wiederholung genauso häufig korrekt identifiziert, wenn es vor einem *gelben* Hintergrund gezeigt wurde, als wenn der Hintergrund *blau* war. Die Farbe hatte daher keinen Einfluss auf den Wiederholungseffekt: Wiederholte Wörter wurden generell häufiger korrekt identifiziert als neue. Demgegenüber war in Experiment 2 ein Effekt der Farbkongruenz in der Rekognition zu verzeichnen, der unabhängig davon vorlag, ob diagnostische oder nicht typische Hintergrundfarben dargeboten wurden und der belegt, dass die Farbe sehr wohl enkodiert worden war. Zwar weist die Studie Ähnlichkeit zu dem Vorgehen auf, das zur Untersuchung des *Stroop-Effekt* eingesetzt wird (z.B. MacLeod, 1991)¹⁵, doch präsentierten Mori und Graf keine Farbwörter sondern *Objektbezeichnungen*. Zudem lag die Farbe *räumlich getrennt* vor. In Erweiterung der Interpretation von Cave et al. (1996) scheint es daher nicht abwegig, den Grund für das Ausbleiben eines Farbeffekts in der Studie von Mori und Graf (1996) auf die dominierenden Elemente in der visuellen Wortidentifikation zurückzuführen. Analog zu Bildmaterial wurde als das zentrale Element verbaler Primingeffekte die

¹⁵ Der *Stroop-Effekt* belegt den Einfluss der Farbe auf die verbal-visuelle Wahrnehmung. Wenn das Reizmaterial aus Farbwörtern besteht, die in farbiger Schrift dargeboten werden, zeigt sich ein starker Einfluss der Kongruenz von Farbbezeichnung und Kolorierung auf die Geschwindigkeit, mit der die Wörter benannt werden.

Wortform vorgeschlagen, wobei die Farbe keine Rolle spielen soll (z.B. Tulving und Schacter, 1990).

Seamon et al. (1997) prüften den Einfluss der Farbe auf den *mere exposure effect*, der sich vereinfacht formuliert darin zeigt, dass von zwei gleichzeitig dargebotenen Stimuli der bereits zuvor gezeigte Reiz häufiger als der nicht gezeigte präferiert wird, obwohl sich die Wiedererkennensleistung für den zuvor gezeigten Stimulus nur im Zufallsbereich bewegen kann (z.B. Kunst-Wilson & Zajonc, 1980). Schacter (1987) zählt den Effekt daher zu den impliziten Gedächtnisleistungen. Im Anschluss an eine Objektentscheidung in der Studierphase (Objekt in der Realität möglich oder unmöglich?) konnten Seamon und Mitarbeiter weder einen Einfluss der Farbkongruenz (rot oder gelb) auf die Präferenz, noch auf die Anzahl korrekter Wiedererkennungen feststellen. Seamon et al. (1997) beziehen sich bei der Interpretation ihrer Befunde ausdrücklich auf Cave et al. (1996) und führen die Insensitivität der affektiven Präferenz darauf zurück, dass ein Farbwechsel nicht zu Veränderungen der Objektform führt, deren Repräsentationen dem Präferenzeffekt zugrunde liegen sollen. Allerdings ist die Studie von Seamon und Mitarbeitern schon aus dem Grunde methodisch höchst problematisch, da die Farbkongruenz zwischen den Versuchspersonen variiert wurde.

Wippich und Mecklenbräuker (1998) konnten zeigen, dass spezifische Farbnachwirkungen auch in der Bildfragmentidentifikation und der Wortstammerngänzung ausbleiben: Die beiden perzeptuellen Tests zeigten zwar den erwarteten Rückgang der Leistungen nach einem Wechsel der symbolischen Darbietungsform von der Lern- zur Prüfphase an, allerdings war kein Unterschied im Priming zu verzeichnen, wenn die Testreize in den Farben der Studierphase oder schwarzweiß dargeboten wurden¹⁶. Wippich und Mecklenbräuker sehen darin einen Beleg, dass beide Verfahren diejenigen perzeptuellen Merkmale anzeigen, die für die Objektidentität wichtig sind (Darstellungsform). Dazu gehört offenbar nicht das physikalische Attribut der Farbe. Demgegenüber waren deutliche Nachwirkungen der Farben aus der Studierphase in einer konzeptuellen impliziten *Farbwahlaufgabe* zu beobachten, die nachfolgend eingehend beschrieben wird.

¹⁶ Interessanterweise konnten Wippich und Mecklenbräuker (1998) beobachten, dass farbige Fragmente generell weitaus häufiger korrekt identifiziert wurden als schwarzweiße Fragmente; ein Befund, der einen weiteren Beleg für die unterstützende Funktion der Farbe in der Bilderkennung darstellt (Gegenfurtner & Rieger, 2000; Wurm et al., 1993).

3.3.3.4 Farbeffekte in impliziten Tests: Die konzeptuelle Farbwahlaufgabe

Bei allen bisher dargestellten Verfahren zum Nachweis von impliziten Farbeffekten handelte es sich um perzeptuelle Tests¹⁷. Der Einsatz dieser Verfahren liegt insofern nahe, da es sich bei der Farbe um ein perzeptuelles Merkmal handelt. Werner Wippich und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (Mecklenbräuker, Hupbach & Wippich, 2001; Wippich & Mecklenbräuker, 1998; Wippich, Mecklenbräuker & Baumann, 1994) sehen den Grund für die Fehlschläge der dargestellten Ansätze darin, „weil sie nicht den passenden Schlüssel verwendet haben“ (Wippich et al., 1994, S. 321). Vielmehr schlagen die Autoren eine Betrachtung des Merkmals Farbe als ein perzeptuelles oder physikalisches Attribut innerhalb von *semantischen oder konzeptuellen Repräsentationen* vor (vgl. Flores D’Arcais & Schreuder, 1987). In Übereinstimmung mit der Position des aufgabenangemessenen Transfers sollte daher vor allem ein *konzeptuelles implizites Verfahren* die konzeptuellen Speicherungen ansprechen. Das für den Nachweis impliziter Farbeffekte konzipierte Verfahren bezeichnen Wippich et al. (1994) als *Farbwahlaufgabe*.

Da die Farbwahlaufgabe auch in den Experimenten der eigenen Studie eine entscheidende Rolle spielt, wird die Herleitung des Verfahrens in einer gesonderten Darstellung ausführlich erläutert (vgl. Kapitel 4). Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, erfolgt hier nur eine kurze „Vorschau“ darauf, dass es durchaus richtig und sinnvoll ist, die Farbe als Teil konzeptueller Objektrepräsentationen zu betrachten (Wippich et al. (1994). Ein erster Hinweis ergibt sich aus der physiologisch und anatomisch nicht vollständig getrennten Verarbeitung von Farb- und Formmerkmalen in der visuellen Wahrnehmung. Diese führt dazu, dass die beiden Merkmale erst sehr spät im Wahrnehmungsprozess integriert werden können, nachdem grundlegende perzeptuelle Analysen bereits abgeschlossen sind (vgl. 3.1). So zeigt sich der Einfluss der Farbe auf der Ebene der Objekterkennung, indem sie insbesondere das Benennen erleichtert (vgl. 3.3.2). Für das Benennen von Objekten ist eine Aktivierung der gespeicherten Objekt-konzepte notwendig (vgl. z.B. Nelson, 1979), so dass der beobachtete Farbeinfluss auf die Benennungszeiten als konzeptuell vermittelt angesehen werden kann (Wippich et al., 1994). Schließlich kann davon ausgegangen werden, dass die Farbe auch im visuellen Langzeitgedächtnis kodiert wird (Hanna & Remington, 1996). Sie kann zudem auch

¹⁷ Obwohl Seamon et al. (1997) den von ihnen eingesetzten Test nicht näher spezifizieren, erfüllt die Präferenzangabe eine Grundvoraussetzung perzeptueller Tests, nämlich die genaue Wiederholung perzeptueller Informationen (vgl. 2.2).

dann in expliziten Tests erinnert werden, wenn implizite Farbeffekte ausbleiben (vgl. 3.3.3.3). Nach Schmidt (1999) ist somit zumindest von einer engen Beziehung zwischen den verschiedenen konzeptuellen Repräsentationen der Farben und der Objekte auszugehen.

Das von Wippich et al. (1994) für den Nachweis spezifischer Farbeffekte vorgeschlagene Vorgehen in der konzeptuellen Farbwahlaufgabe beinhaltet die für implizite Tests übliche Darbietung zuvor bearbeiteter sowie neuer Prüfreize. Im Unterschied zu den perceptuellen Tests liegt jedoch kein Austausch der zugeordneten Farben im Vergleich zur vorangegangenen Studierphase bei einem Teil der wiederholten Items vor. Statt dessen werden sämtliche Prüfreize lediglich schwarzweiß präsentiert. Die Teilnehmer werden instruiert, aus den zur Verfügung stehenden Alternativen so schnell und spontan wie möglich die subjektiv am besten passende Farbe auszuwählen. Die Bearbeitung des Tests kann daher nicht allein auf der Basis der vorliegenden Reize erfolgen, sondern erfordert die für konzeptuelle Tests charakteristische, selbst initiierte kognitive Aktivität. Werden bei zuvor bereits bearbeiteten Stimuli häufiger als bei neuen Testreizen die zugeordneten Zielfarben gewählt, ist ein impliziter Behaltenseffekt demonstriert worden.

Inzwischen konnte mehrfach bestätigt werden, dass die Farbwahlaufgabe als Prüfinstrument zum Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen überaus geeignet ist. Die Farbwahlaufgabe bietet sich besonders für den Nachweis von Farbeffekten bei solchen Stimuli an, die *farbunspezifische Items* darstellen, weil für sie keine diagnostischen Farben vorliegen. Zwar konnte auch ein Wiederholungseffekt bei farbspezifischem Material festgestellt werden (Wippich et al., 1994), doch sind signifikante Unterschiede zwischen den Farbwahlen für alte gegenüber neuen Testreizen kaum zu erwarten, da der Nachweis durch Deckeneffekte erschwert wird: So wird z.B. für das Bild einer schwarzweißen *Banane* unabhängig von seinem Status im Test (alt oder neu) fast immer die Farbe Gelb gewählt, da es sich um ein überlerntes Merkmal handelt.

Der Vergleich der impliziten Farbwahlaufgabe mit ihrer expliziten Variante (Erinnern der Studierfarbe zu schwarzweißen Testreizen) erbrachte eine Reihe von funktionalen Dissoziationen, die andeuten, dass der Zugriff auf die konzeptuellen Repräsentationen der Farbe im impliziten Test nicht mit dem bewussten Erinnern der Farbmerkmale in expliziten Tests gleichzusetzen ist. So führt die zusätzliche Beachtung der Farbe nur im

expliziten Test zu einem Leistungsanstieg, während sie sich auf die implizite Testleistung nicht signifikant auswirkt (Wippich et al., 1994). Der explizite Abruf der Farbinformation stellt zudem einen vergleichsweise aufwendigen Prozess dar; entsprechend verlängern sich die Reaktionszeiten gegenüber dem spontanen Assoziieren der Farbe (Wippich et al., 1994; Experiment 2). Darüber hinaus liegt hinreichende Evidenz dafür vor, dass es sich bei der Farbwahlaufgabe tatsächlich um einen konzeptuellen Test handelt. So beeinflusst eine moderate Belastung der Aufmerksamkeit während der Enkodierung (Lösen einfacher arithmetischer Aufgaben) wie erwartet die explizite Behaltensleistung, nicht jedoch den spezifischen impliziten Farbeffekt (Wippich & Mecklenbräuer, 1998)¹⁸. Zudem ist die Form der symbolischen Darstellung der Testreize (Bilder oder Wörter) für den Wiederholungseffekt weitestgehend irrelevant. Allerdings konnte wiederholt ein numerischer Vorteil für diejenigen Testreize beobachtet werden, die in der selben Darstellungsform wie in der Studierphase dargeboten wurden (vgl. Wippich et al., 1994 sowie Wippich & Mecklenbräuer, 1998, Experiment 2). Dieser *Kongruenzefekt der symbolischen Darstellungsform* deutet an, dass die Farbwahlaufgabe zwar primär konzeptuelle Prozesse anregt, es sich aber nicht um ein *faktorreiches Verfahren* handelt (Jacoby, 1991). Implizite Farbeffekte scheinen darüber hinaus auch altersinvariant zu sein, da Unterschiede zwischen Vorschülern, Grundschulern und jungen Erwachsenen ausbleiben, während sich die zu erwartenden Altersverbesserungen in der expliziten Variante zeigen (Mecklenbräuer et al., 2001).

Zusammenfassend gehen Wippich und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter davon aus, dass Farb- und Formmerkmale erst sehr spät im visuellen Wahrnehmungsprozess integriert werden, und zwar auf der Ebene der konzeptuellen Repräsentationen. Obwohl beide Varianten der Farbwahlaufgabe – mit oder ohne Erinnerungsaufforderung – primär konzeptuelle Prozesse erfordern, wird vermutlich in beiden Prüfbedingungen von enkodierten Informationen unterschiedlich Gebrauch gemacht wird. Beim Erinnern in der expliziten Variante wird wahrscheinlich nicht der erste passende Einfall gewählt, sondern auf Informationen zurückgegriffen, die mit dem Enkodierungsprozess zusammenhängen. Daher werden mögliche Einfälle nach zusätzlichen Ereignisinformationen überprüft, so dass beispielsweise von einer zusätzlichen Farbbeachtung in der Studierphase profitiert wird (Wippich et al., 1994). Insgesamt weist das in der Farb-

¹⁸ Mulligan (1997) konnte zeigen, dass moderate Belastungen der Aufmerksamkeit nicht zu einer Beeinträchtigung des konzeptuellen Primings führen. Diese liegen erst bei massiver Aufmerksamkeitsbelastung vor.

wahlaufgabe beobachtete Priming deutliche Parallelen zu dem Erwerb von neuen Assoziationen auf; einem Paradigma, das in der vorliegenden Arbeit bereits mehrfach kurz erwähnt wurde (vgl. 2.3.1) und im Anschluss eingehend erläutert wird.

In Widerspruch zur referierten Literatur, die zumindest keine reine automatische Verarbeitung der Farbe nahe legt (vgl. 3.3.3.2), scheinen die Befunde von Wippich und Mitarbeitern in Bezug auf die von Hasher und Zacks (1979) vorgeschlagenen Kriterien der Unabhängigkeit von den *Übungsprozessen* und der *Lernintention* eine automatische Farbverarbeitung anzudeuten. So führte die zufällige Zuweisung einer Farbe zu einem Objekt bereits nach einmaliger Präsentation zu spezifischen Farbeffekten (und damit nach Ansicht der Autoren zum Aufbau von konzeptuellen Repräsentationen). Zudem blieb die zusätzliche Beachtung der Farbe in der Studierphase gegenüber derjenigen Bedingung ohne Auswirkung auf das Farbpriming, in der die Farbe nicht weiter zu beachten war (Wippich et al., 1994). Problematischer als diese empirische Unstimmigkeit ist jedoch, dass Schmidt (1999) das Vorliegen konzeptueller Repräsentationen überhaupt nur für diagnostische Farben postuliert. Die Autorin konnte für nicht diagnostische Farben keinerlei Einfluss auf die Objektbenennung beobachten, selbst wenn es sich um Farben handelte, die in der Realität häufig mit dem zu benennenden Objekt auftreten. Schmidt (1999) schließt daher:

Für die Objekte ohne eine charakteristische Farbe gibt es keine festen Verbindungen zwischen den Repräsentationen der Objekte und der Farben auf der konzeptuellen Verarbeitungsebene. (S. 186)

Unabhängig davon, ob nicht diagnostische Farben Teil konzeptueller Repräsentationen sind oder nicht, ist die Farbwahlaufgabe für diagnostische Farben, die in der Literatur am häufigsten zu einem Farbeinfluss auf verschiedene kognitive Leistungen führten (Objekterkennung, Rekognition), eher ungeeignet (Wippich et al., 1994).

3.3.3.5 Farbeffekte in impliziten Tests: Nonverbale Assoziationen

Auch die Forschergruppe um Gail Musen (Musen & O'Neill, 1997; Musen & Squire, 1992; Musen, Szerlip & Szerlip, 1999) verwendet in ihren Studien einen speziellen impliziten Test. Dabei handelt es sich um die *Farbbenennung*, ein Verfahren, das zur Prüfung eines Einflusses der Farbe in der Objekterkennung eher selten eingesetzt wurde und zudem inkonsistente Ergebnisse erbrachte (vgl. 3.3.2). Musen und ihre Mitarbeiter

thematisieren aber die Frage des für den Nachweis impliziter Farbeffekte geeigneten Tests gar nicht, und auch das Merkmal Farbe spielt als solches eher eine untergeordnete Rolle. Vielmehr gilt ihr Interesse einer Analyse der Bedingungen, von denen das Lernen und spätere Erinnern der verschiedenen, speziell *nonverbalen* Elemente eines Ereignisses abhängt. Im Kontext der Forschung zum impliziten Gedächtnis firmiert dieser Aspekt unter dem Begriff des *Erwerbs von neuen Assoziationen* und wurde in der verbalen Domäne bereits extensiv studiert (z.B. Graf & Schacter, 1985; vgl. 2.3.1).

Da präexperimentell nicht assoziierte Elemente eines Wortpaares (z.B. Knopf–Schiff) keine gemeinsame Repräsentation aufweisen, erfordert der Erwerb von neuen Assoziationen zusätzliche Prozesse. Der Aufbau neuer Repräsentationen wird durch den Prozess der *Unitization* ermöglicht (Graf & Schacter, 1989). Dieser Vorgang bezeichnet das gemeinsame Speichern beider Elemente in einer Einheit. Ist diese etabliert, führt bereits die Vorgabe eines Teils zu einer automatischen Aktivierung der gesamten Repräsentation. Für verbales Material wird dieser Prozess durch die Herstellung einer gemeinsamen Beziehung in der Studierphase erreicht, etwa durch die Bildung eines die beiden Wörter enthaltenden Satzes. Musen und O’Neill (1997) sowie Musen et al. (1999) übertragen den Prozess der *Unitization* auf den Bereich der nonverbalen Assoziationen und untersuchen die Verknüpfungen von Farbe und verbalem Material sowie von Farbe und Nichtwörtern oder sinnlosen Strichzeichnungen. Die Autoren weisen auf die große Ähnlichkeit des Unitizationprozess zu dem Konzept der *Merkmalsbindung* von Treisman hin (vgl. 3.3.1.1), da beide Konzepte eine aktive Verarbeitung der zu verbindenden Elemente für den Aufbau einer gemeinsamen Repräsentation voraussetzen.

Um eine gemeinsame Verarbeitung der Stimuluselemente bei einmaliger Präsentation in der Studierphase anzuregen, bieten die Autoren beispielsweise Wörter in einfarbig kolorierter Schrift (z.B. das Wort *Boot* in grüner Schrift) zusammen mit der Aufforderung dar, sich das bezeichnete Objekt in der angegebenen Farbe vorzustellen. In der Testphase wird die für die Benennung der Farben benötigte Zeit in drei Bedingungen verglichen. Verkürzt die exakte Wiederholung spezifischer, in der Studierphase miteinander kombinierter Objekte und Farben die Reaktionszeit gegenüber der Darbietung neuer Kombinationen im Test, gilt der Nachweis für *assoziatives Priming* als erbracht ($RT_{\text{alt-identisch}} < RT_{\text{alt-rekombiniert}}$). Der Vorteil bekannter, aber neu kombinierter Objekte und Farben gegenüber solchen farbigen Objekten, die in der Testphase erstmalig dargeboten wurden, wird als einfaches oder Itempriming bezeichnet ($RT_{\text{alt-rekombiniert}} < RT_{\text{neu}}$).

Wörter, die Objekte mit diagnostischen Farben bezeichnen, führen in diesem Paradigma nach nur einmaliger Präsentation dann zu einer Verkürzung der Reaktionszeit beim Benennen der Farbe, wenn die Kombination mit inkongruenten Farben aus der Studierphase (z.B. *Banane* in roter Schrift) anschließend exakt wiederholt wird und nicht in einer anderen Farbe erfolgt. Allerdings ist der Nachweis assoziativen Primings auf die Bedingung beschränkt, in der das zur Bezeichnung gehörende Objekt zuvor in der angegebenen Farbe *vorzustellen* war. Eine Bearbeitung der Wortmerkmale (Beachtung bestimmter Vokale) reicht allein nicht aus (Musen & Squire, 1992), was in Übereinstimmung mit der Literatur gegen eine automatische Verarbeitung der Farbe spricht. Zudem scheint der Erwerb von nonverbalen Assoziationen ähnliche Prozesse wie in der verbalen Domäne zu erfordern, nämlich eine gemeinsame Verarbeitung der Elemente. Für die vorliegende Arbeit von größerer Bedeutung ist jedoch, dass der Aufbau einer assoziativen Verknüpfung nach Vorstellungsinstruktion auch für Bezeichnungen gelingt, deren zugehörige Objekte gewöhnlich keine typischen Farben aufweisen, und zwar unabhängig davon, ob die Wörter farbig dargeboten werden (Musen & O'Neill, 1997) oder eine räumliche Trennung besteht, indem die Wörter in schwarzer Schrift vor farbigem Hintergrund präsentiert werden (Musen et al., 1999). Unter diesen Umständen bleiben neue Assoziationen zwischen Farben und sinnlosen Strichzeichnungen aus (Musen et al., 1999), können aber dann problemlos gebildet werden, wenn die sinnlosen Zeichnungen farbig (integriert) vorliegen. Da die Leistung für das Wiedererkennen studierter Kombinationen von Farbe und sinnlosen Strichzeichnungen lediglich Zufallsniveau erreicht, scheint eine explizite Kontamination der Befunde wenig wahrscheinlich (Musen & O'Neill, 1997).

Zur Interpretation ihrer Befunde schlagen Musen und ihre Mitarbeiter vor, dass der Erwerb von neuen nonverbalen Assoziationen von den beiden Faktoren Vertrautheit (*familiarity*) sowie Integration (*unitization*) abhängt. Solange einer der beiden Faktoren während der Enkodierung vorliegt bzw. angeregt wird, sollten sich entsprechende Verknüpfungen nachweisen lassen. Handelt es sich beispielsweise um zwei vertraute Stimuli, wie beispielsweise Wörter und Farben, die beide über bestehende Gedächtnisrepräsentationen verfügen, kann eine Verknüpfung bei der Enkodierung nach Meinung der Autoren auch dann stattfinden, wenn die Elemente (räumlich) nicht integriert dargeboten werden. Das Aufheben der Trennung der Elemente erfordert eine Integration, beispielsweise über Vorstellungsprozesse. Handelt es sich jedoch um neuartige, nicht vertraute Elemente, müssen neue Repräsentationen erst etabliert werden. Wenn die zu

assoziierenden Elemente zudem getrennt, d.h. nicht in Form eines einzelnen bereits integrierten Items vorliegen, gelingt der Nachweis assoziativen Primings nicht, da die erforderlichen Prozesse die Kapazität der Verarbeitung überschreiten. Solange aber nur einer der beiden Prozesse erforderlich ist, gehen Musen und ihre Mitarbeiter von dem Erwerb neuer Assoziationen aus.

Insgesamt bietet die Gruppe um Gail Musen eine interessante Konzeption der *Enkodierungsbedingungen* an, die zu einem Verständnis des Erwerbs der vielfältigen Umweltelemente führen. Allerdings „vergessen“ die Autoren, den Aspekt des Abrufs in impliziten Tests zu spezifizieren. Vielmehr führen die Autoren die Befunde von Cave et al. (1996) sowie Treisman (1992) auf das Nichtbeachten der zu assoziierenden Elemente in der Studierphase zurück, obwohl diese Autoren detaillierte Analysen der Abrufprozesse vorlegten, die ein Ausbleiben spezifischer Farbeffekte in ihren Studien plausibel erklären (vgl. 3.3.3.4). Es ist nicht klar, warum Musen und ihre Mitarbeiter das eigentlich Erstaunliche an ihren Befunden überhaupt nicht thematisieren, nämlich dass ihre Berichte die ersten Belege für spezifische Farbeffekte in einem Test darstellen, der sämtliche für seine Bearbeitung benötigten Merkmale enthält und daher möglicherweise als *perzeptueller Test* zu klassifizieren ist. Zwar ist in den Arbeiten dieser Forschergruppe eine systemorientierte Grundtendenz zu erkennen, doch sollte eine Integration ihrer Befunde mit dem eher prozessorientierten Ansatz von Werner Wippich und seinen Mitarbeitern angestrebt werden. Deren Überlegungen stellen in gewisser Weise eine perfekte Ergänzung dar, da sie auf der Einordnung des Merkmals Farbe in den Kontext impliziter Behaltensprüfungen basieren und daher die *Abrufseite* fokussieren. Aufgrund dieser Situation scheint eine Integration der bedeutenden Erkenntnisse, die sich ohne jeden Zweifel aus den Arbeiten beider Gruppen extrahieren lassen, dringend angezeigt. Die nachfolgend geschilderten eigenen empirischen Untersuchungen sollen diesbezüglich einen ersten Schritt in diese Richtung darstellen.

3.4 Zusammenfassung

In dem vorangegangenen Kapitel wurde das Merkmal Farbe vorgestellt. Dabei wurde gezeigt, dass es sich um ein Merkmal handelt, das in einer komplexen Wechselwirkung mit anderen Merkmalsdimensionen steht. Diese gegenseitige Abhängigkeit spiegelt sich beispielsweise in unserem Alltagsverständnis wider, da wir die Farbe fälschlicherweise als eine Eigenschaft der Objekte unserer Umwelt verstehen. Es war ein Anliegen dieses Kapitels zu verdeutlichen, dass eine strikte Trennung des Merkmals Farbe von den anderen Attributen eines Stimulus weder in der grundlegenden visuellen Wahrnehmung noch in den höheren kognitiven Verarbeitungsschritten zulässig ist. Dazu wurde die Rolle der Farbe im visuellen System beleuchtet, der Zusammenhang von Farbe und sprachlichen Farbkategorien beschrieben, mögliche Prinzipien der Integration der verschiedenen Merkmale in der Wahrnehmung genannt, ein Modell der Repräsentation der Farbe vorgestellt, die Bedeutung der Farbe in der Objekterkennung dargelegt und ihre Rolle für das Erinnern in impliziten und expliziten Tests analysiert.

Zu Beginn des Kapitels wurden die physiologischen und anatomischen Grundlagen der Farbwahrnehmung geschildert. Das visuelle System weist zwar eine Spezialisierung in der Verarbeitung verschiedener Merkmale auf, es liegt jedoch keineswegs eine strikte Trennung der Areale vor; vielmehr findet ein Austausch zwischen den Neuronen statt. Dieses „Vermischungsprinzip“ setzt sich auch auf der kognitiven Verarbeitungsebene fort; hier zeigen Beeinträchtigungen der Farbverarbeitung, dass sensorische, perzeptuelle, konzeptuelle oder linguistische Aspekte der Farbe zu unterscheiden sind.

Die Analyse des Einflusses der Farbe auf die (sprachliche) Farbkategorisierung erbrachte den Befund, dass dieser Einfluss ebenso in anderer Richtung vorliegt. Nachdem lange Zeit davon ausgegangen wurde, dass die jeweilige Lebensumwelt die Art determiniert, wie Farben kategorisiert werden (als ein Spezialfall der linguistischen Relativität), konnte die Dominanz der biologischen Merkmale des visuellen Systems belegt werden. Demnach bestimmen universelle, evolutionäre Grundlagen die Farbbennennung und die Struktur der Farbkategorien sowohl im kulturellen Vergleich als auch in der Individualentwicklung. Möglicherweise liegt aber nur eine universelle Gruppierung ähnlicher Farbreize vor, während die Trennung zwischen den verschiedenen Farbkategorien den Einsatz der Sprache erfordert. Zudem ist der Einfluss der Le-

bensumwelt auf die Verfügbarkeit von Farbkategorien belegt, etwa durch das vorherrschende industrielle Niveau.

Obwohl es sich bei der Farbe in dem Modell von Treisman um eines der Grundelemente der Wahrnehmung handelt, reicht die Beachtung nur dieses Merkmals in den meisten Situationen allein nicht aus, um zu dem Eindruck eines sinnvollen Ganzen zu gelangen. Vielmehr erfordert die Vielzahl der Reize in unserer täglichen Umwelt eine Integration der verschiedenen Elemente. Als entscheidender Faktor zur Vermeidung von fehlerhaften Wahrnehmungen wurde die Aufmerksamkeit genannt. Wenn Objekte in der Umwelt typischerweise mit bestimmten Farben auftreten, liegen solche Verknüpfungen in dem Modell von Jules Davidoff als Teil des semantischen Wissens vor. Allerdings erfolgt das Erkennen und Benennen der Farbe nach dieser Konzeption nicht auf dieser Ebene, sondern präkonzeptuell und über ein isoliertes Farbmodul.

Während das Modell von Davidoff zur Erklärung verschiedener Störungsbilder der Farbverarbeitung geeignet ist, wird die Hypothese eines separaten Farbenraumes durch eine Vielzahl von Studien belastet, in denen ein Einfluss der Objektfarbe auf die Objekterkennung nachgewiesen wurde. Als entscheidende Faktoren für eine positive Wirkung der Farbe wurde neben dem Grad der Assoziation, der zwischen Farbe und Objekt in der Realität vorliegt, die Aufgabenschwierigkeit identifiziert: Je mehr es gelingt, die Dominanz der Objektform zurückzudrängen, umso mehr gewinnen andere Objektmerkmale – wie die Farbe – für die Identifikation des Objekts an Bedeutung.

Farbe kann aber nicht nur die Objekterkennung beeinflussen, sondern auch das Erinnern in den traditionellen Gedächtnisprüfungen. Wie stark dieser Farbeinfluss ist, hängt jedoch speziell davon ab, welche Bedeutung die Farbe bei der ersten Begegnung mit einem Reiz hatte. Farbe wird vermutlich nicht automatisch enkodiert, sondern profitiert von den Verarbeitungsprozessen, die durch die Studieraufgabe angeregt werden.

Die Dominanz der Objektform wurde auch als die entscheidende Variable im Zusammenhang mit dem Ausbleiben von spezifischen Farbeffekten in den gängigen impliziten Tests beschrieben, in denen eine Identifikation der Testreize gefordert ist. Deshalb ist der Schluss gängiger Gedächtniskonzeptionen möglicherweise vorschnell, das Ausbleiben von Farbeinflüssen wäre darauf zurückzuführen, dass es sich bei der Farbe nur um ein zufälliges Merkmal handelt, das demzufolge auch nicht in dem System reprä-

sentiert wird, das der verbesserten Verarbeitung der Reize bei der Wiederholung zugrunde liegt. Die Arbeiten von zwei Forschergruppen wurden vorgestellt, die, abweichend von den gängigen Befunden, spezifische Farbeffekte in impliziten Tests nachweisen konnten. Für die Argumente beider Gruppen finden sich in den Darstellungen dieses Kapitels Evidenzen. Die erste Gruppe verfolgt in erster Linie die Konzeption der Farbe als Teil von konzeptuellen oder semantischen Repräsentationen, deren Nachweis, der prozesstheoretischen Logik folgend, am besten mit konzeptuellen impliziten Verfahren gelingen sollte. Die zweite Gruppe betont demgegenüber die Bedeutung der Integrationsprozesse in der Studierphase, die zu nonverbalen Verknüpfungen von Farben und Objekten führen und sich in Form eines Behaltensvorteils gegenüber anderen Kombinationen manifestieren. Die nachfolgend dargestellten eigenen empirischen Untersuchungen sollen einen ersten Schritt darstellen, die Ansätze beider Forschergruppen zu integrieren.

4 Eigene Untersuchungen impliziter Farberinnerungen

Wie im vorangegangenen Kapitel erläutert wurde, ist im Vergleich zu ihrer Verarbeitung in der visuellen Wahrnehmung nur sehr wenig über die Rolle der Farbe im Langzeitgedächtnis bekannt. Dieses gilt insbesondere für implizite Formen der Gedächtnisprüfung, in denen keine explizite Erinnerungsaufforderung erfolgt. Der auf der Basis der mehrheitlich negativen Befunde in diesen Tests gezogene Schluss erscheint äußerst fragwürdig: Handelt es sich bei der Farbe tatsächlich nur um ein – überspitzt formuliert – zufälliges und irrelevantes Merkmal, das in dem für perzeptuelle Primingeffekte zuständigen Gedächtnissystem gar nicht erst enkodiert wird? Die eigenen empirischen Untersuchungen wurden daher mit dem Ziel konzipiert, das Erinnern der Farbe in impliziten Tests eingehend zu analysieren, und die diesbezüglich in der Literatur vorherrschende Einschätzung zu korrigieren. Dazu wurden insgesamt fünf Experimente durchgeführt, die sich thematisch in zwei Blöcke einteilen lassen. Die wichtigsten Inhalte und Schwerpunkte werden nachfolgend stichpunktartig dargestellt. Die daran anschließende Analyse zeigt, warum es sinnvoll und richtig ist, den Nachweis des physikalischen Merkmals Farbe mithilfe eines konzeptuellen impliziten Tests anzustreben. Ein entsprechendes Verfahren, die Farbwahlaufgabe, stellt das in allen hier vorliegenden Untersuchungen eingesetzte Messinstrument dar.

Überblick über die eigenen Untersuchungen

In den Experimenten 1 bis 3, die zusammen den ersten Block bilden, stand die Analyse der *Enkodierbedingungen* im Zentrum des Interesses. Zur Frage der Grundlagen von Farberinnerungen in impliziten Tests liegen unter der Bezeichnung des *Erwerbs von nonverbalen Assoziationen* erste Befunde der Gruppe um Gail Musen vor (vgl. 3.3.3.5). Die eigenen Experimente knüpfen aber nicht nur an dort beschriebene Fragestellungen an, sondern stellen deutliche Erweiterungen sowie gänzlich neue Forschungsinhalte dar. Für die Experimente des ersten Untersuchungsblocks ergeben sich vier zentrale Fragen. Eine detaillierte Herleitung der spezifischen Fragestellung findet sich in der Einführung der jeweiligen Experimente.

- (a) Können spezifische Farbeffekte auch dann nachgewiesen werden, wenn die Farbe so *vorzustellen* ist, als läge sie sichtbar vor oder sind Farbnachwirkungen an eine visuelle Darbietung der Farbe gebunden? (Experimente 1 – 3)
- (b) Verhindert eine räumliche Trennung der dargebotenen Farb- und Objektmerkmale in der Studierphase den Aufbau geeigneter Repräsentationen? (Experimente 1 und 2)
- (c) Wird eine ausdrückliche Beachtung der Farbe für den Nachweis im impliziten Test überhaupt benötigt oder ist die beiläufige Enkodierung ausreichend? (Experimente 2 und 3)
- (d) Worin unterscheidet sich das spontane Assoziieren einer Farbe (impliziter Test) von dem Erinnern der Farbe der Studierphase (expliziter Test)? (Experiment 3)

Als implizites Prüfverfahren wurde in allen Experimenten der vorliegenden Arbeit die *Farbwahlaufgabe* eingesetzt, die von Wippich et al. (1994) zum Nachweis spezifischer Farbeffekte vorgeschlagen wurde. Wenn in diesem Verfahren tatsächlich primär konzeptuelle Prozesse angeregt werden, wie die Autoren postulieren, sollte die in sämtlichen Experimenten zusätzlich durchgeführte Wechsel eines Oberflächenmerkmals (z.B. der symbolischen Darstellungsform) von der Studier- zur Prüfphase die implizite Behaltensleistung in Übereinstimmung mit der Position des prozessangemessenen Transfers nicht systematisch beeinflussen (vgl. 2.3.3).

Ziel des zweiten Blocks mit den beiden Experimenten 4 und 5 war insbesondere die Analyse der *Abrufbedingungen*. Zwar liegt mit der Farbwahlaufgabe ein bewährtes konzeptuelles implizites Verfahren vor, doch scheint es nicht plausibel, dass der einzige Zugangsweg zum Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen tatsächlich nur über konzeptuelle Tests führen soll. Daher wurde in den eigenen Untersuchungen die Frage geprüft, ob nicht vielmehr auch ein Nachweis vermittels des „*perzeptuellen Pfads*“ der Farbe möglich ist. In diesem Zusammenhang sind die Befunde von Musen und ihren Mitarbeitern interessant, die mit der *Farbbenennung* ein Verfahren erfolgreich einsetzen, dessen Testreize sämtliche für die Bearbeitung benötigten Informationen enthalten und das primär perzeptuelle Prozesse anzuregen scheint. Eine eingehende Spezifikation der für den Nachweis impliziter Farbeffekte benötigten Testanforderungen findet bei Musen und ihren Mitarbeitern leider nicht statt. In Experiment 4 wurden daher zwei neu entwickelte, eigene Verfahren getestet, für die eine primär perzeptuelle Steuerung vermutet wird. Eines der beiden Verfahren wurde zusammen mit der Farbwahlaufgabe

erneut in Experiment 5 eingesetzt. Abgesehen von dieser Variation der Testbedingung war diese Untersuchung eng an die beiden ersten Experimente des ersten Blocks angelehnt, so dass ein sinnvoller Abschluss der gesamten Untersuchungsreihe vorliegt.

Ist es sinnvoll, die Farbe als Teil einer konzeptuellen Objektrepräsentation zu betrachten?

Wie bereits bei der Vorstellung der Farbwahlaufgabe von Wippich et al. (1994) dargelegt wurde (vgl. 3.3.3.4), deutet sich eine konzeptuelle Vermittlung des perzeptuellen Merkmals Farbe bereits durch die Charakteristika in der visuellen Wahrnehmung indirekt an. Aufgrund der physiologischen Gegebenheiten, speziell der starken Vernetzung und des intensiven Austauschs der Neuronen in den verschiedenen spezialisierten Hirnarealen ist zwar davon auszugehen, dass die Verarbeitung von Objekt- und Farbinformationen schon zu Beginn des Wahrnehmungsprozesses nicht vollständig unabhängig voneinander verläuft (Schmidt, 1999; vgl. 3.1), eine Integration kann aber wahrscheinlich erst im späteren Verlauf erfolgen, nachdem die grundlegende, perzeptuelle Analyse der verschiedenen Merkmale abgeschlossen ist. Der Grund dafür besteht unter anderem in dem asynchronen Verlauf der visuellen Wahrnehmung, der in einem Verarbeitungsvorteil der Farbinformation gegenüber der Objektform besteht (Catherwood, 1994; Zeki & Bartels, 1999).

Dass vor allem die konzeptuelle Repräsentation von farbspezifischen Objekten eng mit der Repräsentation der charakteristischen Farbe verbunden sind, zeigt sich in verschiedenen kognitiven Aufgaben, wie dem *Erkennen und Benennen von Objekten*: Bilder werden dann schneller benannt (z.B. Davidoff & Ostergaard, 1988; Schmidt, 1999) bzw. erkannt (Oliva & Schyns, 2000; Tanaka & Presnell, 1999), wenn sie nicht schwarzweiß, sondern in der passenden Darstellungsfarbe vorliegen (vgl. 3.3.2). Dieser Befund gilt auch für die Kategorisierung farbiger Reize (Price & Humphreys, 1989). Der Einfluss der Farbe in diesen Aufgaben ist nur schwer mit solchen Modellen in Übereinstimmung zu bringen, die der Farbe keine Bedeutung für die Objekterkennung zuweisen und von einer Trennung zwischen dem Farbenmodul und der konzeptuellen Repräsentationsebene ausgehen (Davidoff & DeBleser, 1993; vgl. 3.3.1.2). Der empirischen Befundlage wird hingegen ein von Schmidt (1999) vorgestelltes Modell zur konzeptuellen Verarbeitung von Objekt- und Farbinformationen in der Objektbenennung gerecht. In ihrem Modell wird eine Verarbeitung von farbigen Objekten zunächst auf einer *sensorischen Ebene* angenommen, die jedoch für Objekt- und Farbinformationen in getrennten Modulen erfolgen soll. Anschließend erfolgt nicht sofort eine direkte Aktivierung sprachli-

cher, sondern zunächst *modalitätsunabhängiger konzeptueller Repräsentationen*, in denen beispielsweise das Wissen über die charakteristische Farbe von Objekten gespeichert ist. Erst in Abhängigkeit von dieser Verarbeitungsstufe finden die Prozesse der *sprachlichen Ebene* statt und die Benennung kann erfolgen.

Die Farbe spielt aber nicht nur beim Erkennen und Benennen von Objekten eine Rolle, sondern kann als ein zusätzliches Attribut ebenfalls das Wiedererkennen gegenüber schwarzweißen Reizen verbessern (Hanna & Remington, 1996). Der Aufbau von Farbrepräsentationen im visuellen Langzeitgedächtnis erfolgt aber wahrscheinlich nicht automatisch, sondern hängt von der gemeinsamen Verarbeitung von Objekt- und Farbmerkmalen ab (Park & Mason, 1982). Trotzdem ist es eher unwahrscheinlich, den Grund für das wiederholt berichtete Ausbleiben farbspezifischer Nachwirkungen in impliziten Prüfverfahren darin zu vermuten, dass die inzidentelle Beachtung der Farbe in der Studierphase dieser Studien dazu führte, dass keine oder eine nur ungenügende Repräsentation der Farbe aufgebaut wurde (Musen & O'Neill, 1997; Musen et al., 1999)¹⁹. Gegen die Hypothese fehlender bzw. defizitärer Repräsentationen sprechen solche Studien, in denen trotz des Ausbleibens spezifischer Farbeffekte ein überzufälliges Erinnern der Farbe in expliziten Tests festgestellt wurde (z.B. Cave et al., 1996). Noch deutlicher sprechen die Befunde von Zimmer (1993) gegen eine „Nichtbeachtungshypothese“. Hinsichtlich der für das Wiedererkennen benötigten Reaktionszeiten verzeichnete Zimmer einen Vorteil zugunsten von Testreizen in der Studierfarbe gegenüber solchen, die in einer anderen Farbe dargeboten wurden. Demgegenüber blieb ein Einfluss der Farbe auf die Objektentscheidung (impliziter Test) selbst dann aus, wenn in der Studierphase zusätzlich zum Objekt auch die Farbe zu benennen war. Wie bereits erläutert wurde, sind die Gründe für das Scheitern eines Nachweises spezifischer Farbeffekte vielmehr insbesondere darin zu sehen, dass die Bearbeitung fast aller bisher eingesetzten impliziten Verfahren eine Analyse der *Objektform*, nicht jedoch der *Objektfarbe* erforderten (vgl. 3.3.3.3.). Die negativen Befunde dieser Untersuchungen stellen daher insgesamt kein Argument dafür dar, dass spezifische Farbnachwirkungen in impliziten Tests generell ausbleiben. Vielmehr bietet sich eine mögliche „Hintertür“, Farbspezifität in perzeptuellen impliziten Tests möglicherweise dann nachzuweisen, wenn es gelingt, die beschriebene methodische Konfundierung zu umgehen. Entsprechende

¹⁹ Wie im vorangegangenen Kapitel bereits dargestellt wurde, analysieren Gail Musen und ihre Kollegen ausschließlich den Erwerb von Farbe-Objekt-Verknüpfungen, blenden aber die Abrufsituation in ihren Untersuchungen vollständig aus (vgl. 3.3.3.4).

Überlegungen werden im Zusammenhang mit dem zweiten Block der eigenen Untersuchungen vorgestellt.

Die enge Verknüpfung zwischen Objekten und Farben lässt sich auch auf der *sprachlich-konzeptuellen Ebene* beobachten. Entsprechende Belege finden sich in ethnologischen Studien zum Gebrauch von Sprachbezeichnungen: Farben, für die in der jeweiligen Kultur keine sprachlichen Bezeichnungen vorliegen, werden mit den Objektnamen beschrieben, welche die zu benennende Farbe als charakteristische Farbe aufweisen. Möglicherweise beruht lediglich die Gruppierung ähnlicher Farbreize auf einer universellen, perzeptuellen Basis, nämlich den physiologischen Spezifika des visuellen Systems. Die Notwendigkeit einer Unterscheidung verschiedener Farbkategorien ergibt sich möglicherweise erst durch die Gegebenheiten in der Umwelt und erfolgt dann über die Sprache (Davidoff et al., 1999; vgl. 3.2).

Insgesamt lassen es die referierten Evidenzen durchaus angebracht und sinnvoll erscheinen, zum Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen einen impliziten Test einzusetzen, der primär konzeptuelle Prozesse anregt. Daher wurde in allen Experimenten der vorliegenden Arbeit die *Farbwahlaufgabe* als implizites Prüfverfahren eingesetzt, das von Wippich et al. (1994) zum Nachweis spezifischer Farbeffekte vorgeschlagen wurde. Das Verfahren ist geeignet, Farbnachwirkungen bei farbunspezifischen Reizen nach nur einmaliger Darbietung in der Studierphase anzuzeigen.

4.1 Generelle Methode

Im folgenden wird die generelle methodische Vorgehensweise der durchgeführten Experimente beschrieben. Detaillierte Erläuterungen und methodische Spezifikationen sind den Beschreibungen der einzelnen Experimente zu entnehmen. Die hier dargestellten Angaben beziehen sich auf die jeweils erste Untersuchungsphase (Studierphase) sowie die nachfolgende, implizite Behaltensprüfung. Explizite Tests werden – aufgrund ihrer nachgeordneten Bedeutung im Vergleich zu den impliziten Behaltensprüfungen – zusammen mit der Beschreibung der einzelnen Experimente dargestellt.

4.1.1 Versuchspersonen

An den Experimenten nahmen ausschließlich Studierende teil, vornehmlich der Fachrichtung Psychologie. Ihre Teilnahme wurde auf die Versuchspersonenstunden angerechnet, die im Rahmen des Grundstudiums der Psychologie an der Universität Trier abzuleisten sind. Durch die Kontrolle der zur Erfassung abgeleiteter Stunden dienenden Versuchspersonenbögen wurde sichergestellt, dass keine einschlägige Versuchsvorerfahrung vorlag. Studierende anderer Fachrichtungen nahmen gegen Bezahlung an den Untersuchungen teil. Aufgrund des deutlich höheren Anteils weiblicher Studierender im Studiengang Psychologie der Universität Trier war eine Gleichverteilung weiblicher und männlicher Vpn unmöglich. Allerdings wurde in sämtlichen Experimenten darauf geachtet, Männer und Frauen den verschiedenen Bedingungen im selben Verhältnis (ungefähr 1:3) zuzuweisen.

Vor Beginn der Untersuchungen wurden die Vpn zunächst zur Farbtüchtigkeit befragt. Zudem fand eine Überprüfung mit Hilfe einer Ishihara-Tafel (oder auch Stillingsche Farbtafel, Goldstein, 1996) sowie eines Farbkreises statt, auf dem mehrere Farben nach Ansage zu zeigen waren. Bei allen Vpn lag eine normale bzw. korrigierte Sehleistung vor. Außer in den Experimenten 4 und 5, die in Gruppentestung bis zu vier Personen durchgeführt wurden, erfolgten die Untersuchungen in Einzeltestung.

4.1.2 Versuchsplan

In der Studierphase der Experimente wurden die Lernstimuli zusammen mit den ihnen zugeordneten Farbmerkmalen präsentiert. In den Experimenten 1a, 1b, 2 und 3 lag die

Farbe dabei entweder sichtbar vor oder sollte nach Ansage durch die Versuchsleitung bildhaft vorgestellt werden (Variation der Farbkodierung). In Experiment 3 bezog sich eine ähnliche Variation zusätzlich auf die Lernstimuli, die entweder als Strichzeichnungen vorlagen oder nach Ansage vorzustellen waren (Variation der Stimuluskodierung). Eine weitere Variation der Studierbedingungen bestand in der räumlichen Anordnung des Farbmerkmals (räumlich integriert, d.h. auf einer Karte oder separat, d.h. auf einer zweiten Karte; Experimente 1a, 2 und 5).

In der impliziten Behaltensprüfung erhielten die Vpn in allen Experimenten zusätzlich zu den in der Studierphase bearbeiteten Items („alt“) noch eine Liste mit zuvor nicht bearbeiteten Stimuli („neu“), die zur Erfassung der Basisrate diente (Variation des Itemstatus). In den Experimenten 1a, 1b, 2 und 5 wurde darüber hinaus variiert, ob die Teststimuli in Bildform präsentiert wurden oder die Bildbezeichnungen in Wortform vorlagen (Variation der symbolischen Darstellungsform). In den Experimenten 3 und 4 umfasste die Testliste neben neuen und alten Stimuli zusätzlich alte, jedoch perzeptuell modifizierte Items der Studierphase. Als modifiziertes Item wurde ein anderes Exemplar eines in der Studierphase bearbeiteten Stimulus mit derselben Objektbezeichnung gezeigt.

Die *Farbwahlaufgabe* wurde in sämtlichen Experimenten als impliziter Test eingesetzt. Im Unterschied zur Studierphase waren die Stimuli hier schwarzweiß und lagen ohne kritische Farbinformation vor. In Experiment 4 wurden zwei zusätzliche Testbedingungen realisiert, die sich hinsichtlich des verwendeten Materials von der Farbwahlaufgabe unterschieden. In der *Farbdominanzaufgabe* wurden die Testreize nicht schwarzweiß präsentiert, sondern in mehrfarbigen Umrissen. In der *Farbpräferenzaufgabe* lag jeder Testreiz gleichzeitig in allen möglichen Farbalternativen vor. In Experiment 5 wurden nur Farbwahl und Farbdominanz miteinander verglichen, die Farbpräferenzaufgabe entfiel.

4.1.3 Material

Bei dem in den Untersuchungen verwendeten Bildmaterial handelte es sich in den Experimenten 1a, 1b und 2 um Strichzeichnungen. Diese wurden der Studie von Snodgrass und Vanderwart (1980) entnommen. Da mit der Farbwahlaufgabe lediglich implizite Farberinnerungen an farbunspezifische Objekte nachzuweisen sind (Objekte mit

typischer Farbgebung führen zu Deckeneffekten, Wippich, Mecklenbräuer & Baumann, 1994), waren mithilfe einer Voruntersuchung zunächst solche Objektzeichnungen zu identifizieren und auszuschließen, die charakteristische Farben aufwiesen.

Nach einer ersten Durchsicht wurden 100 Strichzeichnungen aus der Studie von Snodgrass und Vanderwart (1980) zur eingehenden Prüfung ausgewählt und zufällig auf zwei Listen verteilt. 17 Studierende der Psychologie im dritten Fachsemesters sahen die 50 Strichzeichnungen der ersten Liste in Gruppentestung. Eine zweite Gruppe von 24 Studierenden sah zu einem späteren Zeitpunkt die 50 Objekte der zweiten Liste. Sämtliche Strichzeichnungen wurden nacheinander in digitalisierter Form (Brooks, 1985) unter Verwendung eines rechnergesteuerten LCD-Panels und eines Overheadprojektors für jeweils 15 Sekunden auf die Leinwand in einem Seminarraum der Universität Trier projiziert. Die Vpn wurden instruiert, zu jeder Strichzeichnung spontan die subjektiv am besten passende Farbe auszuwählen. Als Antwortmöglichkeiten waren die später auch in allen Experimenten verwendeten kritischen Farben rot, gelb, grün und blau vorgegeben. Eine Farbwahl erfolgte, indem in die mit „passt am besten“ gekennzeichnete Spalte des Antwortbogens der jeweilige Farbname eingetragen wurde.

Bei der Auszählung der Antworthäufigkeiten galten in Anlehnung an Wippich et al. (1994) nur solche Objekte als farbenspezifisch, bei denen höchstens 40% der Antworten eine bestimmte Farbe angaben. Dies traf jedoch nur auf 10 Objekte der ersten und 12 Objekte der zweiten Liste zu. Für die nachfolgenden Experimente wurden daher zusätzlich solche Zeichnungen berücksichtigt, für die in weniger als 50% aller Fälle eine bestimmte Farbe gewählt wurde. Dieses Kriterium erfüllten weitere 12 Zeichnungen der ersten sowie weitere 14 Zeichnungen der zweiten Liste. In den Experimenten 1a, 1b und 2 wurden somit 48 Strichzeichnungen der Voruntersuchung als kritische Items eingesetzt.

Um die Anzahl der Beobachtungen pro Versuchsperson (Vp) zu erhöhen, wurde die Ausgangsliste zusätzlich verlängert, und in den Experimenten 3, 4 und 5 weitere Zeichnungen eingesetzt, die verschiedenen Grafikprogrammen entnommen oder von Hand gezeichnet waren. Sie waren in ihrer Größe und Ausgestaltung weitgehend dem Material von Snodgrass und Vanderwart (1980) angepasst. In den Experimenten 4 und 5 wurde das Material in digitalisierter Form am Computermonitor dargeboten. In allen übrigen Experimenten wurden die Strichzeichnungen auf Karten vorgelegt.

In sämtlichen Listen der Experimente war jede Farbe gleich häufig vertreten. Jeweils der selben Anzahl von Objekten war eine der vier Farben rot, grün, gelb und blau zufällig zugeordnet. Diese Zielfarben wurden innerhalb eines Experiments nicht variiert. Der verwendete Itemkatalog wurde in allen Experimenten auf mehrere Listen aufgeteilt, von denen in der Studierphase nur ein Teil zu bearbeiten war. Um Listeneffekte zu reduzieren, wurden in den Experimenten, die in Paper-Pencil-Form durchgeführt wurden (Experiment 1, 2 und 3), mindestens zwei Abfolgen der Lernliste erstellt. In den Computer gestützten Experimenten 4 und 5 wurde die Abfolge der Items durch Zufallsziehung erstellt. In allen Untersuchungsphasen gingen den Listen zusätzliche Übungsaufgaben voraus. Zur Kontrolle von Primacy- bzw. Recency-Effekten wurden Füllitems an den Anfang bzw. das Ende jeder Lernliste gesetzt. Übungs- und Füllitems waren farbspezifisch und wurden nicht ausgewertet. Sämtliche Listen wurden in allen Experimenten über die Vpn ausbalanciert.

Die Abfolge der Items sowohl der Lern- als auch der Prüflisten war zufällig mit der Einschränkung, dass maximal zwei Items eines Typs (z.B. der selben Farbe, des selben Itemstatus etc.) aufeinander folgen durften. Zu Beginn der in den impliziten Tests eingesetzten Prüflisten wurden mindestens drei neue (zuvor nicht bearbeitete) Items vorgelegt, um die Intention der Aufgabe (Gedächtnisprüfung) zu verschleiern.

4.1.4 Versuchsdurchführung

In sämtlichen Experiment unterblieben zu Untersuchungsbeginn Hinweise auf nachfolgende Gedächtnisprüfungen (inzidentelles Lernen). Den Vpn wurde als Untersuchungsziel statt dessen z.B. die Erfassung der Farbwahrnehmung genannt. Zu Beginn einer Untersuchung wurden die Vpn begrüßt und das jeweilige Alter, Geschlecht sowie die Fachrichtung und ihr Studiensemester notiert.

In der Studierphase wurden die zu bearbeitenden Stimuli jeweils zusammen mit der Farbinformation präsentiert. Aufgrund der Unterschiedlichkeit der Studierbedingungen ist eine detaillierte Beschreibung der Versuchsdurchführung dem Methodenteil des jeweiligen Experiments zu entnehmen.

Nach der Beendigung der Studierphase wurde den Vpn der Experimente 1, 2 und 3 als Distraktionsaufgabe ein Fragebogen zur Vorstellungslebendigkeit vorgelegt. Diese Aufgabe wurden den Vpn allerdings als gleichberechtigtes Element der Untersuchung vorgestellt. In Anlehnung an Marks (1973) waren hierbei zu vier Szenen je vier Vorstellungsaufgaben zu bearbeiten. So sollte z.B. in der zweiten Aufgabe der ersten Szene die typische Körperhaltung eines Verwandten oder eines Freundes vorgestellt werden. Anschließend waren die Vpn jeweils aufgefordert, die subjektiv empfundene Lebendigkeit ihrer Vorstellung auf einem Antwortbogen zu vermerken. Einige Vorstellungsszenen nach Marks (1973) wurden abgeändert, weil ursprünglich die Farbigkeit von Objekten eine Rolle gespielt hatte. Die Szenen enthielten ausschließlich für das jeweilige Experiment unkritische Objekte. Die Bearbeitung des Fragebogens dauerte insgesamt ca. 10 Minuten. Die Ergebnisse der Distraktionsaufgabe wurden nicht ausgewertet. In den Experimenten 4 und 5 wurde keine Distraktionsaufgabe vorgelegt.

Anschließend erfolgte in allen Experimenten die implizite Behaltensprüfung. Hinweise auf die vorangegangene Studierphase und auf eine Wiederholung bereits bearbeiteter Items unterblieben. Die in allen Experimenten durchgeführte Farbwahlaufgabe wurde statt dessen als Untersuchung zum spontanen Farbempfinden ausgegeben. Wie bereits erwähnt, lagen die Testreize dieser impliziten Behaltensprüfung ohne Farbinformationen vor. Zu Beginn der impliziten Behaltensprüfung wurden die Vpn noch einmal mit den vier Farben vertraut gemacht, aus denen anschließend zu jedem vorgelegten schwarzweißen Testitem nach dem Kriterium der subjektiven Präferenz jeweils eine Farbe so schnell und spontan wie möglich zu wählen war. Die Vpn wurden instruiert, nicht nur ihre Lieblingsfarbe zu wählen. Eine Entscheidung erfolgte in den Experimenten 1, 2 und 3 durch eine verbale Reaktion (Nennen der Farbbezeichnung), die von der Versuchsleitung auf einem Antwortbogen notiert wurde. In den Experimenten 4 und 5 erfolgte die Farbwahl durch Anklicken des entsprechenden Farbfeldes am Computermonitor mit Hilfe der Maus.

Die Dauer der Präsentation der Items in den Lern- und Testphasen variierte je nach der benötigten Bearbeitungszeit durch die Vpn. Die Gesamtdauer der Experimente betrug zwischen 30 und 45 Minuten.

4.2 Experiment 1a

Ausgehend von der Annahme, dass die Farbwahlaufgabe ein geeignetes Instrument für den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen darstellt, wurden in Experiment 1 zwei Fragen eingehend untersucht. So sollte zum einen geprüft werden, ob Farbeffekte an die visuelle Darbietung der Objektfarbe während der Enkodierung gebunden sind oder ob ein Nachweis auch dann gelingt, wenn lediglich die Objektinformation sichtbar vorliegt und die Farbe nach Ansage bildhaft vorzustellen ist. Zudem wurde untersucht, ob in der Studierphase eine räumlich integrierte Anordnung der Objekt- und Farbinformationen vorliegen muss, z.B. in Form einfarbig kolorierter Strichzeichnungen, oder ob Farbnachwirkungen auch nach räumlich getrennter Darbietung der Merkmale zu verzeichnen sind (indem zwei Karten dargeboten wurden, die Objekt- bzw. Farbinformation enthielten). Beide Fragestellungen werden nachfolgend ausführlich beschrieben.

Farbe sehen versus Farbe vorstellen

In Experiment 1a sah nur ein Teil der Teilnehmer die Farbe der Studierobjekte, während anderen lediglich „farblose“ Objekte zusammen mit der Aufforderung dargeboten wurden, sich die angesagte Farbe so vorzustellen, als läge diese ebenfalls sichtbar vor. Mit dieser Frage wurde erstmals in einem impliziten Test geprüft, ob Vorstellungen geeignet sind, den fehlenden Eindruck visuell wahrgenommener Farbe zu kompensieren.

Wippich et al. (1994, Experiment 2) konnten zeigen, dass ein Nachdenken über die „geeignete“ Farbe zu schwarzweißen Studierobjekten für den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen selbst bei farbspezifischen Reizen nicht ausreichte. Die Autoren schließen daraus, dass der entsprechende Farbeffekt an die *Wahrnehmung episodischer Farbmerkmale* gebunden ist. Eine Darbietung der Farbe mit der anschließenden Aufforderung, sich diese vorzustellen, erfolgte jedoch nicht. Ausgehend von der Annahme, dass perzeptuelle Ereignisinformationen zu konzeptuellen Repräsentationen führen, auf die in der Farbwahlaufgabe zurückgegriffen wird (Wippich et al., 1994), sollte in Experiment 1a geprüft werden, ob ein *top-down* Prozess wie das Vorstellen (Farah, 1988) geeignet ist, die benötigten Prozesse der Wahrnehmung episodischer Farbmerkmale „nachzuahmen“. Nach Durchsicht der Literatur muss allerdings davon ausgegangen werden, dass für die Variation der Farbenkodierung insgesamt drei Ausgänge möglich und plausibel sind. Experiment 1a sollte erste Hinweise erbringen, die in den anderen

Untersuchungen des ersten Blocks genauer analysiert wurden. Aufgrund des explorativen Charakters wurde in Experiment 1a daher die Nullhypothese geprüft. Die verschiedenen Möglichkeiten werden nachfolgend dargestellt.

- (a) *Farbvorstellungen führen zu signifikanten Farbnachwirkungen; ein Unterschied zwischen der Vorstellungsenkodierung und der visuellen Farbkodierung bleibt in der Farbwahlaufgabe aus;*

Dass es sich bei Wahrnehmung und Vorstellung um ähnliche Vorgänge handelt, ist bekannt (vgl. 2.3.4.1). So sind Patienten, bei denen eine Einschränkung des Farbsehens vorliegt, zugleich auch häufig nicht in der Lage, die Farbe bekannter Objekte anzugeben (DaRenzi & Spinnler, 1967). Daher wurde vorgeschlagen, dass Farbsehen und Farbvorstellungen auf denselben neuronalen Strukturen beruhen (Farah, 1988). Die Inspektion von Vorstellungsbildern mit dem Ziel, die Farbe eines Objektes zu rekonstruieren, soll analog zur Verarbeitung visueller Farbreize eine Beteiligung des extrastriären Verarbeitungspfads des *ventralen Systems* beinhalten und in einem sogenannten „*preprocessing subsystem*“ für perzeptuelle Merkmale erfolgen (Kosslyn, 1991). Die Ähnlichkeit von Wahrnehmungs- und Vorstellungsprozessen wurde bereits mehrfach in perzeptuellen impliziten Tests geprüft (vgl. 2.3.4.2). So konnten Spezifitätseffekte, die gewöhnlich nach einem Wechsel von Oberflächenmerkmalen von der Studier- zur Prüfphase in perzeptuellen Tests zu beobachten sind, dann vollständig (Stuart & Jones, 1996) bzw. zumindest teilweise kompensiert werden, wenn bereits die Studierreize in der Darstellungsform (McDermott & Roediger, 1994) oder der Modalität (Pilotti et al., 2000b) der nachfolgenden Testreize vorgestellt wurden. In Übereinstimmung mit der Position des aufgabenangemessenen Transfers wird der im Vergleich zu Kontrollbedingungen registrierte Anstieg des Primings der vollständigen bzw. schwachen Erregung der relevanten perzeptuellen Prozesse nach Vorstellungsenkodierung zugeschrieben (McDermott & Roediger, 1994). Es ist bislang aber noch ungeprüft, ob ein solcher „kompensatorischer Vorstellungseffekt“ auch für den Nachweis von Farbeffekten ausreicht.

- (b) *Spezifische Farbnachwirkungen bleiben nach Vorstellungsenkodierung aus; In der Farbwahlaufgabe ist ein signifikanter Vorteil zugunsten der visuellen Farbkodierung zu verzeichnen.*

Es kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass Farbnachwirkungen auf solche Repräsentationen beschränkt sind, die im Zuge der visuellen Farbdarbietung enkodiert wurden. Dieser Ausgang ist genau dann zu erwarten, wenn Farbpriming an die *visuelle* Wahrnehmung episodischer Farbmerkmale gebunden ist, der Effekt somit eine weitest-

gehend *perzeptuelle Basis* hat. So konnten beispielsweise Cabeza et al. (1997) den von Roediger und seinen Mitarbeitern beobachteten Transfer von Vorstellungsprozessen in der Studier- auf die Prozesse im visuell-perzeptuellen impliziten Test (Beurteilung vorgelegter Gesichter) nicht replizieren. Die Autoren gehen davon aus, dass die Wirksamkeit von Vorstellungsprozessen in erster Linie von den spezifischen Testanforderungen determiniert wird.

(c) *Nach Vorstellungsenkodierung ist ein signifikant stärkerer Primingeffekt zu verzeichnen als nach visueller Farbkodierung.*

Die Befunde von Cabeza et al. (1997) zeigen, wie wichtig eine genaue Analyse der Testsituation zur Beurteilung der Rolle der Vorstellungsprozesse ist. Bei der in der vorliegenden Arbeit eingesetzten Farbwahlaufgabe nach Wippich et al. (1994) handelt es sich um einen *konzeptuellen impliziten Test*. Ein Vergleich von Wahrnehmungs- und Vorstellungsbedingungen in einem solchen Verfahren ist bisher lediglich von Blaxton (1989, Experiment 3) beschrieben worden. Zusätzliche Vorstellungsprozesse in der Studierphase (in der statt des vorgelegten Wortes das bezeichnete Objekt vorzustellen war) führten im konzeptuellen impliziten Test (Beantwortung von Wissensfragen) zu einem Behaltensvorteil gegenüber der reinen Lesebedingung, wirkten sich aber im perzeptuellen impliziten Test (Wortfragmentergänzung) nicht aus. Die Autorin interpretiert die Wirkungsweise des Vorstellens als *konzeptuelle Variable* im Sinne des Prozessansatzes: Da Vorstellungen konzeptuelle Prozesse beinhalten (Farah, 1988), werden nur solche Tests (positiv) beeinflusst, in denen Prozesse dominieren, die von bedeutungshaltigen Elaborationen (Nelson, 1979) oder dualer Kodierung (Paivio, 1986) profitieren. Eine Übertragung der Befunde von Blaxton (1989) auf die konzeptuell implizite Farbwahlaufgabe lässt daher die Vermutung zu, dass spezifische Farbnachwirkungen nach Vorstellungsenkodierung in diesem Test möglicherweise sogar stärker ausfallen als nach visueller Enkodierung.

Integrierte versus separate Farbanordnung

In Experiment 1a wurde untersucht, ob die räumliche Trennung von Objekt- und Farbinformationen in der Studierphase zu einem Nachteil gegenüber der räumlich integrierten Anordnung führt und spezifische Effekte in der Farbwahlaufgabe ausbleiben.

Spezifische Farbnachwirkungen sind inzwischen für unterschiedliches Material belegt. Dazu zählen *Zeichnungen vertrauter Objekte* (Wippich et al., 1994), *sinnlose Strichmuster* (Musen & O'Neill, 1997), *Wörter* (Musen & O'Neill, 1997; Wippich et al., 1998, Experi-

ment 1) sowie *Nichtwörter, die sich aus zwei Substantiven zusammensetzen* (Musen & O'Neill, 1997). In allen Fällen war die Farbe jedoch integraler Bestandteil des dargebotenen Materials in der Studierphase. Aufgrund von Untersuchungen zur Bedeutung der Aufmerksamkeit in der Objektwahrnehmung ist aber davon auszugehen, dass eine räumliche Trennung die Art und Weise beeinflusst, wie Reize wahrgenommen werden. So verzeichneten Treisman, Kahneman und Burkell (1983) dann einen Vorteil hinsichtlich der benötigten Lesezeiten, wenn die Testwörter farbig umrahmt waren, verglichen mit einer Bedingung, in der Wort und Farbinformation auf gegenüberliegenden Seiten eines Fixationspunktes dargeboten wurden. Die Autoren gehen deshalb davon aus, dass unterschiedliche Merkmale umso eher als zusammengehörig wahrgenommen werden, je geringer die räumliche Distanz zwischen ihnen ist. Gleichzeitig wird mit der Abnahme der Distanz zwischen den Merkmalen auch die Ausblendung irrelevanter Informationen immer schwieriger. Entsprechende Befunde konnten für Varianten des *Stroop-Paradigmas* beobachtet werden, das gewöhnlich zur Untersuchung des Einflusses der Farbe auf die verbal-visuelle Wahrnehmung eingesetzt wird. Kahneman und Henik (1981) stellten fest, dass sich die Farbbenennungszeiten dann verlängerten, wenn das Reizmaterial aus Farbwörtern in farbig inkongruenter Schrift bestand, verglichen mit der Bedingung, in der Farbwörter und inkongruente Farben räumlich getrennt dargeboten wurden. Daher wird erwartet, dass farbig dargebotene Objekte eher als getrennt dargebotene Elemente als eine perzeptuelle Einheit wahrgenommen werden. Eine Integration von Farb- und Objektmerkmalen in eine konzeptuelle Repräsentation als Basis für den impliziten Test sollte demnach eher erfolgen, wenn keine räumliche Trennung zwischen den Merkmalen in der Studierphase vorliegt. Inwiefern die räumliche Anordnung des Farbmerkmals mit der Art der Farbkodierung (Sehen versus Vorstellen) interagiert, kann aufgrund des explorativen Charakters von Experiment 1a nicht vorhergesagt werden.

Unklar ist jedoch, ob für räumlich getrennte Merkmale überhaupt ein Farbeffekt zu erwarten ist. Hier liegt eine widersprüchliche Befundlage vor, da Musen et al. (1999; vgl. 3.3.3.5) für bestimmtes Material positive Ergebnisse in der Farbbenennungsaufgabe, Mori und Graf (1996; vgl. 3.3.3.3) jedoch negative Ergebnisse in der Wortidentifikation berichten. In der Studierphase beider Studien erfolgte die Darbietung der räumlich getrennten Merkmale, indem Wörter vor einem einfarbigen Hintergrund gezeigt wurde. Beide Merkmale waren zu beachten: Während bei Musen et al. (1999) das jeweils durch das Wort bezeichnete Objekt in der jeweiligen Hintergrundfarbe vorzustellen war,

sollte bei Mori und Graf (1996) ein Urteil über den subjektiven Grad der Passung von Objekt und Farbmerkmal abgegeben werden. Das zuletzt genannte Vorgehen wurde auch in Experiment 1a übernommen. In beiden genannten Studien fehlte allerdings mit der räumlich integrierten Darbietung der Studierelemente die eigentliche Kontrollbedingung, die aber in Experiment 1a realisiert wurde. Um die beiden Bedingungen bereits in der Art der Darbietung der räumlichen Merkmalsanordnung möglichst unterschiedlich zu gestalten, wurde zudem die räumliche Trennung über die in diesen Studien realisierte Wort-Hintergrund-Trennung auf eine Distanz von ungefähr 15 cm in der vorliegenden Untersuchung ausgedehnt. Obwohl sich Experiment 1a sowohl im verwendeten impliziten Prüfverfahren (Farbwahlaufgabe) als auch in dem verwendeten Material (Strichzeichnungen) vom Vorgehen in den Studien von Mori und Graf (1996) unterscheidet, wurde davon ausgegangen, dass die Befunde der Autoren repliziert werden und signifikante Farbeffekte nach räumlicher Trennung des Objekts von der ihm zugewiesenen Farbe – anders als in der Studie von Musen et al. (1999) – ausbleiben.

Bild- versus Wortreize in der Farbwahlaufgabe

Mit einer zusätzlichen Manipulation sollte in Experiment 1a sichergestellt werden, dass in der Farbwahlaufgabe tatsächlich primär konzeptuelle Prozesse angeregt wurden. Der Nachweis eines substantiellen Einflusses perzeptueller Prozesse würde die Interpretation der Befunde vor dem Hintergrund der beiden zentralen Fragestellungen erheblich erschweren. In Übereinstimmung mit der Position des aufgabenangemessenen Transfers wurde daher erwartet, dass sich ein Wechsel der symbolischen Darstellungsform von Bildreizen in der Studierphase zu Wortmaterial im Test nicht auf das Farbpriming auswirkt (vgl. 2.3.3). Entsprechende Befunde wurden bereits wiederholt beschrieben (z.B. Wippich et al., 1994).

Explizite Behaltensprüfung

Zum Abschluss der Untersuchung war ein Rekognitionstest zu bearbeiten. Während in der Farbwahlaufgabe alte und neue schwarzweiße Bild- und Wortstimuli präsentiert wurden, lagen in der von Chalfonte und Johnson (1996) vorgeschlagenen Form des Wiedererkennens ausschließlich farbige, aus der Studierphase bekannte Objekte in Bildform vor. Ein Teil der Testreize wies dasselbe Farbmerkmal wie in der Studierphase auf. Andere Testreize wurden in Kombination mit einer anderen Farbe aus der Studierphase dargeboten. Daher erlaubt diese Form der Testreize eine Prüfung, inwiefern spezifische Merkmalskombinationen in der Prüfphase enkodiert wurden. Allerdings wurde auf eine Ausformulierung spezifischer Hypothesen für die explizite Behaltensprü-

fung verzichtet, weil die Reihenfolge der Gedächtnisprüfungen nicht variiert wurde²⁰. Darüber hinaus unterscheiden sich die beiden Verfahren nicht nur in der Erinnerungsinstruktion, sondern auch in der Form der Testreize grundlegend voneinander. Auf der Basis der Befunde in Experiment 1a ist allerdings eine Formulierung konkreter Hypothesen für die nachfolgenden Experimente möglich, in denen der Wiedererkennenstest erneut eingesetzt wurde.

Hypothesen

- (1) *Ein Effekt der symbolischen Darstellungsform bleibt im impliziten Test aus*
Ein Wechsel der symbolischen Darstellungsform von Bildern in der Studierphase zu Wörtern im Test bleibt ohne Auswirkung auf das beobachtete Farbpriming;
- (2) *Ein Effekt der Farbkodierung (visuell vs. Vorstellung) bleibt im impliziten Test aus*
Die Form der Farbkodierung beeinflusst den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen nicht. Farbeffekte werden sowohl nach Vorstellungs- als auch nach visueller Farbkodierung erwartet; die Größe der Farbeffekte sollte vergleichbar sein;
- (3) *Farbpriming ist nur nach räumlich integrierter Farbanordnung zu beobachten*
Eine räumliche Integration von Farb- und Objektmerkmalen in der Studierphase führt zu stärkeren spezifischen Farbnachwirkungen als die räumlich getrennte Anordnung der Elemente. Ein Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen wird nur in dieser Merkmalsanordnung erwartet, nicht jedoch nach räumlich getrennter Anordnung von Objekten und Farben. Der Primingeffekt zeigt sich darin, dass für alte, aus der Studierphase wiederholte Stimuli häufiger die Zielfarbe gewählt wird als für neue Testreize (Basisrate).

²⁰ Dissoziationen zwischen impliziten und expliziten Tests wurden in der Literatur häufig als Artefakte in Form von Test-Priming-Effekten entlarvt — das Verhalten im ersten Test hatte das Verhalten im nachfolgenden Test beeinflusst (z.B. Shimamura, 1985).

4.2.1 Methode

4.2.1.1 Versuchspersonen

An Experiment 1a nahmen insgesamt 64 Vpn teil. Jeweils 16 Vpn wurden einer von vier Versuchsgruppen zufällig zugeordnet.

4.2.1.2 Versuchsplan

In der Studierphase von Experiment 1a lag die Farbe der als Strichzeichnungen präsentierten Lernreize entweder sichtbar vor oder war nach Ansage durch die Versuchsleitung vorzustellen (Variation der Farbkodierung). Die einer Strichzeichnung zugeordnete Farbe war zudem entweder räumlich integriert (als Objektfüllung) oder befand sich auf einer separaten, d.h. räumlich getrennten, Karte (Variation der Farbanordnung). Aus der Kreuzung der beiden interindividuell variierten Faktoren resultierten vier Studierbedingungen, die nachfolgend mit «visuell-integriert», «visuell-separat», «vorstellen-integriert» sowie «vorstellen-separat» bezeichnet werden.

Die Testreize der Farbwahlaufgabe waren zur Hälfte bereits in der Studierphase bearbeitet worden (alt), oder es handelte sich um vollständig neue Items. Alte und neue Reize wurden je zur Hälfte in Bild- bzw. Wortform dargeboten.

Insgesamt lag dem Experiment – von Kontrollmaßnahmen abgesehen – ein 2 (Farbkodierung: visuell vs. akustisch mit Vorstellung) x 2 (Farbanordnung: integriert vs. separat) x 2 (Form der symbolischen Darstellung in der ersten Prüfphase: Bild vs. Wort) x 2 (Testinstruktion: implizit vs. explizit) x 2 (Itemstatus in der ersten Prüfphase: alt vs. neu) Versuchsplan mit Messwiederholung auf den letzten drei Faktoren vor. Die Faktoren Form der symbolischen Darstellung, Testinstruktion und Itemstatus waren jedoch nicht vollständig gekreuzt, da im expliziten Test nur alte Items ausschließlich in Bildform vorgelegt wurden.

4.2.1.3 Material

In Experiment 1a wurden ausschließlich die 48 Strichzeichnungen aus der Studie von Snodgrass und Vanderwart (1980) verwendet, die in der Voruntersuchung als nicht farbspezifisch kategorisiert worden waren. Zunächst wurden jeweils zwölf Objekte ei-

ner der Farben rot, grün, gelb und blau zufällig zugeordnet. Anschließend wurden zwei Itemsätze in Bildform mit je 24 Zeichnungen gebildet, die jeweils sechs Objekte einer Farbe beinhalteten. Jede Vp bearbeitete in der Studierphase nur einen der beiden Itemsätze. Zusammen mit den drei Kontrollitems am Anfang bzw. am Ende bestand eine Liste aus insgesamt 30 Zeichnungen. Sämtliche Stimuli wurden auf Karteikarten (DIN-A 6, Querformat) vorgelegt. Die Strichzeichnungen wiesen schwarze Umrisslinien auf. Für die Studierbedingung «visuell-integriert» waren die Zeichnungen mit Buntstiften handkoloriert. In den beiden Bedingungen, in denen bildhaftes Vorstellen gefordert war, wurden die Zeichnungen lediglich als schwarze Umrisslinien ohne Füllfarbe vorgelegt. Bei räumlich getrennter Präsentation war die Karte mit der Objektzeichnung und die Karte mit dem Farbmerkmal ca. 15 cm voneinander entfernt. Bei visuell-separater Präsentation der Farbe enthielt die Mitte der Karte einen mit Buntstiften kolorierten Bereich ohne zusätzliche Umrisslinien, der in etwa die Größe der anderen Strichzeichnungen aufwies. In der Bedingung «vorstellen-separat» blieb die räumlich getrennte Karte hingegen leer.

In der impliziten Behaltensprüfung (Farbwahlaufgabe) wurden neben den Items der Studierphase auch die Items der zuvor nicht bearbeitete Liste präsentiert. Alte und neue Items wurden je zur Hälfte in Wort- bzw. Bildform dargeboten. Somit ergaben sich vier verschiedene Kombinationen von symbolischer Darstellung der Teststimuli (Wort, Bild) und Status (alt, neu). Bilder wurden als schwarze Umrisslinien, Wörter in schwarzer Schrift (Schriftart Times New Roman, 18 Pt.) auf weißem Hintergrund vorgelegt. Eine visuelle Präsentation der kritischen Farbinformationen unterblieb.

Für die Rekognitionsaufgabe wurde ein von Chalfonte und Johnson (1996) beschriebenes Vorgehen gewählt. Anders als im vorangegangenen impliziten Test erhielt jede Vp die 24 Objekte der Studierphase, teilweise jedoch nicht in der aus der Studierphase bekannten Färbung (Targets), sondern in Kombination mit einer der drei anderen Farben (Distraktoren). Diese Zuordnung der Farben zu den Objekten (Targets oder Distraktoren) wurde in einer zweiten Liste ausbalanciert, so dass für jede Lernliste zwei Formen einer expliziten Testliste vorlagen. Alle in der vertrauten Bildform vorgelegten Testreize wiesen die Farbe als räumlich integriertes Merkmal auf. Jede Farbe wurde erneut jeweils sechs Items zugeordnet, die – wie in der Studierbedingung «visuell-integriert» – als handkolorierte Zeichnungen schwarze Umrisslinien aufwiesen und auf einer einzelnen Karte präsentiert wurden.

4.2.1.4 Versuchsdurchführung

Die Untersuchung wurde als Experiment zur Farbwahrnehmung eingeführt. Unter inzidentellen Lernbedingungen war zu Beginn eines jeden Durchgangs der Studierphase zunächst das jeweils dargestellte Objekt zu benennen. Fehlbenennungen wurden protokolliert und sofort von der Versuchsleitung korrigiert. Die Vpn der beiden Vorstellungsbedingungen sollten sich danach die von der Versuchsleitung jeweils genannte Farbe entweder so vorstellen, als wäre das vorliegende Objekt («vorstellen-integriert») oder die räumlich getrennte Karte («vorstellen-separat») in der genannten Farbe eingefärbt. Der Aufbau eines möglichst intensiven Vorstellungsbilds sollte der Versuchsleitung angezeigt werden. Zum Abschluss eines Lerndurchgangs hatten alle Vpn eine ästhetische Entscheidung zu treffen. Hierbei war der subjektiv empfundene Grad der Passung von dargestelltem Objekt und gesehener bzw. vorgestellter Farbe auf einer fünfstufigen Skala (mit den Endpunkten -2 „passt überhaupt nicht“ und $+2$ „passt sehr gut“) einzuschätzen. Die Urteile sollten durch Ankreuzen auf einem Antwortbogen erfolgen.

Im Anschluss an die Studierphase und die Distraktionsaufgabe (VVIQ; Marks, 1973) war die Farbwahlaufgabe zu bearbeiten. Die spontane Farbwahl der Vpn erfolgte mündlich und wurde von der Versuchsleitung protokolliert.

Zum Abschluss des Experiments wurde die Rekognitionsaufgabe vorgelegt. Den Vpn wurde mitgeteilt, dass sie nun ausschließlich Strichzeichnungen alter, aus der ersten Untersuchungsphase bekannter Objekte sehen würden. Da aber nur ein Teil in der Originalfärbung vorliegen würde, sollten alt-identische bzw. neue Kombination von Objekt und Farbe unterschieden werden. Die Vpn wurden aufgefordert, sich so gut wie möglich an die erste Untersuchungsphase zu erinnern. Anschließend wurden die farbigen Strichzeichnungen nacheinander vorgelegt. Die Vpn gaben ihr sprachliches Urteil (*identisch* oder *neu*) für jede Zeichnung ab, das von der Versuchsleitung notiert wurde.

4.2.1.5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen werden nachfolgend stets in der selben Reihenfolge dargestellt. Zunächst werden die Ergebnisse der impliziten Gedächtnisprüfung berichtet. Anschließend finden sich die Ergebnisse der expliziten Behaltensdaten. Zusätzliche Befunde werden jeweils am Schluss der Ergebnisdarstellung berichtet. Das

Signifikanzniveau für die inferenzstatistischen Auswertungen in sämtlichen Experimenten wurde bei $\alpha = .05$ festgelegt. Als Maß für die Effektstärke wurde das partielle R^2 (Cohen, 1977²¹) gewählt, welches das Verhältnis zwischen der von einem Faktor erklärten Varianz und der Gesamtvarianz angibt, die nicht durch die anderen Faktoren erklärt wird.

Zusätzlich zu den nachfolgend dargestellten Analysen der impliziten Behaltensdaten wurden jeweils auch die *konditionalisierten Trefferwerte* geprüft. Dabei wurden solche Prüfreize ausgeschlossen, die zuvor in der Studierphase falsch benannt und daher möglicherweise semantisch nicht korrekt enkodiert worden waren. Davon war allerdings jeweils nur ein geringer Teil der dargestellten Studierobjekte betroffen. Der Anteil der Fehlbenennungen schwankte zwischen 3% (Experiment 3) und 7% (Experiment 1). Auf eine gesonderte Darstellung der Ergebnisse der varianzanalytischen Verrechnung der konditionalisierten Farbtreyerwerte wird allerdings verzichtet, da in sämtlichen Experimenten ein vergleichbares Ergebnismuster zu beobachten war.

Leider waren in Experiment 1a in der Versuchsgruppe, in der die schwarzweißen Bilder der Studierphase nach Ansage in der Vorstellung eingefärbt werden sollten («vorstellen-integriert»), durchweg unerwartete und unplausible Ergebnisse auf fast allen Behaltensmaßen zu verzeichnen. Weil dadurch eine Neuerhebung dieser Versuchsbedingung in Experiment 1b sinnvoll war, werden nachfolgend nur die zentralen Ergebnisse in Experiment 1a dargestellt.

Farbwahlaufgabe

Für die varianzanalytische Auswertung wurde für jede Vp in diesem, wie in allen in dieser Arbeit dargestellten Experimenten, vermerkt, mit welcher Häufigkeit die den alten bzw. neuen Bildern und Wörtern (Basisraten) zugeordneten Farben gewählt wurden. Anschließend wurden die Primingwerte für Wort- bzw. Bildmaterial durch Subtraktion der Basisrate von der Trefferrate für alte Items getrennt verrechnet. Die mittlere Trefferleistung für alte und neue Reize sowie die mittleren Primingwerte in den Studierbedingungen sind Tabelle 4.1 zu entnehmen.

²¹ Die R^2 -Werte wurden nach folgender Formel berechnet (Cohen, 1977):
$$R^2 = \frac{F \times df_{\text{Zähler}}}{F \times df_{\text{Zähler}} + df_{\text{Nenner}}}$$

Tabelle 4.1: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbwahlen für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Abhängigkeit von Farbenkodierung und Farbanordnung in Experiment 1a. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Wörter			Bilder		
	alt	neu	Priming	alt	neu	Priming
Visuell-Integriert	36 (12)	26 (10)	10 (13)	35 (14)	27 (10)	9 (20)
Visuell-Separat	36 (14)	26 (11)	10 (22)	44 (13)	32 (17)	12 (19)
Vorstellen-Integriert	33 (18)	26 (11)	7 (17)	35 (20)	33 (9)	2 (19)
Vorstellen-Separat	33 (12)	24 (10)	8 (17)	38 (13)	23 (11)	14 (19)

Um zu prüfen, ob Unterschiede in den *Basisraten* vorlagen, wurden zunächst die Trefferraten für neue Items getrennt verrechnet. Die 2 (Farbenkodierung) \times 2 (Farbanordnung) \times 2 (Form der symbolischen Darstellung) Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor ergab leider einen signifikanten Effekt, nämlich eine signifikante Interaktion der Faktoren Farbenkodierung und Lokation, $F(1,60) = 5.30$, $R^2 = .08$. Alle übrigen Effekte sind zu vernachlässigen ($F \leq 2.32$). Angesichts der unterschiedlichen Basisraten wurde anschließend geprüft, ob die Trefferraten für neue Stimuli in den verschiedenen Bedingungskombinationen signifikant von der Zufallsleistung (25% für eine Auswahl aus vier Farben) abwichen. Dies war tatsächlich der Fall, und zwar für Bildreize nach räumlich integrierter Farbvorstellung in der Studierphase ($M = 33\%$), $t(15) = 3.87$ (zweiseitiger t -Test, alle übrigen $t(15) \leq 1.53$).

Die anschließende 2 \times 2 \times 2 Varianzanalyse der *Primingwerte* mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor ergab keinen signifikanten Effekt, $F(1, 60) \leq 1.77$. Anschließend wurde in allen Bedingungen in einseitigen t -Tests geprüft, ob eine verbesserte Verarbeitung alter gegenüber neuen Stimuli vorlag. Unerwartet konnte nur dann kein signifikantes Priming festgestellt werden, wenn integrierte Farbvorstellung erfolgten und Bildreize vorlagen, $t < 1$. Zudem war in dieser Bedingung für Wörter nur ein tendenziell signifikantes Priming zu verzeichnen, $t(15) = 1.73$, $p = .05$. Alle übrigen Primingwerte waren signifikant, $t(15) \geq 1.77$ ²².

²² Aufgrund der unterschiedlichen Basisraten wurde geprüft, ob sich bei varianzanalytischer Verrechnung der Primingwerte dann signifikante Effekte einstellen, wenn die Basisraten sich auf dem Zufallsniveau befinden. Daher wurden auf individueller Basis hypothetische Primingwerte für Wort- bzw. Bildmaterial durch Subtraktion der zufälligen Trefferleistung (25%) von der empirischen Trefferrate für alte Items getrennt verrechnet. Die entsprechende 2 \times 2 \times 2 Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem

Wiedererkennen

Für die varianzanalytische Auswertung wurde für jede Vp vermerkt, mit welcher Häufigkeit farbige Bilder korrekt als die aus der Studierphase bekannten Kombinationen wiedererkannt (Treffer) bzw. neue Zuordnungen fälschlicherweise als ursprünglich enkodierte beurteilt wurden (Falsche Alarme). Zusätzlich wurde die korrigierte Wiedererkennungseistung (Differenz beider Maße) berechnet. Die mittleren Anteile der Treffer, der Falschen Alarme sowie die korrigierte Wiedererkennungseistung in Abhängigkeit von den Studierbedingungen sind Tabelle 4.2 zu entnehmen.

Tabelle 4.2: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekt wieder erkannter, alter Objekt-Farbe-Kombinationen (Treffer) sowie Falsche Alarme und korrigierte Wiedererkennungseistung (Treffer minus Falsche Alarme) in Abhängigkeit von Farbenkodierung und Farbanordnung in Experiment 1a. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Treffer	Falsche Alarme	Korrigierte Wiedererkennungseistung
Visuell-Integriert	91 (10)	23 (14)	67 (21)
Visuell-Separat	75 (11)	25 (14)	50 (20)
Vorstellen-Integriert	66 (22)	31 (15)	34 (26)
Vorstellen-Separat	78 (12)	32 (18)	46 (26)

Die varianzanalytische Verrechnung der *korrigierten Wiedererkennungseistung* in einer 2 (Farbenkodierung) \times 2 (Farbanordnung) Varianzanalyse ergab zwei signifikante Effekte. Der signifikante Haupteffekt der Farbenkodierung zugunsten visueller Präsentation, $F(1, 60) = 10.04$, $R^2 = .14$, wurde jedoch überlagert von einer signifikanten Interaktion unter Einschluss der Faktors Farbanordnung, $F(1, 60) = 6.03$, $R^2 = .09$ (vgl. Tabelle 4.2). Die Analyse der einfachen Haupteffekte ergab, dass eine räumlich integrierte Farbpräsentation gegenüber einer separaten Farbvorlage signifikant positiv wirkte, $F(1, 60) = 4.34$, $R^2 = .07$, während nach Vorstellungsenkodierung eine nicht signifikante Umkehrung des Effekts zu verzeichnen war, $F(1, 60) = 1.93$. In anderer Richtung betrachtet führte die visuell integrierte Farbenkodierung zu signifikant besseren Leistungen als die Einfärbung schwarzweißer Stimuli in der Vorstellung, $F(1, 60) = 15.81$, $R^2 = .21$, während kein signifikanter Vorteil visueller gegenüber Vorstellungsenkodierung für

letzten Faktor erbrachte jedoch ebenfalls keine signifikanten Ergebnisse, $F(1, 60) \leq 2.15$. Allerdings war nunmehr in sämtlichen Bedingungen substantielles Priming festzustellen, $t(15) \geq 1.88$, einseitige t -Tests.

separate Farbanordnung vorlag, $F < 1$. Für die korrigierte Wiedererkennensleistung erwies sich die Lokation der Farbe in der Studierphase als nicht relevant, da die räumliche Integration ($M = 51\%$) nur zu einem unbedeutenden Vorteil gegenüber der separaten Farbanordnung ($M = 48\%$) führte, $F < 1$ für den entsprechenden Haupteffekt.

4.2.1.6 Diskussion

Wie bereits erwähnt, wird die Interpretation der Ergebnisse in Experiment 1a durch die unerwarteten und unplausiblen Daten in der Versuchsgruppe erheblich erschwert, in der die schwarzweißen Bilder der Studierphase nach Ansage in der Vorstellung eingefärbt werden sollten («vorstellen-integriert»): Nur in dieser Bedingung lag die Trefferrate für neue Bilder in der Farbwahlaufgabe substantiell über dem Zufall und führte zu Unterschieden in der Basisrate. Zudem blieb nur in dieser Bedingung signifikantes Priming aus. Gleichzeitig war hier die geringste Behaltensleistung im expliziten Test zu verzeichnen. Da in Experiment 1a – wie in sämtlichen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit – die gängigen Kontrollmaßnahmen hinsichtlich der Material- und Listenkonstruktion vorgenommen wurden (vgl. 4.1.3), können Mängel im methodischen Vorgehen als entscheidender Faktor für die beobachteten Leistungen in der Versuchsgruppe «vorstellen-integriert» weitestgehend ausgeschlossen werden. In Ermangelung einer plausiblen Erklärung sollte daher in Experiment 1b geprüft werden, ob sich das unerwartete Befundmuster replizieren lässt. Daher wurde erneut und ausschließlich die Studierbedingung erhoben, in der nach Ansage des Farbnamens eine räumlich integrierte Farbvorstellung herzustellen war. Eine ausführliche Bewertung der Ergebnisse und Hypothesen erfolgt erst im Zusammenhang mit den Ergebnissen in Experiment 1b.

4.3 Experiment 1b

4.3.1 Methode

Das methodische Vorgehen in Experiment 1b unterschied sich nur darin von Experiment 1a, dass die Studierbedingung «vorstellen-integriert» erneut erhoben wurde. 16 Vpn ohne einschlägige Versuchsvorerfahrung nahmen teil.

4.3.1.1 Ergebnisse

Farbwahlaufgabe

Für jede Vp der neu erhobenen Studierbedingung «vorstellen-integriert» wurde die Anzahl der korrekt gewählten Zielfarben der alten bzw. neuen Items (Basisraten) vermerkt. Die mittleren Trefferleistungen sind zusammen mit den mittleren Primingwerten für Wörter bzw. Bilder in Tabelle 4.3 dargestellt. Da die Daten zusammen verrechnet wurden, enthält die Tabelle zusätzlich die Kennwerte der drei restlichen Bedingungen in Experiment 1a (vgl. Tabelle 4.1).

Tabelle 4.3: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbwahlen für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Abhängigkeit von Farbenkodierung und Farbanordnung in Experiment 1a und 1b (*kursiv*). Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Wörter			Bilder		
	alt	neu	Priming	alt	neu	Priming
Visuell-Integriert	36 (12)	26 (10)	10 (13)	35 (14)	27 (10)	9 (20)
Visuell-Separat	36 (14)	26 (11)	10 (22)	44 (13)	32 (17)	12 (19)
<i>Vorstellen-Integriert</i>	39 (18)	24 (14)	15 (26)	45 (18)	24 (11)	21 (21)
Vorstellen-Separat	33 (12)	24 (10)	8 (17)	38 (13)	23 (11)	14 (19)

Der direkte Vergleich der Basisraten in der Neuerhebung mit den Originalbasisraten in einer 2 (Erhebung: Experiment 1a versus 1b) x 2 (Form der symbolischen Darstellung) Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor zeigte, dass in Experiment 1b zu neuen Reizen ($M = 25\%$) signifikant weniger häufig die Zielfarbe gewählt wurde als in Experiment 1a ($M = 30\%$), $F(1, 30) = 4.29$, $R^2 = .13$, für den entsprechenden Haupteffekt. Alle anderen Effekte sind bei $F(1, 30) = 1.44$ zu vernachlässigen. Anders als

in der ersten Untersuchung lagen in Experiment 1b die Trefferraten für neue Bilder und neue Wörter zudem in allen Versuchsgruppen (vgl. Tabelle 4.3) im Zufallsbereich, $t_s < 1$ (jeweils $df = 15$, zweiseitige t -Tests).

Der anschließende direkte Vergleich der Primingwerte der Versuchsgruppen in beiden Erhebungen in der 2 (Erhebung: Experiment 1a versus 1b) \times 2 (Form der symbolischen Darstellung) Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor ergab, dass die Vpn in der Studierbedingung «vorstellen-integriert» in Experiment 1b ($M = 18\%$) signifikant größeres Priming zeigten als die Vpn der entsprechenden Bedingung in Experiment 1a ($M = 4\%$), $F(1, 30) = 6.78$, $R^2 = .18$, für den entsprechenden Haupteffekt. Alle anderen Effekte sind bei $F(1, 30) \leq 1.22$ zu vernachlässigen. Einseitige t -Tests zeigten zudem, dass in Experiment 1b sowohl signifikantes Bild- ($t(15) = 3.95$) als auch Wortpriming ($t(15) = 2.24$) vorlag.

Bis auf die Studierbedingung «vorstellen-integriert», in der die in Experiment 1b beobachteten Treffer in der Farbwahlaufgabe in die Berechnung einfließen, wurden die Originaldaten aus Experiment 1a in der nachfolgenden 2 (Farbenkodierung) \times 2 (Farbanordnung) \times 2 (Form der symbolischen Darstellung) Varianzanalyse der Primingwerte mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor verrechnet. Allerdings waren erneut keine signifikanten Effekte zu beobachten, $F(1, 60) \leq 1.31$. Während ein signifikanter Unterschied für den Vergleich von Bild- ($M = 14\%$) und Wortpriming ($M = 11\%$) genauso erwartungsgemäß ausblieb wie der Vergleich der Primingwerte nach Vorstellungs- ($M = 14\%$) bzw. visueller Farbenkodierung ($M = 10\%$), war nur ein geringer und nicht signifikanter Vorteil der integrierten ($M = 14\%$) gegenüber der separaten Farbanordnung ($M = 11\%$) zu verzeichnen.

Wiedererkennen

Für die varianzanalytische Auswertung wurden für jede Vp der Nacherhebung erneut Treffer, Falsche Alarme sowie die korrigierte Wiedererkennungslleistung berechnet, die Tabelle 4.4 zu entnehmen sind. Zusätzlich sind die mittleren Kennwerte der drei restlichen Bedingungen in Experiment 1a enthalten (vgl. Tabelle 4.2).

Anders als in den Analysen der Farbwahldaten war für die korrigierte Wiedererkennungslleistung kein signifikanter Unterschied in der Studierbedingung «vorstellen-integriert» zwischen den Vpn in Experiment 1a und Experiment 1b zu beobachten. Die

einfaktorielle Varianzanalyse des Faktors Erhebung (Experiment 1a versus 1b) zeigte, dass in der Nacherhebung ($M = 48\%$) lediglich ein numerischer Vorteil gegenüber Experiment 1a ($M = 34\%$) vorlag, $F(1, 30) = 2.09$.

Tabelle 4.4: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekt wieder erkannter, alter Objekt-Farbe-Kombinationen (Treffer) sowie Falsche Alarme und korrigierte Wiedererkennungensleistung (Treffer minus Falsche Alarme) in Abhängigkeit von Farbenkodierung und Farbanordnung in Experiment 1a und 1b (*kursiv*). Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Treffer	Falsche Alarme	Korrigierte Wiedererkennungensleistung
Visuell-Integriert	91 (10)	23 (14)	67 (21)
Visuell-Separat	75 (11)	25 (14)	50 (20)
<i>Vorstellen-Integriert</i>	<i>79 (15)</i>	<i>31 (19)</i>	<i>48 (27)</i>
Vorstellen-Separat	78 (12)	32 (18)	46 (26)

In einer abschließenden Prüfung wurden die Daten der korrigierten Wiedererkennungensleistung in einer 2 (Farbenkodierung) \times 2 (Farbanordnung) Varianzanalyse neu berechnet, indem die Daten der Vpn der Studierbedingung «vorstellen-integriert» in Experiment 1a durch diejenigen der Vpn in Experiment 1b ersetzt wurden. Lediglich der Haupteffekt des Faktors Farbenkodierung war tendenziell signifikant, $F(1, 60) = 3.94$, $p = .05$, $R^2 = .06$, der die tendenziell größere korrigierte Wiedererkennungensleistung nach visueller Farbpräsentation ($M = 59\%$) gegenüber der Vorstellungsenkodierung ($M = 47\%$) widerspiegelt. Zwar war, wie in Experiment 1a, die im Gruppenvergleich numerisch größte Behaltensleistung nach räumlich integrierter Vorlage farbiger Studierreize zu beobachten (vgl. Tabelle 4.4), doch war die entsprechende Interaktion nicht signifikant, $F(1, 60) = 1.64$. Zudem blieb erneut ein signifikanter Unterschied zwischen integrierter ($M = 58\%$) und separater Farbanordnung ($M = 48\%$) aus, $F(1, 60) = 2.66$, für den entsprechenden Haupteffekt.

4.3.1.2 Diskussion

Neuerhebung der Studierbedingung «vorstellen-integriert»

Tatsächlich unterschieden sich die Farbwahldaten in der neu erhobenen Studierbedingung «vorstellen-integriert» in Experiment 1b deutlich von denjenigen in Experiment

1a. Wie erwartet lagen die Basisraten nun im Zufallsbereich und die Vpn profitierten einheitlich von einer Wiederholung der Studierreize in der Farbwahlaufgabe, was sich in signifikantem Bild- und Wortpriming widerspiegelt. Allerdings beschränkte sich die Verbesserung auf die Behaltensleistung in der Farbwahlaufgabe. In dem (expliziten) Wiedererkennenstest war der Anstieg im Vergleich zu der entsprechenden Studierbedingung in Experiment 1a statistisch nicht bedeutsam. Dieser Befund spricht tendenziell gegen eine weitestgehend explizite Basis des Anstiegs der impliziten Behaltensleistung in Experiment 1b. Allerdings ist die Dissoziation letztlich nicht eindeutig zu interpretieren, da besonders konzeptuelle implizite Verfahren häufig geringere Werte in der Reliabilität aufweisen als ihre expliziten Versionen (z.B. Buchner & Wippich, 2000). Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Befund eines Priminganstiegs zwischen zwei Gruppen, die unter sonst gleichen Bedingungen getestet wurden, möglicherweise auf eine ungenügende Reliabilität der Farbwahlaufgabe zurückgeht. In der nachfolgenden Diskussion werden die Behaltensdaten der neu erhobenen Bedingung in Experiment 1b trotz dieser Bedenken zusammen mit den Daten der drei übrigen Bedingungen in Experiment 1a aus Gründen der Vereinheitlichung als *Experiment 1* zusammengefasst.

H1: Ein Effekt der symbolischen Darstellungsform bleibt im impliziten Test aus

Die Analyse der Basisraten zeigte, dass die Trefferhäufigkeit für neue Stimuli in allen Bedingungen auf Zufallsniveau vorlag. Offenbar führte die zufällige Zuordnung der Zielfarben zu den in den Voruntersuchungen ausgewählten Reizen weder zu einseitig typischen, noch zu ungewöhnlichen Kombinationen. Demgegenüber war nach Wiederholung der Reize eine signifikante Verbesserung in allen Bedingungen festzustellen, mit der die Zielfarben gewählt wurden. Erneut konnte somit die Eignung der Farbwahlaufgabe zum Nachweis von impliziten Farbeffekten bestätigt werden. Dieser Befund ist vor dem Hintergrund der zahlreichen Fehlschläge, spezifische Farbnachwirkungen mithilfe impliziter Verfahren nachzuweisen (vgl. 3.3.3.3), nach wie vor nicht selbstverständlich. Darüber hinaus bestätigen die vorliegenden Ergebnisse die Befunde von Wippich und Mitarbeitern zur Insensitivität der Farbwahlaufgabe gegenüber Variationen des Darstellungsformats (vgl. 3.3.3.4). In Übereinstimmung mit gängigen prozessorientierten Betrachtungen erwies sich der Primingeffekt in Experiment 1 deshalb als unabhängig von der Wiederholung des symbolischen Darstellungsformats der Studierphase, da die in der Farbwahlaufgabe primär angeregten Prozesse konzeptueller Natur sind. Daher sind die Befunde der vorliegenden Untersuchung grundsätzlich mit der

von Wippich et al. (1994) vorgeschlagenen Konzeption kompatibel, nach der die Farbe als ein Teil einer konzeptuellen Gedächtnisrepräsentation zu betrachten ist.

H2: Ein Effekt der Farbkodierung (visuell vs. Vorstellung) bleibt im impliziten Test aus

Dass der Aufbau von Objekt-Farbe-Verknüpfungen möglicherweise unabhängig von der Darbietung visuell-sensorischer Farbinformation beim Enkodieren ist, wird durch das Ausbleiben eines Effekts der Farbkodierung angedeutet: Unabhängig davon, ob die Farbmerkmale visuell dargeboten wurden oder nach Ansage vorzustellen waren, wurde in Experiment 1 in vergleichbarem Ausmaß von der Wiederholung zuvor bereits bearbeiteter Reize profitiert. Erstmals konnte daher gezeigt werden, dass Vorstellungen geeignet sind, den fehlenden Eindruck visuell wahrgenommener Farbe für den nachfolgenden impliziten Test zu kompensieren. Dieses Ergebnis stellt nicht nur einen weiteren Hinweis für die Ähnlichkeit von visuellen Wahrnehmungs- und Vorstellungsprozessen dar, sondern ist zudem mit solchen Studien kompatibel, in denen das Ausbleiben von Spezifitätseffekten nach einem Wechsel von Oberflächenmerkmalen auf einen „kompensatorischen Vorstellungseffekt“ zurückgeführt wurde. Demnach führte die Vorstellung der Studierreize in der Form der nachfolgenden Testreize in Übereinstimmung mit der Position des prozessangemessenen Transfers zur Erregung der relevanten perzeptuellen Prozesse (z.B. McDermott & Roediger, 1994). Im vorliegenden Fall handelte es sich aber anscheinend nicht nur um eine „schwache“ Erregung, sondern möglicherweise um die Aktivierung aller im impliziten Test benötigten Prozesse (vgl. Stuart & Jones, 1996).

Für die Möglichkeit, das Vorstellen der Farbe könnte im Sinne einer konzeptuellen Variablen zu einem Behaltensvorteil gegenüber der visuellen Farbkodierung führen, konnten keine Belege gefunden werden. Der Position des aufgabenangemessenen Transfers folgend, wäre ein positiver Einfluss der in *top-down* Richtung erfolgenden Vorstellungsprozesse (Farah, 1988) in der gleichfalls primär konzeptuelle Prozesse anregenden Farbwahlaufgabe durchaus denkbar gewesen. Da Blaxton (1989) einen derartigen Vorteil der Vorstellungsbedingung in einem konzeptuellen impliziten Verfahren (Wissenstest) belegen konnte, ergibt sich für die prozessorientierte Betrachtung angesichts der Befunde in Experiment 1 ein erhebliches Interpretationsproblem. Warum wird in Tests, die aufgrund der durch sie primär angeregten Prozesse als konzeptuelle Verfahren zu kennzeichnen sind, nicht einheitlich von den Vorstellungsprozessen in der Studierphase profitiert? Ein wichtiger Unterschied zwischen der Studie von Blaxton

(1989) und der vorliegenden Untersuchung besteht zweifelsohne darin, dass Blaxton lediglich eine Analyse des *Einzelreizpriming* anstrebte, in dessen Zentrum gewöhnlich die Identität eines Stimulus steht, nicht – wie in Experiment 1 – die *Assoziation zweier Merkmale*. Über die Art und Weise der Merkmalsverknüpfung im Langzeitgedächtnis, speziell das Erinnern in impliziten Tests, ist nur wenig bekannt. Wie bereits erörtert wurde, spielen die beim Erwerb angeregten Verarbeitungsprozesse für das Erinnern des Merkmals Farbe eine wichtige Rolle (vgl. 3.3.3.2). Eine weitere Eingrenzung dieser Prozesse wurde in Experiment 2 angestrebt.

H3: Ein Effekt der räumlichen Merkmalsanordnung ist im impliziten Test nicht festzustellen

Statt des erwarteten Vorteils der räumlichen integrierten Anordnung von Farb- und Objektmerkmalen in der Studierphase gegenüber der separaten Farbanordnung fielen die spezifischen Farbnachwirkungen in beiden Bedingungen signifikant und in vergleichbarer Höhe aus. In der vorliegenden Untersuchung wurde das Vorgehen von Mori und Graf (1996) aufgegriffen, indem in der Studierphase für jedes Objekt und dem ihm zugewiesenen Farbmerkmal ein Urteil über den subjektiven Grad der Passung abzugeben war. Es ist denkbar, dass die Teilnehmer in Experiment 1 nur dann ohne zusätzliche kognitive Prozesse zu einer Bewertung der Passung gelangten, wenn – wie im Fall einer visuell-integrierten Präsentation – bereits *farbige Reize* vorlagen. Eine korrekte Bearbeitung der Aufgabe bei separater Merkmalsdarbietung bzw. –vorstellung erforderte zusätzliche Prozesse, die letztlich zum Aufheben der räumlichen Merkmalstrennung führten. Entsprechende Prozesse beinhalteten möglicherweise das Generieren bildhafter Vorstellungen farbiger Objekte. Alternativ ist eine Bewertung der Passung auf der Basis semantischer Verknüpfungen zwischen dem Objekt und der Farbe denkbar. So verwendeten Mori und Graf (1996) diese Studieraufgabe (wenn auch erfolglos), um die gemeinsame Verarbeitung von Wörtern und Farben und somit ein Aufheben der räumlichen Trennung zu ermöglichen. Ähnlich argumentieren Musen et al. (1999). Gemäß ihrer Interpretation sollen es die im Zuge der Vorstellungsbildung stattfindenden Prozesse sein, die zu der Integration und dem Aufheben der räumlichen Trennung zwischen den Merkmalen und damit zum Erwerb von neuen Assoziationen führen.

Somit kann nicht beurteilt werden, ob die Befunde der Farbwahlaufgabe in Experiment 1 tatsächlich die intendierten Prozesse der Enkodierungsbedingungen widerspiegeln, oder ob die Befunde vielmehr das Ergebnis einer Verknüpfung der Objekte und Farben darstellen, die als Folge der korrekten Bearbeitung der Studieraufgabe möglicherweise

zwangsläufig resultierten. Es ist daher stark zu vermuten, dass ein Unterbinden möglicher Integrationsprozesse durch die Wahl einer anderen Aufgabe „fairere“ Voraussetzungen für die Untersuchung der Variation der räumlichen Merkmalsanordnung sowie der Farbenkodierung schafft. Dieser Frage wurde in Experiment 2 nachgegangen.

Expliziter Test

Auch in den Daten der Rekognitionsaufgabe war kein Beleg für einen Behaltensvorteil nach Vorstellungsenkodierung festzustellen. Vielmehr war sogar ein tendenzieller Vorteil zugunsten der visuellen Farbenkodierung zu beobachten. Während das Wiedererkennen von Items in der Regel von einer dualen Kodierung oder den bedeutungshaltigen Elaborationen im Zuge bildhafter Vorstellungen bei der Enkodierung profitiert (vgl. 2.3.4.1), spielten beim Wiedererkennen spezifischer Verknüpfungen in Experiment 1 offenbar andere Prozesse eine Rolle. Bei der Analyse der entscheidenden Prozesse ist eine genaue Analyse der Reizdarbietung im expliziten Test hilfreich, in dem ein Vorgehen von Chalfonte und Johnson (1996) aufgegriffen wurden. Die Darbietung der Testreize erfolgte so, dass alte Verknüpfungen von Objekten und Farben von neuen zu unterscheiden waren. Diese Unterscheidung gelang in Experiment 1 nach visueller Enkodierung der Farbe am besten, numerisch sogar in der Bedingung, in der die Darbietung der Testreize wie in der Studierphase in Form von farbigen Strichzeichnungen erfolgte, also eine räumlich integrierte Merkmalsanordnung vorlag. Hanna und Remington zeigten, dass sich das Prinzip der Enkodierspezifität (Tulving & Thompson, 1973) auch in nonverbalen Tests belegen lässt. Allerdings konnten die Autoren in ihrer Untersuchung aufgrund der gewählten Bedingungen in der Studierphase lediglich einen Vorteil der generellen Farbkongruenz nachweisen, nicht jedoch der spezifischen Verknüpfungen von Objekten und den ihnen zugeordneten Farben. Das Prinzip der Enkodierspezifität ist als das „explizite Gegenstück“ zur Position des aufgabenangemessenen Transfers zu sehen (Franks et al., 2000). Demnach ist die größte Gedächtnisleistung in der Bedingung zu erwarten, in der die Reizanordnung im Test derjenigen beim Enkodieren am ehesten entspricht. In der Form nach Chalfonte und Johnson (1996) regen die farbigen Testreize zusätzliche *perzeptuelle Prozesse* beim expliziten Wiedererkennen an, die neben den generellen konzeptuellen Prozessen der Rekonstruktion eine zusätzliche Abrufhilfe der Lernepisode darstellen, die besonders nach visueller Farbenkodierung genutzt werden kann.

Hier liegt offenbar eine Dissoziation zwischen dem impliziten und dem expliziten Test vor, da im Zusammenhang mit der Diskussion der Farbwahldaten herausgestellt wurde, dass Vorstellungsprozesse der Farbe ausreichten, um den fehlenden visuellen Farbeindruck vollständig zu kompensieren. Eine eingehende Analyse der in beiden Behaltensprüfungen beteiligten Prozesse verbietet sich zwar aufgrund möglicher Test-Priming-Effekte; die unterschiedlichen Befundmuster in der impliziten und expliziten Behaltensprüfung stellen aber ein interessantes Ergebnis dar, das in Experiment 2 repliziert werden sollte.

4.4 Experiment 2

Der einzige Unterschied zwischen Experiment 1 und 2 bestand in der Studieraufgabe. Da die Studieraufgabe in Experiment 2 lediglich die Bearbeitung des dargestellten Objekts erforderte (inzidentelle Farbbeachtung), wurde geprüft, ob der Befund eines ausbleibenden Effekts der räumlichen Farbanordnung in Experiment 1 auf zusätzliche, kognitive Prozesse zurückging, die durch die Studieraufgabe angeregt wurden und so zu einer Aufhebung der räumlichen Merkmalstrennung führten (intentionale Farbbeachtung). Daher wurde erwartet, dass die in der Literatur beschriebenen Befunde repliziert werden und der Nachweis signifikanter Farbeffekte selbst dann gelingt, wenn die Farbe in der Studieraufgabe keine Rolle spielt, die Reize in der Studierphase aber bereits farbig integriert vorliegen.

Integrierte versus separate Farbanordnung

Auf der Basis von Studien zur Aufmerksamkeitsforschung war davon ausgegangen worden, dass farbig dargebotene Objekte verglichen mit räumlich getrennten Elementen eher als eine perzeptuelle Einheit wahrgenommen werden. Zudem sollten sie eher als zusammengehörig gespeichert und anschließend ohne Erinnerungsinstruktion in der Farbwahlaufgabe rekonstruiert werden. Das Ausbleiben des entsprechend erwarteten Effekts in Experiment 1 wurde auf die Studieraufgabe zurückgeführt (Beurteilung der Passung von Objekt- und Farbmerkmal): Nach Wippich et al. (1994) setzt diese Aufgabe „eine konzeptuelle Verarbeitung voraus, fokussiert aber physikalische Merkmale innerhalb der konzeptuellen Verarbeitung“ (S. 328). Es scheint daher plausibel, dass durch die Studieraufgabe Integrationsprozesse angeregt wurden, die zur Überwindung der räumlichen Trennung zwischen den zu verknüpfenden Elementen führten. Dass für dieses Argument hinreichende Evidenz in der Literatur vorliegt, wird nachfolgend erläutert.

Die Abwesenheit einer räumlichen Integration der Merkmale muss in der Objektwahrnehmung nicht zwangsläufig zu falschen oder illusorischen Merkmalsverknüpfungen führen. Als „Gegenmittel“ zur Verbesserung der Wahrnehmung zusammengehöriger Merkmale ist wiederholt auf die Bedeutung von Aufmerksamkeitsprozessen hingewiesen worden (z.B. Treisman, 1999; vgl. 3.3.1.1): So ist eine Verbesserung der Leistungen dann zu erwarten, wenn das zu beachtende Merkmal durch einen Hinweisreiz angekündigt wird. Beachtete Merkmale werden zudem auch physiologisch verstärkt (Moran

& Desimone, 1985). Für das Erinnern spezifischer Verknüpfungen von Farb- und Objektmerkmalen im visuellen Langzeitgedächtnis wird der Aufmerksamkeit eine ähnliche Rolle für die Enkodierung wie in der Objektwahrnehmung zugewiesen (Hanna & Remington, 1996). So beobachtete Ceraso (1985; zitiert nach Musen et al., 1999) bezüglich der räumlichen Merkmalsanordnung, dass räumlich integriert dargebotene Buchstaben und leicht zu benennende geometrische Figuren nach inzidenteller Bearbeitung in der Lernphase besser erinnert wurden als räumlich getrennt präsentierte Reize. Eine vergleichbare explizite Behaltensleistung war aber dann zu verzeichnen, wenn eine ausdrückliche, intentionale Beachtung der Stimuli in der Lernphase verlangt war.

Der Transfer dieser Befunde auf den Nachweis der Farbe in impliziten Tests lässt vermuten, dass möglicherweise gar nicht von einem *grundsätzlichen Nachteil* für in der Studierphase räumlich getrennt dargebotene gegenüber räumlich integrierten Merkmalen auszugehen ist, die als eine perzeptuelle Einheit vorliegen. Sowohl Mori und Graf (1996) als auch Musen et al. (1999) gehen davon aus, dass im Fall von räumlich getrennt dargebotenen Merkmalen nicht auf eine bestehende Gedächtnisrepräsentation zurückgegriffen werden kann, die beide Elemente enthält. Für den Erwerb von neuen nonverbalen Assoziationen muss daher eine solche Repräsentation erst gebildet werden. Dazu ist wie in der verbalen Domäne ein integrierender Prozess in der Studierphase notwendig, der als *Unitization* bezeichnet wird (Graf & Schacter, 1989). Dieser Vorgang bezeichnet das Speichern der verschiedenen Elemente (z.B. zweier präexperimentell nicht assoziierter Wörter) in einer Einheit, indem beispielsweise eine Verbindung durch gemeinsame Verarbeitung hergestellt wird. Erst wenn die Elemente in einer Studierphase entsprechend verarbeitet wurden, ist eine vollständige Aktivierung der gesamten Repräsentation bei Vorgabe eines Teils im Test möglich (z.B. des ersten Wortes). Die Integration getrennter Objekt- und Farbmerkmale erfordert nach Mori und Graf (1996) sowie Musen et al. (1999) ähnliche Prozesse in der Studieraufgabe. In beiden Studien wurde versucht, diese Integration zu erreichen, indem die Elemente gemeinsam zu verarbeiten waren (dieses Vorgehen wurde in Experiment 1 mit der Beurteilung der Passung aufgegriffen). Leider versäumen es beide Forschergruppen, die Kontrollbedingung zu prüfen, in der nicht alle Enkodierelemente zu beachten sind und daher keine gemeinsame Verarbeitung erfolgt. In Experiment 2 sollte diese empirische Lücke in der Literatur geschlossen werden, indem für jedes dargestellte Objekt in der Studierphase anzugeben war, ob es sich in persönlichen Besitz des Teilnehmers befand. Das entsprechende Urteil war ungeachtet des jeweiligen Farbmerkmals zu treffen. Es wurde aus-

drücklich darauf hingewiesen, dass die Farbe für dieses Urteil unerheblich war. Allerdings erforderte die Farbe in den beiden Vorstellungsbedingungen nach wie vor Aufmerksamkeit, das sie nach Ansage vorzustellen war. In dem anschließenden Besitzurteil spielte sie jedoch, anders als in dem ästhetischen Urteil in Experiment 1, keine Rolle. Während die Farbmerkmale in Experiment 1 aufgrund der Studieraufgabe zu beachten waren, rückten sie in Experiment 2 deutlich in den Hintergrund. Es wurde somit geprüft, ob die in der Literatur geforderten, zusätzlich benötigten Integrationsprozesse (durch gemeinsame Verarbeitung beider Elemente) zur Überwindung räumlicher Merkmalstrennung während der Enkodierung tatsächlich benötigt werden.

Obwohl die Farbe in Experiment 2 für die Studieraufgabe keine Rolle spielte und daher lediglich von einer inzidentellen Farbbeachtung in der Studierphase auszugehen ist, wurde auf der Grundlage der Literatur signifikantes Farbpriming für die räumlich integrierte Merkmalsanordnung in Form farbiger Reize erwartet. Wippich et al. (1994) konnten zeigen, dass vergleichbare Farbeffekte in der Farbwahlaufgabe resultierten, unabhängig davon, ob in der Studierphase zusätzlich zur konzeptuellen Verarbeitung der Objekte eine besondere Beachtung der Farbe erfolgte (Beurteilung der Angemessenheit der Farbe für das Objekt) oder nicht (Beurteilung der Objektherkunft). Auch Musen et al. (1999) gehen davon aus, dass der Nachweis einer Merkmalsverknüpfung für farbig präsentierte Reize unabhängig von der Studieraufgabe gelingt, wenn es sich um vertraute Reize handelt, wie z.B. Wörter in farbiger Schrift. Hier werden keine Integrationsprozesse benötigt und die Enkodierung der Merkmale erfolgt quasi automatisch (vgl. MacLeod, 1991).

Farbe sehen versus Farbe vorstellen

Wie in Experiment 1 wurde zwischen den Teilnehmern variiert, ob die Farbe der Studierobjekte sichtbar vorlag oder nach Ansage durch die Versuchsleitung vorgestellt werden sollte. Lässt sich der Befund eines möglicherweise vollständigen „kompensatorischen Vorstellungseffekts“ in der impliziten Behaltensprüfung erneut replizieren? Im positiven Fall sollte sich ein paralleles Ergebnismuster für die Vorstellungsbedingungen und die visuelle Enkodierung in der Farbwahlaufgabe zeigen. Daher wurde der Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen nach räumlich integrierter Farbvorstellung erwartet («vorstellen-integriert»), nicht aber nach der Vorstellung der Farbe auf die separate Karte («vorstellen-separat»).

Bild- versus Wortreize in der Farbwahlaufgabe

Wie in Experiment 1 und in Übereinstimmung mit der vorliegenden Literatur wurde erneut erwartet, dass sich ein Wechsel der symbolischen Darstellungsform von Bildreizen in der Studierphase zu Wortmaterial im Test nicht auf das Farbpriming auswirkt. Es liegen keine Hinweise dafür vor, dass nach inzidenteller Beachtung der Farbe in der Studierphase perzeptuelle Prozesse in der Farbwahlaufgabe möglicherweise stärkeres Gewicht erhalten könnten und ein Effekt des Darstellungsformats zu erwarten wäre.

Explizite Behaltensprüfung

Aufgrund der Befunde in Experiment 1 wurde erwartet, dass der Nachweis der Enkodierspezifität auch in Experiment 2 gelingt. Da erneut das Vorgehen von Chalfonte und Johnson (1996) aufgegriffen wurde, sollte ein Behaltensvorteil demnach in der Studierbedingung vorliegen, in der die Studierreize in der Form des expliziten Tests dargeboten wurden («visuell-integriert»). Daher wurde der Nachweis der signifikanten Wechselwirkung der Faktoren „Farbenkodierung“ und „Farbanordnung“ erwartet. Alle übrigen Versuchsgruppen sollten sich nicht voneinander unterscheiden.

Für den Vergleich der Behaltensleistungen in Experiment 1 und 2 wurde für den expliziten Test, anders als für die Farbwahlaufgabe, ein *genereller Rückgang* in allen Versuchsgruppen erwartet. Wippich et al. (1994, Experiment 2) konnten nachweisen, dass die Beurteilung der Angemessenheit der Farbe für das abgebildete Objekt eine konzeptuelle Verarbeitung und die Beachtung des Farbmerkmals impliziert und im Vergleich zur konzeptuellen Verarbeitung, die nur eine Beachtung des Objektmerkmals implizierte (Beurteilung der Objektherkunft) die Behaltensleistung in der freien Reproduktion fördert. Dass eine zusätzliche Beachtung der Farbe die Erinnerungsleistung in traditionellen Gedächtnistests fördert, kann als gesichert gelten (z.B. Chalfonte & Johnson, 1996).

Hypothesen

- (1) *Ein Effekt der symbolischen Darstellungsform bleibt im impliziten Test aus*
Ein Wechsel des symbolischen Formats von Bildern in der Studierphase zu Wörtern im Test bleibt ohne Auswirkung auf das beobachtete Farbpriming;
- (2) *Farbpriming ist nur nach räumlich integrierter Farbanordnung zu beobachten*
Die räumliche Integration von Farb- und Objektmerkmalen in der Studierphase führt zu stärkeren spezifischen Farbnachwirkungen als die getrennte Anordnung der Elemente, für die spezifische Farbnachwirkungen ausbleiben;
- (3) *Ein Effekt der Farbkodierung (visuell vs. Vorstellung) bleibt im impliziten Test aus*
Der Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen wird durch die Form der Farbkodierung nicht beeinflusst. Farbeffekte werden nach Vorstellungs- bzw. visueller Farbkodierung und in vergleichbarer Höhe erwartet;
- (4) *Enkodierspezifität: Vorteil nach visuell integrierter Farbanordnung im expliziten Test*
Im expliziten Test wird eine signifikante Wechselwirkung der Faktoren „Farbkodierung“ und „Farbanordnung“ erwartet: Die Gedächtnisleistung der Versuchsgruppe «visuell-integriert» übersteigt die aller übrigen Versuchsgruppen, die sich nicht voneinander unterscheiden;
- (5) *Der Wechsel der Studieraufgabe beeinträchtigt nur das Farbpriming nach räumlich separater Farbanordnung*
Im Vergleich der Behaltensleistungen zwischen Experiment 1 und 2 wird eine signifikante Wechselwirkung unter Einschluss des Faktors „Farbanordnung“ vorhergesagt: Spezifische Farbnachwirkungen fallen nur nach räumlich getrennter Merkmalsanordnung in Experiment 2 deutlich geringer aus als in Experiment 1, nicht jedoch nach räumlich integrierter Farbanordnung;
- (6) *Rückgang der Behaltensleistung im expliziten Test in Experiment 2*
In Experiment 2 wird im Vergleich mit Experiment 1 eine signifikant geringere Behaltensleistung im expliziten Test erwartet.

4.4.1 Methode

4.4.1.1 Versuchspersonen

An diesem Experiment nahmen insgesamt 64 Vpn teil. Jeweils 16 Vpn wurden einer von vier Versuchsgruppen zufällig zugeordnet. Keine der Vpn hatte zuvor an Experi-

ment 1a oder 1b teilgenommen. Eine Vp der Bedingung «visuell-integriert» gab im Anschluss an die Farbwahlaufgabe an, sie hätte versucht, die Farben von alten Items explizit zu erinnern. Die Daten ihrer impliziten Behaltensprüfung wurde daher von den Analysen ausgeschlossen (in dieser Versuchsgruppe daher: $n = 15$).

4.4.1.2 Versuchsplan und Material

Wie in Experiment 1 lag in Experiment 2 – von Kontrollmaßnahmen abgesehen – insgesamt ein 2 (Farbenkodierung: visuell vs. akustisch mit Vorstellung) \times 2 (Farbanordnung: integriert vs. separat) \times 2 (Form der symbolischen Darstellung in der ersten Prüfphase: Bild vs. Wort) \times 2 (Testinstruktion: implizit vs. explizit) \times 2 (Itemstatus in der ersten Prüfphase: alt vs. neu) Versuchsplan mit Messwiederholung auf den letzten drei Faktoren vor. Beide Experimente unterschieden sich nicht hinsichtlich des verwendeten Materials.

4.4.1.3 Versuchsdurchführung

Hinsichtlich der Versuchsdurchführung unterschieden sich die Experimente 1 und 2 bis auf zwei Ausnahmen nicht voneinander. Die erste Änderung betraf den angeblichen Untersuchungsgegenstand: Den Vpn wurde mitgeteilt, dass es sich im vorliegenden Experiment um eine Nachfolgeuntersuchung eines Experiments zur Farbwahrnehmung handelte. Allerdings bestünde das zentrale Forschungsanliegen nun in der Untersuchung der Wahrnehmung von Objekten. Die zweite Änderung betraf die Aufgabe, die am Ende eines Durchgangs in der Studierphase zu bearbeiten war und die lediglich eine Beachtung des jeweils dargestellten Objekts erforderte. Ungeachtet der gesehenen bzw. vorgestellten Farbe sollte für jedes dargestellte Objekt durch Ankreuzen einer von drei Antwortmöglichkeiten ein Besitzurteil abgegeben werden. Die Vpn konnten den Besitz entweder bestätigen, angeben, einen zukünftigen Erwerb zu beabsichtigen oder einen zukünftigen Erwerb ausschließen. Im Anschluss an die Studierphase waren, wie in Experiment 1a, zunächst die Farbwahl- und abschließend die Rekognitionsaufgabe zu bearbeiten.

4.4.1.4 Ergebnisse

Farbwahlaufgabe

Tabelle 4.5 liefert einen Überblick über die mittleren Anteile korrekter Farbwahlen für alte bzw. neue Teststimuli sowie die mittleren Primingwerte für Wort- bzw. Bildmaterial in den verschiedenen Studierbedingungen in Experiment 2.

Tabelle 4.5: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbwahlen für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Abhängigkeit von Farbenkodierung und Farbanordnung in Experiment 2. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Wörter			Bilder		
	alt	neu	Priming	alt	neu	Priming
Visuell-Integriert	32 (10)	31 (19)	1 (22)	35 (14)	30 (11)	5 (19)
Visuell-Separat	26 (11)	23 (13)	3 (19)	29 (15)	30 (14)	-1 (18)
Vorstellen-Integriert	31 (13)	26 (14)	6 (16)	34 (12)	26 (11)	8 (16)
Vorstellen-Separat	30 (15)	24 (10)	6 (18)	36 (12)	28 (10)	8 (14)

In einer ersten Analyse wurde geprüft, ob sich die Basisraten in den verschiedenen Bedingungen unterschieden. Die 2 (Farbenkodierung) \times 2 (Farbanordnung) \times 2 (Form der symbolischen Darstellung) Varianzanalyse der Trefferraten für neue Items mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor erbrachte jedoch keine signifikanten Ergebnisse, $F(1, 59) \leq 1.38$. Zudem war keine signifikante Abweichung der Trefferraten für neue Stimuli von der Zufallsleistung festzustellen, $t(15) \leq 1.46$ bzw. $t_{\text{visuell-integriert}}(14) \leq 1.72$.

Die anschließende 2 \times 2 \times 2 Varianzanalyse der Primingwerte mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor erbrachte keine signifikanten Resultate, $F(1, 59) \leq 2.70$. Wie in Experiment 1 blieb ein signifikanter Unterschied nach Farbvorstellungen ($M = 7\%$) gegenüber der visuellen Farbpräsentation ($M = 2\%$) aus, $F(1, 59) = 2.70$, für den Haupteffekt. Völlig unerwartet war kein signifikanter Vorteil für die integrierte ($M = 5\%$) gegenüber der separaten Farbanordnung ($M = 4\%$) zu verzeichnen, $F < 1$, für den entsprechenden Haupteffekt. Alle übrigen Effekte sind bei $F < 1$ ebenfalls zu vernachlässigen.

Wie Tabelle 4.5 zeigt, waren in Experiment 2 nur einstellige, und damit augenscheinlich geringere Primingwerte als in Experiment 1 zu verzeichnen. Tatsächlich überstiegen die

Primingwerte nun lediglich nach Vorstellungsenkodierung das Zufallsniveau signifikant; allerdings traf dieses nach räumlich separaten Farbvorstellungen nur für bildliche Prüfitems, $t(15) = 2.27$, bzw. nach räumlich integrierten Farbvorstellungen für Bilder, $t(15) = 2.00$, und nur tendenziell für Wortitems zu, $t(15) = 1.43$, $p = .09$ (alle übrigen $t(15) \leq 1.26$ bzw. $t_{\text{visuell-integriert}}(14) \leq 1.01$, einseitige t -Tests). Ob die Vpn in Experiment 2 tatsächlich nur in geringerem Maße als in den Experimenten 1a bzw. 1b von der Wiederholung alter gegenüber neuen Stimuli profitieren konnten, wurde in einer zusätzlichen Analyse geprüft, deren Ergebnisse im Anschluss an die Schilderung der expliziten Behaltensdaten berichtet werden.

Wiedererkennen

Wie im vorangegangenen Experiment wurde jeweils vermerkt, mit welcher Häufigkeit die aus der Studierphase bekannten Zuordnungen von Farben zu Bildern korrekt wiedererkannt (Treffer) und neue Zuordnungen fälschlicherweise als ursprünglich enkodierte beurteilt wurden (Falsche Alarme). Zusätzlich wurde die Differenz beider Maße (korrigierte Wiedererkennensleistung) berechnet. Die mittleren Anteile dieser Kennwerte in Abhängigkeit von den Studierbedingungen sind Tabelle 4.6 zu entnehmen. Deren Inspektion deutet an, dass im Vergleich zu Experiment 1 in Experiment 2 möglicherweise auch eine geringere explizite Behaltensleistung zu verzeichnen war.

Tabelle 4.6: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekt wieder erkannter, alter Objekt-Farbe-Kombinationen (Treffer) sowie Falsche Alarme und korrigierte Wiedererkennensleistung (Treffer minus Falsche Alarme) in Abhängigkeit von Farbenkodierung und Farbanordnung in Experiment 2. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Treffer	Falsche Alarme	Korrigierte Wiedererkennensleistung
Visuell-Integriert	73 (16)	32 (18)	41 (29)
Visuell-Separat	61 (19)	39 (16)	22 (29)
Vorstellen-Integriert	60 (15)	43 (20)	17 (31)
Vorstellen-Separat	67 (15)	41 (18)	26 (29)

Die varianzanalytische Verrechnung der korrigierten Wiedererkennensleistung in einer 2 (Farbenkodierung) \times 2 (Farbanordnung) Varianzanalyse ergab lediglich einen tendenziell signifikanten Effekt, nämlich die vorhergesagte Interaktion beider Faktoren, $F(1, 60) = 3.38$, $p = .07$, $R^2 = .05$ (vgl. Tabelle 4.6). Die Analyse der einfachen Haupteffekte

ergab, dass eine räumlich integrierte gegenüber einer separaten visuellen Farbvorlage tendenziell positiv wirkte, $F(1, 60) = 3.24$, $R^2 = .07$, während nach Vorstellungsenkodierung eine nicht signifikante Umkehrung des Effekts zu verzeichnen war, $F < 1$. In anderer Richtung betrachtet führte die visuell integrierte Farbenkodierung zu signifikant besseren Leistungen als die Einfärbung schwarzweißer Stimuli in der Vorstellung, $F(1, 60) = 5.29$, $R^2 = .08$, während kein signifikanter Vorteil der visuellen Enkodierung gegenüber der Vorstellungsenkodierung separater Farbanordnung vorlag, $F < 1$. Der Vorteil visueller Farbpräsentation ($M = 32\%$) gegenüber Farbvorstellungen ($M = 21\%$), $F(1, 60) = 2.00$, war ebenso wenig signifikant wie der Haupteffekt des Faktors Farbanordnung, $F < 1$. Nach integrierter Farbanordnung ($M = 29\%$) resultierte nur eine geringfügig bessere Behaltensleistung als nach separater Farbanordnung ($M = 24\%$).

Zusätzliche Ergebnisse

Führte der Wechsel der Studieraufgabe von der intentionalen Beachtung des Farbmerkmals im Passungsurteil in Experiment 1 zur irrelevanten Bedeutung (bzw. inzidentellen Beachtung) der Farbe im Besitzurteil in Experiment 2 tatsächlich zu den vorhergesagten Leistungseinbußen in beiden Gedächtnisprüfungen? In getrennten Analysen der *Primingwerte* sowie der *korrigierten Wiedererkennensleistung* beider Experimente unter Einschluss des neuen Faktors *Farbbeachtung* (intentional–Experiment 1²³ versus inzidentell–Experiment 2) sollte diese Hypothese geprüft werden. Um Redundanzen zu vermeiden, werden im Folgenden lediglich diejenigen Ergebnisse berichtet, die abweichend von vorherigen Analysen festzustellen waren.

Bezogen auf die *Primingwerte* erbrachte die 2 (Farbbeachtung) \times 2 (Farbenkodierung) \times 2 (Farbanordnung) \times 2 (Symbolische Darstellungsform) Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor zwei signifikante Ergebnisse. Im Vergleich zur Beachtung der Farbe ($M = 12\%$) war ein genereller Rückgang des Primings festzustellen, wenn die Farbe für die Bearbeitung der Studieraufgabe irrelevant war ($M = 4\%$), $F(1, 119) = 12.39$, $R^2 = .07$, für den entsprechenden Haupteffekt. Unerwartet war allerdings neben dem erwarteten Rückgang des Farbpriming nach separater Farbanordnung von Experiment 1 ($M = 11\%$) zu Experiment 2 ($M = 4\%$) eine gleichsinnige Abnahme der

²³ Für die Gesamtanalysen wurden die Daten der Versuchsbedingung «vorstellen-integriert» in Experiment 1b zusammen mit den Daten der drei restlichen Versuchsgruppen in Experiment 1a verrechnet. Zusätzliche Analysen, in denen Experiment 2 mit den Originaldaten in Experiment 1a verglichen wurden, führten hinsichtlich des Wechsels der Studieraufgabe (Farbbeachtung) zu vergleichbaren Ergebnissen.

Behaltensleistung für räumlich integrierte Farbmerkmale zu beobachten ($M = 14\%$ bzw. 5%), $F < 1$ für die erwartete Interaktion unter Einschluss des Faktors „Farbanordnung“. Im Vergleich der Experimente war erstmalig eine, allerdings nur tendenziell signifikante Überlegenheit nach Farbvorstellungen ($M = 11\%$) gegenüber der visuellen Präsentation der Farben ($M = 6\%$) in der Studierphase zu beobachten, $F(1, 119) = 3.69$, $p = .06$, $R^2 = .03$, für den entsprechenden Haupteffekt. Alle übrigen Effekte sind bei $F(1, 119) \leq 1.22$ zu vernachlässigen.

Ein deutlicher Einfluss der Farbbeachtung war auch in der 2 (Farbbeachtung) \times 2 (Farb-
enkodierung) \times 2 (Farbanordnung) Varianzanalyse der *korrigierten Wiedererkennensleistungen* zu verzeichnen, die insgesamt drei signifikante Ergebnisse erbrachte. Die intentionale Beachtung der Farbe in der Studierphase in Experiment 1 ($M = 53\%$) führte zu signifikant besseren expliziten Behaltensleistungen als die inzidentelle Farbbeachtung der Studieraufgabe in Experiment 2 ($M = 27\%$), $F(1, 120) = 30.74$, $R^2 = .20$, für den entsprechenden Haupteffekt. Darüber hinaus war ein signifikanter Haupteffekt des Faktors *Enkodierung* zu verzeichnen, $F(1, 120) = 5.50$, $R^2 = .04$, der jedoch von der Interaktion unter Einschluss des Faktors *Farbanordnung* überlagert war, $F(1, 120) = 4.99$, $R^2 = .04$, die in Abbildung 4.1 dargestellt ist.

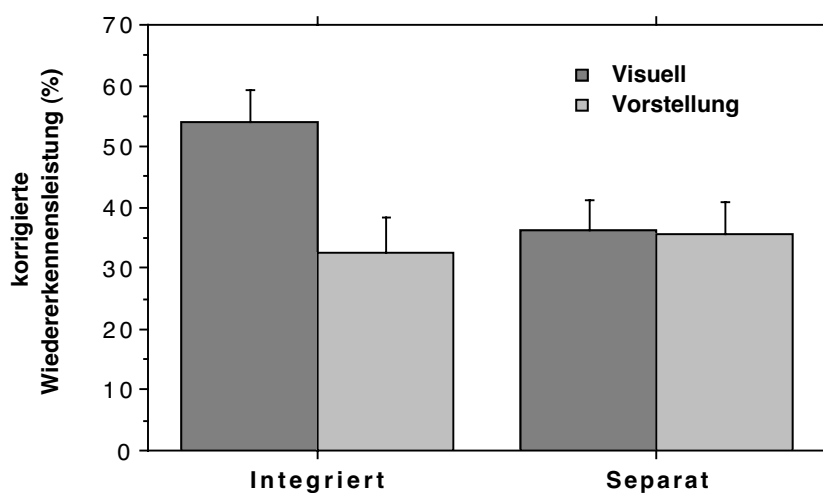


Abbildung 4.1: Korrigierte Wiedererkennensleistung (Differenz Treffer minus falsche Alarme, in Prozent) aggregierter Behaltensdaten der Experimente 1 und 2 in Abhängigkeit von der Farbenkodierung und der Farbanordnung. Zusätzlich angegeben ist der Standardfehler.

Die Analyse der einfachen Haupteffekte ergab, dass eine räumlich integrierte Farbpräsentation ($M = 54\%$) gegenüber einer separaten Farbvorlage ($M = 36\%$) signifikant posi-

tiv wirkte, $F(1, 120) = 7.25$, $R^2 = .06$, während nach Vorstellungsenkodierung eine nicht signifikante Umkehrung des Effekts zugunsten separater ($M = 36\%$) gegenüber integrierter Lokation ($M = 33\%$) zu verzeichnen war, $F < 1$. In anderer Richtung betrachtet führte die visuell integrierte Farbkodierung zu einer signifikant besseren Leistung als die Einfärbung schwarzweißer Stimuli in der Vorstellung, $F(1, 120) = 10.48$, $R^2 = .08$, während vergleichbare Mittelwerte für separate Farbanordnung nach visueller und Vorstellungsenkodierung vorlagen, $F < 1$.

4.4.1.5 Diskussion

Die Ergebnisse der Farbwahlaufgabe in Experiment 2 werden zweifellos dominiert vom ausgeprägten Rückgang der Gedächtnisleistung im Vergleich zu Experiment 1. Dieser Rückgang beschränkte sich nicht wie erwartet nur auf die räumlich getrennte Farbanordnung während der Enkodierung. Insgesamt überstieg die Trefferrate für alte Items diejenige für neue Testreize in den meisten Bedingungskombinationen nur wenig oder gar nicht. Signifikante Farbeffekte waren daher kaum zu verzeichnen. Der Befund eines „impliziten Bodeneffekts“ mahnt daher generell zur Vorsicht bei der Ergebnisinterpretation.

H1: Ausbleiben eines formatspezifischen Effektes

Wie erwartet wirkte sich der Wechsel des Darstellungsformats von der Studier- zur Testphase nicht auf den Vorteil in der Häufigkeit aus, mit dem in der Farbwahlaufgabe alten gegenüber neuen Reizen die Zielfarbe zugeordnet wurde. In Übereinstimmung mit dem prozessorientierten Ansatz konnten somit wie in Experiment 1 Befunde repliziert werden, dass es sich bei der Farbwahlaufgabe um einen konzeptuellen impliziten Test handelt, der Variationen von Oberflächenmerkmalen nicht anzeigt (vgl. z.B. Wipich & Mecklenbräuer, 1998).

H2: Erneutes Ausbleiben eines Effekts der räumlichen Merkmalsanordnung

Wie in Experiment 1 konnten keinerlei Belege für die Hypothese gefunden werden, dass eine räumlich integrierte Farbanordnung stärker als eine räumlich getrennte zu den Verknüpfungen der Objekte und Farben in der Studierphase führt, die für den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen benötigt werden. Im Vergleich der Farbwahldaten beider Experimente blieb zudem auch die erwartete Interaktion aus: Eine inzidentelle Beachtung der Farbe in der Studierphase (Experiment 2) belastete keineswegs nur das Farbpriming nach separater Merkmalsanordnung. Statt dessen war ein

Rückgang in beiden Farbanordnungen zu verzeichnen, der numerisch nach räumlich integrierter Anordnung sogar größer ausfiel (wenn auch nicht signifikant).

In der Interpretation der Befunde in Experiment 1 war vermutet worden, dass die merkmalsintegrierende Wirkung der gewählten Studieraufgabe, die eine gemeinsame Verarbeitung der Enkodierelemente beinhaltete, den ursprünglich erwarteten Effekt der räumlichen Trennung verhinderte. Über die Studieraufgabe (Besitzurteil) sollten in Experiment 2 mögliche Integrationsprozesse unterbunden werden, um „fairere“ Voraussetzungen für die Untersuchung der Variation der räumlichen Merkmalsanordnung zu schaffen. Während der beobachtete „Einbruch“ der Primingwerte nach getrennter Farbanordnung in Experiment 2 wie erwartet eintrat, war ein vergleichbarer Rückgang selbst dann zu verzeichnen, wenn die Farbe als integrierter Bestandteil der Strichzeichnung angeordnet oder vorzustellen war. Das ist der eigentlich erstaunliche Befund der vorliegenden Untersuchung. Insbesondere für die *visuell integrierte Farbdarbietung* wurde aufgrund der bisherigen Befunde von einem Nachweis eines impliziten Farbeffekts *unabhängig vom Fokus der Studieraufgabe* ausgegangen. Farblich dargebotene Objekte sollten in jedem Fall als eine perzeptuelle Einheit wahrgenommen und quasi automatisch enkodiert werden. Musen et al. (1999) nehmen an, dass hier Integrationsprozesse überhaupt nicht benötigt werden. Statt dessen ist von einer Verknüpfung der Stimuluskomponenten aufgrund ihrer Kohärenz oder der Wahrnehmung einer gemeinsamen Struktur und einer Organisierung in integrierte Einheiten auszugehen, die beispielsweise über gestaltpsychologische Prinzipien erfolgt (Graf & Schacter, 1989). In der Farbwahlaufgabe konnten Primingeffekte für vergleichbares Material selbst dann nachgewiesen werden, wenn die Farbe in der Studierphase gar nicht zu beachten war (Wippich et al., 1994) oder eine moderate Form der Aufmerksamkeitsbelastung die Enkodierung erschwerte (Wippich & Mecklenbräuer, 1998).

Die Beobachtung eines Rückgangs der Primingwerte für räumlich integrierte Farben steht daher nicht nur im Widerspruch zu bisherigen Befunden in der Farbwahlaufgabe, sondern auch zu solchen Studien, in denen ein Vorteil einer integrierten Merkmalsdarbietung gegenüber einer räumlich getrennten nach inzidenteller Bearbeitung in der Studierphase beobachtet wurde (Ceraso, 1985; zitiert nach Musen et al., 1999). Dieser Widerspruch ist auf der Basis von Experiment 2 auch deshalb nicht aufzulösen, weil er gleich zwei Bedingungen betraf, die Vorstellungs- sowie die visuelle Farbenkodierung. Während eine möglicherweise unzureichende Teststärke die Interpretation der Behal-

tensdaten in der impliziten Gedächtnisprüfung der vorliegenden Untersuchung erschwert, insbesondere was das Vorliegen signifikanter Primingwerte in den einzelnen Bedingungskombinationen angeht, liegen keine Hinweise darauf vor, das Ausbleiben der signifikanten Interaktion der Faktoren „Farbanordnung“ und „Farbbeachtung/Studieraufgabe“ auf einen hohen β -Fehler zurückzuführen; hier lagen überhaupt keine Anhaltspunkte für eine etwaige Tendenz in der erwarteten Richtung vor. Auf der Basis der in beiden Experimenten beobachteten Daten der Farbwahlaufgabe wird daher gefolgert, dass der räumlichen Merkmalsanordnung insgesamt eine wesentlich geringere Bedeutung für den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen zukommt als den durch die Studieraufgabe angeregten Verarbeitungsprozessen: Schließt die Aufgabe die gemeinsame Bearbeitung von Objekt und Farbe während der Enkodierung ein (Experiment 1), gelingt die räumliche Integration zuvor getrennter Merkmale problemlos. Wird in der Studierphase nur dem Objekt Aufmerksamkeit zuteil, nicht aber der Farbe (Experiment 2), gelingt die Verknüpfung von Farb- und Objektmerkmalen, unabhängig von der räumlichen Anordnung, nur unzureichend oder gar nicht.

Die Ergebnisse der Farbwahlaufgabe belegen daher, dass die in der verbalen Domäne geforderten Verknüpfungsprozesse in ähnlicher Weise auch bei der Merkmalsintegration der Farbe stattfinden müssen. Die Beachtung lediglich eines Teils der zu assoziierenden Elemente in der Studieraufgabe in Experiment 2 (Objektidentität) reichte nicht aus. Aus der Literatur zum Erwerb von neuen verbalen Assoziationen ist bekannt, dass die bloße Wiederholung der beiden zu assoziierenden Begriffe in der Studierphase allein nicht genügt (Schacter & McGlynn, 1989). Um eine gemeinsame Beziehung zwischen den nicht assoziierten Elementen herzustellen, eignet sich jedoch hier bereits eine relativ oberflächliche Verarbeitung. So konnte der Erwerb von neuen Assoziationen beispielsweise bereits nach dem bloßen Kopieren der Stimuli nachgewiesen werden (Micco & Masson, 1991). Daher könnte für das vorliegende Experiment 2 vermutet werden, dass eine konzeptuelle Verarbeitung ohne Fokussierung physikalischer Merkmale für den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen nicht ausreicht. Die Befunde der vorliegenden Untersuchung sprechen insofern gegen eine Konzeption der Farbe als eine Merkmalsdimension, die im Sinne von Hasher und Zacks (1979) *automatisch* enkodiert wird. Die Herstellung einer Verbindung zwischen der Farbe und der Reizidentität scheint vielmehr eine gewisse Form der *Intention* beim Erwerb vorauszusetzen (vgl. Park & Mason, 1982). Bestätigt werden konnten zudem solche Studien, in denen die Beachtung der Farbmerkmale in der Studierphase die Erinnerungsleistung in expliziten

Tests förderte (z.B. Chalfonte & Johnson, 1996). Der im Vergleich der Experimente festgestellte Rückgang der Leistung in der Farbwahlaufgabe kann in Anlehnung an Wip-pich et al. (1994, Experiment 2) im Sinne der Position des aufgabenangemessenen Transfers als das Resultat einer weniger tiefen (konzeptuellen) Verarbeitung nach dem *level-of-processing* Ansatz (Craik & Lockhart, 1972) aufgefasst werden.

H3: Ausbleiben eines Effekts der Farbenkodierung

Erneut blieb ein signifikanter Unterschied zwischen Vorstellungs- und visueller Farbenkodierung in der Farbwahlaufgabe aus. Der in Experiment 1 erstmals nachgewiesene kompensatorische Vorstellungseffekt ist daher als repliziert anzusehen. Hat die Integrationsprozesse anregende Studieraufgabe in Experiment 1 möglicherweise nicht nur die Variation der räumlichen Farbanordnung, sondern auch die der Farbenkodierung beeinflusst und so einen *konzeptuellen Vorstellungseffekt* verdeckt? So ist denkbar, dass sich die Teilnehmer der Versuchsbedingung «visuell-separat» die getrennten Merkmale *vorstellten*, um auf der Basis räumlich integrierter Vorstellungen zu dem in Experiment 1 geforderten Passungsurteil zu gelangen. Eine ähnliche „Vorstellungsbasis“ ist in dieser Bedingung für das in Experiment 2 geforderte Besitzurteil eher unwahrscheinlich. Eine ernsthafte Interpretation der unterschiedlichen Primingwerte in den einzelnen Bedingungskombinationen, die möglicherweise konzeptuelle Verarbeitungsprozesse zugunsten der Vorstellungsenkodierung im Sinne der dualen Kodierung (Paivio, 1986) oder bedeutungshaltiger Elaborationen (Nelson, 1979) andeuten, ist allerdings aufgrund des generellen Bodeneffekts in der Farbwahlaufgabe der vorliegenden Untersuchung nicht zulässig. Auch der Vergleich der beiden Experimente ist nicht eindeutig, da er auf der Basis der aggregierten Daten beruht und nur einen tendenziellen Vorteil der Vorstellungsenkodierung gegenüber der visuellen Farbdarbietung erbrachte.

H4, H5, H6: Expliziter Test

Anders als in der Farbwahlaufgabe stützen die expliziten Behaltensdaten in Experiment 2 die entsprechenden Hypothesen uneingeschränkt. In der gewählten Form der Reko-gnitionsaufgabe, in der exakt wiederholte von neu kombinierten Objekt-Farbe-Zuordnungen zu unterscheiden waren, die den Teilnehmern als räumlich integrierte Stimuli dargeboten wurden (farbige Reize), gelang das derjenigen Gruppe am besten, die bereits in der Studierphase die Reize in derselben Darbietungsform bearbeitet hatte. Zusammen mit Experiment 1 belegt dieser Befund die Gültigkeit des Prinzips der Enkodierspezifität für nonverbales Material im Sinne der Definition von Franks et al. (2000) dar:

The ESP principle states that memory performance will tend to be maximized when participants are presented with the same stimulus situation during initial exposure and during later memory opportunities for items. (S. 1140)

Zudem bestätigt der Vergleich der expliziten Behaltensdaten in den beiden Experimenten, dass eine zusätzliche Beachtung oder Verarbeitung von Farbinformationen die Behaltensleistung für die Verknüpfungen von Reizen und der Farbe fördert (vgl. z.B. Chalfonte & Johnson, 1996). Ähnliche Ergebnisse wurden auch für die freie Reproduktion nach vorheriger Bearbeitung der Farbwahlaufgabe berichtet (Wippich et al., 1994). Obwohl der Rückgang im expliziten Test deutlich stärker ausfiel als im impliziten – die Gedächtnisleistung betrug in der Rekognition in Experiment 2 nur noch die Hälfte derjenigen in Experiment 1, während das Farbpriming nur ein Drittel des ursprünglichen Effektes einbüßte – kann die Abnahme in beiden Tests als Beleg dafür interpretiert werden, dass die Beachtung der verschiedenen Enkodierelemente, die in Form unterschiedlicher Studieraufgaben zwischen den Experimenten variiert wurde, als *konzeptuelle Variable im Sinne der Verarbeitungstiefe* beide Gedächtnistests beeinflusste. Unabhängig von dem jeweiligen Profil, das die Verfahren aufweisen (in der Form der Rekognitionsaufgabe bieten visuelle Farbinformationen eine zusätzliche Abrufmöglichkeit), bestätigen die Ergebnisse die zugrunde liegende Natur beider Tests: Beide regen primär konzeptuelle Verarbeitungsprozesse an.

4.5 Experiment 3

In Experiment 3 wurde im Gruppendesign geprüft, inwiefern sich die spontane Farbwahl vom bewussten Erinnern der Farbe unterscheidet. Als kritische Variable wurden die Studierobjekte entweder exakt wiederholt oder es lag ein Wechsel des Darstellungsexemplars vor. Darüber hinaus wurde untersucht, ob sich spezifische Farbnachwirkungen auch dann nachweisen lassen, wenn in der Studierphase nicht nur die Farben, sondern zusätzlich die einzufärbenden Objekte vorgestellt werden müssen. Wie in der vorangegangenen so war auch in der vorliegenden Untersuchung jedes Objekt ungeachtet seines Farbmerkmals zu beurteilen. Da jedoch das Besitzurteil in Experiment 2 wiederholt zu Missverständnissen bezüglich der Rolle der Farbe führte, wurde eine neue, eindeutigere Studieraufgabe gewählt. Nun sollte die Objektform beurteilt werden. Nach wie vor war die Farbe in den Vorstellungsbedingungen zentrales Element. Sie spielte jedoch in dem anschließenden Formurteil keine Rolle.

Farben wählen versus Farben erinnern

Beiden in der vorliegenden Arbeit bisher dargestellten Untersuchungen lag eine konstante Abfolge der Gedächtnisprüfungen zu Grunde: Auf die als impliziter Test eingesetzte Farbwahlaufgabe folgte zum Abschluss einer Untersuchung die explizite Rekonitionsaufgabe. Wie bereits erwähnt, sind die beobachteten Unterschiede in den Ergebnismustern beider Gedächtnisprüfungen allerdings nur bedingt zu interpretieren. So argumentieren z.B. Shimamura (1985) sowie Mandler, Graf und Kraft (1986), dass es sich bei den beobachteten Dissoziationen häufig um Artefakte in Form von Test-Priming-Effekten handelt. Diese sind darauf zurückzuführen, dass der erste Test den nachfolgenden beeinflusst²⁴. Um Unterschiede in den Leistungen in impliziten und expliziten Gedächtnisprüfungen besser beurteilen zu können, wurden beide Testformen in Experiment 3 nicht – wie bisher – *intra-*, sondern *interindividuell* variiert. Vpn der „impliziten“ Gruppen bearbeiteten im Anschluss an die Studierphase die Farbwahlaufgabe, die der „expliziten“ Gruppen einen Wiedererkennenstest mit anschließender expliziter Farberinnerung. Dabei unterschieden sich die beiden Testformen der Farbwahl und der Farberinnerung lediglich dadurch, dass entweder eine implizite oder eine explizite Instruktion erfolgte (vgl. Graf & Mandler, 1984).

²⁴ Tulving, Schacter und Stark (1982) konnten zeigen, dass Testreize, die zuvor im impliziten Test erfolgreich bearbeitet worden waren, im nachfolgenden expliziten Test besser wiedererkannt wurden. Offensichtlich stellte der vorausgehende implizite Test einen zusätzlichen Lerndurchgang für erfolgreich bearbeitete Items dar.

Wiederholung versus Wechsel des Darstellungsexemplars

Da sowohl die Farbwahlaufgabe als auch der Wiedererkennenstest in erster Linie konzeptuelle Prozesse anregen, kann eine Kontamination der Farbwahl mit expliziten Erinnerungen in den vorangegangenen Experimenten nicht ausgeschlossen werden, obwohl deutliche Unterschiede zwischen den Gedächtnisleistungen in beiden Tests vorlagen. Die Variation der Vorgabe der Erinnerungsinstruktion bei Konstanthaltung aller anderen Bedingungen in der vorliegenden Untersuchung erfüllt die erste Bedingung für das von Schacter et al. (1989) vorgeschlagene *Kriterium der Abrufintentionalität*. Mithilfe einer zusätzlichen Variablen wurde eine Dissoziation zwischen der Farbwahlaufgabe und dem Wiedererkennen/Farberinnern angestrebt. So sollte sichergestellt werden, dass die unterschiedlichen Leistungen tatsächlich auf Unterschiede im intentionalen bzw. nicht intentionalen Abruf zurückgehen. Dazu wurde in der Prüfphase nur ein Teil der Testreize exakt wiederholt. Bei einem anderen Teil lag ein Exemplarwechsel vor, d.h. es wurde ein anderes Exemplar des bearbeiteten Objekts aus der Studierphase präsentiert. Cave et al. (1996) konnten zeigen, dass nur ein Exemplarwechsel, nicht jedoch ein (zusätzlicher) Farbwechsel den Wiederholungseffekt in der Objektbenennung beeinträchtigte (vgl. 3.3.3.3). In ihrer Interpretation führte der Exemplarwechsel dazu, dass die im Test wahrgenommenen Objekte nicht mehr mit den gespeicherten Objektrepräsentationen der Studierphase übereinstimmten. Da es sich bei der Farbwahlaufgabe um einen primär konzeptuell vermittelten Test handelt, in dem (perzeptuelle) Forminformationen vermutlich keine Rolle spielen, sollte die Variation des dargebotenen Exemplars – anders als in der perzeptuellen Objektbenennung der Studie von Cave und Mitarbeitern – das Farbpriming nicht beeinträchtigen. Ein entsprechender Einfluss sollte sich aber in dem Rekognitionsurteil zeigen, das vor dem expliziten Farberinnern stattfand. Hier ist nicht von dem Nachwirken gespeicherter Farbinformationen als Basis des Wiedererkennens auszugehen (vgl. Wippich et al., 1994). Vielmehr wird auf episodische Repräsentationen zugegriffen, die zusätzliche Merkmalsqualitäten, wie z.B. die *Objektform* beinhalten. Da die Darbietung der Testreize wie in der Farbwahlaufgabe in Form schwarzweißer Stimuli erfolgte, sollte der Wegfall der Farbinformation als Abrufhilfe zu einer Stärkung der Objektform als Entscheidungsgrundlage für das Wiedererkennen führen. Bei einem Exemplarwechsel sollten die Testreize daher zu einer geringeren Wiedererkennensleistung führen als wiederholte Exemplare.

Objekte sehen versus Objekte vorstellen

Da in den vorangegangenen Experimenten gezeigt werden konnte, dass implizite Farbeffekte auch nach Vorstellungsenkodierung nachweisbar sind, wurde in der Studierphase von Experiment 3 auf eine visuelle Farbenkodierung ganz verzichtet. Statt dessen wurden entweder schwarzweiße Objektzeichnungen visuell dargeboten oder waren nach Ansage als solche vorzustellen. Anschließend sollten die Objektzeichnungen bzw. –vorstellungen in der angesagten Farbe eingefärbt vorgestellt werden. Mit dieser Variation sollte geprüft werden, ob für den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen *überhaupt* visuell enkodierte Informationen benötigt werden. Stefurak und Boynton (1986) konnten zeigen, dass ein Unterbinden sprachlicher Benennungsprozesse (z.B. durch eine zusätzlich zu bearbeitende arithmetische Aufgabe) zwar weder die Enkodierung noch das Wiedererkennen von Einzelmerkmalen (Formen und Farben) beeinträchtigte, dass ein Erinnern der Merkmalskombinationen jedoch nicht möglich war. Die Autoren schließen daher auf eine Trennung zwischen einem sensorischen Speicher für Farben und Formmerkmale, und einem verbal vermittelten Speicher für Merkmalsverknüpfungen. Ohne Aufmerksamkeitsbelastung führt der „verbale Leim“ (Stefurak & Boynton, 1986) auf einer späteren Verarbeitungsstufe als die grundlegende Wahrnehmung zum Aufbau einer kognitiven Repräsentation. Dabei erfolgt das Benennen wahrgenommener Merkmale in der Regel automatisch. Wenn der mithilfe der Farbwahlaufgabe nachgewiesene Farbeffekt lediglich auf den von Stefurak und Boynton (1986) postulierten *rein sprachlichen Merkmalsverknüpfungen* beruht, sollte es keine Rolle spielen, ob neben der Farbe auch das Objekt als *visueller Input* fehlte. In diesem Fall läge tatsächlich nur eine Verknüpfung verbaler Assoziationen vor (Paar-Assoziationslernen), bei dem in der Testsituation mit der Vorgabe des ersten Elementes (das schwarzweiße Objekt) auch das zweite (die Farbe) aktiviert und somit das in der Studierphase enkodierte Paar (Objekt-Farbe) erinnert wird. Die bisher dargestellten Ergebnisse sind mit einer solchen Hypothese durchaus kompatibel. So könnte es sich bei dem „kompensatorischen Vorstellungseffekt“ möglicherweise lediglich um das Ausbleiben eines Modalitätseffekts in einem konzeptuellen impliziten Verfahren handeln (vgl. 2.3.3.1): Selbst wenn die Teilnehmer der Vorstellungsbedingungen in den vorangegangenen Untersuchungen überhaupt kein Vorstellungsbild der Farbe generierten, ist davon auszugehen, dass sie die gesprochene *Farbbezeichnung* enkodierten (auditive Präsentation). Da die Farbwahlaufgabe ein primär konzeptuell gesteuertes implizites Verfahren darstellt – und in solchen Tests Modalitätseffekte ausbleiben – sind die beobachteten Farbeffekte

auch ohne die Annahme zusätzlicher „wahrnehmungsnaher“ Vorstellungsprozesse erklärbar.

Hypothesen

- (1) *Ein Effekt des Exemplarwechsels bleibt im impliziten Test aus*
Der Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen wird durch einen Exemplarwechsel von der Studier- zur Prüfphase nicht beeinflusst;
- (2) *Ein Effekt der Objektkodierung bleibt im impliziten Test aus*
Wie die visuelle Objektkodierung führt das Vorstellen der angesagten Objekte zu einem impliziten Farbeffekt; die Größe der Farbeffekte sollte vergleichbar sein;
- (3) *Der Exemplarwechsel beeinträchtigt das Wiedererkennen nur nach visueller Objektkodierung*
Im Wiedererkennenstest resultiert ein Vorteil wiederholter gegenüber gewechselten Exemplaren nur dann, wenn die Exemplare in der Studierphase als Objekte sichtbar vorlagen, jedoch nicht wenn sie nach Ansage ohne visuelle Information vorzustellen waren;
- (4) *Anstieg des Farbpriming im expliziten Test*
Der Farbeffekt im expliziten Test (Erinnern der Farbe) übersteigt das im impliziten Test (spontane Farbwahl) beobachtete Farbpriming signifikant (jeweils Differenz der Trefferraten alter – neuer Testreize).

4.5.1 Methode

4.5.1.1 Versuchspersonen

An diesem Experiment nahmen 72 Vpn teil. Jeweils 18 Vpn wurden einer von vier Versuchsgruppen zufällig zugeordnet.

4.5.1.2 Versuchsplan

In der Studierphase von Experiment 3 lagen die verwendeten Stimuli entweder als Strichzeichnungen (sichtbar) vor oder waren nach Ansage durch die Versuchsleitung bildhaft vorzustellen (Variation der Objektkodierung). In der anschließenden Prüfphase erhielten die Vpn entweder eine implizite (Farbwahlaufgabe) oder explizite Te-

stinstruktion (Wiedererkennen und anschließende Farberinnerung). Aus der Kreuzung der beiden interindividuell variierten Faktoren resultierten die vier Studierbedingungen «Objekt-visuell-implizit», « Objekt-visuell-explizit», « Objekt-vorstellen-implizit» sowie « Objekt-vorstellen-explizit».

Bei den Testreizen beider Behaltensprüfungen wurden zum Teil die zuvor bereits bearbeiteten Objekte der Studierphase vorgelegt (alt-identisch), ein anderer Teil bestand aus anderen Exemplaren der zuvor bearbeiteten Reize (alt-modifiziert) oder es handelte sich um vollständig neue Reize.

Insgesamt lag dem Experiment – von Kontrollmaßnahmen abgesehen – ein 2 (Objektenkodierung: Objekt-visuell vs. Objekt-akustisch mit Vorstellung) x 2 (Testinstruktion: implizit vs. explizit) x 3 (Itemstatus in der ersten Prüfphase: alt-identisch vs. alt-modifiziert vs. neu) Versuchsplan mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor vor.

4.5.1.3 Material

Zunächst wurden 30 Objekte des in den Experimenten 1 und 2 verwendeten Materials nach Snodgrass und Vanderwart (1980) ausgewählt. Dazu wurde ein zweiter Itemsatz gebildet, der ebenfalls 30 Strichzeichnungen umfasste. Diese Zeichnungen des zweiten Satzes waren von Hand gezeichnet und stellten andere Exemplare der Objekte des ersten Satzes dar. So wurde z.B. zu der Originalzeichnung eines Autos aus der Studie von Snodgrass und Vanderwart eine zweite Strichzeichnung hergestellt, die ein anderes Automodell zeigte. Darstellungsgröße, Ausrichtung und Gestaltung dieses zweiten Autos waren derjenigen der Originalzeichnung angepasst. Jeweils zehn Objekte des Originalsatzes wurden einer Teilliste zugewiesen. Zu jeder Teilliste wurde aus dem zweiten Itemsatz eine, die gleichen Objekte umfassende, parallele Teilliste gebildet. Die drei Studierlisten des Experiments setzten sich jeweils aus einer Teilliste des ersten Itemsatzes sowie einer Teilliste des zweiten Itemsatzes zusammen, wobei es sich nicht um die Parallelversion handeln durfte. Jedes der 20 Objekte einer Studierliste wurde nun zufällig einer der vier Farben rot, gelb, grün oder blau zugeordnet, so dass jede Farbe pro Studierliste fünf mal vertreten war. Jede Vpn bearbeitete in der Studierphase zwei der drei Studierlisten. Mit den drei Kontrollitems am Anfang bzw. am Ende bestand eine Liste somit aus insgesamt 46 Objekten, die entweder als schwarzweiße Umrisslinien ohne sichtbare Füllfarbe auf Karteikarten (DIN-A 6, Querformat) vorgelegt

wurden (visuelle Objektkodierung) oder nach Ansage der Versuchsleitung auf einer vorgelegten weißen Karte vorgestellt werden sollten (akustische Objektkodierung mit Vorstellung).

In der Prüfphase wurde den Vpn auch die dritte, noch nicht bearbeitete Liste (neue Objekte) präsentiert. Eine der beiden zuvor bereits bearbeiteten Listen enthielt die Objekte in der bekannten Version, während die andere Liste die Objekte in der jeweils anderen Version (Parallelliste) aufwies. Eine Testliste bestand somit aus 60 Prüfreizen. Die Zeichnungen wurden als schwarze Umrisslinien auf weißem Hintergrund vorgelegt. Eine visuelle Präsentation der kritischen Farben unterblieb. Sämtliche Materialisten waren in Form eines lateinischen Quadrats ausbalanciert.

4.5.1.4 Versuchsdurchführung

Die Untersuchung wurde als Experiment zur Vorstellungslebendigkeit eingeführt. Bei visueller Objektkodierung sollten sich die Vpn in der Studierphase zunächst zu jedem vorgelegten Objekt die jeweils genannte Farbe so vorstellen, als wäre das Objekt in der genannten Farbe eingefärbt²⁵. Die Vpn der beiden anderen Versuchsgruppen sollten sich zu Beginn eines Lerndurchgangs das jeweils genannte Objekt möglichst in der Form von Strichzeichnungen vorzustellen, wie sie eingangs in Form von zwei Beispielen gezeigt worden waren. Bei diesen Übungsbeispielen handelte es sich um Zeichnungen, die im Experiment nicht weiter verwendet wurden. Nach dem Aufbau der Objektvorstellung nannte die Versuchsleitung die Farbe, in der die vorgestellten Objekte eingefärbt werden sollten. In allen Versuchsgruppen sollte der Versuchsleitung der Aufbau eines (möglichst intensiven) Vorstellungsbilds mitgeteilt werden. Anschließend war jeweils zu entscheiden, ob die Form des gesehenen bzw. vorgestellten Objektes mehr runde, mehr eckige oder gleich viele runde wie eckige Anteile aufwies. Das Formurteil sollte durch Ankreuzen des entsprechenden Feldes auf einem Antwortbogen abgegeben werden.

Im Anschluss an die Distraktionsaufgabe waren die Objekte der Prüfliste zu bearbeiten. Die Vpn wurden zu keinem Zeitpunkt der Untersuchung darauf hingewiesen, dass ein

²⁵ In Experiment 3 war somit ausschließlich eine räumlich integrierte Anordnung der Farbe in der Vorstellung gefordert.

Teil der studierten Objekte durch andere Exemplare ausgetauscht wurden. Unter impliziter Testinstruktion wurden die Vpn zur möglichst zügigen und spontanen Farbwahl aufgefordert. In der expliziten Testinstruktion wurden die Vpn aufgefordert, sich an die erste Untersuchungsphase zu erinnern. Zunächst sollte für eine Strichzeichnung mündlich angegeben werden, ob diese bereits in der ersten Phase der Untersuchung bearbeitet worden war (alt) oder nicht (neu). Anschließend sollte zu jedem Prüfreiz sofort die zugeordnete Farbe der ersten Phase erinnert oder, wenn der Reiz zuvor als „neu“ zurückgewiesen wurden, möglichst zügig und spontan die subjektiv am besten passende Farbe gewählt werden. Beide Urteile wurden notiert.

4.5.1.5 Ergebnisse

Farbwahlaufgabe

Einer Hälfte der Vpn wurde im Anschluss an die Studierphase die Farbwahlaufgabe ohne Erinnerungsinstruktion vorgelegt. Die im impliziten Test beobachtete mittlere Farbtrefferleistung für alt-identische, alt-modifizierte und neue Teststimuli nach visueller Objektkodierung bzw. Objektvorstellung in der Studierphase ist in Tabelle 4.7 dargestellt. Zusätzlich sind die mittleren Primingwerte angegeben, die aus der Subtraktion der Basisrate von der Trefferrate alt-identischer bzw. alt-modifizierter Prüftems resultierten.

Tabelle 4.7: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbwahlen für wiederholte (alt-identische), gewechselte (alt-modifizierte) und neue Teststimuli sowie mittlere Primingwerte in Experiment 3 in Abhängigkeit von der Objektkodierung. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	alt- identisch	alt- modifiziert	neu	Priming- identisch	Priming- modifiziert
Objekt-visuell-implizit	42 (19)	42 (15)	28 (9)	15 (24)	14 (20)
Objekt-vorstellen-implizit	32 (14)	33 (12)	28 (8)	4 (16)	5 (16)

Die Verrechnung der Basisraten in der einfaktoriellen Varianzanalyse des Faktors Objektkodierung zeigte, dass kein Unterschied zwischen visueller und Vorstellungsenkodierung vorlag, $F(1, 34) < 1$. Zudem lagen die Basisraten in beiden Bedingungen im Zufallsbereich, $t(17) \leq 1.73$ (zweiseitige Tests).

Die anschließende Verrechnung der Primingwerte in einer 2 (Objektenkodierung) \times 2 (Itemstatus) Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor erbrachte lediglich ein tendenziell signifikantes Ergebnis: Wie die Inspektion von Tabelle 4.7 bereits andeutet, waren nach visueller Präsentation der Objekte in der Studierphase ($M = 15\%$) tendenziell größere Primingwerte zu verzeichnen als nach dem Generieren von Objektvorstellungen ($M = 4\%$), $F(1, 34) = 3.26$, $p = .08$, $R^2 = .09$, für den Haupteffekt der Objektenkodierung. Wie erwartet spielte der Itemstatus für den Wiederholungseffekt in der primär konzeptuell gesteuerten Farbwahlaufgabe keine Rolle: Ein Wechsel des dargestellten Exemplars eines Studierreizes ($M = 10\%$) führte nicht zu einer Abnahme des Primings gegenüber der identischen Wiederholung zuvor bearbeiteter Items ($M = 9\%$), $F < 1$ für den Haupteffekt. Die Interaktion ist bei $F < 1$ zu vernachlässigen. Abschließend durchgeführte einseitige t -Tests belegten signifikantes Priming nach visueller Objektdarbietung, sowohl für exakt wiederholte ($t(17) = 2.62$) als auch für modifizierte Prüfreize ($t(17) = 3.11$). Demgegenüber blieb signifikantes Priming nach dem Vorstellen der Objekte generell aus ($t(17) \leq 1.25$).

Wiedererkennen

Die andere Hälfte der Vpn in Experiment 3 sollte zunächst in der Rekognitionsaufgabe für jeden schwarzweißen Testreiz angeben, ob es sich um ein altes oder um ein neues Item handelte. Tabelle 4.8 liefert einen Überblick über die Leistungen in diesem ersten Teil der expliziten Behaltensprüfung.

Tabelle 4.8: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekt wieder erkannter, alter Bildobjekte (Treffer), Falsche Alarme und korrigierte Wiedererkennungslleistung (Treffer minus Falsche Alarme) in Experiment 3 in Abhängigkeit von der Objektenkodierung und dem Itemstatus. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Treffer- identisch	Treffer- modifiziert	Falsche Alarme	Korr. WE (identisch)	Korr. WE (modifiziert)
Objekt-visuell-explizit	91 (12)	30 (19)	7 (6)	84 (13)	23 (17)
Objekt-vorstellen-explizit	88 (17)	90 (15)	11 (12)	76 (22)	79 (19)

Sämtliche Effekte in der 2 (Objektenkodierung) \times 2 (Itemstatus) Varianzanalyse der korrigierten Wiedererkennungslleistungen mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor waren signifikant. Der Haupteffekt der Objektenkodierung, $F(1, 34) = 21.57$, $R^2 = .39$, zugunsten der Vorstellungs- ($M = 78\%$) gegenüber der visuellen Objektenkodierung (M

= 53%), und der Haupteffekt des Faktors Itemstatus, $F(1, 34) = 94.65$, $R^2 = .74$, zugunsten exakter Objektwiederholungen ($M = 80\%$) gegenüber einem Exemplarwechsel ($M = 51\%$) waren überlagert durch die signifikante Interaktion beider Faktoren, $F(1, 34) = 112.66$, $R^2 = .77$. Die Analyse der einfachen Haupteffekte ergab, dass für modifizierte Prüfitems ein deutlicher Vorteil der Vorstellungsenkodierung zu verzeichnen war, $F(1, 54) = 86.57$, $R^2 = .62$, der sich für identisch wiederholte Testreize nicht signifikant zugunsten der visuellen Präsentation umkehrte, $F(1, 54) = 1.55$ (vgl. Tabelle 4.8). Aus der Sicht des Faktors Objektkodierung betrachtet, war nach visueller Präsentation ein signifikanter Vorteil zugunsten exakter Itemwiederholungen gegenüber modifizierten Testreizen festzustellen, $F(1, 34) = 207.96$, $R^2 = .86$, während nach dem Generieren von Vorstellungsbildern ein nicht signifikanter numerischer Vorteil zugunsten modifizierter Prüfitems zu beobachten war, $F(1, 34) < 1$.

Explizite Farberinnerungen

Unmittelbar nach einem Rekognitionsurteil sollten die Vpn der expliziten Behaltenprüfung die korrekte Farbe der Studierphase erinnern bzw. spontan die subjektiv am besten passende Farbe wählen. Die mittleren Anteile korrekter Farberinnerungen sowie die mittleren expliziten „Primingwerte“ nach visueller Objekt- bzw. Vorstellungsenkodierung sind in Tabelle 4.9 dargestellt.

Tabelle 4.9: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farberinnerungen für alte und neue Teststimuli sowie mittlere, explizite „Primingwerte“ in Experiment 3 in Abhängigkeit von der Objektkodierung und dem Itemstatus. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	alt- identisch	alt- modifiziert	neu	Priming- identisch	Priming- modifiziert
Objekt-visuell-implizit	53 (21)	36 (12)	28 (7)	26 (21)	9 (14)
Objekt-vorstellen-implizit	41 (15)	48 (20)	22 (9)	19 (19)	26 (24)

Die Verrechnung der Basisraten in der einfaktoriellen Varianzanalyse des Faktors Objektkodierung belegte, dass leider ein Unterschied zugunsten visueller Enkodierung vorlag, $F(1, 34) = 4.71$, $R^2 = .12$. Allerdings lagen die Basisraten in beiden Bedingungen im Zufallsbereich, $t(17) \leq 1.53$ (zweiseitige Tests).

Die anschließende Verrechnung der expliziten „Primingwerte“ in einer 2 (Objektenkodierung) x 2 (Itemstatus) Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor erbrachte zwei signifikante Ergebnisse. Der Haupteffekt des Itemstatus zugunsten exakter Itemwiederholungen ($M = 22\%$) gegenüber einem Exemplarwechsel ($M = 17\%$) war tendenziell signifikant, $F(1, 34) = 3.18, p = .08, R^2 = .09$, wurde jedoch überlagert von der signifikanten Interaktion beider Faktoren, $F(1, 34) = 19.00, R^2 = .36$. Die Analyse der einfachen Haupteffekte ergab folgende Resultate (vgl. Tabelle 4.9): Aus der Sicht des Faktors Itemstatus war ein signifikanter Vorteil der Vorstellungskodierung gegenüber der visuellen Präsentation festzustellen, wenn modifizierte Exemplare der Studierobjekte vorgelegt wurden, $F(1, 48) = 6.88, R^2 = .13$. Der Effekt kehrte sich bei exakten Wiederholungen alter Studieritems nicht signifikant um, $F(1, 48) = 1.08$, für den einfachen Haupteffekt. In anderer Richtung betrachtet wirkte bei visueller Präsentation die exakte Wiederholung alter Studieritems signifikant positiv, $F(1, 34) = 18.87, R^2 = .13$, für den einfachen Haupteffekt, während er bei Vorstellungskodierung tendenziell negativ wirkte, $F(1, 34) = 3.32, p = .10, R^2 = .09$. Der Haupteffekt der Objektenkodierung war nicht signifikant, $F(1, 34) < 1$: Das Generieren von Vorstellungsbildern der Objekte in der Studierphase ($M = 23\%$) führte im expliziten Farbrecall nicht zu einem generellen Vorteil gegenüber der visuellen Präsentation der Objekte ($M = 17\%$). Abschließend durchgeführte einseitige t -Tests belegten signifikantes Priming in allen Bedingungskombinationen, $t(17) \geq 2.67$.²⁶

Implizites versus explizites Farbpriming

Abschließend wurden die impliziten bzw. expliziten Primingwerte in einer $2 \times 2 \times 2$ Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor verrechnet. Um Redundanzen zu vermeiden, werden im Folgenden nur diejenigen Ergebnisse berichtet, die abweichend von den vorherigen Analysen festzustellen waren. Wie erwartet überstieg der Farbeffekt im expliziten Test ($M = 20\%$) das im impliziten Test beobachtete Farbpriming ($M = 9\%$) signifikant, $F(1, 68) = 6.29, R^2 = .09$, für den Haupteffekt. Allerdings wurde dieser Effekt überlagert durch die tendenziell signifikante Interaktion unter Einschluss des Faktors Objektenkodierung, $F(1, 68) = 3.52, p = .07, R^2 = .05$. Zusätzlich war

²⁶ Bezogen auf bereits in der Studierphase bearbeitete Objekte zeigte die zusätzliche varianzanalytische Verrechnung der konditionalisierten Trefferraten, dass das Resultat der anfänglichen Wiedererkennung den nachfolgenden Farbrecall deutlich beeinflusste: Die richtige Farbe wurde dann häufiger erinnert, wenn die Objekte zuvor korrekt wiedererkannt und nicht fälschlicherweise zurückgewiesen wurden. War letzteres der Fall, gelang eine „Korrektur“ i.S. richtiger Farberinnerungen dann tendenziell schlechter, wenn es sich um identische Objektwiederholungen handelte. Interessanterweise galt dieser Befund unabhängig von der Objektenkodierung.

eine signifikante Interaktion aller drei Faktoren zu verzeichnen, $F(1, 68) = 8.42$, $R^2 = .11$. Abbildung 4.2 illustriert die Wechselwirkung 2. Ordnung, die in erster Linie auf den „Einbruch“ expliziter Farberinnerungen für gewechselte Exemplare in der Prüfphase zurückzuführen ist, nachdem die Studierobjekte visuell enkodiert worden waren (vgl. Tabelle 4.9). Zudem war eine signifikante Interaktion der Faktoren Objektkodierung und Itemstatus festzustellen, $F(1, 68) = 10.57$, $R^2 = .13$. Alle übrigen Effekte sind bei $F \leq 1.86$ zu vernachlässigen.

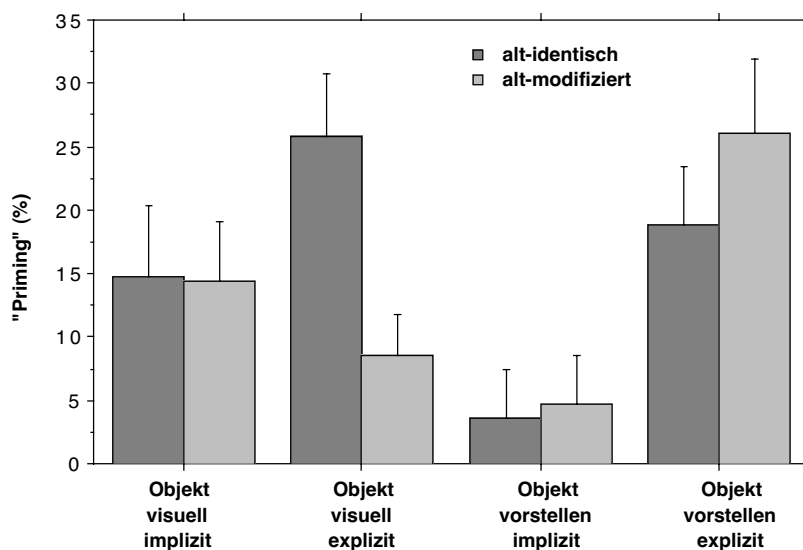


Abbildung 4.2: Mittlere Primingwerte (Differenz der Trefferhäufigkeiten alter und neuer Prüfreize in Prozent) in Experiment 3 in Abhängigkeit von der Objektkodierung, dem Itemstatus und der Testform. Zusätzlich angegeben ist der Standardfehler.

4.5.1.6 Diskussion

Die Ergebnisse der Gedächtnisprüfungen in Experiment 3 erbrachten eindeutige Belege dafür, dass bei der spontanen Farbwahl und beim bewussten Farberinnern von den enkodierten Informationen unterschiedlich Gebrauch gemacht wird. Aufgrund der deutlichen Unterschiede, die zwischen den Testformen zu verzeichnen waren, erfolgt die nachfolgende Ergebnisdiskussion getrennt für den impliziten und expliziten Test.

H1, H2: Die spontane Farbwahl

Die in der Farbwahlaufgabe beobachtete Gedächtnisleistung ergab ein erstaunliches Bild: Während die perzeptuelle Variation (Exemplarwechsel) in dem primär konzeptuell vermittelten Verfahren wie erwartet ohne Einfluss blieb, war die visuelle Vorerfahrung mit den Objekten in der Studierphase entscheidende Voraussetzung für den

Nachweis von spezifischen Farbnachwirkungen. Offenbar können die den spezifischen Farbnachwirkungen zugrunde liegenden Verknüpfungen von Objekten und Farben nicht als reine *verbale Assoziationen* vorliegen, sondern müssen eine sensorische Komponente enthalten.

Wie erwartet blieb der Austausch in der Studierphase bearbeiteter Objektexemplare durch andere Abbildungen mit derselben (konzeptuellen) Bezeichnung ohne Einfluss auf den in der Farbwahlaufgabe beobachteten Primingeffekt. Diese Variation führt gewöhnlich dann zu erheblichen Leistungseinbußen, wenn die durch einen Exemplarwechsel perzeptuell veränderten Testobjekte nur mangelhaft mit den gespeicherten Objektrepräsentationen der Studierphase übereinstimmen (vgl. Biederman & Cooper, 1991 sowie Cave et al., 1996) und es sich um *perzeptuelle Testverfahren* handelt, in denen die Gedächtnisleistung primär von der Verarbeitung sogenannter „high-level“ Informationen wie der perzeptuellen Forminformation abhängt. Obwohl die Studieraufgabe in der vorliegenden Untersuchung sogar eine Beurteilung der Objektform und damit eine Beachtung des Merkmals erforderte, spielen solche Prozesse in der Farbwahlaufgabe offensichtlich keine Rolle. Zusammen mit dem Befund, dass sich ein Wechsel der symbolischen Darstellungsform nicht signifikant auf den Nachweis von Farbeffekten auswirkt (Experimente 1 und 2), wird das Ausbleiben eines Effekts des Exemplarwechsels in Experiment 3 als weiterer Beleg dafür interpretiert, dass die Farbwahlaufgabe primär *konzeptuelle Verarbeitungsprozesse* anregt (vgl. Wippich et al., 1994).

Im Vorfeld von Experiment 3 war die Vermutung geäußert worden, die in den vorangegangenen Experimenten der vorliegenden Arbeit beobachteten impliziten Farbeffekte beruhten möglicherweise gar nicht auf sensorischen Verknüpfungen, sondern wären eher als Erwerb von neuen *verbalen Assoziationen* im Sinne von Graf und Schacter (1985) zu interpretieren (vgl. 3.3.3.5). Für die entsprechende Vermutung, bei dem in Experiment 1 und 2 beobachteten „kompensatorischen Vorstellungseffekt“ handelte es sich daher lediglich um das nach dem Prozessansatz zu erwartende Ausbleiben eines Modalitätseffekts in einem konzeptuellen impliziten Test (vgl. 2.3.3.1), konnten in der vorliegenden Untersuchung keine Belege erbracht werden. Die Hypothese einer rein sprachlichen Verknüpfung zwischen Objekten und Farben (z.B. Stefurak & Boynton, 1986) ist vor dem Hintergrund des Ausbleibens signifikanter Farbeffekte und eines – allerdings nur tendenziell – signifikanten Nachteils der Vorstellungs- gegenüber der visuellen Objektenkodierung nur schwer zu halten. Da die Farben immer vorzustellen

waren, unterschieden sich beide Enkodierungsbedingungen lediglich darin, ob die Objekte visuell dargeboten wurden oder nicht. Es scheint die aus dieser Variation entstammende Verfügbarkeit visueller Objektrepräsentationen zu sein, die in der Farbwahlaufgabe darüber entscheidet, ob der Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen gelingt oder nicht; das Vorstellen der Objekte reichte offensichtlich nicht aus. Interessanterweise deuten die Ergebnisse somit an, dass in der mutmaßlich konzeptuell vermittelten Farbwahlaufgabe *perzeptuellen Prozessen* eine entscheidende Bedeutung zukommt²⁷. Gleichzeitig belegt das bereits erläuterte Ausbleiben eines Effekts des Exemplarwechsels die konzeptuelle Natur des impliziten Verfahrens. Legt man eine konservative Interpretation des Prozessansatzes zugrunde (z.B. Roediger, 1990), die Gedächtnisleistungen lediglich auf der Basis von Überlappungen *perzeptueller oder konzeptueller Prozesse* erklären, wäre die in der Farbwahlaufgabe in Experiment 3 beobachtete Dissoziation nicht zu erklären. Wird die prozessorientierte Betrachtung jedoch um eine genaue Betrachtung der Aufgabe erweitert (vgl. Franks et al., 2000), ergeben die beobachteten Daten durchaus Sinn: Die Leistung in der Farbwahlaufgabe war in der Bedingung am größten, in der eine maximale Übereinstimmung der durch den Test angeregten Verarbeitungsprozesse im Vergleich zur Studierphase vorlag. Dieses war für die visuelle Objektkodierung der Fall. Das Vorstellen der Objekte in der Studierphase konnte diesen fehlenden *perzeptuellen Eindruck* offenbar nicht oder nur unzureichend kompensieren. Trotzdem kann der tendenzielle Nachteil der Vorstellungsenkodierung in der Farbwahlaufgabe nicht darauf beruhen, dass der Aufbau von Verknüpfungen von Objekten und Farben in dieser Bedingung insgesamt nur unzureichend gelang. In den Ergebnissen der expliziten Behaltensprüfung, die nachfolgend diskutiert werden, war ein Nachteil dieser Enkodierungsbedingung nicht festzustellen.

H3, H4: Das bewusste Farberinnern

Die Ergebnisse der beiden Gruppen, die im Test eine explizite Erinnerungsaufforderung erhielten, unterscheiden sich deutlich vom beobachteten Muster in der impliziten Gedächtnisprüfung. In der zu Beginn des expliziten Tests zu bearbeitenden *Rekognitionsaufgabe* sowie im anschließenden *Erinnern der Farbe* zeigte sich der Einfluss des Exemplarwechsels wie erwartet nur nach visueller Enkodierung der Objekte, jedoch nicht nach Objektvorstellung: Nur nach visueller Objektkodierung war ein Leistungsrück-

²⁷ Interessanterweise ist auch für den Erwerb von neuen verbalen Assoziationen im Sinne von Graf und Schacter (1985) von einem gewissen „*perzeptuellen*“ Anteil auszugehen, da beispielsweise ein Modalitätswechsel zu einer Beeinträchtigung des Effektes führt (Goshen-Gottstein & Moscovitch, 1995; Schacter & Graf, 1989).

gang festzustellen, wenn gewechselte Exemplare vorlagen. Wie erwartet war im Vergleich der Gedächtnisprüfungen ein Behaltensvorteil expliziter Farberinnerungen gegenüber der spontanen Farbwahl zu beobachten. Dieser Effekt lag jedoch nicht generell, sondern in Abhängigkeit von der Objektkodierung und dem Exemplarwechsel vor und spiegelt den Einfluss des vorangegangenen Rekognitionsurteils wider.

Ohne visuelle Vorerfahrung mit den Objekten wirkte sich der Exemplarwechsel in der Testphase nicht auf die korrekte Wiedererkennensleistung aus. Wie erwartet wurden „gewechselte“ Objekte nur dann häufiger als „neu“ zurückgewiesen, wenn sie zuvor visuell enkodiert worden waren. Dieser Nachteil ist eindeutig auf die Bedeutung der Testreize in der Abrufsituation zurückzuführen. Durch die Vorlage „farbloser“, d.h. schwarzweißer Objekte wurde besonders die Form der Objekte als Entscheidungsgrundlage hervorgehoben. Ohne visuelle Vorerfahrung erfolgte die Klassifizierung nach der formbasierten Objekterkennung (vgl. Biederman, 1987) vermutlich auf der Basis der *Objektbezeichnung* bzw. des zugrunde liegenden *semantischen Konzepts*. Konnte jedoch der visuelle Hinweisreiz genutzt werden, weil aufgrund der Studierphase Gedächtnisrepräsentationen zur Verfügung standen, die zusätzlich *spezifische Forminformationen* enthielten, beeinflusste dieser Abruf das Wiedererkennensurteil nachteilig. Wie die beiden vorangegangenen Untersuchungen belegt Experiment 3 daher die Gültigkeit des Prinzips der Enkodierspezifität für nonverbales Material (vgl. Hanna & Remington, 1996). Allerdings konnte in der vorliegenden Untersuchung gezeigt werden, dass die maximale Ähnlichkeit der Reizanordnung beim Enkodieren und in der Testsituation, die im vorliegenden Fall in der *Formkongruenz* nach visueller Objektkodierung und der Wiederholung der Objekte der Studierphase bestand, keineswegs immer zu einer Maximierung der Gedächtnisleistung, sondern durchaus auch zu einem Nachteil führen kann. Hierbei handelte es sich aber vermutlich um bewusste Entscheidungen, da der Exemplarwechsel zwar in keiner Testinstruktion erwähnt, aber keineswegs unentdeckt blieb: Immerhin 14 der 16 Vpn der visuellen Enkodierungsgruppe, die den expliziten Test bearbeiteten, gaben in der Nachbefragung an, einen Wechsel der Darstellungsexemplare sehr wohl bemerkt zu haben.

Das nachfolgende explizite Erinnern der Farbe erbrachte ähnliche Ergebnisse wie die zuvor erfolgte Klassifizierung der Objekte als „alt“ bzw. „neu“. Erstaunlicherweise gelang es nach visueller Objektkodierung nicht, die korrekte Studierfarbe unabhängig vom vorangegangenen Urteil zu erinnern. Zwar war auch für die zuvor fälschlich als

„neu“ zurückgewiesenen Objekte ein signifikanter expliziter Primingeffekt zu verzeichnen, doch fiel dieser Effekt deutlich geringer aus als für wiederholte Objekte. Dass der Exemplarwechsel gegenüber der Objektwiederholung zu einem tendenziellen Vorteil korrekter Farberinnerungen nach Vorstellungsenkodierung führte, ist unplausibel und von eher untergeordneter Bedeutung. Wesentlich bedeutender ist der Befund, dass der Nachteil der Vorstellungsenkodierung für spezifische Farbnachwirkungen in der Farbwahlaufgabe vermutlich nicht auf schlechten oder nur unzureichenden Verknüpfungen von Objekten und Farbe beruhte: Erfolgte unter sonst gleichen Bedingungen eine explizite Erinnerungsinstruktion, waren keinerlei Anhaltspunkte für einen Unterschied zwischen den Enkodierungsbedingungen auszumachen, da das explizite Farbpriming in beiden Bedingungen in vergleichbarer Höhe vorlag. Wie erwartet gelang im Vergleich der Testbedingungen zwar die Erinnerung der korrekten Zielfarben in den meisten Bedingungskombinationen besser als in der spontanen Farbwahl, doch war dieser Befund überlagert durch die Wechselwirkung zweiter Ordnung, die den bereits dargestellten Einfluss des vorangegangenen Wiedererkennensurteil nach visueller Objektkodierung widerspiegelt.

Insgesamt belegen die Behaltensdaten in Experiment 3, dass beide Testformen zwar primär konzeptuelle Prozesse erfordern, dass von den enkodierten Informationen jedoch unterschiedlich Gebrauch gemacht wird. Im Sinne des Kriteriums der Abrufintentionalität (Schacter et al., 1989) ist die beobachtete Dissoziation zwischen den Prüfbedingungen auf Unterschiede im Abruf zurückzuführen. Während in der Farbwahlaufgabe auf der Basis undifferenzierter, visueller Objektrepräsentationen mit dem ersten (Farb-)Einfall reagiert wird, wird beim Erinnern im expliziten Test vermutlich auf zusätzliche (Form-)Informationen zurückgegriffen, die im Enkodierungsprozess erworben wurden (vgl. Wippich et al., 1994). Eine Kontamination der spontanen Farbwahl durch explizite Abrufstrategien kann daher weitestgehend ausgeschlossen werden.

4.6 Zusammenfassung der ersten drei Experimente

Ziel der ersten drei Experimente der vorliegenden Arbeit war die eingehende Analyse der für den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen benötigten Erwerbsbedingungen. In der vorliegenden Arbeit konnte die Eignung des von Wippich et al. (1994) vorgeschlagenen Verfahrens zum Nachweis von impliziten Farbeffekten erneut bestätigt werden: Die Häufigkeit mit der zu schwarzweiß dargebotenen, wiederholten Reizen die Zielfarbe gewählt wird, überstieg in der Regel diejenige, die für neue Stimuli zu erwarten ist. Die weiteren, zentralen Ergebnisse der ersten drei Experimente der vorliegenden Arbeit sind nachfolgend im Überblick dargestellt.

- (1) *Da in der Farbwahlaufgabe in erster Linie konzeptuelle Verarbeitungsprozesse angeregt werden, beeinträchtigen Variationen der Oberflächenmerkmale die spezifischen Farbnachwirkungen in diesem Verfahren nicht.*

Der Wechsel des symbolischen Darstellungsformats (Experiment 1 und 2) sowie des Darstellungsexemplars (Experiment 3), die gewöhnlich zu einer Beeinträchtigung des Primings in perzeptuellen impliziten Tests führen, wirken sich auf die Leistungen Farbwahlaufgabe nicht aus. Signifikante Einflüsse dieser Stimulusmerkmale bleiben in der Farbwahlaufgabe selbst dann aus, wenn die Studieraufgabe eine Beachtung des entsprechenden Merkmals erfordert (Experiment 3), sind aber dann zu verzeichnen, wenn ein expliziter Test den Zugriff auf die entsprechende Information erfordert. Daher ist das Ausbleiben oberflächenspezifischer Effekte vermutlich nicht auf ein Nichtenkodieren der Merkmale zurückzuführen. Vielmehr deuten die Ergebnisse an, dass in der Farbwahlaufgabe primär konzeptuelle Verarbeitungsprozesse angeregt werden (vgl. Wippich et al., 1994).

- (2) *Spezifische Farbnachwirkungen erfordern die ausdrückliche Beachtung der Farbe beim Enkodieren. Eine tiefere Verarbeitung der Farbinformation in der Studierphase fördert das in der Farbwahlaufgabe beobachtete Priming.*

Der Wechsel von der intentionalen zur inzidentellen Farbbeachtung in der Studierphase führt zu einem generellen Rückgang des Farbprimings, das im Sinne der Position des aufgabenangemessenen Transfers die weniger tiefe (konzeptuelle) Verarbeitung nach dem *levels-of-processing* Ansatz (Craik & Lockhart, 1972) widerspiegelt. Während dieses Ergebnis Konzeptionen stützt, die einen Anstieg der Erinnerungsleistung der Farbe mit zunehmender Verarbeitungstiefe postulieren (z.B. Chalfonte & Johnson, 1996), konnten Befunde von Wippich et al. (1994; Experiment 2) nicht repliziert werden, die eine Un-

abhängigkeit spezifischer Farbnachwirkungen vom Fokus der Studieraufgabe andeuten. Möglicherweise ist auch für Strichzeichnungen bekannter Objekte, die einfarbig koloriert (d.h. räumlich integriert) dargeboten werden, eine konzeptuelle Verarbeitung ohne Fokussierung physikalischer Merkmale für den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen nicht ausreichend (aber siehe Musen et al., 1999). Die Befunde sprechen daher gegen eine *automatische Enkodierung* des Merkmals Farbe im Sinne der Kriterien von Hasher und Zacks (1979). Vielmehr ist eine gewisse Form der *Intention* beim Erwerb erforderlich, die zur Herstellung einer Verbindung zwischen der Farbe und der Reizidentität führt (vgl. Park & Mason, 1982). Auch in der verbalen Domäne reicht die bloße Wiederholung der beiden zu assoziierenden Begriffe in der Studierphase für eine Verknüpfung allein nicht aus (Schacter & McGlynn, 1989). Vielmehr werden Verarbeitungsprozesse benötigt, die eine Organisation in integrierte Einheiten ermöglichen (*Unitization*: Graf & Schacter, 1989). Allerdings ist umstritten, welche Verarbeitungstiefe mindestens vorliegen muss, um die gemeinsame Beziehung zwischen den nicht assoziierten Elementen herzustellen (z.B. Micco & Masson, 1991). Eine genauere Identifikation der für den Nachweis einer Verknüpfung von Objekt- und Farbmerkmalen in der Farbwahlaufgabe tatsächlich benötigten Prozesse war aufgrund des Bodeneffekts in Experiment 2 nicht möglich.

(3) *Die räumliche Anordnung von Objekten und Farbmerkmalen in der Studierphase beeinflusst den impliziten Farbeffekt nicht.*

Es konnten keinerlei Belege für die Hypothese gefunden werden, dass eine räumlich integrierte Farbanordnung in der Studierphase stärker als eine räumlich getrennte zu den für den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen benötigten Verknüpfungen der Objekte und Farben führte. Das Auftreten eines Effekts der Farbanordnung ist vermutlich auch unabhängig vom Ausmaß der Farbbeachtung, da auch nach inzidenteller Beachtung der Farbe (Experiment 2) keine Anhaltspunkte für einen möglichen Effekt vorlagen. Insgesamt wird daher der räumlichen Merkmalsanordnung eine wesentlich geringere Bedeutung für den Nachweis impliziter Farbeffekte zugewiesen als den in der Studieraufgabe angeregten Verarbeitungsprozessen.

(4) *Auch Farbvorstellungen führen zu impliziten Farbeffekten. Die Verknüpfungen von Objekten und Farbmerkmalen beruhen vermutlich nicht auf rein verbalen Assoziationen.*

Für die Verknüpfung von Objekt- und Farbmerkmalen und den Nachweis impliziter Farbeffekte wurden Vorstellungsprozesse als besonders geeignet vorgeschlagen, ohne

dass diese bisher mit der visuellen Enkodierung verglichen worden wären (Musen & O'Neill, 1997; Musen et al., 1999). Tatsächlich konnten in der vorliegenden Arbeit erstmalig implizite Farbeffekte beobachtet werden, wenn die Farbe nicht visuell dargeboten, sondern nach Ansage vorgestellt wurde. Zudem wurde in vergleichbarem Ausmaße wie nach visueller Farbenkodierung von der Wiederholung zuvor bereits bearbeiteter Reize profitiert (Experiment 1 und 2). Dieses Ergebnis ist nicht nur kompatibel mit der Annahme ähnlicher Prozesse in Vorstellung und visueller Wahrnehmung, sondern stellt einen ersten Beleg dafür dar, dass ein *kompensatorischer Vorstellungseffekt* nicht nur in perzeptuellen (z.B. McDermott & Roediger, 1994), sondern auch in einem konzeptuellen impliziten Test zum Nachweis verknüpfter Merkmale möglich ist: Die Vorstellung der Farbe in der Form der nachfolgenden Testreize führt demnach in Übereinstimmung mit der Position des aufgabenangemessenen Transfers zur Erregung der relevanten konzeptuellen Verarbeitungsprozesse. Für die ebenfalls aus dem Prozessansatz abgeleitete Hypothese, nach dem die in *top-down* Richtung erfolgenden Vorstellungsprozesse (Farah, 1988) aufgrund dualer Kodierung (Paivio, 1986) oder bedeutungshaltiger Elaborationen (Nelson, 1979) zu einem Primingvorteil gegenüber der visuellen Farbenkodierung in der primär konzeptuelle Prozesse anregenden Farbwahlaufgabe führen sollen, konnten keine überzeugenden Belege gefunden werden. Der entsprechende Befund in der Literatur beschränkt sich jedoch auf das *Einzelreizpriming* (konzeptuell-impliziter Wissenstest; Blaxton, 1989), in dessen Zentrum gewöhnlich die Identität eines Stimulus steht, und nicht die Merkmalsverknüpfung der vorliegenden Experimente.

Zwar spricht der Nachweis impliziter Farbeffekte nach Farbvorstellung gegen eine rein sensorische Basis des Effekts, doch ist eine rein sprachliche Verknüpfung von Objekten und Farben (z.B. Stefurak & Boynton, 1986) als Grundlage des konzeptuellen Farbpriming unwahrscheinlich. Zumindest müssen auch perzeptuelle Prozesse beteiligt sein, beispielsweise die visuelle Vorerfahrung mit den Objekten in der Studierphase, auf die in der Farbwahlaufgabe zurückgegriffen wird; Objektvorstellungen scheinen hier nicht auszureichen (Experiment 3). Dieser Befund ist nur auf der Grundlage einer zusätzlichen Aufgabenanalyse mit der Position des aufgabenangemessenen Transfers in Übereinstimmung zu bringen (vgl. Franks et al., 2000): Demnach war die maximale Überlappung der durch die vorgelegten Testreize angeregten Verarbeitungsprozesse im Vergleich zur Studierphase in der Bedingung am größten (und damit auch die Leistung in der Farbwahlaufgabe), in der bereits in der Studierphase eine visuelle Objektdarbietung erfolgte und daher insgesamt ähnliche Prozesse stattfanden.

- (5) *Da sowohl die Farbwahl als auch das Farberinnern primär konzeptuelle Prozesse anregt, wird in beiden Tests von der zusätzlichen Farbbeachtung in der Studierphase profitiert.*

Der Vergleich der expliziten Behaltensdaten in Experiment 1 und 2 bestätigte, dass eine durch die Studieraufgabe angeregte zusätzliche Beachtung von Farbinformationen als *konzeptuelle Variable im Sinne der Verarbeitungstiefe* nicht nur die Farbwahlaufgabe, sondern auch das ebenfalls primär konzeptuelle Prozesse anregende Wiedererkennen alter Merkmalsverknüpfungen förderte (vgl. z.B. Park & Mason, 1982). Damit konnte der Befund einer förderlichen Wirkung der zusätzlichen Beachtung der Farbe in der freien Reproduktion auf ein weiteres Prüfverfahren erweitert werden (Wippich et al., 1994; Experiment 2).

- (6) *Das Erinnern von Merkmalsverknüpfungen in expliziten Tests folgt den im Prinzip der Enkodierspezifität vorgeschlagenen Mechanismen.*

Die Ergebnismuster der expliziten Tests stimmen mit dem Prinzip der Enkodierspezifität überein (Tulving & Thompson, 1973), dessen Gültigkeit für nonverbales Material durch die vorliegenden Befunde zusätzlich gestützt wird (vgl. Hanna & Remington, 1996). Demnach ist die größte Gedächtnisleistung in der Bedingung zu erwarten, in der die Reizanordnung im Test derjenigen beim Enkodieren weitestgehend entspricht. In den ersten beiden Experimenten waren alte Verknüpfungen von Objekten und Farben von neuen zu unterscheiden (Chalfonte & Johnson, 1996). Im Zuge der Darbietung farbiger Testreize werden bei der Rekonstruktion der Lernepisode vermutlich nicht nur konzeptuelle, sondern auch perzeptuelle Prozesse angeregt, die eine zusätzliche Abrufhilfe darstellen, die besonders nach visueller Farbenkodierung genutzt werden kann und daher zu einem Behaltensvorteil führen. Auch die Befunde in Experiment 3 sind mit dem Prinzip der Enkodierspezifität kompatibel, zeigen allerdings, dass eine maximale Ähnlichkeit der Reizanordnung keineswegs zu einer Maximierung der Gedächtnisleistung führen muss. Konnten für das vermutlich formbasierte Erkennen (z.B. Biederman, 1987) der schwarzweiß dargebotenen Testreize zusätzlich visuelle Prozesse der Studierphase genutzt werden, führte diese Verfügbarkeit spezifischer Forminformationen dazu, dass die Objekte auf der Basis bewusster Entscheidungen in der Wiedererkennungsaufgabe dann häufiger als „neu“ zurückgewiesen wurden, wenn ein anderes Exemplar als das zuvor bearbeitete vorlag. Demgegenüber erfolgte die Klassifizierung ohne visuelle Vorerfahrung vermutlich nur auf der Basis des jeweiligen semantischen Konzepts des Objekts, so dass ein Wechsel des Darstellungsexemplars das Wiedererkennen nicht beeinträchtigte.

- (7) *Das explizite Erinnern der Farbe unterscheidet sich deutlich von der impliziten Farbwahl, da zusätzliche Informationen der Enkodierungssituation genutzt werden.*

Implizite und explizite Testformen erfordern zwar primär konzeptuelle Prozesse, von den enkodierten Informationen wird jedoch unterschiedlich Gebrauch gemacht. Experiment 1 und 2 deuten bereits entsprechende Dissoziationen an, doch verbietet sich ein Vergleich aus methodischen Gründen (z.B. Test-Priming-Effekte). Experiment 3 lieferte den überzeugendsten Beleg dafür, dass der Nachweis impliziter Effekte in der Farbwahlaufgabe durch explizite Erinnerungsprozesse wahrscheinlich nicht erheblich belastet ist. So konnte gezeigt werden, dass der Wechsel des Darstellungsexemplars das explizite Erinnern der Farbe nach visueller Enkodierung der Objekte erheblich beeinträchtigte, während der implizite Farbeffekt von diesem Faktor überhaupt nicht beeinflusst wurde. Im Sinne des Kriteriums der Abrufintentionalität (Schacter et al., 1989) ist diese Dissoziation zwischen den Prüfbedingungen auf Unterschiede im Abruf zurückzuführen. Es wird daher davon ausgegangen, dass in der Farbwahlaufgabe auf der Basis konzeptueller Objektrepräsentationen mit dem ersten Farbeinfall reagiert wird, während beim Erinnern im expliziten Test vermutlich auf zusätzliche Informationen (z.B. bestimmte Formmerkmale) zurückgegriffen wird, die im Enkodierungsprozess erworben wurden (vgl. Wippich et al., 1994).

4.7 Experiment 4

Im ersten Untersuchungsblock der vorliegenden Arbeit wurde versucht, unter Verwendung eines konzeptuellen impliziten Tests, der *Farbwahlauflage*, einige der Erwerbsbedingungen für den Nachweis impliziter Farbeffekte zu spezifizieren. Im zweiten Untersuchungsblock sollte zunächst geprüft werden, ob Farbeffekte auch in perzeptuellen impliziten Verfahren auftreten (Experiment 4). Sollten geeignete Verfahren spezifische Farbnachwirkungen anzeigen können, ist zu prüfen, inwiefern einige Befunde der ersten drei Experimente auch in diesen Tests repliziert werden können (Experiment 5). Zunächst soll jedoch begründet werden, dass es aus prozesstheoretischer Betrachtung sinnvoll und richtig ist, den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen mit *perzeptuellen impliziten Verfahren* anzustreben.

Farbspezifität in perzeptuellen impliziten Tests?

Die Gedächtnisleistung hängt sowohl von der Enkodierung als auch vom Abruf ab. Dieser Zusammenhang wird in der Position des aufgabenangemessenen Transfers dahingehend spezifiziert, dass mit zunehmender Übereinstimmung der in beiden Phasen der Untersuchung primär angeregten Prozesse auch die zu erwartende Behaltensleistung ansteigt (z.B. Roediger, 1990). Es gibt prinzipiell keinen Grund, im Hinblick auf das Merkmal Farbe von einem grundsätzlich anderen Mechanismus auszugehen. Möglicherweise liegt jedoch den bisher fehlgeschlagenen Versuchen, das perzeptuelle Merkmal Farbe in perzeptuellen impliziten Tests nachzuweisen, eine falsche Interpretation zugrunde: So wurde aus dem Ausbleiben farbspezifischer Effekte geschlossen, dass der Farbe der Status eines „zufälligen Merkmals“ zuzuweisen ist (z.B. Roediger & Srinivas, 1993), das möglicherweise in dem Repräsentationssystem gar nicht enkodiert ist, das die Leistung in impliziten Tests determiniert (z.B. in Präferenzaufgaben: Seamon et al., 1997). Logan, Taylor und Etherton (1996) betonen, dass zwar jede abgerufene Information zuvor enkodiert wurde, aber nicht jede enkodierte Information notwendigerweise erinnert werden muss. Dass Gedächtnisleistungen für ein bestimmtes Merkmal (z.B. Farbe) in einem bestimmten Test nicht nachgewiesen werden können, impliziert nicht, dass dieses Merkmal überhaupt nicht gelernt bzw. enkodiert wurde. Ähnlich wie Cave et al. (1996) konnten Logan et al. (1996) im *impliziten Test* (Kategorieverifikation) keinen Farbeffekt nachweisen, während der *explizite Test* (Wiedererkennen) das überzufällige Erinnern der Farbe anzeigte. Die Autoren fordern daher genauere Analysen der für den Nachweis bestimmter Reizmerkmale in Behaltentests benötigten

Studier- und Testbedingungen, betonen jedoch insbesondere die Rolle der Beachtung der Reizmerkmale: „*What is encoded and what is retrieved are best understood in a task analysis that specifies what is attended during encoding and what is attended during retrieval*“ (S. 636).

Grundlage der bisherigen Interpretationen des Ausbleibens von Farbeffekten in perzeptuellen impliziten Tests war somit eine unzulässige Vereinfachung der Position des aufgabenangemessenen Transfers ohne genaue Analyse des eingesetzten Verfahrens. Franks et al. (2000) wiesen erst unlängst nach, wie bedeutend eine differenzierte Aufgabenanalyse für den Nachweis und die Interpretation von Wiederholungseffekten ist. In einer Serie von Experimenten zur Übereinstimmung von Verarbeitungsprozessen in Studier- und Testphase beobachteten die Autoren, dass der größte Transfer erwartungsgemäß dann resultierte, wenn dieselbe Aufgabe wie in der Studierphase auch als impliziter Test zu bearbeiten war. Allerdings war signifikantes Priming nur nach einem Wechsel bestimmter Aufgaben von der Studier- zur Prüfphase zu verzeichnen (*cross-task transfer*), während für andere Aufgaben kein signifikanter Transfer resultierte. Dieses Befundmuster war aber nicht mit einem Wechsel einer primär perzeptuellen (Vokale zählen, Suche nach einem bestimmten Buchstaben, lexikalische Entscheidung) auf eine primär konzeptuelle Aufgabe (Beurteilung der Belebtheit, Angenehmheit, Härte oder Größe) oder umgekehrt zu erklären. So blieb beispielsweise ein Transfer dann aus, wenn von der lexikalischen Entscheidungsaufgabe auf eine Aufgabe gewechselt wurde, die eine Suche nach dem Buchstaben „E“ erforderte. Angesichts solcher und ähnlicher Dissoziationen, hier illustriert durch zwei mutmaßlich perzeptuelle Aufgaben²⁸, kommen die Autoren zu dem Schluss, dass Prozessansätze dann unterspezifiziert sind, wenn sie zur Erklärung von Gedächtnisleistungen in impliziten Tests nur auf der postulierten Überlappung undifferenzierter perzeptueller bzw. konzeptueller Prozesse beruhen, ohne dass spezifische Aufgabenanalysen erfolgten. Ähnliche Überlegungen zur Erweiterung prozessorientierter Ansätze wurden in der vorliegenden Arbeit bereits vorgestellt (Roediger et al., 1999; vgl. 2.4.2).

Das Ausbleiben der Farbspezifität in perzeptuellen impliziten Tests ist vor dem Hintergrund dieser Befunde neu zu bewerten. Wie bereits erläutert wurde, besteht das

²⁸ Aus prozesstheoretischer Sicht ist sogar zu vermuten, dass alle in der Studie von Franks et al. (2000) verwendeten Aufgaben auf vergleichbaren Prozessen basieren, z.B. lexikalischer Art.

Hauptproblem des bisher eingesetzten *Identifikationsparadigmas* darin, dass in ihrem Mittelpunkt nicht die Farbe, sondern eine ganz andere Merkmalsdimension steht (nämlich die Formmerkmale der Testreize: z.B. Cave et al., 1996). Gleichzeitig konnte wiederholt gezeigt werden, dass die im perzeptuellen impliziten Test „irrelevanten“ Farbmerkmale sehr wohl enkodiert wurden. Ein Zugriff auf diese Repräsentationen erfolgte jedoch dann (und nur dann), wenn es die Aufgabe erforderte, z.B. in *expliziten Tests* (z.B. Logan et al., 1996). Daher ist es keineswegs erstaunlich, wenn in der Studierphase zwar die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Abruf geschaffen wurden, der Nachweis entsprechender Effekte aber misslang, weil das interessierende Merkmal in dem gewählten Prüfverfahren überhaupt keine Rolle spielte (z.B. Mori & Graf, 1996). Daher ist die von Srinivas (1996) geäußerte Vermutung anzuzweifeln, eine a priori Bestimmung der perzeptuellen Merkmalsdimensionen, die zu spezifischen Effekten in impliziten Tests führen (bzw. nicht dazu führen), sei nicht möglich. Vielmehr liefert insbesondere die Argumentation von Cave et al. (1996) Anhaltspunkte dafür, warum in den verschiedenen Studien eine generelle Insensitivität des perzeptuellen Primings für Farbvariationen berichtet wurde: Offenbar lag das eigentliche Problem des Nachweises der Farbspezifität gar nicht in dem *Merkmal Farbe an sich*, sondern lediglich in der Wahl des *richtigen Schlüssels*, wie Wippich et al. (1994) vermuten. Diese Autoren zeigten, dass *eine* Möglichkeit (oder *ein richtiger Schlüssel*) zum Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen in einem konzeptuellen impliziten Verfahren besteht, der Farbwahlaufgabe, die auch in der vorliegenden Arbeit erfolgreich eingesetzt wurde. Die Argumentation von Wippich et al. (1994) basierte auf der Position des aufgabenangemessenen Transfers und führte nach der Analyse des zu untersuchenden (konzeptuell repräsentierten) Merkmals zur Konzeption eines entsprechend geeigneten Tests. Die Autoren gehen jedoch keineswegs davon aus, dass es sich dabei auch um den einzig möglichen „impliziten“ Zugangsweg handelt (z.B. Wippich & Mecklenbräuer, 1998).

Auf der Basis der vorstehenden Analyse wird daher vermutet, dass der Nachweis der Farbspezifität in perzeptuellen impliziten Tests dann gelingen sollte, wenn über Aufgabenanalysen sichergestellt werden kann, dass sowohl in der *Studierphase* als auch im *Test* Prozesse im Mittelpunkt stehen, die eine *Beachtung und Verarbeitung der Farbe* erfordern. Diese Überlegung stimmt vollständig mit der Position des aufgabenangemessenen Transfers überein: Je größer die Übereinstimmung der in beiden Phasen der Untersuchung primär angeregten Prozesse ist, die eine Verarbeitung der Farbe beinhalten, umso größer ist die zu erwartende Behaltensleistung für das Merkmal Farbe. Experi-

ment 4 stellte einen Versuch dar, auf der Basis dieser Annahme spezifische Farbnachwirkungen nicht nur in einem konzeptuellen, sondern erstmals auch in perzeptuellen impliziten Verfahren nachzuweisen. Nachfolgend werden die Erwerbs- und Prüfbedingungen dieser Untersuchung spezifiziert.

(1) Die für den Nachweis impliziter Farbeffekte benötigten *Erwerbsbedingungen* wurden bereits in den ersten drei Experimenten der vorliegenden Untersuchung eingehend beschrieben. Im Sinne des *Unitization*-Konzeptes (Graf & Schacter, 1989) wurde die gemeinsame Verarbeitung von Farb- und Objektmerkmalen in der Studierphase vorgeschlagen (vgl. Musen et al., 1999). Die daraus resultierende Integration beider Elemente in einer Gedächtnisrepräsentation führte im impliziten Test dazu, dass bei Vorgabe eines Teils die gesamte Repräsentation automatisch aktiviert wurde. Während eine Spezifikation der „Minimalbedingungen“ weiterhin aussteht, die für den Nachweis impliziter Farbeffekte benötigt werden, ist die generell positive Wirkung einer Beachtung der Farbe in der Studierphase auf die Gedächtnisleistung unstrittig (z.B. Park & Mason, 1982) und konnte auch in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden (Experiment 1 und 2). So kann in Bezug auf die Studieraufgabe in Experiment 4, die eine Beurteilung der Passung der dargebotenen Objekt- und Farbmerkmale erforderte, recht zuverlässig von einer, die Merkmale integrierenden Wirkung ausgegangen werden. Entsprechend positive Befunde wurden für die Farbwahlaufgabe berichtet (Wippich et al., 1994) und konnten auch in der vorliegenden Arbeit beobachtet werden (vgl. Experiment 1).

(2) Auf der *Abrufseite* sollte ein impliziter Test dann farbspezifische Effekte anzeigen, wenn bei der Bearbeitung ebenfalls Prozesse angeregt werden, die eine Beachtung und Verarbeitung der Farbe erfordern. In der Studie von Musen und Kollegen (1999) werden beide Kriterien erfüllt: Zusätzlich zur Generierung bildhafter Vorstellungen, die eine Farb- und Objektbeachtung implizierte, erfüllt die von den Autoren eingesetzte *Farbbenennung* zum Nachweis des Erwerbs von neuen nonverbalen Assoziationen natürlich auch das in der vorliegenden Arbeit vorgeschlagene *Abrufkriterium*. Daher stimmen die Befunde von Musen et al. (1999) perfekt mit den in der vorliegenden Arbeit geforderten Kriterien überein, die auf der Grundlage der Position des aufgabenangemessenen Transfers hergeleitet wurden. Ebenso deutlich steht die Farbe in der Prüfaufgabe von Wippich et al. (1994) im Mittelpunkt: In der Farbwahlaufgabe ist die Farbe in einem konzeptuellen Prozess zu schwarzweißen Reizen zu assoziieren. Ziel von Experiment 4 war die Konstruktion von Prüfbedingungen, die diesem mittlerweile

bewährten Verfahren möglichst ähnlich sein sollten. Allerdings sollte eine Farbwahl (aus ebenfalls vier Farbalternativen) nicht auf der Basis konzeptueller, sondern *perzeptueller Prozesse* erfolgen. Dazu wurden zwei Prüfaufgaben konstruiert, die aufgrund der unmittelbar im Reizmaterial enthaltenen, sensorischen Informationen in erster Linie wahrnehmungsnahe Prozesse anregen sollten (vgl. Roediger & McDermott, 1993). In der ersten Variante, der *Farbdominanzaufgabe*, wiesen die Umrisslinien alter und neuer Strichzeichnungen im Test gleichzeitig alle vier Auswahlfarben auf, die zudem annähernd gleich häufig vorlagen. Es sollte spontan diejenige Farbe gewählt werden, die nach dem subjektiven Wahrnehmungseindruck das jeweilige Objekt dominierte. In der *Farbpräferenzaufgabe* wurden alte und neue Zeichnungen jeweils in allen Farbalternativen gleichzeitig dargeboten, von denen die subjektiv präferierte Farbgebung spontan auszuwählen war. Diese Aufgabe stellt eine Erweiterung des Paradigmas zur affektiven Präferenz dar, in dem gewöhnlich nur zwischen zwei Reizen zu wählen ist (z.B. Kunst-Wilson & Zajonc, 1980). Das Ausbleiben spezifischer Farbnachwirkungen in diesem Paradigma wird von Seamon et al. (1997) darauf zurückgeführt, dass spezifische Farbmerkmale in dem perzeptuellen Repräsentationssystem nicht kodiert sind. Vielmehr soll dieses System lediglich Informationen über die Objektstruktur enthalten, deren Verarbeitung bei der Wiederholung schneller erfolgt als für neue Reize (vgl. 3.3.3.3). Im Unterschied zur Farbwahlaufgabe lag die Farbe sichtbar vor, so dass die Auswahl in der Farbdominanz- und der Farbpräferenzaufgabe mutmaßlich primär auf der Basis vorliegender sensorischer oder perzeptueller Daten erfolgte. Unterschiede in der Behaltensleistung im impliziten Test sind in Experiment 4 daher auf die unterschiedlichen Testbedingungen zurückzuführen, da die Studierphase für alle Teilnehmer identisch war und die Passung von dargebotenen Objekten und Farben zu beurteilen war.

Überprüfung der in den Verfahren primär angeregten Verarbeitungsprozesse

In der Testphase von Experiment 4 wurde wie im vorangegangenen Experiment variiert, ob dieselbe Objektstrichzeichnung wie in der Studierphase oder ein anderes Exemplar des bearbeiteten Objekts dargeboten wurde. In Experiment 3 konnte gezeigt werden, dass diese Variation die primär konzeptuelle Prozesse anregenden Farbwahlaufgabe nicht beeinträchtigte, so dass zu alten Objekten *generell häufiger* die Zielfarbe gewählt wurde als zu neuen. Mögen sich auch die jeweils postulierten Mechanismen unterscheiden, so sind die Vorhersagen system- und prozessorientierter Ansätze bezüglich der Folgen eines Wechsels des Darstellungsexemplars in *perzeptuellen impliziten Tests* identisch: Prozessorientierte Ansätze führen den zu erwartenden Leistungsrückgang

gegenüber der Exemplarwiederholung darauf zurück, dass die Bearbeitung der Testreize *perzeptuelle Prozesse* erfordert, die sich aufgrund des Exemplarwechsels deutlich von denen der Studierphase unterscheiden. Demgegenüber ist bei systemorientierter Betrachtung davon auszugehen, dass die durch einen Exemplarwechsel *perzeptuell veränderten Testobjekte* nur ungenügend mit den *im perzeptuellen Repräsentationssystem gespeicherten Objekten* der Studierphase übereinstimmen und deshalb im Vergleich zur Wiederholung der Exemplare zu einer Beeinträchtigung führen (z.B. Cave et al., 1996).

Auf eine Formulierung weiterer Hypothesen im Zusammenhang mit den beiden mutmaßlich *perzeptuellen impliziten*, aber noch ungeprüften Verfahren wurde verzichtet, insbesondere was den Vergleich der in diesen Tests zu erwartenden *Farbeffekte* mit der bewährten *Farbwahlaufgabe* anging. Entsprechende Vorüberlegungen können erst im Vorfeld weiterer Experimenten erfolgen. Da aber nicht nur in der *konzeptuellen Farbwahlaufgabe*, sondern auch in der *mutmaßlich perzeptuellen Präferenz- bzw. Dominanzaufgabe* von einer Nutzung zusätzlicher Prozesse der Studierepisode dann auszugehen ist, wenn eine *explizite Erinnerungsinstruktion* erfolgt, wurde in allen Verfahren ein *Behaltensvorteil* der *expliziten* gegenüber der *impliziten* Testvariante erwartet.

Hypothesen

- (1) *Objektwiederholungen führen in allen Verfahren zu Farbpriming:*
Farbdominanz und Farbpräferenz stellen wie die Farbwahl geeignete Verfahren zum Nachweis spezifischer Farbeffekte für wiederholte Objekte dar; die Wiederholung alter Objekte führt daher im Vergleich zur Basisrate in allen Verfahren zu einer *signifikant häufigeren Wahl der Zielfarbe*;
- (2) *Der Exemplarwechsel beeinträchtigt das perzeptuelle Farbpriming:*
Verglichen mit der Wiederholung bleibt der Wechsel des Darstellungsexemplars von der Studier- zur Prüfphase ohne Einfluss auf den Nachweis spezifischer *Farbnachwirkungen* in der *konzeptuellen Farbwahlaufgabe*, beeinträchtigt aber die *perzeptuellen Verfahren* der *Farbdominanz- bzw. Farbpräferenz*;
- (3) *Die Behaltensleistung für Farbmerkmale im expliziten Test übertrifft diejenige im impliziten Test:*
In allen drei Verfahren ist für die Reize der Studierphase eine *größere Behaltensleistung* in der *expliziten Variante* des jeweiligen Verfahrens zu verzeichnen, als wenn eine *Erinnerungsinstruktion unterbleibt* (*impliziter Test*).

4.7.1 Methode

4.7.1.1 Versuchspersonen

Insgesamt 54 Vpn nahmen an Experiment 4 teil. Jeweils 18 von ihnen wurden einer der drei Versuchsgruppen zufällig zugewiesen.

4.7.1.2 Versuchsplan

Sämtliche Variationen betrafen in Experiment 4 die implizite Prüfphase. Allen drei Verfahren war gemeinsam, dass zu den Prüfitems so spontan und zügig wie möglich eine von vier Farben gewählt werden sollte. Ein Teil der Vpn bearbeitete die an die Computertestung angepasste *Farbwahlaufgabe*, bei der zu einem schwarzweißen Objekt die subjektiv am besten passende Farbe gewählt werden sollte. In der *Farbpräferenzaufgabe* wurden jeweils alte oder neue Zeichnungen in allen Farbgebungen gleichzeitig dargeboten, wobei jeweils diejenige spontan auszuwählen war, deren Farbgebung subjektiv am besten gefiel. In der *Farbdominanzaufgabe* erschienen die Umrisse alter und neuer Objekte gleichzeitig in allen Auswahlfarben. Hier war jeweils diejenige Farbe zu wählen, die nach dem subjektiven Wahrnehmungseindruck das Objekt dominierte (Variation der impliziten Prüfaufgabe). Wie in Experiment 3 wurden neben den neuen und den aus der Studierphase exakt wiederholten Testreizen auch andere Darstellungsexemplare der Studierphase dargeboten (Variation des Itemstatus in der ersten Prüfphase). Zum Abschluss der Untersuchung war die jeweilige Aufgabe der vorangegangenen Behaltensprüfung erneut zu bearbeiten, nun jedoch mit expliziter Testinstruktion.

Insgesamt lag dem Experiment – von Kontrollmaßnahmen abgesehen – ein 3 (Implizite Prüfaufgabe: Farbwahl vs. Farbpräferenz vs. Farbdominanz) × 3 (Itemstatus in der ersten Prüfphase: alt-identisch vs. alt-modifiziert vs. neu) × 2 (Testinstruktion: implizit vs. explizit) Versuchsplan mit Messwiederholung auf den letzten beiden Faktoren vor. Die Faktoren Itemstatus und Testinstruktion waren jedoch nicht vollständig gekreuzt, da im expliziten Test nur die in der Studierphase bearbeiteten Objekte vorgelegt wurden (alt-identisch).

4.7.1.3 Material

Das verwendete Material bestand aus den 60 Zeichnungen, die bereits in Experiment 3 eingesetzt worden waren. In einer Studierliste durfte ein Objekt niemals gleichzeitig in seiner Parallelversion vorliegen. Jedes der 20 Objekte einer Studierliste wurde nun zufällig einer der vier Farben *rot* (RGB-Farbwert in %: 86, 0, 0), *gelb* (100, 86, 0), *grün* (0, 69, 0) oder *blau* (2, 46, 92) zugeordnet, so dass eine Farbe pro Studierliste fünf mal vertreten war. Jede Vp bearbeitete in der Studierphase zwei der drei Studierlisten. Mit den drei Kontrollitems am Anfang bzw. am Ende bestand eine Liste somit aus insgesamt 46 Objekten. Wie in Experiment 3 waren sämtliche Materiallisten in Form eines lateinischen Quadrats ausbalanciert.

Um einen verbesserten Farbsimultankontrast bei Präsentation am Computerbildschirm zu erzielen, wurden die farbigen Umrisslinien vor einem schwarzen Hintergrund gezeigt. Anders als in den Experimenten zuvor lagen die in Experiment 4 verwendeten Strichzeichnungen somit farblich invertiert vor. Auf diese Weise waren die Umrisse besser zu erkennen, als dieses bei Präsentation der Standardvariante (schwarze Linien auf weißem Grund) der Fall gewesen wäre. In postexperimentellen Befragungen gaben die Vpn keinerlei Schwierigkeiten an, eine farbige Umrisslinie als farbiges Objekt (z.B. rotes Auto) zu erkennen. In der Studierphase erschien in der Bildschirmmitte ein horizontales Feld mit einem weißen Rand (sämtliche Objektpräsentationsfelder in diesem Experiment waren 9,7 cm hoch und 12,5 cm breit), das die Umrisslinie eines Objekts in der jeweiligen Farbe vor einem schwarzen Hintergrund zeigte.

In der impliziten Prüfphase wurde den Vpn aller Testbedingungen nun auch die dritte, noch nicht bearbeitete Liste (neue Objekte) präsentiert, so dass insgesamt 60 Prüfitems zu bearbeiten waren. Eine der beiden zuvor bereits bearbeiteten Listen enthielt die Objekte in der bekannten Version, während die andere Liste die Objekte in der jeweils anderen Version (Parallelliste) aufwies. Die Vpn der *Farbwahlbedingung* sahen die Objekte als weißen Umriss vor einem schwarzen Hintergrund in einem zentral in der Bildschirmmitte platzierten Feld. Am unteren Bildschirmrand befanden sich nebeneinander vier horizontale Felder (Höhe: 2,5 cm; Breite: 4 cm), die mit den Auswahlfarben blau, gelb, rot und grün gefüllt waren. Für die *Farbdominanzaufgabe* wurde ein Feld mit einem schwarzen Hintergrund, bei dem die Objektumrisse entfernt worden waren, auf ein gleich großes Feld geblendet, das aus 1088 Farbquadraten der vier kritischen Farben

bestand, für die Vpn jedoch nicht vollständig sichtbar war. In diesem Feld lag jede Farbe 272 mal zufällig positioniert vor. Allerdings wurde durch den Anordnungsalgorithmus ausgeschlossen, dass zwei Quadrate derselben Farbe unmittelbar aufeinanderstießen. Die Anordnung der Farbquadrate wurde zu Beginn eines Tests für jede Vp zufällig neu erstellt. Der schwarze Hintergrund mit den ausgesparten Umrisslinien ergab so den Eindruck eines Objektes mit buntem Umriss. Wie in der Farbwahlaufgabe wurden unterhalb des Itemfelds vier Farbfelder eingeblendet. Die Zuordnung der Farben zu diesen Auswahlfeldern erfolgte vor jedem Testdurchgang in beiden Behaltensprüfungen zufällig. Die Vpn der *Farbpräferenzaufgabe* sahen die Zeichnungen des impliziten Tests jeweils gleichzeitig in allen Farbgebungen. Dazu wurden vier gleich große Felder in einer 2 x 2 Matrix angeordnet. In einem Feld erschien ein Objekt als grüner Umriss vor einem schwarzem Hintergrund, in einem zweiten Feld als roter Umriss vor einem schwarzen Hintergrund usw. Die Zuordnung der Umrissfarbe zu den Feldpositionen erfolgte in jedem Durchgang zufällig.

Für den expliziten Test wurden nur die zwei aus der Studierphase bekannten Listen mit den Objekten in neuer Zufallsfolge präsentiert. Die Vpn sahen daher nur die Originalzeichnungen aus der ersten Untersuchungsphase, nicht jedoch die perzeptuell variierten Zeichnungen. Je nach Art der zuvor bearbeiteten impliziten Behaltensprüfung wurden die Prüfitems entweder mit weißen oder mehrfarbigen Umrisslinien, oder gleichzeitig in allen Umrissfarben präsentiert. Wie in der vorangegangenen Prüfphase wurden in den beiden erstgenannten Prüfbedingungen unterhalb des Präsentationsfelds vier Farbfelder eingeblendet. Für die Präferenzaufgabe war ein Testitem erneut in Form der 2 x 2 Matrix angeordnet.

4.7.1.4 Versuchsdurchführung

Das Experiment wurde in Gruppentestung bis zu vier Personen an Apple PowerMacintosh 8600-Computern mit Eizo F56-Monitoren (17" Bildschirmdiagonale) durchgeführt. Zur Erstellung der experimentellen Steuerung wurde die Programmiersprache „HyperCard“ verwendet.

Das Experiment wurde als Untersuchung zur Farbwahrnehmung eingeführt. In der Studierphase wurden alle Vpn instruiert, jede Zeichnung nach dem subjektiven Grad der Passung von Objekt und Farbe zu beurteilen. Zu Beginn eines Durchgangs erschien

in der Bildschirmmitte zunächst ein weiß umrandetes Feld mit schwarzem Hintergrund. Nach 1000 ms erschien in der Mitte dieses Felds ein Fixierungskreuz und anschließend an dieser Stelle der Umriss des Objekts (SOA = 2000 ms, ISI = 1000 ms). Anschließend war das Urteil für das noch eingeblendete Objekt abzugeben. Dazu wurden vier Sekunden nach Einblendung des Objekts vier nebeneinander angeordnete Felder am unteren Bildschirmrand eingeblendet, zusammen mit der Frage „Wie gut passt die Farbe zum Bild?“. Die Abfolge dieser Antwortfelder war mit den Bezeichnungen *schlecht, eher schlecht, eher gut, gut* festgelegt.

Nach Abschluss der Studierphase wurden sofort die Instruktionen für den jeweiligen impliziten Test eingeblendet. Für die *Farbdominanzaufgabe* wurde ausdrücklich darauf verwiesen, dass die Umrisse der nachfolgend präsentierten Objekte bei objektiver Betrachtung gleich viele Anteile jeder Farbe enthielten. Die Vpn dieser Bedingung sollten allerdings so spontan und zügig wie möglich angeben, welche Farbe nach ihrem subjektiven Wahrnehmungseindruck das Objekt dominierte, also gleichsam „aus dem Bild herausstach“. Dazu erschienen nach einer Verzögerung von ungefähr einer Sekunde nach Einblendung der mehrfarbigen Umrisse die vier Antwortfelder, die für die Farbwahl anzuklicken waren zusammen mit der Frage „Welche Farbe dominiert das Bild?“. Mit der zeitverzögerten Einblendung sollte ein „Wegklicken“ ohne Beachtung der Prüfobjekte weitgehend verhindert werden. Für die *Farbwahlaufgabe* sollte durch Anklicken eines der Farbfelder diejenige Farbe ausgewählt werden, die subjektiv am besten zu dem Objekt passte. Auch in dieser Bedingung erschienen die Antwortfelder erst nach einer Verzögerung von einer Sekunde nach Einblendung der Objektmrisse, zusammen mit der Frage „Welche Farbe passt am besten?“. Die Vpn der *Farbpräferenzaufrage* wurden instruiert, aus den gleichzeitig eingeblendeten vier Farbversionen eines Objekts diejenige auszuwählen, die ihnen nach dem ersten subjektiven Eindruck am besten gefiel. Eine Entscheidung sollte durch Anklicken des Bildes in der jeweiligen Farbe erfolgen. Eine Antwort konnte auch hier frühestens eine Sekunde nach Beginn der Objektpräsentation erfolgen. Dazu wurde die Frage eingeblendet: „Welches Bild gefällt Dir am besten?“

Zum Abschluss der Untersuchung wurde die jeweilige Instruktion für den expliziten Test eingeblendet, in der ausdrücklich auf die erste Untersuchungsphase verwiesen wurde. Die Vpn waren aufgefordert, sich an die Farbe zu erinnern, in der sie das Objekt zu Beginn der Untersuchung gesehen hatten. Vpn, die zuvor die *Farbwahlaufgabe* bzw.

die *Farbdominanzaufgabe* bearbeitet hatten, sahen eine Sekunde nach Beginn der Einblendung eines Items die farbigen Antwortfelder. Vpn, die zuvor die *Farbpräferenzaufrage* bearbeitet hatten, sollten aus den gleichzeitig eingeblendeten vier Farbversionen eines Objekts dasjenige auswählen, das die Farbe der ersten Untersuchungsphase aufwies. Wie in allen Untersuchungsteilen begann der jeweils nächste Durchgang nach einer Pause von ungefähr zwei Sekunden, nachdem eine Reaktion erfolgte.

4.7.1.5 Ergebnisse

Implizite Behaltensprüfung

Die mittleren *Farbtrefferleistungen* für die verschiedenen Formen der Prüfreize (alt-identisch, alt-modifiziert, neu) sowie die mittleren Primingwerte in den drei Testbedingungen in Experiment 4 sind in Tabelle 4.10 dargestellt.

Tabelle 4.10: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farbtreffer für wiederholte (alt-identische), gewechselte (alt-modifizierte) und neue Teststimuli sowie mittlere Primingwerte in Experiment 4 in Abhängigkeit vom impliziten Prüfverfahren. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	alt- identisch	alt- modifiziert	neu	Priming- identisch	Priming- modifiziert
Farbwahl	36 (11)	34 (9)	23 (11)	13 (14)	11 (13)
Farbpräferenz	34 (11)	25 (8)	28 (8)	7 (14)	-2 (13)
Farbdominanz	34 (19)	27 (11)	23 (8)	11 (16)	4 (11)

Zunächst wurde geprüft, ob sich die drei Verfahren in bezug auf die Basisraten signifikant unterschieden. Die einfaktorielle Varianzanalyse des Faktors „Art der impliziten Prüfaufgabe“ zeigte jedoch, dass ein solcher Unterschied nicht vorlag, $F(2, 51) = 1.52$. Zudem lagen die Basisraten in allen drei Prüfbedingungen im Zufallsbereich, $t(17) \leq 1.31$ (zweiseitige Tests).

Anschließend wurden die Primingwerte in jeder der drei impliziten Prüfaufgaben in getrennten einfaktoriellen Varianzanalysen verrechnet, jeweils mit Messwiederholung auf dem Faktor „Form der Prüfreize“. Wie erwartet blieb ein Wechsel der Darstellungsexemplars (alt-modifiziert) in der *Farbwahlaufgabe* ohne Auswirkung, $F < 1$ (vgl. Tabelle 4.10). Demgegenüber war in der *Präferenzaufrage* der erwartete Rückgang nach

Wechsel des Darstellungsexemplars signifikant, $F(1, 17) = 10.44$, $R^2 = .38$. In der *Farbdominanzaufgabe* war allerdings nur tendenziell ein Rückgang festzustellen, $F(1, 17) = 3.17$, $p = .09$, $R^2 = .16$. Im Anschluss durchgeführte einseitige t -Tests belegten hypothesenkonform, dass signifikantes Priming exakter Reizwiederholungen in allen Prüfaufgaben vorlag („*Priming-identisch*“), $t(17) \geq 2.05$. Wie erwartet, war in bezug auf einen Wechsel der Darstellungsexemplare von der Studier- zur Prüfphase in der *Farbwahlaufgabe* signifikantes Priming zu beobachten („*Priming-modifiziert*“), $t(17) = 3.48$. Dies war aber weder in der *Farbdominanz-*, $t(17) = 1.34$, noch in der *Farbpräferenz-* aufgabe der Fall, $t < 1$.

Abschließend wurde geprüft, ob der Wechsel des Darstellungsexemplars tatsächlich nur die beiden mutmaßlich perzeptuellen Tests beeinträchtigte. Daher wurde für jede Vp die Differenz der Primingmittelwerte identischer und modifizierter Testreize berechnet und der resultierende Differenzwert in einer anschließenden einfaktoriellen Varianzanalyse des Faktors „Art der impliziten Prüfaufgabe“ verrechnet. *Farbwahlaufgabe* ($M = 2\%$), *Farbpräferenz-* ($M = 9\%$) sowie *Farbdominanzaufgabe* ($M = 7\%$) unterschieden sich nicht signifikant, $F(1, 51) = 1.32$. Geplante orthogonale Kontraste zeigten, dass sich die beiden mutmaßlich perzeptuellen impliziten Verfahren, die mit +1 (*Farbdominanz*) bzw. -1 (*Farbpräferenz*) gewichtet waren, erwartungsgemäß nicht unterschieden, $F < 1$. Allerdings blieb ein Unterschied zwischen der (mit +1 gewichteten) konzeptuellen impliziten *Farbwahlaufgabe* und den beiden (jeweils mit -0.5 gewichteten) mutmaßlich perzeptuellen Verfahren leider aus, $F(1, 51) = 2.42$.

Explizite Behaltensprüfung

Alle Vpn bearbeiteten im Anschluss an die jeweilige implizite Prüfaufgabe den gleichen Test noch einmal, nun jedoch mit expliziter Erinnerungsinstruktion. Als „alt-modifiziert“ gelten nachfolgend solche Reize, die in der ursprünglich bearbeiteten (Original-)Form der Studierphase vorgelegt wurden, aber in der vorangegangenen impliziten Aufgabe durch andere Exemplare derselben Bezeichnung ersetzt worden waren. Dieses Vorgehen war gewählt worden, um zu verhindern, dass die in der impliziten Behaltensprüfung gewählten Farben fälschlicherweise erneut „erinnert“ wurden (Intrusionen). Die neuen Prüfreize des vorangegangenen Tests entfielen. Die mittleren Anteile korrekter Farberinnerungen für alt-identische sowie alt-modifizierte Prüfreize in der mit expliziter Erinnerungsinstruktion vorgelegten *Farbwahl-*, *Farbpräferenz-* und *Farbdominanzaufgabe* sind in Tabelle 4.11 dargestellt.

Tabelle 4.11: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farberinnerungen in Experiment 4 in Abhängigkeit vom expliziten Prüfverfahren. Prüfreize stellten immer Wiederholungen aus der Studierphase dar, waren allerdings entweder in der vorangegangenen impliziten Prüfung genauso vorgelegt (alt-identisch), oder durch andere Exemplare ersetzt worden („alt-modifiziert“). Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	alt-identisch		„alt-modifiziert“	
Farbwahl	39	(10)	39	(10)
Farbpräferenz	36	(11)	36	(9)
Farbdominanz	40	(12)	39	(10)

Die 3 (Art der expliziten Prüfaufgabe) \times 2 (Form der Prüfreize) Varianzanalyse der Häufigkeit korrekter Farberinnerungen mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor erbrachte kein signifikantes Resultat, $F(2, 51) \leq 1.07$. Wie Tabelle 4.11 bereits andeutet, war ein statistisch bedeutsamer Unterschied weder zwischen den verschiedenen Prüfaufgaben, noch – erstaunlicherweise – in Bezug auf den Itemstatus im vorangegangenen (impliziten) Test zu verzeichnen.

In einer weiteren Analyse wurden die Behaltensleistungen im impliziten und expliziten Test miteinander verglichen. In der entsprechenden 3 (Art der Prüfaufgabe) \times 2 (Testinstruktion) \times 2 (Form der Prüfreize) Varianzanalyse mit Messwiederholung auf den letzten beiden Faktoren wurden ausschließlich die Trefferhäufigkeiten für alte, aus der Studierphase bekannte Reize verrechnet. Es waren drei signifikante Effekte zu beobachten. Dass im zweiten, expliziten Test ($M = 38\%$) tatsächlich bessere Erinnerungsleistungen resultierten als im ersten Test, der ohne Erinnerungsinstruktion vorgelegt wurde ($M = 32\%$) wird – wie die separate Analyse expliziter Testdaten bereits andeutete – nun durch den signifikanten Haupteffekt der Testinstruktion belegt, $F(1, 51) = 16.51$, $R^2 = .24$. Allerdings waren sowohl dieser Effekt, als auch der statistisch bedeutende Vorteil zugunsten der alt-identischen ($M = 36\%$) gegenüber den alt-modifizierten Prüfreizen ($M = 33\%$), $F(1, 51) = 4.41$, $R^2 = .08$, durch die Interaktion beider Faktoren signifikant überlagert, $F(1, 51) = 7.79$, $R^2 = .13$, die in Abbildung 4.3 dargestellt ist.

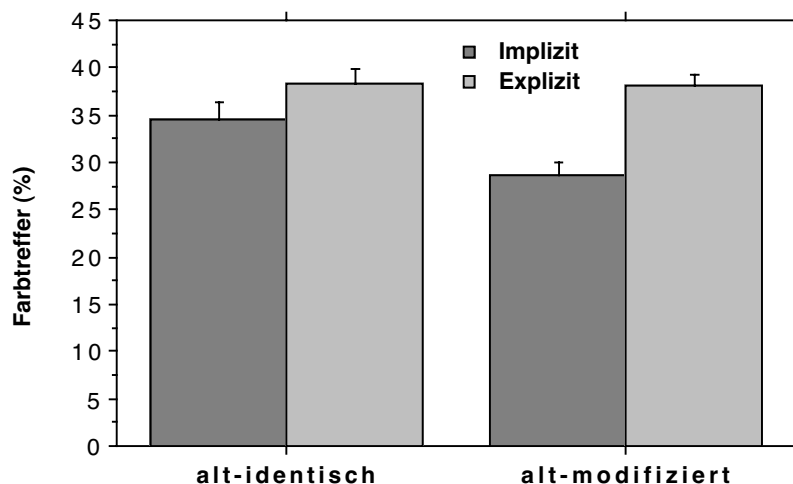


Abbildung 4.3: Mittlere Anteile (in Prozent) der Farbtreffer in Experiment 4 in Abhängigkeit davon, ob es sich um die erste (impliziter Test) oder zweite (expliziter Test) Behaltensprüfung handelte, und ob die aus der Studierphase bekannten Prüfreize in beiden Tests exakt wiederholt (alt-identisch) bzw. im ersten Test durch andere Exemplare der Studierreize ersetzt worden waren (alt-modifiziert). Zusätzlich angegeben ist der Standardfehler.

Die Analyse der einfachen Haupteffekte ergab, dass ein signifikanter Vorteil zugunsten identischer Stimuli ($M = 35\%$) gegenüber anderen Stimulusexemplaren ($M = 29\%$) nur im impliziten Test bestand, $F(1, 51) = 9.37$, $R^2 = .16$, während sich mit Erinnerungsinstruktion kein bedeutsamer Unterschied zwischen identischen ($M = 38\%$) und zuvor modifizierten und nun wieder in Originalform gezeigten Stimuli ($M = 38\%$) zeigte, $F < 1$. In anderer Richtung betrachtet, war der Vorteil expliziter gegenüber impliziter Behaltensleistung für modifizierte Stimuli deutlicher ausgeprägt, $F(1, 51) = 32.77$, $R^2 = .39$, als für identische Reize, für die nur ein tendenziell signifikanter Vorteil expliziter Leistungen vorlag, $F(1, 51) = 3.11$, $p = .08$, $R^2 = .06$.

Zusätzliche Ergebnisse

In Experiment 4 wurde zusätzlich geprüft, ob Einflüsse des Verhaltens in der Studienaufgabe auf die Häufigkeit vorliegen, mit der in den drei verschiedenen impliziten Prüfaufgaben die Zielfarben alt-identischer und alt-modifizierter Prüfreize gewählt wurden. In der ersten Untersuchungsphase war für alle farbigen Strichzeichnungen der Grad der Passung von Farbe und dargestelltem Objekt auf einer vierstufigen Skala anzugeben. In einem ersten Schritt wurde daher für jede Vp zunächst für alt-identische und alt-modifizierte Prüfreize getrennt die Häufigkeit bestimmt, mit der die verschiedenen Antwortkategorien in der Studierphase gewählt wurde. Anschließend wurden die Trefferhäufigkeiten in den verschiedenen Antwortkategorien an dieser Häufigkeits-

verteilung relativiert (konditionalisierte Farbtrefferwerte). Aus Gründen der Ökonomie wurde beschlossen, jeweils zwei Antwortkategorien der Studieraufgabe zusammenzufassen. Daher lag der nachfolgenden Varianzanalyse ein 3 (Art der impliziten Prüfaufgabe) \times 2 (Form der Prüfreize) \times 2 (Beurteilung in der Studieraufgabe: *schlecht* versus *gut*) Versuchsplan mit Messwiederholung auf den letzten beiden Faktoren zugrunde, die drei signifikante Ergebnisse erbrachte. So war ein signifikanter Vorteil der Wiederholung ($M = 36\%$) gegenüber dem Exemplarwechsel ($M = 29\%$) festzustellen, $F(1, 51) = 9.02$, $R^2 = .24$, für den Haupteffekt. Der Einfluss der Studieraufgabe zeigte sich in dem signifikanten Vorteil in der Wahl der Zielfarbe für zuvor als „gut“ beurteilte Kombinationen von Farbe und Strichzeichnung gegenüber den als „schlecht“ ($M = 23\%$) beurteilten Kombinationen, $F(1, 51) = 56.32$, $R^2 = .52$, für den entsprechenden Haupteffekt, der allerdings durch die signifikante Interaktion unter Einschluss des Faktors „Art der impliziten Prüfaufgabe“ überlagert war, $F(2, 51) = 16.59$, $R^2 = .39$. Abbildung 4.4 illustriert die Interaktion.

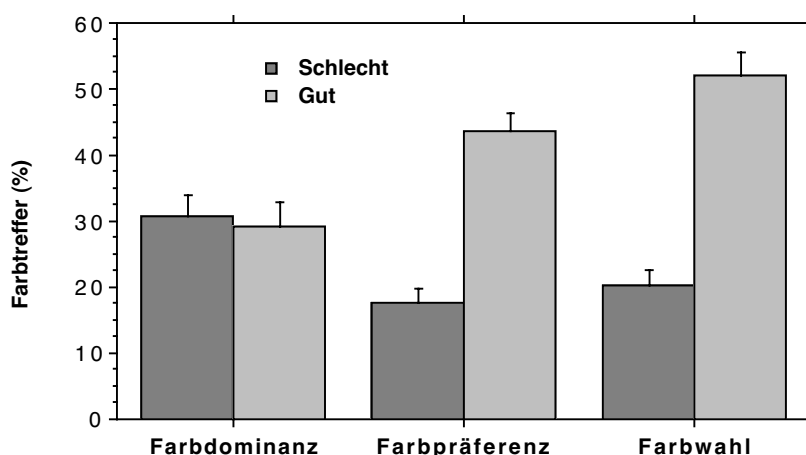


Abbildung 4.4: Mittlere Anteile (in Prozent) der Farbtreffer in Experiment 4 in Abhängigkeit vom impliziten Prüfverfahren und der Beurteilung der Objekt-Farbe-Kombinationen in der Studierphase. Zusätzlich angegeben ist der Standardfehler.

Die Analyse der einfachen Haupteffekte ergab einen stärkeren Unterschied zwischen Farbdominanz- ($M = 29\%$), Farbpräferenz- ($M = 44\%$) und Farbwahlaufgabe ($M = 52\%$) hinsichtlich der zuvor als „gut“ beurteilten Objekt-Farb-Kombinationen, $F(2, 102) = 13.29$, $R^2 = .21$, als in bezug auf die mit „schlecht“ beurteilten Paare ($M_{\text{Farbdominanz}} = 31\%$, $M_{\text{Farbpräferenz}} = 18\%$; $M_{\text{Farbwahl}} = 20\%$), $F(2, 102) = 4.74$, $R^2 = .09$. In anderer Richtung betrachtet war ein signifikanter Vorteil „guter“ Objekt-Farb-Kombinationen sowohl in der Farbwahlaufgabe, $F(1, 51) = 53.42$, $R^2 = .51$, als auch in der Farbpräferenztaufgabe festzu-

stellen, $F(1, 51) = 35.99$, $R^2 = .41$. Überraschend war ein solcher Effekt dann nicht zu verzeichnen, sondern kehrte sich nicht signifikant um, wenn im impliziten Test die dominierende Farbe auszuwählen war, $F < 1$. Ein signifikanter Unterschied zwischen der Farbwahl- ($M = 36\%$), der Farbpräferenz- ($M = 31\%$) und der Farbdominanzaufgabe ($M = 30\%$) lag jedoch nicht vor, $F(2, 51) = 2.22$, für den Haupteffekt. Alle übrigen Effekte sind bei $F(2, 51) \leq 1.57$ zu vernachlässigen.

4.7.1.6 Diskussion

In Experiment 4 ist es erstmals gelungen, spezifische Farbnachwirkungen nicht nur in der Farbwahlaufgabe, sondern zusätzlich auch in zwei neu konstruierten impliziten Tests nachzuweisen, der Farbdominanz- und der Farbpräferenzaufgabe. Dieses war allerdings nur dann der Fall, wenn die Prüfreize in der bekannten Form der Studierphase vorlagen. In der Farbpräferenzaufgabe war ein signifikanter Rückgang der Leistung festzustellen, wenn die Darstellungsexemplare alter Reize von der Studier- zur Prüfphase gewechselt wurden. Dieser Rückgang lag in der Farbdominanzaufgabe nur tendenziell vor. Im Unterschied zur Farbwahlaufgabe blieb signifikantes Farbpriming nach einem Exemplarwechsel jedoch in beiden Verfahren generell aus. Somit resultierten erste Hinweise darauf, dass im Unterschied zur konzeptuellen Farbwahlaufgabe in der Farbpräferenzaufgabe perzeptuelle Prozesse angeregt wurden, während in der Farbdominanzaufgabe zumindest nicht primär konzeptuelle Verarbeitungsprozesse stattfanden. Allerdings verdeutlichte der Vergleich der impliziten Verfahren bezüglich der Häufigkeit korrekter Farbwahlen in Abhängigkeit vom vorangegangenen Urteil in der Studierphase die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtung insbesondere der beiden mutmaßlich „perzeptuellen“ impliziten Verfahren. In dieser Analyse war eine erstaunliche Ähnlichkeit zwischen der *Farbpräferenz* und der konzeptuellen Farbwahl festzustellen, während die *Farbdominanzaufgabe* ein völlig anderes Muster offenbarte.

H1: Objektwiederholungen führen in allen Verfahren zu Farbpriming

Angesichts der Vielzahl an Fehlschlägen, das Merkmal Farbe in impliziten Tests nachzuweisen (vgl. 3.3.3.3), verdient der Befund besondere Erwähnung, dass in Experiment 4 signifikante Farbeffekte in allen drei Verfahren zu verzeichnen waren. In Übereinstimmung mit der Position des aufgabenangemessenen Transfers wird der Nachweis spezifischer Farbeffekte darauf zurückgeführt, dass in allen Prüfverfahren bei der Reizwiederholung hinreichend ähnliche Verarbeitungsprozesse wie in der Studierphase stattfanden, auf die bei neuen Reize nicht zurückgegriffen werden konnte. Farbdomi-

nanz- und Farbpräferenz Aufgabe erfordern zwar ebenfalls eine *Farbauswahl*, sie stellen aber offenkundig nicht bloß Kopien der Farbwahlaufgabe dar, wie die unterschiedliche Auswirkung eines Wechsels des Darstellungsexemplars belegt.

Die vorliegenden Befunde zeigen zudem, wie problematisch unzulässige Vereinfachungen der Konzeption unterschiedlicher Verarbeitungsprozesse sind, nach denen implizite Farbeffekte nicht zu erwarten gewesen wären, wenn es sich bei der Farbe tatsächlich um ein generell „zufälliges“ Merkmal handelte (z.B. Roediger & Srinivas, 1993). Vielmehr belegt der Nachweis impliziter Farbeffekte die Bedeutung eingehender Aufgabenanalysen (vgl. Logan et al., 1996). Ähnliche Überlegungen, wie sie in der vorliegenden Arbeit für die Farbe erfolgten, wurden von Srinivas et al. (1997) für zwei andere Oberflächenmerkmale angestellt, für die spezifische implizite Effekte in der Regel ausblieben, nämlich die *Größe* und die *Links-Rechts-Orientierung* (vgl. 2.3.3.3). Tatsächlich konnten die Autoren entsprechende Spezifitätseffekte dann nachweisen, wenn das jeweilige Merkmal im eingesetzten impliziten Verfahren eine *relevante, zu beachtende Dimension* darstellte, so dass von einer vorherigen Verarbeitung der wiederholten Testreize im Vergleich zu neuen profitiert wurde²⁹.

H2: Der Exemplarwechsel beeinträchtigt perzeptuelles, nicht aber konzeptuelles Farbpriming

Wie im vorangegangenen Experiment 3 war kein Einfluss des Wechsels des Darstellungsexemplars in der Farbwahlaufgabe festzustellen, so dass die primär konzeptuelle Steuerung in diesem Verfahren erneut belegt werden konnte (Wippich et al., 1994). Im Unterschied zum vorangegangenen Experiment konnte jedoch erstmals gezeigt werden, dass diese Variation eines Oberflächenmerkmals sehr wohl auch den Nachweis spezifischer Farbeffekte beeinflussen kann: Der signifikante Rückgang des impliziten Farbeffektes nach Exemplarwechsel in der Farbpräferenz Aufgabe (sowie die zumindest tendenzielle Beeinträchtigung in der Farbdominanzaufgabe) stimmt mit solchen Studien überein, in denen ein Exemplarwechsel zu einem deutlichen Rückgang des perzeptuellen Priming in impliziten Tests führte, die eine Reizidentifikation erforderten. Je nach theoretischer Ausrichtung wird der Rückgang des Primingeffektes gewöhnlich auf die vergleichsweise mangelhafte Übereinstimmung mit den gespeicherten *Objektrepräsentationen* der Studierphase zurückgeführt (Biederman & Cooper, 1991) bzw. als Beleg

²⁹ Die Links-Rechts-Orientierung stellte dann ein relevantes Merkmal dar, wenn beispielsweise Kleinbuchstaben vorlagen (z.B. *p* und *q*) und eine *visuelle* Identifikation gefordert war. Die Größe spielte hier keine Rolle, sondern nur dann, wenn die Buchstaben über den *Tastsinn* zu identifizieren waren (vgl. Srinivas et al., 1997).

für die *perzeptuelle Steuerung* dieser Verfahren interpretiert, die primär von der Verarbeitung sogenannter „high-level“ Informationen wie der Objektform abhängen soll (Cave et al., 1996). Da die Studierbedingungen in der vorliegenden Untersuchung nicht variiert wurden, müssen die Unterschiede zwischen den drei impliziten Tests auf Unterschiede im *Abruf* der erworbenen Objekt-Farbe-Verknüpfungen bestanden haben. Im Vorfeld von Experiment 4 war in Anlehnung an Wippich et al. (1994) angenommen worden, dass es auf den „richtigen Schlüssel“ für den Nachweis impliziter Farbeffekte ankommt. Daher belegt die vorliegende Untersuchung, dass es offenbar nicht nur einen richtigen Schlüssel (Farbwahlaufgabe), sondern verschiedene gibt, und vermutlich nicht nur die Tür, die einen exklusiven *konzeptuellen Zugang* erlaubt, sondern mindestens noch eine weitere, hinter der sich ein *perzeptueller Zugangsweg* befindet, der zu Farbe-Objekt-Repräsentationen und in der vorliegenden Untersuchung damit ebenfalls zu spezifischen Farbnachwirkungen führte.

H3: Die Behaltensleistung für Farbmerkmale im expliziten Test übersteigt diejenige im impliziten Test

Wie erwartet überstieg die Behaltensleistung nach Vorgabe einer Erinnerungsinstruktion (expliziter Test) diejenige ohne Erinnerungsaufforderung (impliziter Test), ohne dass Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren vorlagen. Wie in der expliziten Variante der Farbwahlaufgabe (vgl. Wippich et al., 1994) wurde vermutlich in den beiden anderen expliziten Testvarianten ebenfalls nicht der erste passende Einfall gewählt: Alle Gruppen waren in der Lage, zwischen den einzelnen Episoden der Untersuchung, genauer: zwischen den *Prüfzeiten* der beiden Behaltensprüfungen, zu diskriminieren, da die Objekte im expliziten Test wieder in der ursprünglichen Darstellung der Studierphase gezeigt wurden. Das unterschiedliche Befundmuster in der impliziten und expliziten Variante – insbesondere der Farbpräferenzaufgabe – kann daher nur als Beleg gegen eine explizite Kontamination der Behaltensleistung im impliziten Test gewertet werden. Anders als in der impliziten Testform, wurden durch die Erinnerungsinstruktion im nachfolgenden expliziten Test nun offenbar *konzeptuelle Prozesse* angeregt, die zu einem Erinnern von Informationen der Studierepisode (z.B. zusätzlicher Kontextinformationen, z.B. Srinivas et al., 1997) und somit zu einem Anstieg der Häufigkeit korrekt erinnelter Objekt-Farbe-Verknüpfungen führten.

Der unterschiedliche Einfluss der Beurteilung der Studierreize auf die impliziten Tests

Die Analyse, ob die Beurteilung der Passung von Objekt und dargebotener Farbe die anschließende Wahl der korrekten Farbe für alte Reize im impliziten Test beeinflusste,

erbrachte ein erstaunliches Ergebnis: Das zuvor getroffene Urteil der Passung wirkte sich in den verschiedenen Tests unterschiedlich auf die Trefferhäufigkeit aus. Während die subjektive Beurteilung der Passung für die Wahl der subjektiv dominierenden Farbe in der nachfolgenden *Farbdominanzaufgabe* überhaupt keine Rolle spielte, war eine erstaunliche Ähnlichkeit zwischen der mutmaßlich perzeptuellen *Farbpräferenz* und der konzeptuellen *Farbwahl* festzustellen. In beiden Verfahren war ein deutlicher Vorteil für zuvor als „gut“ beurteilte Kombinationen von Objekten und Farben gegenüber den als „schlecht“ empfundenen zu verzeichnen. Der Befund eines Einflusses des subjektiv-ästhetischen Urteils auf die implizite Gedächtnisleistung in diesen Verfahren ist natürlich insofern bedeutsam, als dass für Objekte aus subjektiv „schlechten“ Objekt-Farbe-Kombinationen im nachfolgenden Test nur zufällig die richtigen Farben gewählt wurden. Offenbar führten nur subjektiv „gute“ Kombinationen zu den Verknüpfungen, für die anschließend spezifische Farbnachwirkungen beobachtet wurden. Dieser selektive Einfluss weist große Ähnlichkeit zu einem Gedächtniseffekt auf, der als *Selbstreferenz-Effekt* bekannt ist und im Rahmen der empirischen Sozialpsychologie in zahlreichen Studien untersucht wurde (z.B. Czienskowski, 1997; Symons & Johnson, 1997). Das grundlegende Paradigma geht auf den Ansatz der Verarbeitungstiefe nach Craik und Lockhart (1972) zurück. So führt eine selbstreferentielle Orientierungsaufgabe („Trifft das folgende Eigenschaftswort auf Sie zu?“) selbst im Vergleich zu einer semantischen Aufgabe („Bedeutet das Wort ungefähr dasselbe wie...?) zu einer größeren Erinnerungsleistung. Die Bezugnahme auf das Selbst führt insbesondere bei emotional getöntem Wortmaterial zu hohen Reproduktionsleistungen. Klein und Kihlstrom (1986) sehen allerdings als zentrales Merkmal selbstbezogener Kodierung die Möglichkeit zur *Organisation des Reizmaterials*, durch die eine besondere Reproduktionsleistung erreicht wird, während der Selbstreferenz-Effekt ursprünglich als das Resultat besonderer Merkmale der selbstbezogenen Enkodierbedingung betrachtet wurde (Rogers, 1974). Der in Experiment 4 beobachtete Einfluss der subjektiv empfundenen Güte der Passung auf die Farberinnerungsleistung stimmt grundsätzlich mit der Interpretation von Klein und Kihlstrom überein. Allerdings ist auch dieser – überraschende – Befund mit der Position des aufgabenangemessenen Transfers kompatibel: Die für das Darstellungsobjekt als „gut“ beurteilte Farbe wird bei der Vorlage desselben Reizes im impliziten Test als die am besten passende Farbe spontan wiedergewählt.

Die auf der erweiterten Position des aufgabenangemessenen Transfers (Franks et al., 2000) basierende Analyse der in der Studier- und Testphase angeregten Prozesse bietet

eine plausible Erklärung dafür, warum die Wahl der Zielfarbe in der *Farbdominanzaufgabe* in Experiment 4 von der vorangegangenen Beurteilung *nicht beeinflusst* wurde. Da in der impliziten Gedächtnisprüfung eine Erinnerungsaufforderung unterblieb, erfolgte in der Farbdominanzaufgabe eine Entscheidung zugunsten der Farbe, die aufgrund der sensorischen Analyse subjektiv am häufigsten vertreten war. In diesem Sinne lag der „Farbwahl“ vermutlich eine vollkommen andere Basis zugrunde als in der Studierphase. Vorangegangene Passungsbeurteilungen spielten daher, anders als in den beiden anderen Verfahren, keine Rolle. Diese Aufgabenanalyse erklärt allerdings nicht, warum dann in diesem Verfahren kein überzeugender Nachweis eines Wechsels des Darstellungsexemplars (perzeptuelle Variable) gelang. Kann in der Farbdominanzaufgabe wirklich eine (primäre) Beteiligung *konzeptueller Verarbeitungsprozesse* ausgeschlossen werden? Eine genauere Betrachtung dieser Aufgabe wurde daher in Experiment 5 angestrebt, in dem geprüft wurde, ob das Verfahren den Wechsel eines anderen Oberflächenmerkmals anzeigt, nämlich die *symbolische Darstellungsform*. Eine eingehende Aufgabenanalyse der Farbdominanz-, aber auch der Farbpräferenztaufgabe, erfolgt im Anschluss an Experiment 5.

Zum Abschluss ist zu diskutieren, warum in der Analyse des Einflusses der Studieraufgabe auf die implizite Behaltensleistung ein signifikanter Vorteil zugunsten wiederholter Exemplare zu verzeichnen war, der für alle Prüfverfahren gleichermaßen galt. Zum einen wurde der konzeptuelle implizite Test mit zwei (ungewichteten) mutmaßlich perzeptuellen Verfahren verglichen, so dass die Gesamtanalyse das Bild der zuvor berichteten Einzelanalysen verzerrte. Zum anderen ist nicht davon auszugehen, dass es sich bei der Farbwahlaufgabe um ein *ausschließlich* konzeptuelles implizites Verfahren handelt. Vielmehr ist hier – wie bei allen Testverfahren – von einem, wenn auch geringeren Einfluss perzeptueller Prozesse auszugehen (Jacoby, 1991; Roediger & McDermott, 1993). Daher ist der numerische Vorteil der Reizwiederholung gegenüber einem Exemplarwechsel in der Farbwahlaufgabe als *Kongruenzeffekt des Darstellungsexemplars* zu interpretieren. Ähnliche Einflüsse perzeptueller Variablen auf den Nachweis spezifischer Farbeffekte in der Farbwahlaufgabe konnten auch Wippich et al. (1994) beobachten.

4.8 Experiment 5

In Experiment 5 wurden wesentliche Elemente von Experiment 2 erneut untersucht. Die räumliche Anordnung der Farbmerkmale wurde variiert, indem entweder die *Umrisslinien* der am Computerbildschirm dargebotenen schwarzweißen Bildobjekte in der Studierphase in der Vorstellung einzufärben waren oder die Farbe in einem *leeren Feld* vorgestellt werden sollte, das sich neben der Objektabbildung befand. Auf eine erneute Einbindung einer visuellen Farbpräsentation wurde verzichtet. Im Anschluss an die jeweilige Farbvorstellung war ein Urteil über das abgebildete Objekt ohne zusätzliche Beachtung der Farbe abzugeben, das wie in Experiment 3 als Beurteilung der Objektform erfolgen sollte. Als Prüfverfahren wurde neben der *Farbwahlaufgabe* auch die *Farbdominanzaufgabe* eingesetzt. Erneut wurde geprüft, ob die Bearbeitung der Tests perzeptuelle Prozesse erfordert. Daher wurde wie in Experiment 2 die symbolische Darstellungsform variiert, so dass nach der Bearbeitung von Bildreizen in der Studierphase die Teststimuli in Bild- oder Wortform dargeboten wurden.

Replikation und Transfer: Der kompensatorische Vorstellungseffekt

Da eine visuelle Darbietung farbiger Objekte in der Studierphase unterblieb, wurde in Experiment 5 indirekt geprüft, ob der in Experiment 1 und 2 beobachtete kompensatorische Vorstellungseffekt auch in einem anderen Verfahren als der Farbwahlaufgabe nachweisbar ist. Wenn zudem belegt werden kann, dass die Farbdominanzaufgabe primär perzeptuelle Prozesse anregt, weil der Wechsel des symbolischen Darstellungsformats von Bildern in der Studier- zu Wörtern in der Prüfphase zu einer Beeinträchtigung des impliziten Farbpriming führte, würde dieser Befund den Vergleich mit vorliegenden Studien vereinfachen, in denen der kompensatorische Vorstellungseffekt in *perzeptuellen* impliziten Tests beobachtet wurde (z.B. McDermott & Roediger, 1994).

Integrierte versus separate Farbanordnung

In Experiment 2 war resümiert worden, dass die Verknüpfung von Farb- und Objektmerkmalen in erster Linie von der Studieraufgabe abhing, die im Vergleich zur intentionalen Farbbeachtung bei der Fokussierung des Objekts und der inzidentellen Beachtung der Farbe dazu führte, dass der anschließende Nachweis impliziter Farbeffekte unabhängig von der räumlichen Anordnung nur unzureichend oder gar nicht gelang. In Experiment 5 wurde daher geprüft, ob das in Experiment 2 verzeichnete Ausbleiben eines Effektes der Variation der Farbanordnung in der Farbwahlaufgabe repliziert werden kann und sich auch in einem anderen Verfahren zum Nachweis spezifischer Farb-

nachwirkungen einstellt. Zwar war in Experiment 2 nur dann signifikantes Priming zu verzeichnen, wenn die Farbe zuvor vorgestellt wurde, doch war eine Interpretation der Befunde aufgrund des allgemein niedrigen Niveaus der Trefferhäufigkeiten nicht möglich. Als möglicher „Störfaktor“ wurde das in der Studierphase in Experiment 2 abzugebende Besitzurteil identifiziert, das häufig deshalb als verwirrend empfunden wurde, da eine Trennung der Objekte von der Farbe nur schwer möglich war. Es ist durchaus denkbar, dass diese Studieraufgabe zu systematischen Verzerrungen der Behaltensdaten des impliziten Tests führte, zumal im anschließenden Experiment 3 in der entsprechenden Bedingung (Objekt-visuell-implizit) signifikantes Priming vorlag. Mit der Formbeurteilung als Studieraufgabe sollte deshalb geklärt werden, inwiefern in Experiment 2 tatsächlich etwaige Effekte durch die mißverständliche Studieraufgabe „verdeckt“ wurden.

Explizite Behaltensprüfung

In allen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit, in denen unterschiedliche Enkodierungsbedingungen vorlagen (Experiment 1, 2 und 3), war in Übereinstimmung mit dem Prinzip der Enkodierspezifität ein Behaltensvorteil in der Bedingung zu verzeichnen, in der die größte Übereinstimmung zwischen den Testreizen und den Reizen der Studierphase bestand. In Experiment 5 wiesen die Prüfreize in der expliziten Variante der *Farbwahlaufgabe* wie in der Studier- und der vorangegangenen impliziten Prüfphase keine Farbinformation auf. Demgegenüber wurden die Testreize in der expliziten Version der *Farbdominanzaufgabe* wie im impliziten Test in mehrfarbigen Umrisslinien dargestellt. Der einzige Unterschied zu den zuvor bearbeiteten impliziten Testverfahren bestand in beiden Tests darin, dass nun zu den Bildobjekten der Studierphase die jeweils vorgestellte Farbe dieser ersten Untersuchungsphase zu erinnern war. In Übereinstimmung mit der Position des prozessangemessenen Transfers (Franks et al., 2000), nach der ein Behaltensvorteil in der Bedingung zu erwarten ist, in der die größere Übereinstimmung der beteiligten Prozesse in Studier- und Prüfphase vorliegt, wurde ein Vorteil zugunsten der Studierbedingung erwartet, in der die Farbe in der Vorstellung nicht auf ein getrenntes Feld zu projizieren war, sondern als Teil des Objektes vorgestellt wurde (räumlich integriert). Da in Experiment 4 vergleichbare Erinnerungsleistungen in der Farbwahl- und der Farbdominanzaufgabe zu verzeichnen waren, wurden Unterschiede zwischen den beiden Prüfverfahren nicht erwartet.

Hypothesen

- (1) *Kompensatorische Vorstellungseffekte in Farbwahl- und Farbdominanzaufgabe*
Ohne dass Farbinformationen visuell verfügbar sind, führen Farbvorstellungen nach vorheriger Ansage der Farbbezeichnung nicht nur in der Farbwahl-, sondern auch in der Farbdominanzaufgabe zum Nachweis impliziter Farbeffekte;
- (2) *„Konzeptuelle“ Farbwahlaufgabe und „perzeptuelle“ Farbdominanzaufgabe*
Da die Bearbeitung der Farbdominanzaufgabe auf der Basis perzeptueller Prozesse erfolgt, beeinträchtigt der Wechsel der symbolischen Darstellungsform von Bildern in der Studierphase zu Wörtern im Test den Nachweis impliziter Farbeffekte in diesem Verfahren. Demgegenüber bleibt der Wechsel ohne Auswirkung auf das Farbpriming in der Farbwahlaufgabe, in der primär konzeptuelle Verarbeitungsprozesse angeregt werden;
- (3) *Ausbleiben eines Effektes der räumlichen Merkmalsanordnung im impliziten Test*
Die räumliche Anordnung der Farbe in der Studierphase beeinflusst den Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen nicht: Eine räumliche integrierte Vorstellung von Farb- und Objektmerkmalen in der Studierphase führt daher weder in der Farbwahl- noch in der Farbdominanzaufgabe zu einem größeren Farbeffekt als die räumlich getrennte Anordnung in der Vorstellung;
- (4) *Effekt der räumlichen Merkmalsanordnung im expliziten Test zugunsten integrierter Farbvorstellungen*
Im expliziten Test wird ein Effekt der räumlichen Farbanordnung unabhängig vom jeweiligen Prüfverfahren erwartet: Farbmerkmale, die in der Studierphase räumlich integriert vorgestellt wurden, werden besser erinnert als Farbmerkmale, die räumlich getrennt vorgestellten wurden.

4.8.1 Methode

4.8.1.1 Versuchspersonen

Den vier Versuchsgruppen wurden jeweils 16 Vpn zufällig zugeordnet, so dass insgesamt 64 Vpn an Experiment 5 teilnahmen.

4.8.1.2 Versuchsplan

Insgesamt lag dem Experiment – von Kontrollmaßnahmen abgesehen – ein 2 (Lokation der Farbvorstellung: integriert vs. separat) $\times 2$ (Aufgabe im impliziten Test: Farbwahl vs. Farbdominanz) $\times 2$ (Form der symbolische Darstellung im Test: Bild vs. Wort) $\times 2$ (Itemstatus in der ersten Prüfphase: alt vs. neu) $\times 2$ (Testinstruktion: implizit vs. explizit) Versuchsplan mit Messwiederholung auf den letzten drei Faktoren vor. Die Faktoren Form der symbolischen Darstellung, Testinstruktion und Itemstatus waren jedoch nicht vollständig gekreuzt, da im expliziten Test nur alte Items in Bildform vorgelegt wurden.

4.8.1.3 Material

Wie in Experiment 4 wurden die in Experiment 5 verwendeten Strichzeichnungen farblich invertiert dargeboten. Sie wurden als weiße bzw. farbige Umrisslinien vor einem schwarzen Bildschirmhintergrund gezeigt. Die RGB-Farbwerte sind der Materialbeschreibung in Experiment 4 zu entnehmen.

Um die Anzahl der Beobachtungen pro Vp gegenüber den Experimenten 1 und 2 zu erhöhen, wurde die Ausgangsliste von 48 Zeichnungen dadurch verlängert, dass zusätzlich 16 weitere Zeichnungen verwendet wurden, die als Strichzeichnungen verschiedenen Grafikprogrammen entnommen wurden. Zunächst wurden die 64 Zeichnungen auf vier Listen (A-D) aufgeteilt. Zu jeder Liste existierte eine parallele Liste (A*-D*) für die implizite Behaltensprüfung. Jede Parallelliste enthielt die verbalen Bezeichnungen der Objekte der Originalliste. Jeweils vier Items einer Originalliste wurde eine der vier Farben als Zielfarbe zufällig zugewiesen. Die Vpn bearbeiteten zwei der vier Listen in der Studierphase. Mit den Kontrollitems zu Beginn und zum Ende waren insgesamt 38 Objekte zu bearbeiten. War in der Studierphase eine integrierte Vorstellung der angesagten Farbe gefordert, erschien in der Bildschirmmitte ein weiß umrandetes, horizontales Feld (sämtliche Objektpräsentationsfelder waren 9,7 cm hoch und 12,5 cm breit), das ein Objekt mit seinen weißen Umrissen vor einem schwarzen Hintergrund zeigte. Die weiße Umrisslinie sollte in der über Kopfhörer angesagten Farbe eingefärbt werden. Bei separater Farbanordnung erschienen auf dem Bildschirm nebeneinander zwei Felder. In einem Feld waren die weißen Umrisslinien des Objekts zu sehen. Das andere Feld blieb leer. In dieses Feld sollte die Farbe vorgestellt werden. Die Zuordnung des jeweils linken oder rechten Felds als Objekt- bzw. Farbfeld war zufällig, je-

doch mit der Einschränkung, dass ein Feld nicht häufiger als zweimal hintereinander einen der beiden Zustände aufweisen durfte.

In der impliziten Behaltensprüfung wurden alle 64 Items präsentiert und somit alle vier Listen. Jeweils eine der alten und eine der neuen Listen wurde in Wortform dargeboten. Wie in Experiment 4 wurde ein Objekt in der *Farbwahlaufgabe* als weißer Umriss vor schwarzem Hintergrund in einem zentral in der Bildschirmmitte platzierten Feld eingeblendet. Objektbezeichnungen wurden im Schrifttyp Times New Roman, Fettdruck, 24 Pt., mit weißer Schriftfarbe vor schwarzem Hintergrund präsentiert. Am unteren Bildschirmrand befanden sich nebeneinander vier horizontale Felder (Höhe: 2,5 cm; Breite: 4 cm), die mit den Auswahlfarben blau, gelb, rot und grün gefüllt waren. In der *Farbdominanzaufgabe* ergab die Überdeckung des insgesamt 1088 Farbquadrate enthaltenden Feldes mit den ausgesparten Umrissen der ansonsten schwarzen Prüfreize den Eindruck bunter Schrift bzw. eines Objektes mit buntem Umriss. Wie in der Farbwahlaufgabe wurden am unteren Bildschirmrand vier Farbfelder eingeblendet.

Für den expliziten Test wurden nur die zwei aus der Studierphase bekannten Listen mit den Bildobjekten in neuer Zufallsfolge präsentiert. Je nach Form der zuvor bearbeiteten impliziten Behaltensprüfung wurden die Prüfitems entweder mit weißen (Farbwahl) oder mehrfarbigen Umrisslinien (Farbdominanz) präsentiert. Erneut wurden am unteren Bildschirmrand die vier Farbfelder eingeblendet. Die Farben wurden diesen vier Auswahlfeldern vor jedem Testdurchgang in allen Behaltensprüfungen zufällig zugeordnet.

4.8.1.4 Versuchsdurchführung

Das mithilfe der Programmiersprache „HyperCard“ erstellte Experiment wurde in Gruppentestung bis zu vier Personen an Apple PowerMacintosh 8600-Computern mit Eizo F56-Monitoren (17" Bildschirmdiagonale) durchgeführt.

In der Studierphase erforderte die integrierte Farbvorstellung eine Vorstellung des Umrisses eines Objekts in der über Kopfhörer angesagten Farbe. Für eine separate Farbvorstellung sollte das leere Feld in der Vorstellung mit der angesagten Farbe gefüllt werden. Im Anschluss an die Bestätigung der erfolgten Vorstellung war in beiden Bedingungen die Form des dargestellten Objekts zu beurteilen, ohne dass die vorgestellte

Farbe zu beachten war. Für eine integrierte Farbvorstellung erschien zu Beginn eines Durchgangs in der Bildschirmmitte zunächst ein weiß umrandetes Feld. Nach 1000 ms erschien in der Mitte dieses Felds ein Fixierungskreuz und an seiner Stelle anschließend der Umriss des Objekts (SOA = 2000 ms, ISI = 1000 ms). Zeitgleich wurde über Kopfhörer die vorzustellende Farbbezeichnung präsentiert. Für die separate Farbvorstellung wurden zu Beginn eines Durchgangs gleichzeitig zwei gleich große, weiß umrandete Felder links und rechts von der Bildschirmmitte eingeblendet. Mit dem Fixierungskreuz wurde dasjenige Feld angekündigt, in das die nachfolgend angesagte Farbe vorgestellt werden sollte. Gleichzeitig mit der Ansage des Farbnamens wurde in dem jeweils anderen Feld die Objektumrisse eingeblendet. In beiden Bedingungen wurde nach einer Verzögerung von 1000 ms in der Mitte des unteren Bildschirmrands ein zusätzliches Feld eingeblendet, der zur Bestätigung des Aufbaus eines lebhaften Vorstellungsbilds mithilfe der Maus angeklickt werden sollte. Die Zeit von der Einblendung des Objektumriss bis zum Anklicken dieses Feldes wurde registriert. Nun sollte zum Abschluss eines Durchgangs in der Studierphase in beiden Bedingungen das immer noch eingeblendete Objekt nach seiner Form beurteilt werden. Dazu wurden unmittelbar nach der Bestätigung des Vorstellungsaufbaus vier nebeneinander angeordnete Felder am unteren Bildschirmrand eingeblendet. Ihre Abfolge war mit den Bezeichnungen *eckig*, *eher eckig*, *eher rund*, *rund* festgelegt. Auch die für das Formurteil benötigte Zeit von der Einblendung der Antwortfelder bis zum Anklicken eines Feldes wurde gemessen.

Nach Abschluss der Studierphase wurden sofort die Instruktionen für den jeweiligen impliziten Test eingeblendet. *Farbdominanz-* und *Farbwahlaufgabe* wurden wie in Experiment 4 beschrieben durchgeführt. Für die *Farbdominanzaufgabe* wurde ausdrücklich darauf verwiesen, dass die Umrisse der nachfolgend präsentierten Objekte bzw. Wörter annähernd gleich viele Anteile jeder Farbe enthielten. Die Vpn dieser Bedingung sollten so spontan und zügig wie möglich durch Anklicken eines der Antwortfelder angeben, welche Farbe nach ihrem subjektiven Wahrnehmungseindruck das Objekt bzw. Wort dominierte. In der *Farbwahlaufgabe* sollten die Vpn durch Anklicken eines der Antwortfelder jeweils diejenige Farbe auswählen, die subjektiv am besten zum Objekt bzw. Wort passte. Auch in dieser Bedingung erschienen die Antwortfelder erst nach einer Verzögerung von einer Sekunde nach Einblendung der Umrisse.

Zum Abschluss der Untersuchung wurde die jeweilige Instruktion für den expliziten Test eingeblendet, in der ausdrücklich auf die erste Untersuchungsphase verwiesen

wurde. Je nach Aufgabe in der impliziten Behaltensprüfung erschienen die Bildobjekte entweder als weiße (Farbwahl) oder mehrfarbige Umrisse (Farbdominanz). Die Vpn waren aufgefordert, sich an die Farbe zu erinnern, die sie sich als Umrisssfarbe bzw. als Füllfarbe der von dem Objekt getrennten Karte vorstellen sollten. Mit Verzögerung von einer Sekunde nach Beginn der Einblendung eines Items erschienen die farbigen Antwortfelder. Wie in der gesamten Untersuchung zuvor folgte der nächste Durchgang nach einer Pause von ungefähr zwei Sekunden, nachdem eine Reaktion erfolgte.

4.8.1.5 Ergebnisse

Implizite Behaltensprüfung

Zusätzlich zur *Häufigkeit* der Farbtreffer für alte und neue Prüfitems wurden die Primingwerte für Wort- bzw. Bildmaterial für jede Vp getrennt errechnet. Tabelle 4.12 enthält die mittlere Farbtrefferleistung sowie die Primingwerte in der Farbwahl- und der Farbdominanzaufgabe nach integrierter bzw. separater Vorstellung der Farben in der Studierphase in Experiment 5.

Tabelle 4.12: Mittlere Anteile (in Prozent) der Farbtreffer für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Experiment 5 in Abhängigkeit vom impliziten Prüfverfahren und der Farbanordnung. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Wörter			Bilder		
	alt	neu	Priming	alt	neu	Priming
Farbwahl-Integriert	38 (16)	25 (13)	13 (20)	40 (15)	27 (8)	13 (17)
Farbwahl-Separat	30 (14)	25 (12)	5 (16)	37 (16)	23 (14)	14 (20)
Farbdominanz-Integriert	30 (16)	23 (12)	7 (19)	37 (11)	27 (11)	11 (13)
Farbdominanz-Separat	32 (16)	23 (10)	9 (20)	34 (17)	28 (14)	6 (22)

Zunächst wurden die Trefferraten für neue Prüfreize (Basisraten) getrennt verrechnet. Die 2 (Art der impliziten Prüfaufgabe) × 2 (Farbanordnung) × 2 (Form der symbolischen Darstellung) Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf dem letzten Faktor ergab keinen signifikanten Effekt, $F(1, 60) \leq 1.53$. Zudem lagen sämtliche Basisraten im Zufallsbereich, $t(15) < 1$ (zweiseitige Tests).

In der anschließenden Verrechnung der Primingwerte in der $2 \times 2 \times 2$ Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor waren keine signifikanten Effekte zu verzeichnen, $F(1, 60) \leq 1.59$. Der numerische Vorteil der Farbwahl- ($M = 11\%$) gegenüber der Farbdominanzaufgabe ($M = 8\%$) war ebenso wenig statistisch bedeutsam wie der Vorteil einer räumlich integrierten ($M = 11\%$) gegenüber der separaten Farbanordnung ($M = 8\%$) oder der Vorteil von Prüfreizen in Bildform ($M = 11\%$) gegenüber den Wortreizen ($M = 9\%$), alle $F_s < 1$, für die Haupteffekte. Insbesondere für den in der Farbdominanzaufgabe erwarteten Rückgang des Priming nach einem Wechsel der symbolischen Darstellungsform konnten keinerlei Belege gefunden werden, $F < 1$ für die Interaktion (vgl. Tabelle 4.12). Einseitige t -Tests ergaben, dass nach *integrierten Farbvorstellungen* signifikant von der Wiederholung alter Items profitiert wurde. Nur in derjenigen Bedingungskombination, in der die subjektiv dominierende Farbe aus den Umrisslinien von Wortitems auszuwählen war, war lediglich tendenziell signifikantes Priming zu verzeichnen, $t(15) = 1.54$, $p = .07$. War die Farbe in der Studierphase *räumlich separat vorzustellen*, blieb hingegen signifikantes Priming in der Farbdominanzaufgabe für Bildmaterial, $t(15) = 1.05$, und in der Farbwahlaufgabe für Wortmaterial aus, $t(15) = 1.18$. Alle übrigen Primingwerte waren signifikant, $t(15) \geq 1.91$.

Zusätzlich zu den Trefferhäufigkeiten in Experiment 5 erstmals wurden auch die für die Farbentscheidungen benötigten *Wahlzeiten* erfasst. Zur Extremwertbereinigung waren zuvor auf individueller Ebene die Mediane der Reaktionszeiten korrekter Farbwahlen für alte und neue Prüfreize berechnet worden. Tabelle 4.13 enthält die mittleren Reaktionszeiten für korrekte Wahlreaktionen. Da eine beschleunigte Bearbeitung alter gegenüber neuen Reizen erwartet wurde, wurden zur Berechnung des Reaktionszeitpriming die Reaktionszeiten für alte Items von denen für neue Prüfreize subtrahiert.

Tabelle 4.13: Mittlere Reaktionszeit (in ms) der Farbtreffer für alte und neue Wörter bzw. Bilder sowie mittlere Primingwerte in Experiment 5 in Abhängigkeit vom impliziten Prüfverfahren und der Farbanordnung. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Wörter			Bilder		
	alt	neu	Priming	alt	neu	Priming
Farbwahl-Integriert	1129 (254)	1169 (324)	40 (349)	1196 (347)	1212 (410)	15 (347)
Farbwahl-Separat	1123 (300)	1234 (376)	112 (310)	1107 (264)	1158 (326)	51 (390)
Farbdominanz-Integriert	1193 (383)	1337 (581)	145 (688)	1222 (275)	1295 (449)	72 (350)
Farbdominanz-Separat	1245 (301)	1208 (284)	-37 (358)	1167 (254)	1250 (333)	83 (296)

Zunächst wurde – analog zu den Trefferraten – geprüft, ob signifikante Unterschiede in der Zuweisungsgeschwindigkeit korrekter Zielfarben zu neuen Prüfreizen (Basisraten) vorlagen³⁰. Die 2 (Art der impliziten Prüfaufgabe) \times 2 (Farbanordnung) \times 2 (Form der symbolischen Darstellung) Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf dem letzten Faktor ergab keinen signifikanten Effekt, $F(1, 58) \leq 1.13$. Besondere Bedeutung kommt dem Befund zu, dass in der Farbwahl- ($M = 1193$ ms) und der Farbdominanzaufgabe ($M = 1273$ ms) vergleichbare Wahlzeiten für korrekte Zielfarben vorlagen, $F(1, 58) = 1.13$, für den entsprechenden Haupteffekt. Auch in der 2 \times 2 \times 2 Varianzanalyse des Reaktionszeitpriming mit Messwiederholung auf dem letzten Faktor war kein signifikanter Effekt zu beobachten, $F(1, 58) \leq 1.29$. Es lagen keine statistisch bedeutsamen Unterschiede in bezug auf die Prüfaufgabe ($M_{\text{Farbdominanz}} = 66$ ms; $M_{\text{Farbwahlaufgabe}} = 54$ ms), für die Art der Farbanordnung in der Studierphase ($M_{\text{integriert}} = 69$ ms; $M_{\text{separat}} = 51$ ms), und für die symbolische Darstellungsform der Prüfreize vor ($M_{\text{Wortitems}} = 64$ ms; $M_{\text{Bildform}} = 56$ ms), $F < 1$, für alle Haupteffekte. Erneut konnten für den in der Farbdominanzaufgabe erwarteten Rückgang des Priming nach einem Wechsel der symbolischen Darstellungsform keinerlei Belege gefunden werden, $F < 1$ für die Interaktion (vgl. Tabelle 4.13). Dass die Farbwahlzeit möglicherweise ein eher ungeeignetes Maß für die differenzierte Analyse des Verhaltens in den untersuchten Aufgaben zum impliziten Farbgedächtnis darstellt, zeigte sich auch in der abschließenden Prüfung der Primingwerte. Einseitige t -Tests belegten, dass lediglich in der Bedingungskombination tendenziell

³⁰ Zwei Vpn der Farbwahlaufgabe wurden von der Analyse der impliziten Behaltensdaten ausgeschlossen, da sie für neue Bild- («separat-Farbwahl») bzw. Wortitems («integriert-Farbwahl») keine korrekte Zielfarbe wählten. Daher lagen in den berichteten Analysen ungleiche Zellenbesetzungen und entsprechend reduzierte Freiheitsgrade vor.

signifikantes Priming vorlag (Wörter in der Farbwahlaufgabe nach separater Farbvorstellung, $t(14) = 1.40$, $p = .09$), in der die Analyse der Trefferraten zuvor kein signifikantes Priming erbracht hatte (alle übrigen $t(15) \leq 1.12$).

Explizite Behaltensprüfung

Im Anschluss an die implizite Prüfaufgabe wurden die beiden Aufgaben in der jeweils zuvor bearbeiteten Form erneut vorgelegt, nun jedoch mit expliziter Erinnerungsinstruktion. Allerdings waren nun ausschließlich die aus der Studierphase bekannten Bilder zu bearbeiten. Neue Prüfreize wurden nicht vorgelegt. Die mittleren Anteile korrekter Farberinnerungen nach integrierter bzw. separater Farbvorstellung in der Studierphase in den beiden Prüfaufgaben sind in Tabelle 4.14 dargestellt.

Tabelle 4.14: Mittlere Anteile (in Prozent) korrekter Farberinnerungen in Experiment 5 in Abhängigkeit von der Farbanordnung und dem expliziten Prüfverfahren. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Integriert	Separat
Farbwahl	51 (19)	39 (17)
Farbdominanz	51 (18)	44 (20)

Die 2 (Art der impliziten Prüfaufgabe) \times 2 (Farbanordnung) Varianzanalyse erbrachte lediglich ein signifikantes Ergebnis, nämlich den erwarteten signifikanten Haupteffekt der räumlichen Farbanordnung in der Studierphase, $F(1, 60) = 4.02$, $R^2 = .06$. Erfolgt integrierte Farbvorstellungen ($M = 51\%$) war eine bessere Erinnerungsleistung zu verzeichnen als wenn die Farbe während der Enkodierung räumlich getrennt vorgestellt wurde ($M = 42\%$). Die beiden Prüfaufgaben unterschieden sich wie erwartet nicht signifikant voneinander ($M_{\text{Farbwahl}} = 45\%$; $M_{\text{Farbdominanz}} = 48\%$), $F < 1$, für den entsprechenden Haupteffekt, und auch die Interaktion war statistisch nicht bedeutsam, $F < 1$.

Wie in der impliziten Behaltensprüfung wurden auch in der expliziten Behaltensprüfung die Zeiten erfasst, die für korrekte Farberinnerungen benötigt wurden. Tabelle 4.15 liefert einen Überblick über die mittleren Reaktionszeiten. Zur Extremwertbereinigung waren zuvor erneut auf individueller Ebene die Mediane der Reaktionszeiten korrekter Farberinnerungen verrechnet worden.

Tabelle 4.15: Mittlere Reaktionszeit (in ms) korrekter Farberinnerungen in Experiment 5 in Abhängigkeit von der Farbanordnung und dem expliziten Prüfverfahren. Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

	Integriert	Separat
Farbwahl	1339 (284)	1672 (859)
Farbdominanz	3000 (570)	3206 (445)

Die 2 (Art der impliziten Prüfaufgabe) \times 2 (Farbanordnung) Varianzanalyse erbrachte zwei signifikante Ergebnisse. Der tendenziell signifikante Haupteffekt der räumlichen Anordnung der Farben in der Studierphase deutet an, dass die in der entsprechenden Analyse der expliziten Trefferdaten beobachtete verbesserte Erinnerungsleistung nach räumlich integrierten gegenüber separaten Farbvorstellungen nicht auf längere Wahlzeiten zurückzuführen war, $F(1, 60) = 3.47$, $p = .07$, $R^2 = .05$. Vielmehr erfolgten korrekte Farberinnerungen nach integrierten Farbvorstellungen ($M = 2170$ ms) tendenziell etwas schneller als nach räumlich separaten ($M = 2439$ ms). Die Varianzanalyse belegte allerdings, dass, im Unterschied zu den Trefferraten, ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Prüfaufgaben zugunsten der Farbwahl ($M = 1506$ ms) vorlag, $F(1, 60) = 121.69$, $R^2 = .67$. Offensichtlich erforderten die mehrfarbigen Umrisslinien in der Farbdominanzaufgabe ($M = 3103$ ms) wesentlich längere Entscheidungszeiten für die korrekten Farben der Studierphase. Die Interaktion beider Faktoren ist zu vernachlässigen, $F < 1$.

4.8.1.6 Diskussion

In Experiment 5 konnte belegt werden, dass signifikante Farbeffekte weder in der Farbwahl- noch in der Farbdominanzaufgabe an eine visuelle Enkodierung der Farbe gebunden sind. Allerdings waren erneut keine Hinweise darauf zu verzeichnen, dass in der Farbdominanzaufgabe primär perzeptuelle Prozesse angeregt wurden. Insgesamt waren statistisch bedeutsame Unterschiede weder in den Trefferhäufigkeiten, noch in den erstmals registrierten Reaktionszeiten festzustellen, die für die Zuordnung der korrekten Farben in den impliziten Tests benötigt wurden. Demgegenüber zeigten die abhängigen Variablen in der Analyse der expliziten Testvarianten den in Übereinstimmung mit der Position des aufgabenangemessenen Transfer erwarteten Vorteil zugunsten der integrierten gegenüber der separaten Farbanordnung in der Studierphase zumindest tendenziell an.

H1 und H2: In beiden impliziten Prüfverfahren sind Farbeffekte nach Vorstellungen zu verzeichnen, die in der Farbdominanzaufgabe aber nicht perzeptuell vermittelt werden.

Die erstmals in Experiment 4 nachgewiesene Eignung der Farbdominanzaufgabe als Verfahren zum Nachweis spezifischer Farbeffekte konnte erneut bestätigt werden. Da eine visuelle Präsentation der Farbe in der Studierphase unterblieb, werden die Befunde des ersten Blocks (Experiment 1, 2 und 3) durch die vorliegende Untersuchung dahingehend erweitert, dass signifikante Farbeffekte nach dem Generieren von Farbvorstellungen nicht nur auf die Farbwahlaufgabe beschränkt sind. Leider blieb in der vorliegenden Untersuchung der erwartete Effekt der symbolischen Darstellungsform in der Farbdominanzaufgabe aus. Damit konnten die im vorangegangenen Experiment 4 gewonnenen, ersten Hinweise nicht bestätigt werden, dass in diesem Verfahren primär perzeptuelle Prozesse beteiligt sind. Gegen die Vermutung, bei dem in der vorliegenden Arbeit beobachteten „Vorstellungseffekt“ handelte es sich lediglich um das wenig überraschende Ausbleiben eines Modalitätseffekts bei akustischer Vorgabe der Farbzeichnungen in einem konzeptuellen impliziten Test, konnten somit keine neuen Argumente gewonnen werden. Die Frage nach dem „Vorstellungseffekt“ in den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit sowie diejenige nach den in der Farbdominanzaufgabe ablaufenden Prozessen wird in der Zusammenfassung von Experiment 4 und 5 erörtert.

H3: Die räumliche Farbanordnung in der Studierphase bleibt ohne Einfluss auf den im impliziten Test registrierten Farbeffekt.

In der Zusammenfassung der ersten drei Experimente der vorliegenden Arbeit war in Bezug auf die Variation der räumlichen Merkmalsanordnung in der Studierphase ein eindeutiges Fazit für die Farbwahlaufgabe gezogen worden, das auch auf die Farbdominanzaufgabe in Experiment 5 zutrifft: Spezifische Farbnachwirkungen erwiesen sich in zwei impliziten Testverfahren als unabhängig davon, ob die Farbe während der Enkodierung als Teil eines Objektes (räumlich integriert) oder auf einer separaten Karte (räumlich getrennt) vorgestellt wurde. Der aus Studien zur Objektwahrnehmung bekannte Vorteil eines Eindrucks einer perzeptuellen Einheit für farbig (integriert) dargebotene Objekte gegenüber getrennt präsentierten Elementen (Kahneman & Henik, 1981; Treisman et al., 1983), konnte daher in Bezug auf Farberinnerungen in impliziten Tests nicht nachgewiesen werden. Da in Experiment 5 mit der Formbeurteilung eine eindeutigere Studieraufgabe als das Besitzurteil zu bearbeiten war, ist zudem davon auszuge-

hen, dass ein Effekt der Farbanordnung in Experiment 2 nicht deshalb ausblieb, weil er durch die Aufgabe „verdeckt“ wurde.

H4: In beiden expliziten Testvarianten war ein tendenzieller Vorteil für diejenige Vorstellungsbedingung zu verzeichnen, die eine räumlich integrierte Farbanordnung erforderte.

Der signifikante Einfluss der räumlichen Merkmalsanordnung in den expliziten Tests spricht gegen die Vermutung, dass die räumliche Information überhaupt nicht enkodiert wurde. Vielmehr führten Farbvorstellungen wie erwartet dann zu einer besseren Erinnerungsleistung für die Farbe, wenn in der Studierphase eine *räumlich integrierte Anordnung* in der Vorstellung erfolgte, als wenn die Farbe auf ein Feld zu projizieren war, das vom Objekt *räumlich getrennt* vorlag. Zudem konnte gezeigt werden, dass der Befund einer häufigeren Nennung der richtigen Farbe aus der Studierphase nicht zu Lasten der benötigten Antwortzeit ging, sondern das Erinnern auch tendenziell schneller erfolgte, wenn die Farbe zuvor räumlich integriert vorgestellt wurde. Da die nach der Vorstellung jeweils zu bearbeitende Studieraufgabe in Experiment 5 ein Formurteil erforderte und damit nur eine inzidentelle Beachtung der Farbe impliziert war, konnten Befunde von Ceraso (1985; zitiert nach Musen et al., 1999) bestätigt werden, nach denen ein Behaltensvorteil räumlich integriert dargebotener Buchstaben und geometrischer Figuren gegenüber räumlich getrennten Merkmalen nach inzidenteller Bearbeitung in der Studierphase zu verzeichnen war. In Übereinstimmung mit der Position des prozessangemessenen Transfers (Franks et al., 2000) wird der Vorteil zugunsten räumlich integrierter gegenüber separaten Farbvorstellungen auf die größere Übereinstimmung der beteiligten Prozesse im Test mit denjenigen beim Enkodieren zurückgeführt. Dass sich ein vergleichbares Muster ohne Erinnerungsinstruktion nicht einstellte, ist mit dem von Wippich et al. (1994) für die Farbwahlaufgabe vorgeschlagenen „Generierungs-Rekognitions“-Modell vereinbar. Während in der impliziten Variante mit dem ersten spontanen Farbeinfall (Farbwahlaufgabe) bzw. mit der subjektiv als dominierend empfundenen Farbe geantwortet wurde (Farbdominanzaufgabe), wurden in beiden expliziten Testvarianten vermutlich zusätzliche, im vorliegenden Fall: *räumliche* Informationen der Studierepisode genutzt. In der Farbdominanzaufgabe führte die räumlich integrierte Farbanordnung deshalb zu einem Behaltensvorteil gegenüber der separaten Anordnung, weil bei der Vorlage farbiger (d.h. räumlich integrierter) Prüfreize zusätzliche episodische Informationen als Entscheidungshilfe beim expliziten Erinnerungsversuch genutzt werden konnten (vgl. Wippich et al., 1994).

4.9 Zusammenfassung der Experimente 4 und 5

Auf der Basis von Überlegungen, die sich eng an die Position des aufgabenangemessenen Transfers anlehnten, wurden in der vorliegenden Arbeit zwei neu konstruierte Verfahren eingesetzt, die als implizite Gedächtnisprüfungen spezifische Farbnachwirkungen anzeigen, aber anders als die mittlerweile bewährte Farbwahlaufgabe primär *perzeptuelle Verarbeitungsprozesse* anregen sollten. In Experiment 4 wurden implizite Farbeffekte mithilfe der *Farbpräferenz-* und der *Farbdominanzaufgabe* erfolgreich nachgewiesen. Zwar ergaben sich deutliche Belege für die „perzeptuelle Natur“ der Präferenzaufgabe in Experiment 4, doch wurde dieser implizite Test auf vergleichbare Weise von der vorangegangenen Beurteilung der Studierobjekte beeinflusst wie die primär konzeptuelle Prozesse anregende Farbwahlaufgabe. Ein solcher Einfluss der Studieraufgabe blieb zwar in der Farbdominanzaufgabe aus, doch konnten die in Experiment 4 gewonnenen ersten Hinweise auf eine perzeptuelle Vermittlung des impliziten Farbeffektes in diesem Verfahren in Experiment 5 nicht bestätigt werden. Allerdings waren auch in der Farbdominanzaufgabe nach Vorstellungsenkodierung spezifische Farbnachwirkungen zu verzeichnen, die in der Farbwahlaufgabe bereits in Experiment 1, 2 und 3 beobachtet und in Experiment 5 repliziert wurden. In der nachfolgende Diskussion soll dieses uneinheitliche Muster entwirrt werden: Welche Prozesse fanden in der Farbdominanz- und der Farbpräferenzaufgabe statt? Und handelte es sich in den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit wirklich um einen kompensatorischen, d.h. wahrnehmungsnahen Vorstellungseffekt?

Farbpräferenzaufgabe: Wiederholung der Prozesse statt getrennter Systeme

Seamon et al. (1997) interpretieren die klassische Form des *Mere Exposure Paradigmas* (Auswahl aus zwei gleichzeitig dargebotenen Reizen) als impliziten Test. Dass Farbvariationen von der Studier- zur Prüfphase den Effekt der affektiven Präferenz nicht beeinflussen, wird darauf zurückgeführt, dass der Verarbeitungsvorteil auf den strukturellen Objektbeschreibungen im perzeptuellen Repräsentationssystem beruhen soll, das keine Informationen über die Farbigekeit der Studierreize enthält. Der in der erweiterten Form der Präferenzaufgabe beobachtete implizite Farbeffekt in der vorliegenden Untersuchung spricht gegen die Argumentation von Seamon et al. (1997). Eine ausführliche Analyse der affektiven Präferenz wurde unlängst von Whittlesea und Price (2001) vorgelegt, die sich an der Position des aufgabenangemessenen Transfers orientieren und die Annahme eines impliziten Gedächtnissystems als Basis für die affektive Präferenz

ablehnen. Vielmehr schlagen die Autoren eine Betrachtung vor, in der zwischen zwei Verarbeitungsprozessen unterschieden wird. Dem Effekt der Bevorzugung wiederholter Reize sollen nach Meinung von Whittlesea und Price (2001) *nicht analytische Verarbeitungsprozesse* zugrunde liegen, die keine detaillierte Analyse der Bildelemente, sondern eine Verarbeitung globaler Eigenschaften des Reizes beinhalten. Die Reizwiederholung führt demnach zur Wahrnehmung flüssigerer Verarbeitung und zu einem Gefühl der Vertrautheit (Jacoby & Dallas, 1981), das fälschlich als angenehm im Sinne der zu bearbeitenden Aufgabe interpretiert wird und zur Präferenz eines Reizes führt. Demgegenüber beinhalten *analytische Prozesse* den Versuch des Abrufs einer vorangegangenen Episode, indem entweder der ursprüngliche Kontext oder ein distinktes Merkmal des Reizes erinnert wird. Der Reiz wird somit als Ansammlung von Einzelmerkmalen betrachtet, aber nicht als Ganzes. Die in der Rekognition maßgeblich stattfindenden analytischen Prozesse sind nach Meinung von Whittlesea und Price (2001) deshalb dysfunktional (und führen zu der typischen Rekognitionsleistung auf Zufallsniveau), weil die Studierbedingungen im Präferenzparadigma in der Regel ein Enkodieren distinkter Merkmale nicht zulassen.

Zwar ist anzuzweifeln, dass in der *Farbpräferenzaufgabe* in Experiment 4, in der erstmalig in einer Variante des Präferenzparadigmas ein Nachweis spezifischer Farbeffekte gelang, ausschließlich *nicht analytische Prozesse* stattfanden, die zu einem Gefühl der Vertrautheit und schließlich zur Präferenz eines Reizes in einer bestimmten Farbe führten. Wahrscheinlich spielten auch *analytische Prozesse* eine Rolle, da die Studierbedingungen eine ausreichende Verarbeitung des entscheidenden Merkmals der Farbe erlaubten. Mit der subjektiven Beurteilung der Passung wurde in der vorliegenden Untersuchung auf jeden Fall eine Studieraufgabe gewählt, die der Forderung von Whittlesea und Price (2001) nachkommt, nach der ein Nachweis eines Effektes der affektiven Präferenz maßgeblich davon abhängen soll, ob die Verarbeitungsbedingungen bei der Reizwiederholung mit denen beim Enkodieren übereinstimmen. Die Forderung der Autoren stimmt sowohl mit der erweiterten Position des aufgabenangemessenen Transfers (Franks et al., 2000) überein, als auch mit der in der vorliegenden Arbeit als Kriterium für den Nachweis von Farbeffekten in impliziten Tests, nach dem sowohl in der Studierphase als auch im Test Prozesse im Mittelpunkt stehen müssen, die eine Beachtung und Verarbeitung der Farbe erfordern. Der in Experiment 4 beobachtete Einfluss der subjektiv empfundenen Passung der Objekte und Farben auf die Behaltensleistung in der nachfolgenden *Farbpräferenzaufgabe* überrascht daher nicht. In der entsprechenden Instrukti-

on war zwar kein Erinnern der Lernsituation, aber eine affektive Präferenz ausdrücklich gefordert. Natürlich ist auch der beobachtete, deutliche Einfluss eines Wechsels des Darstellungsexemplars in diesem Test mit der prozessorientierten Argumentation von Whittlesea und Price (2001) kompatibel. Von einer vergleichbaren Übereinstimmung der Prozesse ist in der Studie von Seamon et al. (1997) sicherlich nicht auszugehen, da in ihrer Untersuchung ein deutlicher Unterschied zwischen den in der Präferenzaufgabe dominierenden und den in der Studieraufgabe angeregten Prozessen vorlag, in der die Farbe sicher keine Rolle spielte, da nur zu beurteilen war, ob das Objekt in der Realität möglich war oder nicht. Allerdings steht eine Überprüfung der daraus abgeleiteten Hypothese noch aus, dass nämlich ein impliziter Farbeffekt auch im „klassischen“ *Mere Exposure Paradigma* zu beobachten ist, wenn die Farbe nicht nur im Test, sondern auch in der Studieraufgabe eine bedeutende Rolle spielt.

Farbdominanzaufgabe: Konzeptuelle Prozesse aufgrund der globalen Dominanz der Form

Die Frage nach der Farbe, die das jeweilige Bild im impliziten Test dominierte, sollte im Vergleich der drei in Experiment 4 eingesetzten Prüfverfahren die vergleichsweise ausgeprägteste Analyse der dargebotenen Farbmerkmale bei gleichzeitig geringster Beachtung des dargestellten Objekts nach sich ziehen. Diese intuitive Aufgabenanalyse bietet eine plausible, prozessorientierte Erklärung für den ausbleibenden Einfluss der Studieraufgabe in der Farbdominanzaufgabe in Experiment 4: Die Beurteilung der Dominanz im Test wies nur eine geringe Prozessüberschneidung mit der Beurteilung der Passung beim Enkodieren auf. Andererseits belegten die impliziten Testdaten in Experiment 4 und 5, dass die postulierte Dominanz der Farbe keineswegs dazu führte, dass in dieser Aufgabe primär perzeptuelle Prozesse angeregt wurden. Der Farbeffekt in diesem Verfahren wurde weder von einem Wechsel des Darstellungsexemplars (Experiment 4), noch des symbolischen Formats beeinträchtigt (Experiment 5). Zudem waren in Experiment 5 deutliche Parallelen zwischen der Farbdominanzaufgabe und der Farbwahlaufgabe zu beobachten. So blieb nicht nur ein Unterschied in den Trefferhäufigkeiten, sondern auch in der Bearbeitungszeit der impliziten Tests aus: Unabhängig davon, ob die Auswahl der subjektiv am besten passenden Farbe anhand der visuell dargebotenen Alternativen oder „aus dem Kopf“ erfolgte, wurde die Zielfarbe in beiden Verfahren gleich schnell (und auch gleich häufig) gewählt. Daher ist zu prüfen, ob es sich bei den Verfahren nicht um verschiedene Testvarianten handelte, die in erster Linie *konzeptuelle Verarbeitungsprozesse* anregten. Dass in der visuellen Wahrnehmung verschiedene Selektionsmechanismen möglich sind, zeigten Humphreys und Boucart

(1997). Erforderte die Wahrnehmungsaufgabe eine Verarbeitung der Form, erfolgte automatisch eine Analyse des Gesamtbildes, so dass die mit dem Bild assoziierte, semantische Repräsentation zwangsläufig aktiviert wurde. Nach diesem Effekt der *globalen Dominanz* (z.B. Navon, 1977) waren semantische Effekte in Aufgaben zu verzeichnen, in denen zu beurteilen war, ob gleichzeitig dargebotene Reize übereinstimmten oder nicht. Eine Inhibition der Formverarbeitung auf der Basis der Analyse lokaler Farben gelang nur dann, wenn beispielsweise anzugeben war, ob die Farben zweier Reize übereinstimmten³¹. Erfolgte die Beurteilung der Übereinstimmung der Farben zweier Reize hingegen auf der Basis ihrer jeweiligen Anteile an der Umrisslinie der Objektform, beobachteten Boucart, Humphreys und Lorenceau (1995) semantische Effekte, die sich in einer Verlangsamung der Reaktionen zeigten, wenn Zielreiz und Distraktor aus derselben semantischen Kategorie stammten. Da die Aufgabe von Boucart et al. (1995) große Ähnlichkeit zu der in Experiment 5 eingesetzten *Farbdominanzaufgabe* aufweist, überrascht das Ausbleiben eines Effektes der symbolischen Darstellungsform in Experiment 5 nicht, vielmehr lässt diese Ähnlichkeit nur einen Schluss zu: Die Frage nach der den Prüfreiz dominierenden Farbe erforderte eine Verarbeitung der Form des Reizes und daher eine automatische Analyse des Gesamtbildes im Sinne von Humphreys und Boucart (1997). Daher wurde zwangsläufig und, wie in der Farbwahlaufgabe, die mit dem Bild assoziierte, semantische Repräsentation der Studierphase aktiviert, die als einen Teil auch die Farbe enthielt. Das bedeutet wiederum, dass in der Farbdominanzaufgabe vermutlich nicht perzeptuelle, sondern vielmehr *konzeptuelle Verarbeitungsprozesse* dominierten. Eine direkte Prüfung dieser Hypothese steht jedoch noch aus. So sollte das Verfahren wie die Farbwahlaufgabe Variationen anzeigen, die gewöhnlich das konzeptuelle Priming beeinflussen. In Bezug auf das Merkmal Farbe wäre beispielsweise zu prüfen, ob die zusätzliche Beachtung der Farbe in der Studierphase im Sinne der tieferen Verarbeitung zu einem Anstieg des Farbpriming in der Farbdominanzaufgabe führt (Experiment 1 und 2).

Allerdings ist zu beachten, dass die vorstehende Analyse nur für den Einsatz des Verfahrens als *impliziten Test* zutreffend ist. Experiment 5 lieferte deutliche Hinweise darauf, dass Farbwahl- und Farbdominanzaufgabe dann unterschiedliche Verarbeitungsprozesse erforderten, wenn sie als *expliziter Test* eingesetzt wurden: Zwar gelang die

³¹ Die Befunde von Humphreys und Boucart (1997) sind mit der Annahme getrennter Verarbeitungspfade für verschiedene Eigenschaften visueller Reize kompatibel, nach der Farbe und Helligkeit unabhängig von den Formmerkmalen verarbeitet werden (vgl. Livingstone & Hubel, 1987; vgl. 3.1).

korrekte Farberinnerung in beiden Verfahren gleich gut, doch erforderte diese Entscheidung doppelt so viel Zeit, wenn aus dem mehrfarbigen Umriss die jeweilige Studierfarbe zu extrahieren war (Farbdominanzaufgabe), als wenn diese Entscheidung „aus dem Kopf“ erfolgte (Farbwahlaufgabe). Wie bereits diskutiert wurde, ist davon auszugehen, dass im expliziten Test zusätzliche Informationen der Studierphase genutzt wurden. In der expliziten Variante der Farbdominanzaufgabe erfolgte dieses Urteil im Vergleich zur Farbwahlaufgabe unter besonderer Beachtung der vorliegenden Farben, die in einem (zeit-)aufwendigen Vergleichsprozess besonders extensiv analysiert wurden.

Der implizite Farbeffekt nach Vorstellungsenkodierung: Ein kompensatorischer Vorstellungseffekt?

Unterblieb eine visuelle Präsentation der Farben in der Studierphase, so dass im Anschluss an die Ansage der Farbbezeichnungen Farbvorstellungen zu generieren waren, war in den impliziten Gedächtnisprüfungen aller Untersuchungen der vorliegenden Arbeit ein impliziter Farbeffekt zu verzeichnen. Zudem war dieser Effekt nicht nur auf die Farbwahlaufgabe beschränkt, sondern auch und in vollem Umfang in der Farbdominanzaufgabe festzustellen (Experiment 5). In der vorliegenden Arbeit wurde dieser Vorstellungseffekt im Sinne der Kompensation fehlender visueller (Farb-)Informationen interpretiert. Diese Interpretation lehnte sich an Studien an, in denen die normalerweise üblichen Spezifitätseffekte nach Variation bestimmter Oberflächenmerkmale in perzeptuellen impliziten Verfahren dann ausblieben, wenn die Reize in der Studierphase bereits in der symbolischen Darstellungsform (McDermott & Roediger, 1994) bzw. der Modalität (Pilotti et al., 2000b) der nachfolgenden Testreize vorgestellt wurden (vgl. 2.3.4.2). Der im Vergleich zu Kontrollbedingungen registrierte Anstieg des Priming wurde auf der Grundlage der Ähnlichkeit von Wahrnehmungs- und Vorstellungsprozessen der Erregung der relevanten perzeptuellen Prozesse nach Vorstellungsenkodierung zugeschrieben (McDermott & Roediger, 1994).

Die Annahme eines in diesem Sinne „kompensatorischen“ Vorstellungseffekts ist allerdings für *konzeptuelle implizite Tests* nicht schlüssig. Vielmehr erfordert das Ausbleiben eines Effekts der Farbenkodierung in der Farbwahlaufgabe in Experiment 1 und 2 keineswegs die Annahme von „wahrnehmungsnahen“ Vorstellungsprozessen. Ungeachtet davon, ob sich die Teilnehmer in der Vorstellungsbedingung die Farbinformation tatsächlich vorstellten oder *nicht*, wurde die Farbbezeichnung nach akustischer Präsentati-

on enkodiert. Daher könnte es sich in Experiment 1, 2 und 3 lediglich um das zu erwartende Ausbleiben eines Modalitätseffekts in einem konzeptuellen impliziten Test (Farbwahlaufgabe) gehandelt haben. Leider erwies sich die Farbdominanzaufgabe nicht als das primär *perzeptuelle Prozesse anregende Verfahren*, das einen „schlagkräftigen“ Beleg gegen diese „Modalitätshypothese“ dargestellt hätte. Vielmehr wurde die Farbdominanzaufgabe in der vorstehenden Aufgabenanalyse sogar als eher konzeptuelles implizites Verfahren charakterisiert. Damit basieren die Argumente gegen einen „konzeptuellen“ Vorstellungseffekt weiterhin nur auf der Beobachtung in Experiment 3, dass spezifische Farbnachwirkungen in der Farbwahlaufgabe auf die visuelle Enkodierung der den Farben zugeordneten Studierobjekte beschränkt waren, während ein Nachweis nach Objektvorstellungen nicht gelang. Dieser Befund spricht gegen Verknüpfungen von Objektbezeichnungen und Farbnamen im Sinne verbaler Assoziationen als Basis spezifischer Farbnachwirkungen (z.B. Stefurak & Boynton, 1986) und belegt, dass perzeptuelle Prozesse in der Farbwahlaufgabe tatsächlich eine Rolle spielen. Inwiefern die *Farbe* als perzeptuelle bzw. vorgestellte Information gespeichert wurde, kann auf der Basis der vorliegenden Untersuchungen daher nicht beantwortet werden.

Das Ausbleiben eines Unterschieds nach visueller Farbenkodierung gegenüber der Vorstellungsenkodierung in der vorliegenden Arbeit weicht deutlich von den Befunden von Cornoldi, Da Beni, Giusberti und Massoni (1998) ab. Diese Autoren konnten zeigen, dass die Farben einfacher geometrischer Figuren nach visueller Enkodierung (*visual trace*) deutlich besser erinnert wurden, als wenn die Stimuli nach verbaler Beschreibung vorzustellen waren (*generated image*). Allerdings erforderte der Test in der Studie von Cornoldi et al. (1998) die zeichnerische Reproduktion der enkodierten Figuren. Bei prozesstheoretischer Betrachtung ist nicht auszuschließen, dass der beobachtete Vorteil in dem gewählten Prüfverfahren auf die größere Übereinstimmung der beteiligten Prozesse in der visuellen Studierbedingung gegenüber der Vorstellungsenkodierung zurückzuführen ist. Demgegenüber lagen in der Farbwahlaufgabe, in der eine visuelle Farbdarbietung unterblieb, deutlich „fairere“ Bedingungen für den Nachweis von Farberinnerungen nach Vorstellungsenkodierung vor, so dass die Unterschiede in den Befunden der vorliegenden Arbeit gegenüber denen von Cornoldi et al. (1998) möglicherweise nur auf Unterschiede zwischen den Tests zurückzuführen sind. Cabeza et al. (1997) konnten diesbezüglich zeigen, dass die Wirksamkeit von Vorstellungsprozessen in erster Linie von den spezifischen Testanforderungen determiniert wird. Cornoldi et al. (1998) interpretieren den in ihrer Studie beobachteten Unterschied jedoch dahinge-

hend, dass visuelle Gedächtnisspuren und generierte Vorstellungsbilder verschiedene Enkodierungsprozesse beinhalten, die das *Format* und die *funktionalen Eigenschaften* der nachfolgenden Repräsentationen determinieren. Während die Farbe in der visuellen Wahrnehmung eine bedeutende Rolle im Sinne eines salienten Merkmals spielt, stehen beim Vorstellen nach Meinung der Autoren andere, nämlich konzeptuelle Prozesse im Mittelpunkt.

Auf der Basis der empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit kann diese Hypothese nicht beurteilt werden. In einer weiterführenden Untersuchung sollte daher zunächst die Studierbedingung, in der die Farbe so vorgestellt wurde, als ob sie vorliegen würde (Hören-plus-Vorstellung Bedingung) mit derjenigen verglichen werden, in der die Farbbezeichnung lediglich registriert wurde (Hörbedingung). Da allerdings unklar ist, welche Prozesse beim „nur Hören“ stattfinden, ist eine visuelle Interferenzbedingung in der Studierphase vorzuziehen. Eine gleichzeitig zu bearbeitende visuelle Aufgabe beeinträchtigt Vorstellungsprozesse gewöhnlich stark (z.B. Brooks, 1968; Segal & Fusella, 1970). Die „Modalitätshypothese“ ist dann zurückzuweisen, wenn spezifische Farbnachwirkungen nach akustischer Enkodierung und visueller Interferenz in der Farbwahlaufgabe ausbleiben, die in gewisser Weise die *Basisbedingung* darstellt. Trotzdem ist der Nachweis impliziter Farbeffekte nach Vorstellungsenkodierung in erster Linie in *perzeptuellen impliziten Tests* anzustreben, da in diesem Fall zur Interpretation auf bestehende und bewährte Erklärungsmodelle zurückgegriffen werden kann (McDermott & Roediger, 1994), die der wiederholt nachgewiesenen Ähnlichkeit von Farbsehen und Farbvorstellungen gerecht werden.

4.10 Überlegungen zur theoretischen Einordnung der eigenen empirischen Befunde

In der Interpretation der Befunde der eigenen Untersuchungen wurde der Nachweis spezifischer Farbeffekte in der Farbwahlaufgabe mit der Übereinstimmung konzeptueller Verarbeitungsprozesse erklärt. Im folgenden Abschnitt wird versucht, der wiederholt beschriebenen Forderung nach einer ausführlichen Aufgabenanalyse im Sinne der Position des aufgabenangemessenen Transfers nachzukommen (z.B. Franks et al., 2000). Existiert ein Modell, in das sich die spezifischen Farbeffekte einordnen lassen, die in der vorliegenden Arbeit beobachtet wurden? Die kognitive Theorie der Verarbeitung von Farbinformationen von Jules Davidoff wurde bereits vorgestellt (vgl. 3.3.1.2), sie wurde aber deshalb als unzureichend zurückgewiesen, weil eine Wechselwirkung zwischen Farben und Objekten in dem Modell nicht möglich ist und die Konzeption somit der empirischen Befundlage insgesamt nicht gerecht wird. Unlängst wurde jedoch von Schmidt (1999) eine überarbeitete Version des Davidoff-Modells zur Verarbeitung von Objekt- und Farbinformationen in Benennungsaufgaben vorgelegt, das sowohl den Befunden zum gestörten Farbsehen, als auch dem wiederholt nachgewiesenen Vorteil farbspezifischer Objekte bzw. diagnostischer Farben gegenüber schwarzweißen Reizen in der Objekterkennung Rechnung trägt (vgl. 3.3.2).

Schmidt (1999) konnte anhand von Reaktionszeitunterschieden nachweisen, dass Objekt- und Farbinformationen sowohl beim *Benennen von Objekten* als auch beim *Benennen von Farben* interagieren. So verkürzten sich die benötigten Reaktionszeiten beim Benennen von Objekten mit einer charakteristischen Farbe bei Darbietung in der richtigen Farbe gegenüber der Präsentation von schwarzweißen Objekten. Ebenso wie die Arbeitsgruppe um Wippich geht Schmidt von einer konzeptuellen Repräsentation der Farbe aus. In ihrem Modell der Verarbeitungsprozesse werden beim Benennen farbiger Objekte nacheinander *sensorische, konzeptuelle* sowie *sprachliche Verarbeitungsebenen* durchlaufen. Zu Beginn findet nach Meinung der Autorin eine sensorische Verarbeitung der dargebotenen Farbe in einem separaten Neuronenverband statt, ähnlich dem internen Farbenraum von Davidoff und DeBleser (1993; vgl. Abbildung 3.5), in dem die Kodierung der Helligkeit, der Sättigung und des Farbwerts und die daraus resultierende Aktivierung einer gespeicherten visuellen Repräsentation erfolgen soll. Andere Merkmale, wie z.B. die Objektform, werden nach Schmidt in ähnlichen Modulen auf

der Ebene der gespeicherten strukturellen Beschreibungen verarbeitet und kategorisiert (vgl. Biederman, 1987). Im Unterschied zum Davidoff-Modell wird die Farbe im internen Farbenraum nach Schmidt aber nur *erkannt* und nicht etwa auf der Grundlage eines von Davidoff und DeBleser (1993) postulierten separaten lexikalischen Speichers *benannt*. Im Anschluss an die sensorische Verarbeitung soll vielmehr eine Aktivierung modalitätsunabhängiger konzeptueller Repräsentationen erfolgen (vgl. Farah et al., 1988; Nelson, 1979), die nach Meinung der Autorin den Farbkategorien entsprechen. Diese sollen wiederum eng mit den konzeptuellen Repräsentationen von Objekten mit charakteristischen Farben verbunden sein und einen Teil des sensorischen Objektwissens darstellen. Auf der Grundlage der konzeptuellen Aktivierung geht Schmidt von einer Aktivierung auf der lexikalischen Ebene aus, die wiederum zur Aktivierung einer passenden phonologischen Repräsentation in Abhängigkeit von der Syntax führen und anschließend Einzelphoneme auf der phonetischen Verarbeitungsebene aktivieren soll.

Mit diesem dreistufigen, an den Aufbau neuronaler Netze angelehnten Modell kann Schmidt (1999) die beobachteten Wechselwirkungen von Objekten und Farben in den Studien zum Erkennen und Benennen erklären: Wird ein Objekt in seiner charakteristischen Farbe dargeboten, begünstigt die im Wahrnehmungsverlauf generell schneller verarbeitete Farbinformation eine zusätzliche Aktivierung des Konzepts des zu benennenden Objekts, weil in diesem Fall eine besonders enge Verbindung zwischen Farbe und Konzept besteht. Dadurch wird der Schwellenwert für die Weitergabe von Aktivierung von der konzeptuellen zu den nachfolgenden sprachlichen Verarbeitungsebenen schneller als für Objekte ohne Farbinformationen erreicht und das Objekt kann schneller benannt werden. Allerdings konnte Schmidt (1999) eine Beschleunigung beim Objekt- bzw. Farbennen gegenüber schwarzweißen Reizen nur dann nachweisen, wenn *Objekte in ihrer charakteristischen Farbe* dargeboten wurden. Andere Kombinationen wurden selbst dann nicht schneller benannt, wenn sie von den Teilnehmern als in der Realität häufig vorkommend beschrieben wurden. Daher steht der Nachweis eines Farbeinflusses in der Objektbenennung für zufällig den Objekten zugewiesenen Farben noch aus, wie er von Musen bzw. Wippich und Kollegen und auch in der vorliegenden Arbeit in verschiedenen Gedächtnisprüfungen mit und ohne Erinnerungsinstruktion erbracht wurde. Zudem wurden die zufälligen Objekt-Farbe-Kombinationen in den Studierphasen dieser Untersuchungen nur einmal dargeboten. Das Modell von Schmidt (1999) ist daher um zusätzliche Annahmen zu erweitern, so dass auch „Neueinträge“ berücksichtigt werden. Das Fehlen entsprechender Modellparameter verwundert nicht,

da der Fokus der Autorin auf die *Aktivierung bestehender Repräsentationen* beim Benennen gerichtet war, nicht auf die Etablierung neuer Gedächtniseinträge bzw. den Erwerb von neuen Objekt-Farbe-Verknüpfungen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Mehrzahl der konzeptuellen Repräsentationen innerhalb des sensorischen Objektwissens, die Informationen über die charakteristische Färbung von Objekten enthalten, *erlernte Verknüpfungen* darstellen (z.B. Banane–Gelb). Möglicherweise stellt der Nachweis neu erworbener Verknüpfungen kein *prinzipielles Problem*, sondern vielmehr ein *Problem der unterschiedlichen Sensitivität* des jeweils eingesetzten Verfahrens dar. Während in der Studierphase einmal dargebotene, zufällige Objekt-Farbe-Verknüpfungen in den gängigen Paradigmen der Objekterkennung nicht nachweisbar sind (vgl. 3.3.2), zeigen *implizite Gedächtnisprüfungen* spezifische Nachwirkungen an, wie nicht zuletzt in den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit gezeigt werden konnte. Wippich et al. (1994, Experiment 2) zeigten, dass die implizite Farbwahlaufgabe ein für das Aufdecken spezifischer Verknüpfungen von Objekten und Farbe *sensitiveres Verfahren* darstellt als die entsprechende explizite Variante des Erinnerns der Farbe.

Zur Einordnung der in der vorliegenden Arbeit beobachteten Befunde in das Modell von Schmidt (1999) ist eine Konzeption vorzuziehen, die Elemente des System- und Prozessansatzes integriert, so dass die Gedächtnisleistung als das Ergebnis bestimmter Verarbeitungsprozesse in unterschiedlichen Gedächtnissystemen betrachtet wird (z.B. Tulving, 1999). Entsprechende Überlegungen wurden im *Prozesskomponentenansatz* spezifiziert (Moscovitch, 1994; vgl. 2.4.3). Roediger et al. (1999) zeigten, dass beispielsweise die Bearbeitung neuer und alter Reize in der Wortstammerngänzung ähnliche kognitive Anforderungen aufweist. Während nahezu identische funktionale Strukturen beteiligt waren, resultierten bei Wortwiederholungen reduzierte neuronale Aktivitäten, die auf Voraktivierungen aus der Studierphase zurückzuführen waren. Spezifische Farbnachwirkungen in impliziten Tests könnten somit als Vorteil verstanden werden, mit dem in unterschiedlichen Modulen und Verarbeitungsebenen ein verbesserter Ablauf der Prozesse für wiederholte Objekt-Farbe-Verknüpfungen gegenüber neuen Kombinationen vorliegt.

Das Modell von Schmidt (1999) ist auch deshalb besonders geeignet, weil es ausreichend Spielraum für unterschiedliche Formate der Repräsentationen zulässt. So ist grundsätzlich denkbar, dass die in den konzeptuellen Repräsentationen gespeicherten Verknüpfungen zwischen Objekten und Farben nicht ausschließlich rein sensorisch,

sondern auch sprachlich vorliegen oder sogar Kombinationen verschiedener Formate aufweisen können. Aufgrund der Verbundenheit der drei Verarbeitungsebenen sind daher perzeptuelle, konzeptuelle sowie sprachliche Einflüsse der Gedächtnisleistung möglich.

Da die als implizite Gedächtnisprüfung eingesetzte Farbwahlaufgabe nach Wippich et al. (1994) gewissermaßen das „Rückgrat“ der eigenen Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit darstellte, werden nachfolgend Überlegungen präsentiert, wie die Verarbeitung in diesem Verfahren auf der Basis des dargestellten Modells nach Davidoff und DeBleser (1993) bzw. Schmidt (1999) erfolgen könnte.³²

Die Studierphase: Aufbau von spezifischen Objekt-Farbe-Verknüpfungen

Wie in dem Modell von Schmidt angenommen, führt der Kontakt mit farbig dargebotenen Objekten (d.h. räumlich integrierte, visuelle Farbanordnung) in der *Studierphase* zunächst zu einer Analyse auf der sensorischen Ebene. Für die getrennte Analyse von Farb- und Objektinformationen liegen hinreichend Evidenzen aus neurologischen Untersuchungen vor (vgl. 3.1). Die *Farbe* wird im internen Farbenraum analysiert, kodiert und erkannt. Anschließend erfolgt die Aktivierung der jeweiligen Farbkategorie auf der konzeptuellen Ebene sowie die Voraktivierung der konzeptuellen Repräsentationen derjenigen Objekte, die diese Farbe als charakteristisches Merkmal aufweisen. Eine vergleichbare, langsamer als die Farbanalyse ablaufende Analyse der *Objektform* findet im dafür zuständigen Modul der sensorischen Verarbeitung statt, das große Ähnlichkeit zu dem *Präsemantischen Repräsentationssystem* nach Tulving und Schacter (1990) aufweist. Die zentralen Prozesse dieser Objektanalyse erfolgen anhand einfacher Volumeninformationen (Biederman, 1987), die als strukturelle Beschreibungen gespeichert werden. Nach dem Erkennen des dargestellten Objekts erfolgt eine Aktivierung entsprechender konzeptueller Repräsentationen. Da in den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit jedoch nur farbunspezifische Objekte verwendet wurden, enthält das sensorische Objektwissen keinen Eintrag über das charakteristische Farbkonzept für das dargebotene Objekt.

³² Eine detaillierte Analyse der Verarbeitung (insbesondere die Spezifikationen der in einem konnektionistischen Modell ablaufenden Prozesse) würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen, stellt aber eine interessante Herausforderung für zukünftige Forschungsarbeiten dar.

Während die präexperimentell nicht assoziierten Elemente eines Wortpaares nicht über eine gemeinsame Repräsentation verfügen, ist für die vorliegende Untersuchung nicht unbedingt davon auszugehen, dass neue Objekt-Farbe-Verbindungen etabliert werden mussten; möglicherweise wurde nur eine bereits bestehende Verknüpfung selektiv gestärkt.³³ Musen und Kollegen (1999) greifen diesbezüglich mit dem Prozess der *Unitization* einen Vorschlag von Graf und Schacter (1989) für den Erwerb sprachlicher Assoziationen auf. Mit der Studieraufgabe wird ein *Integrationsprozess* angeregt, der zu einem Speichern der Elemente in einer Einheit (*unitized representation*) führt, die wiederum in der Prüfsituation bereits bei der Vorgabe eines Teils automatisch und vollständig aktiviert wird (vgl. 3.3.3.5). In einem konnektionistischen Modell würde dieser Vorgang beispielsweise in einer stärkeren Gewichtung der spezifischen, miteinander in Beziehung stehenden (Objekt- und Farb-)Knoten beinhalten, durch die eine Form des *Lernens* stattfindet. Die Befunde in den eigenen Untersuchungen, in denen ein Primingvorteil nach intentionaler (Experiment 1) gegenüber inzidenteller Beachtung der Farbe in der Studieraufgabe beobachtet wurde (Experiment 2), stimmen mit gängigen Befunden zum Erinnern der Farbe überein (vgl. 3.3.3.2) und deuten an, dass es sich bei der Integration um einen konzeptuellen Verarbeitungsprozess handelt, der von einer vergleichsweise tiefen Verarbeitung beim Enkodieren profitiert. Allerdings konnten Wipich et al. (1994) einen solchen Einfluss der Studieraufgabe im Sinne tieferer Verarbeitung nur in der *expliziten*, nicht aber in der *impliziten* Variante der Farbwahlaufgabe feststellen. Auf der Grundlage der vorliegenden Arbeit kann zudem nicht entschieden werden, welche „minimale“ Enkodierbedingung bzw. welche, durch die Studieraufgabe angeregte Verarbeitung in der Studierphase mindestens vorliegen muss, damit der spätere Nachweis signifikanter Farbeffekte in der Testphase gelingt: So war auch nach inzidenteller Farbbeachtung in der Studierphase (und selbst nach räumlich getrennter Merkmalsanordnung) noch in einigen Bedingungen signifikantes Farbpriming zu beobachten (Experiment 2 und 5). Die Befunde legen daher eine Einordnung der Farbe als eine Merkmalsdimension nahe, deren Verarbeitung nicht im Sinne der Dichotomie von Hasher und Zacks (1979) als automatisch *oder* kontrolliert zu klassifizieren ist, sondern Prozesse erfordert, die im Sinne von Park und Puglisi (1985) auf einem Kontinuum anzusiedeln sind.

³³ Auch wenn Objekte keine spezifische Farbe aufweisen, ist bei einigen Objekten von präexperimentellen Verknüpfungen aufgrund der Vorerfahrung auszugehen: So handelt es sich bei den Farben Rot, Blau, Grün und Gelb beispielsweise um recht geläufige Farblackierungen von Autos, die wahrscheinlich von den meisten Menschen bereits einmal wahrgenommen wurden.

Der implizite Test: Abruf von Objekt-Farbe-Verknüpfungen ohne Erinnerungsinstruktion

In der *Farbwahlaufgabe* werden alte und neue Testreize zusammen mit der Instruktion vorgelegt, die subjektiv am besten passende Farbe so schnell und spontan wie möglich aus einer Menge an Alternativfarben auszuwählen. Da die Stimuli nur schwarzweiß dargeboten werden, findet im Unterschied zur Studierphase jedoch keine sensorische Verarbeitung der Farbe statt. Die Wahrnehmung der Testreize erfolgt daher anhand der Merkmale der *Objektform*³⁴. Nach dem Erkennen des dargestellten Objekts wird die konzeptuelle Objektrepräsentation aktiviert. Da das sensorische Objektwissen auf der konzeptuellen Ebene keine Informationen über die charakteristische Farbe des (farbun-spezifischen) Objekts enthält, wird bei der Objektwiederholung die in der Studierphase etablierte *unitized representation* automatisch aktiviert. Die in der Repräsentation gespeicherte Farbe weist daher einen Vorteil gegenüber den konkurrierenden Alternativfarben auf. In einem Netzwerkmodell sollte diese Verknüpfung aufgrund der im Vergleich zu den anderen Farbalternativen stärkeren Gewichtung der spezifischen, miteinander in Beziehung stehenden Objekt- und Farbknoten den geringsten Schwellenwert für die Weitergabe von Aktivierung aufweisen. Für neue Objekte besteht keine entsprechende Voraktivierung, so dass in diesem Fall für alle Alternativen eine gleiche Ausgangswahrscheinlichkeit vorliegt (die in der Vier-Farben-Auswahl der vorliegenden Arbeit zu der regelmäßig beobachteten Basisrate von 25% führte). Dass es sich bei den Merkmalsverknüpfungen der Studierphase wahrscheinlich um vergleichsweise „schwache“ Verbindungen handelt, belegt der Vergleich von farbspezifischen und farbun-spezifischen Objekten in der Farbwahlaufgabe: Spezifische Farbnachwirkungen lassen sich in der Farbwahlaufgabe nicht beobachten, weil die charakteristische Farbe automatisch gewählt wird, und zwar unabhängig davon, ob es sich um einen alten oder neuen Objektreiz handelt (Wippich et al., 1994). Auf der Basis der konzeptuellen Aktivierung findet zum Abschluss des einzelnen Testdurchgangs eine Aktivierung lexikalischer Verarbeitungsprozesse statt, die letztlich zum Aussprechen des Namens der gewählten Farbe führt.

Einordnung der eigenen Befunde in die vorgestellte Konzeption

Die Befunde der vorliegenden Arbeit lassen sich in diesen ersten, groben Entwurf zum Ablauf der Verarbeitungsprozesse in der Farbwahlaufgabe einordnen. So deutet das

³⁴ Möglicherweise wird in perzeptuellen impliziten Tests, in denen ein Erkennen von Objekten gefordert ist, nur von der Wiederholung der Strukturbeschreibungen in dem Präsemantischen Repräsentationssystem profitiert, nicht aber von den Objekt-Farbe-Verknüpfungen auf der konzeptuellen Repräsentationsebene (vgl. 3.3.3.3).

Ausbleiben eines Effekts sowohl der symbolischen Darstellungsform (Experiment 1, 2 und 5), als auch des Wechsels des Darstellungsexemplars an (Experiment 3 und 4), dass die in der Studierphase etablierten Objekt-Farbe-Verknüpfungen, auf die in der Farbwahlaufgabe zugegriffen wurde, auf der konzeptuellen Ebene anzusiedeln sind. Allerdings ist, wie bereits erwähnt wurde, nicht davon auszugehen, dass es sich bei der Farbwahlaufgabe um ein faktorreines, d.h. *ausschließlich* konzeptuelle Prozesse anregendes implizites Verfahren handelt (vgl. Jacoby, 1991). Der geringe, aber mitunter bedeutsame Einfluss perzeptueller Prozesse zeigte sich beispielsweise in einem numerischen Vorteil des wiederholten gegenüber dem gewechselten Darstellungsformat in der Studie von Wippich et al. (1994). Ein ähnlicher Vorteil konnte auch in der vorliegenden Arbeit bezüglich der Wiederholung von Objekten gegenüber einem Exemplarwechsel beobachtet werden (Experiment 4). Vor dem Hintergrund der vorstehenden Konzeption scheint es sinnvoll, diese Einflüsse als *Kongruenzeffekte* zu interpretieren, die auf die *visuelle „bottom-up“ Verarbeitung des Objekts* zurückgehen. Dass dieser Pfad der Objektwahrnehmung in den vorliegenden Untersuchungen eine zentrale Rolle spielte, war in Experiment 3 zu beobachten. So gelang der Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen nur dann, wenn zuvor eine *visuelle Objektkodierung* erfolgte. Erfolgte eine „top-down“ Verarbeitung der Objektinformationen, indem die Objektbezeichnungen angesagt wurden und die Objekte vorzustellen waren, konnten die fehlenden Prozesse der Objektanalyse offenbar nicht kompensiert werden. Demgegenüber wirkte sich das Fehlen der *visuellen Farbdarbietung* beim Enkodieren (Experiment 1, 2, 3 und 5) vermutlich deshalb nicht nachteilig aus, weil ein Zugriff auf die gespeicherten, konzeptuellen *unitized representations* anhand der vorgelegten Testreize und die dadurch angeregten visuellen Objektanalysen erfolgen konnte. Wie es in der Vorstellungsenkodierung zu diesen integrierten Repräsentationen kam, kann auf der Basis der vorliegenden Arbeit, wie bereits erwähnt, nicht entschieden werden. Zur Überprüfung des „wahrnehmungsnahen“ Charakters von Farbvorstellungen wurde bereits vorgeschlagen, die Vorstellungsbedingung mit einer Studierbedingung zu vergleichen, die zusätzlich zur akustischen Enkodierung der angesagten Farbbezeichnung eine visuelle Aufgabe zu bearbeiten hat. Treten in dieser Bedingung Interferenzeffekte auf, lägen deutliche Hinweise darauf vor, dass impliziten Farbeffekten tatsächlich eine sensorische (und keine sprachliche) Farbkomponente zugrunde liegt.

Der hier vorgestellte theoretische Entwurf ist auch mit den Befunden in der *Farbdominanzaufgabe* kompatibel. Die Entscheidung zugunsten der das Bild dominierenden Far-

be führte vermutlich nicht nur zu einer Verarbeitung der Farbinformation, sondern zugleich auch der Form. Boucart et al. (1995) zeigten, dass die Beurteilung des relativen Anteils einer Farbe an mehrfarbig dargebotenen Objektumrissen eine Analyse des Gesamtbildes erforderte, so dass zwangsläufig eine Aktivierung der mit dem Bild assoziierten semantischen Repräsentation erfolgte. Aufgrund der großen Ähnlichkeit dieser Aufgabe mit der Farbdominanzaufgabe ist es plausibel, das Ausbleiben eines (signifikanten) Effekts eines Exemplarwechsels (Experiment 4) sowie der symbolischen Darstellungsform (Experiment 5) auf die Aktivierung der konzeptuellen Objektrepräsentation zurückzuführen, so dass auch in dieser Aufgabe die in der Studierphase etablierte Objekt-Farbe-Verknüpfung aktiviert wurde. Diese Überlegung ist ebenfalls mit dem von Whittlesea und Price (2001) für die *Präferenz*aufgabe im *Mere Exposure Paradigma* vorgeschlagenen nicht analytischen Prozess vereinbar. Danach beruht die Präferenz, d.h. die Entscheidung zugunsten einer der zur Verfügung stehenden Farben, auf der Missinterpretation des Gefühls der Vertrautheit, das sich als Folge der subjektiv wahrgenommenen, flüssigeren Verarbeitung wiederholter Reize einstellt, nicht aber bei der Verarbeitung neuer Testreize. Nicht zuletzt aufgrund dieser von Whittlesea und Price (2001) vorgeschlagenen Analyse des Effekts der affektiven Präferenz stellt sich die interessante Frage, ob bei der wiederholten Darbietung alter Objekt-Farbe-Verknüpfungen in der Testphase nicht nur *Leistungsverbesserungen*, sondern auch *Einbußen* beobachten lassen. Die entsprechende Konzeption ist in der Forschung zum impliziten Gedächtnis als *Bias View* bekannt und wird insbesondere von Ratcliff und McKoon (1995, 1996) vertreten. Danach werden die in perzeptuellen impliziten Tests beobachteten spezifischen Nachwirkungen einer Studierepisode auf eine gewisse „Voreingenommenheit“ der Informationsverarbeitung zurückgeführt, die bei exakter Reizwiederholung als eine verbesserte Verarbeitung gegenüber neuen Reizen festzustellen ist, während beispielsweise die Darbietung *visuell ähnlicher Reize* die Verarbeitung verschlechtert. Spielt ein ähnlicher „*Bias*“ auch in der Farbwahlaufgabe eine Rolle? Eine mögliche Überprüfung dieser Frage könnte die Darbietung nicht nur schwarzweißer, sondern *einfarbig kolorierter Objekte* im Test beinhalten. Dabei sollte variiert werden, ob es sich um die „richtige“ oder eine Alternativfarbe handelt. Während eine korrekte Einfärbung vermutlich zu einer Verbesserung (z.B. Beschleunigung) in der Wahl der korrekten Farbe führt, wäre der möglicherweise vorliegende Nachteil bei „falscher“ Einfärbung ein Beleg für den Einfluss perzeptueller Enkodierungsprozesse der Farbe.

Abschließende Bemerkungen

Bei der vorstehenden Konzeption handelt es sich um den Versuch, Beobachtungen aus neuroanatomischen Studien, Studien zur Farb- bzw. Objektwahrnehmung und Objekterkennung sowie zum Farbegedächtnis mit den eigenen empirischen Befunden impliziter Behaltensprüfungen in einen integrativen Ansatz zu vereinen. Es steht jedoch außer Frage, dass diesen post-hoc Überlegungen zur Zeit nur spekulativer Wert zukommen kann. Einige Überlegungen für weiterführende Arbeiten, die eine Überprüfung der Konzeption erlauben, wurden in der vorliegenden Arbeit jedoch bereits vorgestellt.

5 Zusammenfassung und Resümee

Angesichts der Selbstverständlichkeit, mit der die meisten Menschen dem Merkmal Farbe eine bedeutende Rolle in ihrem täglichen Leben zuweisen, erstaunen die Befunde in einem breiten Spektrum kognitions- sowie gedächtnispsychologischer Untersuchungsverfahren, die eine Kennzeichnung der Farbe als weitestgehend *bedeutungslos* nahelegen. Insbesondere in den Behaltenstests, die eine Bearbeitung ohne Erinnerungsinstruktion erfordern und deshalb als *implizit* zu charakterisieren sind, besteht der Standardbefund darin, dass ein bedeutsamer Einfluss der Farbe *ausbleibt*: Wiederholte Testreize werden generell schneller oder häufiger richtig bearbeitet als neue, zuvor noch nicht bearbeitete Stimuli. Dieser Wiederholungs- oder Primingeffekt gilt unabhängig davon, ob die Testreize in der Färbung der Studierphase oder einer anderen dargeboten werden. Handelt es sich somit – wie angesichts dieses Befundes wiederholt behauptet wurde – bei der Farbe um ein irrelevantes und zufälliges Merkmal?

Die bisher berichteten positiven Befunde spezifischer Farbnachwirkungen in impliziten Tests beschränken sich auf die Arbeiten in zwei Forschergruppen. Die eine Gruppe fokussiert die in der *Erwerbssituation* beteiligten Prozesse und interpretiert die in impliziten Tests registrierten Farbeffekte als Ausdruck neuer nonverbaler Verknüpfungen prä-experimentell nicht assoziierter Farben und Objekte (z.B. Musen et al., 1999). Die Frage nach den *Abrufbedingungen* wird in diesen Arbeiten jedoch weitestgehend ausgeklammert. Demgegenüber schlägt die andere Gruppe eine Betrachtung der Farbe als ein Merkmal vor, das einen Teil konzeptueller oder semantischer Objektrepräsentationen darstellt. Der Nachweis eines Einflusses der Farbe gelingt daher mithilfe eines *impliziten Testverfahrens*, in dem eben diese konzeptuellen Verarbeitungsprozesse angeregt werden (z.B. Wippich et al., 1994). In insgesamt fünf Experimenten der vorliegenden Arbeit wurde versucht, die Befunde der beiden Forschergruppen zu integrieren, um entscheidende Einflussgrößen erfolgreicher Farberinnerungen zu bestimmen. Während im ersten Untersuchungsblock (Experiment 1, 2 und 3) die Analyse der *Enkodierbedingungen* im Zentrum des Interesses stand, lag der Fokus in den beiden übrigen Untersuchungen (Experiment 4 und 5) auf den *Abrufbedingungen*. Als Messinstrument zum Nachweis spezifischer Farbnachwirkungen wurde mit dem von der Arbeitsgruppe um Wippich vorgeschlagenen Verfahren der *Farbwahlaufgabe* in der vorliegenden Arbeit ein mittlerweile bewährter impliziter Test eingesetzt, das eine spontane Wahl der subjektiv am besten passenden Farbe zu schwarzweißen Testreizen ohne Erinnerungsaufforderung

beinhaltete. Die Eignung dieser Aufgabe für den Nachweis spezifischer Farbeffekte konnte in allen Experimenten ebenso bestätigt werden wie die primär konzeptuelle Steuerung dieses Verfahrens: Wiederholten Testreizen wurde häufiger die korrekte Zielfarbe zugewiesen als neuen Stimuli. Dieser Farbeffekt wurde weder von dem Wechsel der symbolischen Darstellungsform (Bild vs. Wort), noch des Darstellungsexemplars von der Studier- zur Prüfphase systematisch beeinträchtigt. Variationen dieser Oberflächenmerkmale führen in perzeptuellen impliziten Tests gewöhnlich zu einem starken Rückgang des Priming.

Die wichtigsten Befunde der *Analyse der Enkodierbedingungen* (Experiment 1, 2 und 3) können wie folgt zusammengefasst werden:

- Im Sinne des *levels-of-processing* Ansatz zeigte die primär konzeptuelle Verarbeitungsprozesse anregende Farbwahlaufgabe Unterschiede in der Beachtung und Verarbeitung der Farbe in der Studierphase an. Im Vergleich zu einer bei-läufigen oder inzidentellen Enkodierung war daher ein Behaltensvorteil zugunsten intentional verarbeiteter Farbmerkmale festzustellen;
- Spezifische Farbnachwirkungen blieben nicht nur auf die visuelle Farbenkodierung beschränkt, sondern waren auch nach Farbvorstellungen festzustellen, wobei der Effekt in vergleichbarer Höhe ausfiel. Während eine rein sprachliche Verknüpfung von Objekten und Farben weitestgehend ausgeschlossen werden konnte, erfordert die Vermutung einer wahrnehmungsnahen bzw. kompensatorischen Basis des Vorstellungseffektes weitere Untersuchungen, die über die vorliegende Arbeit hinausgehen;
- Der in der visuellen Wahrnehmung wiederholt nachgewiesene Effekt eines Vorteils zugunsten räumlich integrierter Merkmale konnte in impliziten Tests nicht repliziert werden: In der Farbwahlaufgabe wurden die Zielfarben zu alten Testreizen *generell* häufiger gewählt als zu neuen Stimuli, unabhängig davon, ob die Farbe in der Studierphase als Bestandteil des dargebotenen Objekts oder in einer räumlich getrennten Position vorlag;
- Zwar profitierte auch das explizite Erinnern der Farbe von der zusätzlichen Farbbeachtung beim Enkodieren, doch wurden hier zusätzliche Informationen

der Studierphase genutzt. Nur im expliziten Test war ein Einfluss zugunsten der räumlich integrierten Merkmalsenkodierung festzustellen. Im Sinne des Prinzips der *Enkodierspezifität* resultierte die größte Behaltensleistung in der Studierbedingung, in der die Reizeanordnung im Test derjenigen beim Enkodieren am ähnlichsten war.

Die *Analyse der Abrufbedingungen* (Experiment 4 und 5) erbrachte folgende Resultate:

- Spezifische Farbnachwirkungen wurden nicht nur in der Farbwahlaufgabe, sondern sind auch in zwei neu konstruierten impliziten Prüfaufgaben beobachtet. Während die *Farbdominanzaufgabe* eine spontane Wahl der subjektiv den *Wahrnehmungseindruck dominierenden Farbe* erforderte, war in der *Farbpräferenztaufgabe* die *präferierte Farbe* anzugeben. Der Nachweis eines Farbeffektes in diesen Verfahren stimmt mit der Vermutung überein, nach der in Anlehnung an die Position des aufgabenangemessenen Transfers Farbeffekte zu erwarten sind, wenn die Farbe sowohl in der Studierphase als auch im impliziten Test die *relevante, d.h. zu beachtende Merkmalsdimension* darstellt;
- Der in der *Farbpräferenztaufgabe* beobachtete Farbeffekt wurde auf eine Wiederholung derjenigen Enkodierungsprozesse im Test zurückgeführt, die eine *affektive Präferenz* beinhalteten. Möglicherweise handelte es sich dabei um solche Prozesse, die eine Verarbeitung globaler Bildmerkmale beinhalteten und im Vergleich zu neuen Reizen zur Wahrnehmung flüssigerer Verarbeitung und zu einem Gefühl der Vertrautheit führten, das fälschlich als Präferenz im Sinne der Testinstruktion interpretiert wurde. Veränderungen der Objektmerkmale, die einen Wechsel des Darstellungsexemplars zwischen den Untersuchungsphasen und somit eine Veränderung globaler Merkmale beinhalteten, wirkten sich daher negativ auf den Wiederholungseffekt in diesem Verfahren aus;
- Der Farbeffekt in der *Farbdominanzaufgabe* beruhte nicht wie erwartet auf der Wiederholung *perzeptueller*, sondern vielmehr *konzeptueller Verarbeitungsprozesse*. Die Beurteilung der den subjektiven Wahrnehmungseindruck dominierenden Farbe schloss die Analyse der Objektform ein, so dass im Sinne der *globalen Dominanz* konzeptuelle Verarbeitungsprozesse angeregt wurden. Daher wurde der Farbeffekt – wie in der Farbwahlaufgabe – weder von dem Wechsel der symbo-

lischen Darstellungsform (Bild vs. Wort), noch von dem Wechsel des Darstellungsexemplars von der Studier- zur Prüfphase systematisch beeinträchtigt.

Insgesamt „passen“ diese empirischen Ergebnisse ganz und gar nicht zu der Kennzeichnung der Farbe als eine Merkmalsdimension, die in impliziten Tests als weitestgehend „irrelevant“ zu bezeichnen wäre. Vielmehr war ein durchgängiger Einfluss der Farbe in unterschiedlichen impliziten Tests festzustellen. Zusätzlich erhobene explizite Behaltensprüfungen erbrachten zum Teil erheblich abweichende Ergebnismuster. Diese belegen, dass im impliziten Test von gespeicherten Informationen anders Gebrauch gemacht wurde, als wenn das bewusste Erinnern der Studierepisode gefordert war.

In der Gesamtbewertung der eigenen empirischen Untersuchungen wurde eine Integration von prozess- und systemtheoretischen Betrachtungen des Gedächtnis für Farben angestrebt. Dazu wurde ein bestehender Ansatz gewählt, der ursprünglich zur Erklärung des Einflusses der Farbe auf die *Objektbenennung* konzipiert wurde. In diesem Modell werden entsprechende Wechselwirkungen auf den Einfluss *konzeptueller Repräsentationen* von Objekt- und Farbmerkmalen zurückgeführt und zudem *sensorische* sowie *lexikalische Verarbeitungsprozesse* berücksichtigt. Im Hinblick auf das Erinnern der Farbe in impliziten Gedächtnistests wurde diese Konzeption dahingehend erweitert, dass die beobachteten spezifischen Farbnachwirkungen den Vorteil widerspiegeln, mit dem in unterschiedlichen Modulen und Verarbeitungsebenen ein verbesserter Ablauf der Prozesse für wiederholte Objekt-Farbe-Verknüpfungen gegenüber neuen Kombinationen stattfindet. Beim Enkodieren erfolgen demnach getrennte Analysen der Farbe sowie der Objektform auf der *sensorischen* Verarbeitungsebene, bevor die Verknüpfung der Objektrepräsentation mit derjenigen Farbe auf der nachfolgenden *konzeptuellen* Verarbeitungsebene selektiv gestärkt wird, die in der Studierphase gesehen bzw. vorgestellt wurde. In der Testphase ist diese konzeptuelle Verknüpfung gegenüber den konkurrierenden Alternativfarben im Vorteil, da sie im Vergleich zu den Alternativfarben über den geringsten Schwellenwert für die Weitergabe von Aktivierung verfügt. Je nach Art der Testreize erfolgt der Zugang zu den konzeptuellen Verknüpfungen im impliziten Test über die Analyse der Farbe, der Objektform oder beide Merkmalsdimensionen. Fehlt die Farbinformation, wie es zum Beispiel in der Farbwahlaufgabe der Fall ist, in der die Testreize schwarzweiß und damit ohne Farbinformation dargeboten werden, dominiert zunächst die perzeptuelle Analyse der Objektform. Ohne die Voraktivierung der strukturellen Objektbeschreibung in dem sensorischen Analysemodul (d.h. ohne

visuelle Enkodierung der Objekte) wird der Zugriff auf die konzeptuelle Verarbeitungsebene offenbar deutlich erschwert und spezifische Farbnachwirkungen bleiben aus.

Schlussbemerkungen

Es war nicht das Ziel der hier vorliegenden Arbeit zu zeigen, dass es sich bei der Farbe um ein Merkmal handelt, dem eine ähnliche Bedeutung zukommt wie beispielsweise der *Objektform*. Eine derartige Gleichsetzung wäre vermutlich weder der psychologischen Realität angemessen, noch aus evolutionär-biologischer Sicht sinnvoll, sondern käme einer erheblichen Überschätzung der Rolle der Farbe gleich. Neben der Dominanz der Formmerkmale in der Objekterkennung wird die Rolle der Farbe schon allein durch den Vergleich der im Alltag relativ geringen Beeinträchtigung bei gestörtem Farbsehen mit den immensen Problemen relativiert, die sich einstellen, wenn das Vermögen gestört ist, Formen erkennen zu können. Vielmehr sollten in der vorliegenden Arbeit dem sich angesichts der Literatur aufdrängenden Eindruck, die Farbe ließe sich *prinzipiell nicht* in impliziten Tests nachweisen, empirische Belege entgegengestellt werden. Es wurde gezeigt, dass es sich bei dieser Einschätzung zwar um eine korrekte Interpretation auf der Basis der jeweiligen Studien handelte, die Schlussfolgerungen jedoch aus falschen Prüfverfahren destilliert wurden, denen eine kurzsichtige und unzureichende Analyse der verwendeten Aufgaben zugrunde lag. Statt dessen wurde vorgeschlagen, eine die Prozess- und Systemansätze integrierende Betrachtung des Gedächtnisses für Farben zur Analyse der Einflüsse perzeptueller und konzeptueller Verarbeitungsprozesse der verschiedenen Merkmalsdimensionen zu nutzen. In einem nächsten Schritt wäre beispielsweise die Bedeutung der postulierten perzeptuellen Verarbeitungsprozesse der Farbe in impliziten Tests genauer zu prüfen. Darüber hinaus ist der Modellvorschlag für das Erinnern in expliziten Tests zu erweitern, da in der vorliegenden Arbeit nicht nur Parallelen, sondern wiederholt große Unterschiede zwischen den Behaltensprüfungen beobachtet wurden. Eine eingehende Überprüfung und empirische Erweiterung der hier vorgestellten Überlegungen erscheint durchaus lohnenswert.

Literaturverzeichnis

- Bartram, D. J. (1974). The role of visual and semantic codes in object naming. *Cognitive Psychology*, 6, 325-356.
- Berlin, B., & Kay, P. (1969). *Basic Color Terms: Their Universality and Evolution*. Berkeley: University of California Press.
- Berry, D. C., Banbury, S., & Henry, L. (1997). Transfer across form and modality in implicit and explicit memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50(1), 1-24.
- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, 115-145.
- Biederman, I., & Cooper, E. E. (1991). Priming contour-deleted images: Evidence for intermediate representations in visual object recognition. *Cognitive Psychology*, 23, 393-419.
- Biederman, I., & Cooper, E. E. (1992). Size invariance in visual object priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 121-133.
- Biederman, I., & Gerhardstein, P. C. (1993). Recognizing depth-rotated objects: Evidence and conditions for three-dimensional viewpoint invariance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 1162-1182.
- Biederman, I., & Ju, G. (1988). Surface versus edge-based determinants of visual recognition. *Cognitive Psychology*, 20, 38-64.
- Bisiach, E., & Luzatti, C. (1978). Unilateral neglect of representational space. *Cortex*, 14, 129-133.
- Blaxton, T. A. (1989). Investigating dissociations among memory measures: Support for a transfer-appropriate processing framework. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 657-668.
- Blaxton, T. A. (1992). Dissociations among memory measures in memory-impaired subjects: Evidence for a processing account of memory. *Memory & Cognition*, 20, 549-562.

- Blaxton, T. A. (1999). Combining disruption and activation techniques to map conceptual and perceptual memory processes in the human brain. In J. K. Foster & M. Jelicic (Eds.), *Memory: Systems, Process, or Function?* Oxford: University Press.
- Boucart, M., Humphreys, G., & Lorenceau, J. (1995). Automatic access to object identity: Global information, not particular physical dimensions, is important. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 584-601.
- Bowers, J. S., & Schacter, D. L. (1993). Priming of novel information in amnesic patients: Issues and data. In P. Graf & M. E. J. Masson (Eds.), *Implicit Memory: New directions in cognition, development, and neuropsychology*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brooks, D. N., & Baddeley, A. D. (1976). What can amnesic patients learn? *Neuropsychologia*, 14, 111-122.
- Brooks, J. O. (1985). Pictorial stimuli for the Apple Macintosh. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 17, 409-410.
- Brooks, L. R. (1968). Spatial and verbal components of the act of recall. *Canadian Journal of Psychology*, 22, 349-368.
- Buchner, A. (1993). *Implizites Lernen: Probleme und Perspektiven*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Buchner, A., & Wippich, W. (2000). On the reliability of implicit and explicit memory measures. *Cognitive Psychology*, 40, 227-259.
- Butters, N., Heindel, W. C., & Salmon, D. P. (1990). Dissociation of Implicit Memory in Dementia: Neurological Implications. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 28, 359-366.
- Cabeza, R., Burton, A. M., Kelly, S. W., & Akamatsu, S. (1997). Investigating the relation between imagery and perception: Evidence from face priming. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50A, 274-289.
- Catherwood, D. (1994). Exploring the seminal phase in infant memory for color and shape. *Infant Behavior and Development*, 17, 235-243.

- Cave, C. B., Bost, P. R., & Cobb, R. E. (1996). Effects of color and pattern on implicit and explicit picture memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 639-653.
- Cermak, L. S., Blackford, S. P., O'Connor, M., & Bleich, R. P. (1988). The implicit memory ability of a patient with amnesia due to encephalitis. *Brain & Cognition*, 7, 145-156.
- Chalfonte, B. L., & Johnson, M. K. (1996). Feature memory and binding in young and older adults. *Memory & Cognition*, 24, 403-416.
- Challis, B. H., & Sidhu, R. (1993). Dissociative effects of massed repetition on implicit and explicit measures of memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 115-127.
- Chambers, D., & Reisberg, D. (1985). Can mental images be ambiguous? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(3), 317-328.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (revised ed.). New York: Academic Press.
- Cohen, N. J. (1984). Preserved learning capacity in amnesia: Evidence for multiple memory systems. In L. R. Squire & N. Butters (Eds.), *Neuropsychology of memory*. New York: Guilford Press.
- Cohen, N. J., & Eichenbaum, H. (1993). *Memory, amnesia, and the hippocampal system*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cohen, N. J., & Squire, L. R. (1980). Preserved learning and retention of pattern analyzing skill in amnesia: Association of knowing how and knowing that. *Science*, 210, 207-209.
- Cooper, L. A., Schacter, D. L., Ballesteros, S., & Moore, C. (1992). Priming and recognition of transferred three dimensional objects: Effects of size and reflectance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 43-57.
- Cornoldi, C., Da Beni, R., Giusberti, F., & Massironi, M. (1998). Memory and imagery: A visual trace is not a mental image. In M. Conway & S. Gathercole & C. Cornoldi (Eds.), *Theories of memory - Volume II*. Hove: Psychology Press.

- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- Craik, F. I. M., Moscovitch, M., & McDowd, J. M. (1994). Contributions of surface and conceptual information to performance on implicit and explicit memory tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 864-875.
- Czienskowski, U. (1997). Selbstbezug: Eine besonders wirksame Enkodierungsstrategie? Meta-Analyse und experimentelle Moderatorprüfung. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 49(3), 361-393.
- DaRenzi, E., & Spinnler, H. (1967). Impaired performance on color tasks in patients with hemispheric damage. *Cortex*, 3, 194-217.
- Davidoff, J. (1991). *Cognition through color*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Davidoff, J., Davies, I. R. L., & Roberson, D. (1999). Is colour categorisation universal? New evidence from a stone-age culture. *Nature*, 398, 203-204.
- Davidoff, J., & DeBleser, R. (1993). Optic Aphasia: A review of past studies and reappraisal. *Aphasiology*, 7, 135-154.
- Davidoff, J. B., & Ostergaard, A. L. (1988). The role of colour in categorial judgements. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 533-544.
- Dodson, C. S., Johnson, M. K., & Schooler, J. W. (1997). The verbal overshadowing effect: Why descriptions impair face recognition. *Memory & Cognition*, 25(2), 129-139.
- Duncan, J. (1999). Converging levels of analysis in the cognitive neuroscience of visual attention. In G. W. Humphreys & J. Duncan & A. Treisman (Eds.), *Attention, space, and action* (pp. 112-129). Oxford: University Press.
- Dunn, J. (1998). Implicit memory and amnesia. In K. Kirsner (Ed.), *Implicit and explicit mental processes* (pp. 99-117). Mahwah, N.J.: L. Erlbaum.
- Durgunoglu, A. Y., & Roediger, H. L. (1987). Test differences in accessing bilingual memory. *Journal of Memory and Language*, 26, 377-391.
- Farah, M. J. (1988). Is visual imagery really visual? Overlooked evidence from neuropsychology. *Psychological Review*, 95, 307-317.

- Farah, M. J., Levine, D. M., & Calviano, R. (1988). A case study of mental imagery deficit. *Brain and Cognition, 8*, 147-164.
- Finke, R. A. (1989). *Principles of mental imagery*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Finke, R. A., Pinker, S., & Farah, M. J. (1989). Reinterpreting visual patterns in mental imagery. *Cognitive Science, 13*, 51-78.
- Flores d'Arcais, G. B., & Schreuder, R. (1987). Semantic activation during object naming. *Psychological Research, 49*, 153-159.
- Foster, J. K., & Jelicic, M. (Eds.). (1999). *Memory: Systems, Process, or Functions?* Oxford: University Press.
- Franks, J. J., Bilbrey, C. W., Lien, K. G., & McNamara, T. P. (2000). Transfer-appropriate processing (TAP) and repetition priming. *Memory & Cognition, 28*(7), 1140-1151w.
- Friedman-Hill, S. R., Robertson, L. C., & Treisman, A. (1995). Parietal contributions to visual feature binding: Evidence from a patient with bilateral lesions. *Science, 269*, 853-855.
- Gabrieli, J. D. E. (1999). The Architecture of Human Memory. In J. K. Foster & M. Jelicic (Eds.), *Memory: Systems, Process, or Function?* Oxford: University Press.
- Gabrieli, J. D. E., Milberg, W., Keane, M. M., & Corkin, S. (1990). Intact priming of patterns despite impaired memory. *Neuropsychologia, 28*, 417-427.
- Gardiner, J. M., & Java, R. (1993). Recognising and Remembering. In A. Collins & S. Gathercole & M. Conway & P. Morris (Eds.), *Theories of memory* (pp. 163-188). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gegenfurtner, K. R., & Rieger, J. (2000). Sensory and cognitive contributions of color to the recognition of natural scenes. *Current Biology, 10*(13), 805-808.
- Geschwind, N., & Fusillo, M. (1966). Color-naming defects in association with alexia. *Archives of Neurology, 15*(137-146).
- Glaser, W. R., & Glaser, M. O. (1993). Colors as properties: stroop-like effects between objects and their colors. In G. Strube & K. F. Wender (Eds.), *The cognitive psychology of knowledge* (pp. 1-32). Amsterdam: Elsevier.
- Glisky, E. L., & Schacter, D. L. (1988). Acquisition of domain-specific knowledge in organic amnesia: Training for computer-related work. *Neuropsychologia, 25*, 893-906.

- Goldstein, E. B. (1997). *Wahrnehmungspsychologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Goshen-Gottstein, Y., & Moscovitch, M. (1995). Repetition priming for newly formed and preexisting associations: Perceptual and conceptual influences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(5), 1229-1248.
- Graf, P., & Mandler, G. (1984). Activation makes words more accessible, but not necessarily more retrievable. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 553-568.
- Graf, P., Mandler, G., & Haden, P. (1982). Simulating amnesic symptoms in normal subjects. *Science*, 218, 1243-1244.
- Graf, P., & Masson, M. E. J. (1993). *Implicit memory: New directions in cognition, development, and neuropsychology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Graf, P., & Schacter, D. L. (1985). Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11, 501-518.
- Graf, P., & Schacter, D. L. (1989). Unitization and grouping mediate dissociations in memory for new associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 930-940.
- Gulyás, B., & Roland, P. E. (1991). Cortical fields participating in form and colour discrimination in the human brain. *NeuroReport*, 2, 585-588.
- Hamann, S. B. (1990). Level-of-processing effects in conceptually driven implicit tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 970-977.
- Hanna, A., & Remington, R. (1996). The representation of color and form in long-term memory. *Memory & Cognition*, 24, 322-330.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 356-388.
- Hayman, C. A. G., & Jacoby, J. J. (1989). Specific word transfer as a measure of processing in the word-superiority paradigm. *Memory & Cognition*, 15, 125-133.
- Hayman, L. A., & Tulving, E. (1989). Contingent dissociation between recognition and fragment completion: The method of triangulation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 228-240.

- Heider, E. R. (1972). Universals in color naming and memory. *Journal of Experimental Psychology*, 93, 10-20.
- Hintzman, D. L., & Hartry, A. L. (1990). Item effects in recognition and fragment completion: contingency relations vary for different subsets of words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 955-969.
- Humphreys, G. W., & Boucart, M. (1997). Selection by Color and Form in Vision. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(1), 136-153.
- Jacoby, L. L. (1983). Remembering the data: Analyzing the interactive processes in reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 485-508.
- Jacoby, L. L. (1984). Incidental versus intentional retrieval: Remembering and awareness as separate issues. In L. R. Squire & N. Butters (Eds.), *Neuropsychology of memory*. New York: Guilford Press.
- Jacoby, L. L. (1991). A process dissociation framework: Separating automatic and intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language*, 30, 513-541.
- Jacoby, L. L., & Dallas, M. (1981). On the relationship between autobiographical memory and perceptual learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110, 306-340.
- Jacoby, L. L., & Witherspoon, D. (1982). Remembering without awareness. *Canadian Journal of Psychology*, 36, 300-324.
- Johnson, M. K., & Hasher, L. (1987). Human learning and memory. *Annual Review of Psychology*, 38, 631-668.
- Jolicoeur, P. (1985). The time to name disoriented natural objects. *Memory & Cognition*, 13, 289-303.
- Kahneman, D., & Henik, A. (1981). Perceptual organization and attention. In M. Kubovy & B. R. Pomerantz (Eds.), *Perceptual organization* (pp. 181-211). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kay, P., & McDaniel, C. (1978). The linguistic significance of the meanings of basic color terms. *Language*, 54, 610-646.

- Keane, M. M., Gabrieli, J. D. E., Monti, L. A., Fleischman, D. A., Cantor, J. M., & Noland, J. S. (1997). Intact and impaired conceptual memory processing in amnesia. *Neuropsychology, 11*, 59-69.
- Kirsner, K., Dunn, J. C., & Standen, P. (1989). Domain-specific resources in word recognition. In S. Lewandowsky & J. C. Dunn (Eds.), *Implicit memory: Theoretical issues* (pp. 99-122). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Klein, S., & Kihlstrom, J. F. (1986). Elaboration, organization, and the self-reference effect in memory. *Journal of Experimental Psychology: General, 115*, 26-38.
- Kolb, B., & Whishaw, I. (1996). *Neuropsychologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Kosslyn, S. M. (1980). *Image and Mind*. Cambridge: Harvard University Press.
- Kosslyn, S. M. (1991). A cognitive neuroscience of visual mental imagery: Further developments. In R. H. Logie & M. Denis (Eds.), *Mental images in human cognition* (pp. 351-381). Amsterdam: North-Holland.
- Kosslyn, S. M. (1994). *Image and Brain*. Cambridge, MA: Bradford.
- Kosslyn, S. M., Ball, T., & Reiser, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 4*, 47-60.
- Kosslyn, S. M., & Shin, L. M. (1994). Visual mental images in the brain: Current issues. In M. J. Farah & G. Ratcliff (Eds.), *The neuropsychology of high-level vision - Collected tutorial essays*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kunst-Wilson, W. R., & Zajonc, R. B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. *Science, 207*, 557-558.
- Levine, D. N., Warach, J., & Farah, M. J. (1985). Two visual systems in mental imagery: Dissociation of "what" and "where" in imagery disorders due to bilateral posterior cerebral lesions. *Neurology, 35*, 1010-1018.
- Lewandowsky, S. (1998). Implicit learning and memory: Science, fiction, and a prospectus. In K. Kirsner (Ed.), *Implicit and explicit mental processes* (pp. 373-391). Mahwah, N.J.: L. Erlbaum.
- Light, L. L., & Berger, D. E. (1974). Memory for modality: Within-modality discrimination is not automatic. *Journal of Experimental Psychology, 103*, 854-860.

- Livingstone, M. S., & Hubel, D. H. (1984). Anatomy and physiology of a color system in the primate visual cortex. *Journal of Neuroscience*, 4, 2830-2835.
- Livingstone, M. S., & Hubel, D. H. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *Journal of Neuroscience*, 7, 3416-3468.
- Logan, G. D., Taylor, S. E., & Etherton, J. L. (1996). Attention in the Acquisition and Expression of Automaticity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(2), 620-638.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the stroop effect: An integrative review. *Psychological Review*, 109, 163-203.
- Madigan, S. (1983). Picture memory. In J. C. Yuille (Ed.), *Imagery, memory and cognition: Essays in honor of Allen Paivio*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mandler, G., Graf, P., & Kraft, D. (1986). Activation and elaboration effects in recognition and word priming. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38a, 645-662.
- Marks, D. F. (1973). Visual imagery differences in the recall of pictures. *British Journal of Psychology*, 64, 17-24.
- McAndrews, M. P., Glisky, E. L., & Schacter, D. L. (1987). When priming persists: Long-lasting implicit memory for a single episode in amnesic patients. *Neuropsychologia*, 25, 497-506.
- McCauley, M. E., Eskes, G., & Moscovitch, M. (1996). The effect of imagery on explicit and implicit tests of memory in young and old people: A double dissociation. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 50, 34-40.
- McDermott, K. B., & Roediger, H. L. (1994). Effects of imagery on perceptual implicit memory tests. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 1379-1390.
- McDermott, K. B., & Roediger, H. L. (1996). Exact and conceptual repetition dissociate conceptual memory tests: Problems for transfer appropriate processing theory. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 50(57-71).

- Mecklenbräuker, S., Hupbach, A., & Wippich, W. (2001). What color is the car? Implicit memory for color information in children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54*(4), 1069-1086.
- Meier, B., & Perrig, W. J. (2000). Low reliability of perceptual priming: Consequences for the interpretation of functional dissociations between explicit and implicit memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *53A*(1), 211-233.
- Micco, A., & Masson, M. E. J. (1991). Implicit memory for new associations: An interactive process approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *17*, 1105-1123.
- Milner, B., Corkin, S., & Teuber, H. L. (1968). Further analysis of the hippocampal amnesic syndrome: 14 year follow-up study of H.M. *Neuropsychologia*, *14*, 111-122.
- Moran, J., & Desimone, R. (1985). Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex. *Science*, *229*, 615-632.
- Mori, M., & Graf, P. (1996). Nonverbal local context cues explicit but not implicit memory. *Consciousness and Cognition*, *5*, 91-116.
- Morris, C. D., Bransford, J. D., & Franks, J. J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *16*, 519-533.
- Moscovitch, M. (1994). Memory and working with memory: evaluation of a component process model and comparisons with other models. In D. L. Schacter & E. Tulving (Eds.), *Memory systems 1994*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mulligan, N. W. (1997). Attention and implicit memory tests: The effects of varying attentional load on conceptual priming. *Memory & Cognition*, *25*, 11-17.
- Musen, G., & O'Neill, J. E. (1997). Implicit memory for nonverbal associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *23*, 1192-1202.
- Musen, G., & Squire, L. R. (1992). Nonverbal priming in amnesia. *Memory & Cognition*, *20*, 441-448.
- Musen, G., Szerlip, J. S., & Szerlip, N. J. (1999). Role of familiarity and unitization on new-association priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *25*, 275-283.

- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383.
- Neath, I. (1998). *Human memory. An introduction to research, data, and theory*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Nelson, D. L. (1979). Remembering pictures and words: Appearance, significance, and name. In L. S. Cermak & F. I. M. Craik (Eds.), *Levels of processing in human memory* (pp. 45-76). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Nelson, D. L. (1994). Implicit memory. In P. Morris & M. Gruneberg (Eds.), *Theoretical aspects of memory* (pp. 130-167). London: Routledge.
- Nicolas, S. (1995). The picture-superiority effect in category-association tests. *Psychological Research*, 58, 218-224.
- Oliva, A., & Schyns, P. G. (2000). Diagnostic colors mediate scene recognition. *Cognitive Psychology*, 41, 176-210.
- Ostergaard, A. L., & Davidoff, J. B. (1985). Some effects of color on naming and recognition of objects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11, 579-587.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Palmer, S. E. (1999). *Vision Science - Photons to Phenomenology*. Cambridge: The MIT Press.
- Palmer, S. E., Rosch, E., & Chase, P. (1981). Canonical perspective and the perception of objects. In J. Long & A. D. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance, IX*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Park, D. C., & Mason, D. (1982). Is there evidence for automatic processing of spatial and color attributes present in matched pictures and words? *Memory & Cognition*, 10, 76-81.
- Park, D. C., & Puglisi, J. T. (1985). Older adults' memory for the color of pictures and words. *Journal of Gerontology*, 40(2), 198-204.

- Parkin, A. J. (1999). Component processes versus systems: is there really an important difference? In J. K. Foster & M. Jelicic (Eds.), *Memory: Systems, Process, of Function?* Oxford: University Press.
- Pilotti, M., Bergman, E. T., Gallo, D. A., Sommers, M., & Roediger, H. L. I. (2000). Direct comparison of auditory implicit memory tests. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7(2), 347-353.
- Pilotti, M., Gallo, D. A., & Roediger, H. L. I. (2000). Effects of hearing words, imaging hearing words, and reading on auditory implicit and explicit memory tests. *Memory & Cognition*, 28(8), 1406-1418.
- Price, C. J., & Humphreys, G. W. (1989). The effects of surface detail on object categorization and naming. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41, 797-827.
- Pylyshyn, Z. W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80, 1-24.
- Rajaram, S., & Roediger, H. L. (1993). Direct comparison of four implicit memory tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 765-776.
- Ratcliff, R., & McKoon, G. (1995). Bias in the priming of object decisions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 754-767.
- Ratcliff, R., & McKoon, G. (1996). Bias effects in implicit memory tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 403-421.
- Reisberg, D. (1992). *Auditory imagery*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Richardson-Klavehn, A., & Bjork, R. (1988). Measures of memory. *Annual Review of Psychology*, 39, 475-543.
- Richardson-Klavehn, A., Clarke, A. J. B., & Gardiner, J. M. (1999). Conjoint dissociations reveal involuntary "perceptual" priming from generating at study. *Consciousness and Cognition*, 8, 271-284.
- Riddoch, M. J., & Humphreys, G. W. (1987). Semantic system or systems? *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 192-233.
- Roberson, D., & Davidoff, J. (2000). The categorical perception of colors and facial expressions: The effect of verbal interference. *Memory & Cognition*, 28(6), 977-986.

- Roberson, D., Davies, I., & Davidoff, J. (2000). Color categories are not universal: Replications and new evidence from a stone-age culture. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(3), 369-398.
- Roediger, H. L. (1990). Implicit memory: Retention without remembering. *American Psychologist*, 45, 1043-1056.
- Roediger, H. L., & Blaxton, T. A. (1987). Effects of varying modality, surface features and retention interval on priming in word-fragment completion. *Memory & Cognition*, 15, 379-388.
- Roediger, H. L., Buckner, R. L., & McDermott, K. B. (1999). Components of processing. In J. K. Foster & M. Jelicic (Eds.), *Memory: Systems, Process, or Function?* Oxford: University Press.
- Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (1993). Implicit memory in normal human subjects. In F. Boller & J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology* (Vol. 8, pp. 63-131). Amsterdam: Elsevier.
- Roediger, H. L., & Srinivas, K. (1993). Specificity of operations in perceptual priming. In P. Graf & M. E. J. Masson (Eds.), *Implicit memory: New directions in cognition, development, and neuropsychology*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Roediger, H. L., Weldon, M. S., & Challis, B. H. (1989). Explaining dissociations between implicit and explicit measures of retention: A processing account. In H. L. Roediger & F. I. M. Craik (Eds.), *Varieties of memory and consciousness: Essays in honour of Endel Tulving*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Roediger, H. L., Weldon, M. S., Stadler, M. L., & Riegler, G. L. (1992). Direct comparison of two implicit memory tests: Word fragment and word stem completion. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 1251-1269.
- Rogers, T. B. (1974). An analysis of two central stages underlying responding to personality items: The self-referent decision and response selection. *Journal of Research in Personality*, 8, 128-138.
- Schacter, D. L. (1985). Multiple forms of memory in humans and animals. In N. Weinberger & J. McGaugh & G. Lynch (Eds.), *Memory systems of the brain*. New York: Guilford Press.

- Schacter, D. L. (1987). Implicit memory: History and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 501-518.
- Schacter, D. L. (1992). Understanding implicit memory: A cognitive neuroscience approach. *American Psychologist*, 47, 559-569.
- Schacter, D. L., Bowers, J., & Booker, J. (1989). Intention, awareness, and implicit memory; The retrieval intentionality criterion. In S. Lewandowsky & J. C. Dunn & K. Kirsner (Eds.), *Implicit memory: Theoretical issues*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schacter, D. L., Church, B., & Treadwell, J. (1994). Implicit memory in amnesic patients: Evidence for spared auditory priming. *Psychological Science*, 5(1), 20-25.
- Schacter, D. L., Cooper, L. A., Tharan, M., & Rubens, A. (1991). Preserved priming of novel objects in patients with memory disorders. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 117-130.
- Schacter, D. L., Cooper, L. A., & Treadwell, J. (1993). Preserved priming of novel objects across size transformation in amnesic patients. *Psychological Science*, 4, 331-335.
- Schacter, D. L., & Graf, P. (1986a). Effects of elaborative processing on implicit and explicit memory for new associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 432-444.
- Schacter, D. L., & Graf, P. (1989). Modality specificity of implicit memory for new associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 3-12.
- Schacter, D. L., & McGlynn, S. (1989). Implicit memory: Effects of elaboration depend on unization. *American Journal of Psychology*, 102, 151-181.
- Schacter, D. L., & Tulving, E. (1994). *Memory Systems 1994*. Cambridge, MA: MIT/Bradford.
- Schmidt, S. (1999). *Konzeptuelle Verarbeitung von Farbinformation*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Schooler, J. W., & Engstler-Schooler, T. Y. (1990). Verbal overshadowing of visual memories: Some things are better left unsaid. *Cognitive Psychology*, 22(1), 36-71.

- Seamon, J. G., Ganor-Stern, D., Crowley, M. J., Wilson, S. M., Weber, W. J., O'Rourke, C. M., & Mahoney, J. K. (1997). A mere exposure effect for transformed three-dimensional objects: Effects of reflection, size, or color changes on affect and recognition. *Memory & Cognition*, *25*, 367-374.
- Segal, S. J., & Fusella, V. (1970). Influence of imagined pictures and sounds on detection of visual and auditory signals. *Journal of Experimental Psychology*, *83*, 458-464.
- Shepard, R. N., & Cooper, L. A. (1983). *Mental images and their transformations*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sherry, D. F., & Schacter, D. L. (1987). The evolution of multiple memory systems. *Psychological Review*, *94*, 439-454.
- Shimamura, A. P. (1985). Problems with the finding of stochastic independence as evidence for the independence of cognitive processes. *Bulletin of psychonomic society*, *23*, 506-508.
- Shimamura, A. P., & Squire, L. R. (1984). Paired associate learning and priming effects in amnesia: A neuropsychological study. *Journal of Experimental Psychology: General*, *113*, 556-570.
- Snodgrass, J. G., & Vanderwart, M. A. (1980). A standardized set of 260 pictures: norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, *6*, 174-215.
- Squire, L. R. (1992). Memory and the hippocampus: A synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. *Psychological Review*, *99*, 195-231.
- Squire, L. R. (1994). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. In D. L. Schacter & E. Tulving (Eds.), *Memory systems 1994* (pp. 203-232). Cambridge, MA: MIT/Bradford.
- Srinivas, K. (1993). Perceptual specificity in nonverbal priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *19*, 582-602.
- Srinivas, K. (1996). Size and reflection effects in priming: A test of transfer-appropriate processing. *Memory & Cognition*, *24*(4), 441-452.

- Srinivas, K., Greene, A. J., & Easton, R. D. (1997). Visual and tactile memory for 2-D patterns: Effects of changes in size and left-right orientation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4(4), 535-540.
- Srinivas, K., & Roediger, H. L. (1990). Testing the nature of two implicit tests: Dissociations between conceptually and data-driven processes. *Journal of Memory and Language*, 28, 389-412.
- Stadler, M. L., & McDaniel, M. A. (1990). On imaging and seeing: Repetition priming and interactive views of imagery. *Psychological Research*, 52, 366-370.
- Stefurak, D. L., & Boynton, R. M. (1986). Independence of memory for categorically different colors and shapes. *Perception & Psychophysics*, 39(3), 164-174.
- Stuart, G. P., & Jones, D. M. (1996). From auditory image to auditory percept: Facilitation through common processes? *Memory & Cognition*, 24, 296-304.
- Symons, S. S., & Johnson, B. T. (1997). The Self-Reference Effect in Memory: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 121(371-394).
- Tanaka, J. W., & Presnell, L. M. (1999). Color diagnosticity in object recognition. *Perception & Psychophysics*, 61, 1140-1153.
- Toth, J. P., & Hunt, R. R. (1990). Effect of generation on a word-identification task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 993-1003.
- Treisman, A. (1988). Features and objects: The Fourteenth Bartlett Memorial Lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40, 201-237.
- Treisman, A. (1992). Perceiving and re-perceiving objects. *American Psychologist*, 47, 862-875.
- Treisman, A. (1999). Feature binding, attention and object perception. In G. W. Humphreys & J. Duncan & A. Treisman (Eds.), *Attention, Space and Action. Studies in Cognitive Neuroscience* (pp. 91-111). Oxford: University Press.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95, 15-48.

- Treisman, A., Kahneman, D., & Burkell, J. (1983). Perceptual objects and the costs of filtering. *Perception & Psychophysics*, *33*, 527-532.
- Treisman, A., & Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology*, *14*, 107-141.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory*. New York: Academic Press.
- Tulving, E. (1999). Study of memory: processes and systems. In J. K. Foster & M. Jelicic (Eds.), *Memory: Systems, Process, or Function?* Oxford: University Press.
- Tulving, E., & Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, *247*, 301-306.
- Tulving, E., & Thompson, D. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, *80*, 352-373.
- Turatto, M., & Galfano, G. (2001). Attentional capture by color without any relevant attentional set. *Perception & Psychophysics*, *63*(2), 286-297.
- Ungerleider, L. G., & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In D. J. Ingle & M. A. Goodale & R. J. W. Mansfield (Eds.), *Analysis of visual behavior* (pp. 549-586). Cambridge, MA: MIT Press.
- Vaidya, C. J., & Gabrieli, J. D. E. (2000). Picture superiority in conceptual memory: Dissociative effects of encoding and retrieval tasks. *Memory & Cognition*, *28*(7), 1165-1172.
- Vaidya, C. J., Gabrieli, J. D. E., Keane, M. M., Monti, L., A., Gutiérrez-Rivas, H., & Zarella, M. M. (1997). Evidence for multiple mechanisms of conceptual priming on implicit memory tests. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *23*, 1324-1343.
- Vaidya, C. J., Gabrieli, J. D. E., Keane, M. M., & Monti, L. A. (1995). Perceptual and conceptual memory processes in global amnesia. *Neuropsychology*, *9*, 580-591.
- Vargha-Kadem, F., Gadian, D. G., Watkins, K. E., & Connelly, A. (1997). Differential effects of early hippocampal pathology on episodic and semantic memory. *Science*, *277*, 376-380.

- Vokey, J. R., Baker, J. G., Hayman, C. A. G., & Jacoby, L. L. (1986). Perceptual identification of visually degraded stimuli. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 18, 1-9.
- Warrington, E. K., & Weiskrantz, L. (1968). New method of testing long-term retention with special reference to amnesic patients. *Nature*, 217, 972-974.
- Warrington, E. K., & Weiskrantz, L. (1970). Amnesia: Consolidation or retrieval? *Nature*, 228, 628-630.
- Warrington, E. K., & Weiskrantz, L. (1974). The effect of prior learning on subsequent retention in amnesic patients. *Neuropsychologia*, 12, 419-428.
- Warrington, E. K., & Weiskrantz, L. (1978). Further analysis of the prior learning effect in amnesic patients. *Neuropsychologia*, 16, 169-176.
- Weldon, M. S. (1991). Mechanisms underlying priming on perceptual tests. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 526-541.
- Weldon, M. S. (1999). The memory chop shop: issues in the search for memory systems. In J. K. Foster & M. Jelicic (Eds.), *Memory: Systems, Process, or Function?* Oxford: University Press.
- Weldon, M. S., & Coyote, K. C. (1996). Failure to find the picture superiority effect in implicit conceptual memory tests. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(3), 670-686.
- Whittlesea, B. W. A., & Price, J. R. (2001). Implicit/explicit memory versus analytic/nonanalytic processing: Rethinking the mere exposure effect. *Memory & Cognition*, 29(2), 234-246.
- Wippich, W., & Mecklenbräuer, S. (1998). Effects of color on perceptual and conceptual tests of implicit memory. *Psychological Research*, 61, 285-294.
- Wippich, W., Mecklenbräuer, S., & Baumann, R. (1994). Farbwirkungen bei impliziten und expliziten Gedächtnisprüfungen [The effects of color in implicit and explicit tests of memory]. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 41, 315-347.
- Wippich, W., Mecklenbräuer, S., & Halfter, M. (1989). Implicit memory in spelling from word images. *Psychological Research*, 51, 208-216.

- Wippich, W., Mecklenbräuker, S., & Reding, P. (1993). Gedächtnis und Bewußtsein: Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen impliziten und expliziten Behaltensprüfungen. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 40(3), 487-508.
- Wippich, W., Mecklenbräuker, S., Wachtl, U., & Schumacher, A. (1989). Implizites und explizites Gedächtnis beim Bearbeiten visueller Vorstellungen. *Sprache & Kognition*, 8(2), 51-64.
- Wippich, W., Melzer, A., & Mecklenbräuker, S. (1998). Picture or word superiority effects in implicit memory: levels of processing, attention and retrieval constraints. *Swiss Journal of Psychology*, 51, 33-46.
- Witherspoon, D., & Moscovitch, M. (1989). Stochastic independence between two implicit memory tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 22-30.
- Woodworth, R. S., & Schlosberg, H. (1965). *Experimental Psychology*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Wurm, L. H., Legge, G. E., Isenberg, L. M., & Luebker, A. (1993). Color improves object recognition in normal and low vision. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 899-911.
- Zeki, S. M., & Bartels, A. (1999). Toward a theory of visual consciousness. *Consciousness and Cognition*, 8, 225-259.
- Zihl, J., & von Cramon, D. (1986). *Zerebrale Sehstörung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Zimmer, H. D. (1993). Sensorische Bildmerkmale im expliziten und impliziten Gedächtnis. In L. Montada (Ed.), *Bericht über den 38. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie* (Vol. 2, pp. 458-465). Göttingen: Hogrefe.