

9. Kapitel

Die visuelle Identifikation von Objekten

*Joachim Hoffmann*¹

1 Über die Funktion von Objektidentifikationen

1.1 Die Einheiten der Wahrnehmung

Der folgende Aufsatz beschäftigt sich mit der uns so selbstverständlich erscheinenden Tatsache, daß wir in der Vielfalt visueller Reizwirkungen mühelos die Strukturen unserer Umwelt erkennen. Beim Blick aus dem Fenster etwa sehen wir nicht unterschiedliche Helligkeiten und Farben, nicht ein Gewirr sich ständig verändernder Konturen, nicht wechselnde Formen usw., deren Bedeutung wir mühsam zu entschlüsseln hätten, nein, wir sehen unmittelbar die Gegebenheiten unserer Umwelt, etwa den Ausschnitt einer Straße mit Häusern und Geschäften, mit eiligen und müßigen Passanten, mit Autos und Bäumen, und dem Himmel darüber. Dieses unmittelbare Wiedererkennen uns vertrauter Objekte wie Bäume oder Autos und umfassenderer Einheiten wie Straßen oder Geschäfte im Wirrwarr der Reizeindrücke ist unvermeidbar, so daß man wohl sagen kann, Wahrnehmen heißt in aller Regel Wiedererkennen. Was hätte auch Wahrnehmung für einen Sinn, wenn sie uns nicht die Objekte und Einheiten der Umwelt erkennen lassen würde? Was aber sind „die“ Objekte und „die“ Einheiten der Umwelt, die es zu erkennen gilt?

Visuelle Reizwirkungen lassen sich stets auf vielfache Weise gliedern. Bereits eine so einfache Konfiguration wie in Abbildung 1 kann entweder in zwei Vierecke, in acht Dreiecke, in ein Achteck und acht Winkel oder in verschiedene unregelmäßige Vielecke gegliedert werden. Von all diesen Gliederungen

¹ *Danksagung:* Der vorliegende Aufsatz wurde während eines Gastaufenthaltes des Autors am Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung in München erarbeitet. Ich danke den Kollegen im Institut und der Max-Planck-Gesellschaft für die Unterstützung der Arbeit sowie W. Prinz und B. Bridgeman für ihre Kommentare zu einer früheren Fassung des Manuskripts.

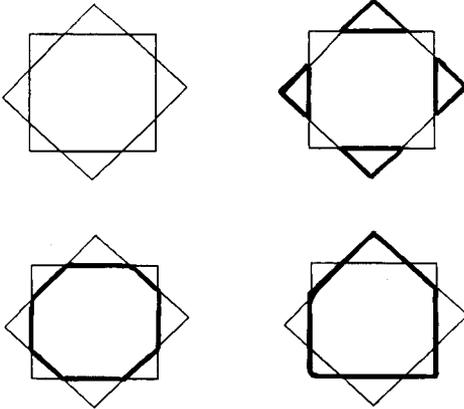


Abb.1: Zwei Vierecke, acht Dreiecke, ein Achteck mit Winkeln oder ...

realisiert unsere Wahrnehmung jedoch nur eine: Wir sehen unmittelbar zwei Quadrate.

So wie in diesem einfachen Beispiel realisiert unsere Wahrnehmung von den vielen möglichen Gliederungen alltäglicher Reizstrukturen in der Regel immer nur eine. Damit ist ein erstes grundsätzliches Problem unseres Themas angesprochen: Welche Zusammenhänge bestimmen die Auswahl derjenigen Einheiten, die die Wahrnehmung uns wiedererkennen läßt? Warum also sehen wir beim Blick auf Abbildung 1 zwei Quadrate und beim Blick aus dem Fenster Menschen, Bäume, Autos etc. und nicht etwa andere Zusammenfassungen der gegebenen Reizwirkungen? Warum sehen wir einen Baum in einen Stamm und eine Krone, oder einen Menschen in Körper, Kopf, Arme und Beine und nicht irgendwie anders gegliedert? Wodurch werden also die Einheiten bestimmt, die uns die visuelle Wahrnehmung sehen oder erkennen läßt?

Selbst wenn wir diese Frage befriedigend beantworten könnten, bliebe ein weiteres Problem zu lösen: Die Einheiten, die wir sehen, d. h. die Szenen, die Objekte und ihre Teile bieten sich unserer Wahrnehmung zumeist in den unterschiedlichsten Erscheinungsformen an. Die Abbildung 2 zeigt beispielsweise einige sehr unterschiedliche Reizstrukturen, die alle unmittelbar als der Buchstabe A gesehen werden.

Für die Objekte unseres Alltags gilt das Gleiche. Ein Auto etwa erzeugt je nach Typ und Betrachtungsperspektive ebenfalls sehr verschiedene Reizstrukturen. In noch viel stärkerem Maße variieren die Reizstrukturen, die etwa einen Hund charakterisieren. Je nachdem, ob er liegt, sitzt, steht oder läuft, entstehen die unterschiedlichsten Reizmuster. Trotz dieser teilweise immensen Variabilität der Reizwirkungen erkennen wir zumeist ohne Schwierigkeiten



Abb. 2: Konfigurationen, die einheitlich als Buchstabe „A“ identifiziert werden. (Aus Bruce & Green, 1990, p.175, Fig. 8.1. © 1990 Lawrence Erlbaum Associates Ltd.; Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlags)

einen Hund oder ein Auto usw. Die Erkennbarkeit der Objekte und Einheiten bleibt von der Variabilität ihrer Reizstrukturen also weitgehend unberührt. Der Wahrnehmung, so läßt sich mutmaßen, gelingt es irgendwie, aus der Vielfalt der von den Objekten und Einheiten erzeugten Reizwirkungen Strukturen zu abstrahieren, die sie jeweils invariant charakterisieren. Auf der Grundlage solcher Invarianten, so kann weiter vermutet werden, können dann die Objekte und Einheiten stets sicher und unmittelbar „gesehen“ werden.

Damit die Wahrnehmung die für die Erkennung der Einheiten notwendigen Invarianten abstrahieren kann, muß notwendigerweise die Menge der Reizwirkungen gegeben sein, über denen die Invarianten zu abstrahieren sind. Um etwa die für die Identifikation eines Autos charakteristischen Invarianten zu finden, muß die Wahrnehmung erkennen können, welche Reizwirkungen jeweils von einem Auto erzeugt worden sind, erst dann kann das Invariante in allen diesen so identifizierten Reizwirkungen abstrahiert werden. Die Identifikation einer Reizwirkung, als von einem bestimmten Objekt erzeugt, beruht jedoch, wie wir gerade argumentiert haben, auf Invarianten, die von den unterschiedlich möglichen Reizwirkungen des Objekts abstrahieren. Die Wahrnehmung befindet sich also in der schwierigen Situation etwa eines Lehrers auf einem mit Schülern überfüllten Schulhof, der die Aufgabe bekommt, charakteristische Eigenschaften der Schüler verschiedener Klassen zu bestimmen, ohne zu wissen, wieviel Klassen überhaupt zu unterscheiden sind, und ohne die Zugehörigkeit der Schüler zu den Klassen identifizieren zu können. Der Lehrer müßte die Zugehörigkeit der Schüler zu verschiedenen Klassen erkennen können, um die für die Erkennung der Klassenzugehörigkeit notwendigen Invarianten zu abstrahieren. Dieses Paradoxon läßt sich für die Wahrnehmung vielleicht so formulieren: Die der Wiedererkennung von Objekten und Einheiten zugrundeliegenden Invarianten müßten bekannt sein, damit sie abstrahiert werden können.

Der eben angedeutete Gedankengang hat die m.E. zwingende Konsequenz, daß die Inhalte der Wahrnehmung nicht durch Wahrnehmungsprozesse bestimmt sein können. Was es wahrzunehmen gilt, muß durch außerhalb der Wahrnehmung liegende Kriterien bestimmt sein. Der Lehrer könnte zur Lösung seines Problems z. B. jeden einzelnen Schüler nach seiner Klassenzugehörigkeit fragen und den Versuch unternehmen, für jeweils diejenigen Schüler, die in der gleichen Weise antworten, charakteristische Eigenschaften zu finden. Die Einheitlichkeit der Antwort würde so zum Kriterium für die zu identifizierenden Klassen. Sind mit einheitlichen Antworten charakteristische Eigenschaften der Schüler verbunden, können sie als invariante Merkmale für die Identifikation von Schülern jeweils einer spezifischen Klasse abstrahiert werden. Das heißt, die Identifikation steht dann im Dienste der Kennzeichnung einer Klasse von Schülern, von denen auf die Frage nach der Klassenzugehörigkeit eine gleiche Antwort erwartet werden kann.

Es kann vermutet werden, daß die der Objektidentifikation zugrundeliegenden Wahrnehmungsprozesse vergleichbare Zusammenhänge zur Lösung des geschilderten Paradoxons nutzen wie der vorgestellte Lehrer: An die Stelle der Fragen treten nun jedoch Aktionen, mit denen auf die Umwelt eingewirkt wird, und an die Stelle der Antworten treten die Konsequenzen und Veränderungen, die durch die eigenen Aktionen hervorgerufen werden. Registriert werden die Beziehungen zwischen den gegebenen Reizwirkungen und denen, die in der Folge von Aktionen eintreten, und „gesucht“ wird nach Invarianten für Klassen von Reizgegebenheiten, bei denen die jeweiligen Aktionen zu einheitlichen und damit vorhersagbaren Konsequenzen führen. Sind solche Invarianten vorhanden, dann werden sie abstrahiert und bestimmen den Wahrnehmungsinhalt im Sinne von visuellen Merkmalen zur Identifikation von Klassen von Reizwirkungen, für die auf eine bestimmte Aktion eine vergleichbare Konsequenz erwartet werden kann. Die zur Identifikation führenden Wahrnehmungen stünden nach diesen Überlegungen im Dienste der Antizipation von Verhaltenskonsequenzen. Sie könnten verstanden werden als Instrument zur Vorhersage der Veränderbarkeit von Gegebenheiten durch eigenes Verhalten und damit als Instrument zur Kontrolle des Erfolgs von Verhaltensakten.

1.2 Wahrnehmung und Antizipation

Überlegungen zum funktionellen Zusammenhang von Wahrnehmung und Verhalten haben in der psychologischen Literatur Tradition (vgl. Neumann & Prinz, 1990 a). Eine Durchsicht einiger der dabei vertretenen Auffassungen zeigt, daß die hier geäußerte Spekulation von den Funktionen der Wahrnehmung im Dienste einer Vorhersage von Verhaltenskonsequenzen bereits schon

oft, in der einen oder anderen Form, Gegenstand theoretischer Überlegungen war. Schon bei W. James (1881/1890, S. 1104) kann man lesen: *“At the moment when we consciously will a certain act, a mental conception made up of memory images of the sensations, defining which special act it is, must be there.”* Eine vergleichbare Auffassung vertritt Dewey (1896, S. 368), wenn er schreibt: *“We must have an anticipatory sensation, an image, of the movements that may occur, together with their respective values, before attention will go to the seeing ...”*. Beide Zitate bringen zum Ausdruck, daß ein willentlicher Verhaltensakt mit einer Antizipation der durch die Ausführung dieses Aktes zu erwartenden sensorischen Konsequenzen verbunden ist. Ach (1905, 1935) spricht im gleichen Zusammenhang von einer determinierenden Tendenz, die das Verhalten steuert, und er versteht darunter „die eigentümliche Nachwirkung, welche insbesondere von der *Zielvorstellung* ... ausgeht, die eine Realisierung des Geschehens im Sinne dieser Zielvorstellung nach sich zieht“ (Ach, 1935, S. 143).

Die Antizipation der mit einer Verhaltensausführung einhergehenden Wahrnehmungen bildet auch den Grundgedanken des Reafferenzprinzips (Anochin, 1967; von Holst & Mittelstaedt, 1950):

„Wir fragen nicht mehr nach der Beziehung zwischen einer gegebenen Afferenz und der durch sie bewirkten Efferenz, also nach dem Reflex, sondern gehen umgekehrt von der Efferenz aus und fragen: Was geschieht im ZNS mit der von dieser Efferenz über die Effektoren und Rezeptoren verursachten Afferenz, die wir die Reafferenz nennen wollen?“ (von Holst & Mittelstaedt, 1950, S. 464).

Im Gestaltkreisansatz ergänzen von Weizsäcker und seine Schüler das Reafferenzprinzip durch eine intentionale Komponente. Danach hängen die mit der Ausführung einer Efferenz zu erwartenden Reafferenzen nicht nur vom motorischen Kommando, sondern auch von der Intention ab, mit der es exekutiert wird. Efferenz und Afferenz, Bewegung und Wahrnehmung hängen nicht nur zusammen, sondern bilden eine unauflösliche Einheit: *„Die Wahrnehmung enthält nicht die Selbstbewegung als Faktor, der sie bedingt: sie ist Selbstbewegung“* (von Weizsäcker, 1950, S. 21).

Gibson hat herausgearbeitet, daß der Zusammenhang zwischen Bewegung und Wahrnehmung vermutlich durch die Abstraktion von Invarianten in den die Bewegung begleitenden Strukturveränderungen des umgebenden Lichtes (*ambient light*) vermittelt wird. Die Invarianten können die jeweilige Art der Bewegung so eindeutig bestimmen, daß ihre Ausführung daran kontrolliert werden kann, ob die entsprechenden Invarianten auch erzeugt werden, z. B.: *“To start, make the array flow. To stop, cancel the flow. ... To approach is to magnify a patch in the array, ...”* (Gibson, 1979, S. 233). Auch Neisser (1976, 1978) betont die Funktion von Antizipationen für die Wahrnehmung. Unter Bezugnahme auf Bartlett (1932) vermutet er, daß solche Antizipationen von erfah-

rungsabhängig sich ständig verändernden Schemata realisiert werden, die *„Information aufnehmen, wenn sie bei den Sinnesorganen verfügbar wird ... und die Bewegungen und Erkundungsaktivitäten leiten, die weitere Information verfügbar machen ...“* (Neisser, 1976, S. 50).

Prinz (1983) entwickelt in einer umfassenden Analyse der zwischen Wahrnehmung und Tätigkeitssteuerung zu berücksichtigenden Wechselwirkungen ergänzend die Vorstellung, daß Verhaltensakte mit äußeren Exekutionskriterien verbunden sind, die im Falle einer entsprechenden Verhaltensbereitschaft „markiert“ werden. *„Die Markierungsstärke eines Attributs regelt die Chance, daß es im Falle seiner Aktivierung verhaltenswirksam wird, d. h. für die Steuerung der Tätigkeit des Beobachters herangezogen wird“* (Prinz, 1983, S. 338). Es wird also vermutet, daß Verhaltensbereitschaften nicht nur mit Erwartungen für Verhaltenskonsequenzen, sondern auch für diejenigen Reizbedingungen einhergehen, die für eine erfolgreiche Verhaltensausführung als Voraussetzung gegeben sein müssen. Auch Dörner, Schaub, Stäudel und Strohschneider (1988) vermuten, daß Aktionsprogramme mit sensorischen Schemata verbunden sind, durch die sie aktiviert werden. *„Außerdem, zeigt ein Aktionsprogramm aber auch seinerseits auf eines oder mehrere neue sensorische Schemata, die den erwarteten Effekt der ausgeführten Operationen darstellen, und präaktiviert diese. Auf diese Weise ist eine sehr einfache und effektive Ausführungskontrolle motorischer Handlungsprogramme möglich“* (Dörner et al., 1988, S. 220 f.).

Es sollte deutlich geworden sein, daß bei den hier beispielhaft erwähnten Konzeptionen übereinstimmend eine Antizipation der erfolgreichen Verhalten begleitenden Reizwirkungen als der grundlegende Mechanismus vermutet wird, der die Wahrnehmung mit dem Verhalten zu einer Einheit verbindet. Diese Vermutung wird in Abbildung 3 veranschaulicht.

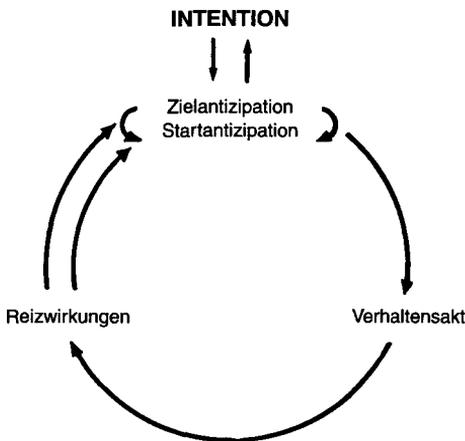


Abb. 3: Veranschaulichung der angenommenen Struktur einer antizipativen Verhaltenssteuerung.

Ein intentionaler Verhaltensakt wird danach durch wenigstens zwei Arten von Antizipationen gesteuert: (1) durch eine Antizipation von Eigenschaften eines zu erreichenden oder herzustellenden Zielzustands und (2) durch eine Antizipation derjenigen Eigenschaften eines Ausgangszustands, die erfahrungsgemäß gegeben sein müssen, damit er durch aktives Verhalten in den Zielzustand überführt werden kann. Die aktuellen Reizwirkungen werden mit den verhaltenssteuernden Antizipationen verglichen. Entspricht die gegebene Reizstruktur den antizipierten Startbedingungen hinreichend, wird der intendierte Verhaltensakt ausgeführt, der erfahrungsgemäß durch seine Anwendung auf den gegebenen Zustand den Zielzustand herzustellen vermag. Die durch das Verhalten hervorgerufenen Veränderungen der Reizstruktur werden mit den Zielantizipationen verglichen. Im Ergebnis dieser Vergleiche können sowohl die Antizipationen als auch die Verhaltensausführung an die tatsächlich gegebenen Bedingungen kontinuierlich angepaßt werden (vgl. Hoffmann, 1990, 1993).

1.3 Funktionale Äquivalenz und die Abstraktion von Invarianten

Der Ausgangspunkt unserer Diskussion war die Frage nach den Zusammenhängen, durch die die Einheiten bestimmt werden, die uns die Wahrnehmung erkennen läßt. Wenn man die Skizze von Abbildung 3 über die Verflechtung von Wahrnehmung und Verhaltenssteuerung durch die Antizipation verhaltensbedingter Reizänderungen zugrunde legt, dann läßt sich vermuten, daß die Einheiten, die wir wahrnehmen, durch Klassen von Reizstrukturen gebildet werden, die durch Verhaltensakte in antizipierbarer Weise verändert werden können. Für diese Klassen werden Invarianten gesucht, die damit zu Ausgangsbedingungen für die erfolgreiche Realisierung eines bestimmten Verhaltensaktes zur Erreichung eines antizipierten Zieles werden. Was wahrgenommen wird, bestimmt nach diesen Spekulationen die funktionale Äquivalenz von Reizstrukturen im Kontext von Verhaltensakten. Wie etwas wahrgenommen wird, bestimmen die Mechanismen der Invariantenbildung. Objektidentifikationen stehen nach diesen Überlegungen im Dienste der Verhaltenssteuerung. Mit der Identifikation von Objekten oder anderen Einheiten realisiert die Wahrnehmung die für eine erfolgreiche Verhaltensausführung notwendigen Informationen, die im wesentlichen darin bestehen, daß die Konsequenzen von möglichen Verhaltensweisen unter den gegebenen Bedingungen vorhergesagt werden können.

Mit diesen Überlegungen wird eine Sichtweise favorisiert, die, wie wir gesehen haben, schon oft vertreten wurde, und die Phänomene der Wahrnehmung dadurch zu verstehen sucht, daß sie in einen funktionellen Zusammenhang zur Verhaltenssteuerung gestellt werden (vgl. auch Neumann & Prinz, 1990 b). Ich

werde in den nächsten fünf Abschnitten dieser Arbeit die folgenden Probleme der Objektwahrnehmung diskutieren: (1) Die Dominanz globaler Merkmale bei der visuellen Identifikation, (2) die Bevorzugung der begrifflichen Identifikation von Objekten auf einem bestimmten Niveau begrifflicher Allgemeinheit, (3) die Identifikation von Teilen in visuellen Reizstrukturen, (4) kontextuelle Wirkungen auf die Identifikation von Objekten und schließlich (5) die (Un-)Abhängigkeit der Objektidentifikation von deren Orientierung im Raum. Die Darstellung wird sich auf Untersuchungen zur visuellen Identifikation von natürlichen Objekten beschränken. Arbeiten, die sich mit Identifikationsleistungen in speziellen Objektbereichen, etwa mit der Identifikation von Buchstaben, Worten oder Gesichtern beschäftigen, sowie Fragen der nichtvisuellen Identifikation von Objekten bleiben unberücksichtigt. Neben der Diskussion aktueller Erklärungsansätze werden wir bei jedem der behandelten Probleme auch versuchen, die experimentellen Phänomene in den hier einleitend angedeuteten funktionellen Zusammenhang von Wahrnehmung und Verhaltenssteuerung zu stellen.

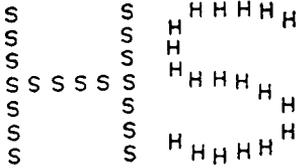
2 Die Dominanz globaler Merkmale

2.1 Die Dominanz des Globalen in der visuellen Wahrnehmung

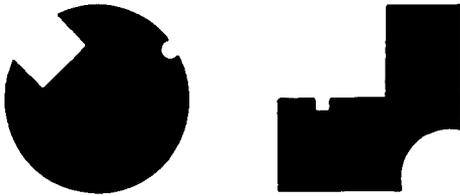
Es zeigt schon die Alltagserfahrung, daß in der visuellen Wahrnehmung die globale Erscheinungsform von Objekten gegenüber ihren lokalen Details dominiert. Der Unterschied etwa zwischen einer Säge und einer Linde ist uns eben „augenfälliger“ als der zwischen einer Platane und einer Linde, die sich nur in Details unterscheiden. Die Dominanz globaler visueller Reizwirkungen ist in verschiedenen Experimenten demonstriert worden. Pomerantz, Sager und Stoeber (1977) ließen ihre Versuchspersonen (Vpn) u. a. zwischen einem Pfeil und einem Dreieck bzw. zwischen einer positiv und einer negativ geneigten Diagonale unterscheiden (vgl. Abb. 4 a). Pfeil und Dreieck werden deutlich schneller unterschieden als die beiden Diagonalen, obwohl sie sich in genau nichts anderem unterscheiden, als eben in der Lage der Diagonale. Ein Unterschied im Detail wird also schneller wirksam, wenn er zu einem Unterschied in der globalen Form einer Konfiguration führt, als wenn er isoliert wahrgenommen wird (vgl. auch Pomerantz, 1983; Wandmacher & Arend, 1985). Navon (1977, 1981 a) hat die in Abbildung 4 b dargestellten Reize verwendet. Es sind sogenannte globale Buchstaben, die durch eine entsprechende Anordnung von lokalen Buchstaben gebildet sind. Die Verwendung dieser Reize bietet den Vorteil, daß globale und lokale Komponenten strukturell identisch sind, so daß Unterschiede in ihrer Verarbeitung nicht auf Strukturunterschiede



a)



b)



c)

Abb. 4: Figuren mit globalen und lokalen Merkmalen, wie sie in Untersuchungen von a) Pomerantz, Sager & Stoever (1977; 1977 American Psychological Association), b) Navon (1977, p. 360; 1977 Academic Press) und c) Hoffmann & Zießler (1986, p. 69; © 1986 Springer-Verlag), verwendet wurden. (Jeder Nachdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung der Verlage)

zurückgeführt werden können (Kinchla, 1974). Navon kann u. a. zeigen, daß Identifikationen der globalen Buchstaben durch die Identität der lokalen Buchstaben, aus denen sie bestehen, nicht beeinflusst werden, während umgekehrt Identifikationen der lokalen Buchstaben durch die Identität des globalen Buchstabens, von dem sie ein Detail sind, beeinflusst werden. Die Identifikation des globalen Buchstabens scheint also ohne Berücksichtigung der lokalen Buchstaben möglich zu sein, während umgekehrt die lokalen Buchstaben nicht identifiziert werden können, ohne den globalen Buchstaben ebenfalls zu identifizieren. Abbildung 4c zeigt schließlich Material, das von Hoffmann und Zießler (1986) verwendet wurde. Es handelt sich um global unterschiedliche Umrisse, in die „Einschnitte“ unterschiedlicher Größe als lokale Details „eingearbeitet“ sind. Auch hier werden Unterschiede der globalen Form schneller registriert als Unterschiede in den Einschnitten, ebenso, wie die Vpn auf die globale Form schneller reagieren als auf die Form eines der Einschnitte (Hoffmann & Zießler, 1986; Zießler & Hoffmann, 1987).

Obwohl das Verhältnis zwischen lokalen und globalen Merkmalen in den drei Materialien unterschiedlich ist (vgl. Pomerantz, 1981 zu einer Systematik dieser Beziehungen), kann übereinstimmend die Dominanz der globalen gegen-

über den lokalen Merkmalen demonstriert werden. Zur Erklärung dieses Phänomens ist vermutet worden, daß Reizstrukturen auf das visuelle System gleichzeitig Wirkungen ausüben, die sowohl für globale als auch für lokale Eigenschaften der Reizstruktur spezifisch sind und daß dabei globale Eigenschaften ihre Wirkungen schneller realisieren und damit auch schneller für Entscheidungen zur Verfügung stehen als lokale Details (Hughes, Layton, Baird & Lester, 1984; Navon, 1977, 1981 a, b). Die Dominanz der globalen Merkmale beruht danach auf ihrer schnelleren Verfügbarkeit im Prozeß der visuellen Informationsverarbeitung.

Insbesondere die Arbeiten von Navon (1977, 1981 a) haben kritische Überprüfungen angeregt. Dabei wurde gezeigt, daß der Vorrang der globalen gegenüber den lokalen Buchstaben durch verschiedene Faktoren modifiziert werden kann: So verschwindet der Effekt, wenn die globalen aus nur einigen wenigen lokalen Buchstaben gebildet werden (Martin, 1979); er kehrt sich um, wenn der Blickwinkel, unter dem die globalen Buchstaben betrachtet werden, ungefähr 7 Grad überschreitet (Kinchla & Wolfe, 1979); er hängt ab von der Diskriminierbarkeit der Buchstaben auf der globalen und der lokalen Ebene (Hoffman, 1980). Im Vergleich zu einer fest vorgegebenen Darbietungsposition verstärkt sich der Globalitätseffekt, wenn die Darbietungsposition variiert wird (Pomerantz, 1983), und er wird schließlich von Aufmerksamkeitsfaktoren beeinflusst (Kinchla, Solis-Macias & Hoffman, 1983; Miller, 1981 a, b; Ward, 1982).

2.2 Erklärungen für Globalitätseffekte

Die Beeinflussbarkeit der Effekte läßt verschiedene Vermutungen über die Ursachen zu, die der schnelleren Verfügbarkeit globaler gegenüber lokalen Buchstaben zugrunde liegen könnten: Informationen über die globalen Buchstaben, so läßt sich argumentieren, werden deshalb schneller verfügbar, weil sie entweder einfach großräumiger, oder leichter unterscheidbar, oder visuell auffälliger oder schneller zu lokalisieren sind als lokale Buchstaben (vgl. Navon, 1981 a).

Die Schwierigkeit, die Ursachen für Globalitätseffekte zu erkennen, sind Ausdruck einer theoretisch noch unbefriedigenden Unterscheidung globaler und lokaler Merkmale. Es bieten sich gegenwärtig drei Möglichkeiten an: Erstens läßt sich eine visuelle Struktur als aus elementaren Komponenten bestehend beschreiben, die sich in Abhängigkeit von den Relationen, die sie untereinander eingehen, zu Einheiten verbinden, die sich wiederum zu größeren Einheiten verbinden können usw., bis die gesamte Reizstruktur erfaßt ist (Bieder-

man, 1987; Palmer, 1975; Winston, 1975). Eine visuelle Reizstruktur stellt sich danach als hierarchisch strukturiertes Gebilde dar, das von unten nach oben aufsteigend immer größere Anteile der Reizstruktur integriert. Globale und lokale Merkmale sind hier relativ bestimmt: Strukturen einer bestimmten Beschreibungsebene sind global in Relation zu den untergeordneten Komponenten, und sie sind lokal in Relation zur übergeordneten Ebene, in die sie als Komponente eingehen. Zweitens kann eine visuelle Reizstruktur als aus einer Umrissfigur bestehend beschrieben werden, in die visuelle Details an bestimmten (relativen) Orten eingebettet sind (Bouma, 1971; Kosslyn & Schwartz, 1978). Das globale Merkmal wäre hier durch die Formeigenschaften des Umrisses und die lokalen Details durch die Feinstrukturen innerhalb des Umrisses gegeben. Drittens kann eine visuelle Reizstruktur in Raumfrequenzen zerlegt werden. Daß das visuelle System auf Raumfrequenzen unterschiedlicher Bandbreite selektiv reagiert, kann als Tatsache gelten (vgl. De Valois & De Valois, 1980; Ginsburg, 1986) und daß Identifikationsleistungen für visuelle Muster mit ihrem „Raumfrequenzgehalt“ deutlicher kovariieren als mit anderen Beschreibungen der Muster, ist ebenfalls demonstriert worden (z. B. Harvey, 1986; Harvey, Roberts & Gervais, 1983). Bei einer Kodierung visueller Reize in Raumfrequenzen repräsentieren die niedrigen Raumfrequenzen ihre globalen und die hohen Frequenzen ihre lokalen Merkmale.

Um die im Vergleich zu lokalen Merkmalen schnellere Verfügbarkeit globaler Merkmale auf der Grundlage der genannten Vorstellungen zu erklären, sind sie durch entsprechende Prozeßannahmen zu ergänzen: Es wäre also anzunehmen, daß sich die hierarchische Struktur einer Reizkonfiguration im Wahrnehmungsprozeß von oben beginnend aufbaut, daß die Verarbeitung mit dem Umriss einer Konfiguration beginnt oder daß das visuelle System schneller auf niedrige als auf hohe Raumfrequenzen reagiert (Breitmeyer & Ganz, 1977; Wilson & Bergen, 1979). Welche dieser Annahmen der Dynamik visueller Wahrnehmungsprozesse am ehesten gerecht wird, ist gegenwärtig schwer zu entscheiden.

Der erwähnte Einfluß von Aufmerksamkeitsfaktoren suggeriert noch eine weitere Interpretationsmöglichkeit. Miller (1981 a, b) zeigte etwa, daß die Identifikation globaler Buchstaben, anders als in den Untersuchungen von Navon (1977, 1981 a), dann durch die Identität der lokalen Buchstaben beeinflusst wird, wenn die Vpn nicht entweder nur auf globale oder nur auf lokale Buchstaben, sondern auf beide gleichzeitig zu achten haben (vgl. auch Ward, 1982). Er schlußfolgert, daß Informationen über die Identität der lokalen Buchstaben bereits zur Verfügung stehen müssen, wenn über die Identität der globalen Buchstaben Entscheidungen fallen. Zur gleichen Schlußfolgerung gelangen auch Boer und Keuss (1982) im Resultat von *speed-accuracy*-Analysen. Der Einfluß lokaler Buchstaben auf die Identifikation des globalen Buchstabens

verändert sich mit der Identifikationszeit nicht. Auch dies spricht dafür, daß lokale Details ihre Wirkung gleichzeitig mit den globalen Merkmalen entfalten (vgl. Wandmacher & Arend, 1985). Die Globalitätsdominanz wird nach diesen Überlegungen nicht durch Wahrnehmungs-, sondern durch Aufmerksamkeitsprozesse verursacht: Globale Merkmale werden nicht deshalb bevorzugt verarbeitet, weil sie im Wahrnehmungsprozeß schneller verfügbar werden, sondern weil sie bevorzugt die Aufmerksamkeit auf sich ziehen (Boer & Keuss, 1982; Miller, 1981 a, b; Wandmacher & Arend, 1985; vgl. aber auch Hughes, Layton, Baird & Lester, 1984).

Die Unterscheidung zwischen Verfügbarkeit und Nutzung visueller Merkmale ist zum Ausgangspunkt einer Untersuchung von Kämpf und Hoffmann (1990) gemacht worden. Die Vpn hatten geometrische Figuren, ähnlich denen in Abbildung 4c, nach einem Algorithmus zu klassifizieren, der entweder eine Nutzung der Figurenmerkmale in der Sequenz von Global nach Lokal oder umgekehrt, von Lokal nach Global verlangte. Das heißt, die Sequenz verhielt sich entweder kongruent oder inkongruent zur vermuteten Sequenz der Verfügbarkeit. Es zeigten sich (1) ein Ansteigen der Klassifikationszeiten mit der Anzahl der zu berücksichtigenden Merkmale, (2) schnellere Klassifikationen, wenn zuerst das globale Merkmal zu berücksichtigen war und, vor allem, (3) Wechselwirkungen zwischen beiden Faktoren, die darauf hindeuten, daß die Sequenz, in der Informationen über globale und lokale Merkmale im Wahrnehmungsprozeß verfügbar werden und die Sequenz, in der diese Merkmale bei Entscheidungen genutzt werden, nicht unabhängig voneinander sind, sondern aufeinander abgestimmt werden können. Die gleiche Schlußfolgerung erlauben auch Beobachtungen von Paquet und Merikle (1988): Auf globale Buchstaben geforderte Reaktionen wurden allein durch die globale Identität eines ebenfalls dargebotenen, aber zu ignorierenden Buchstabens beeinflusst, während Reaktionen auf lokale Buchstaben allein durch die lokale Identität des zu ignorierenden Buchstabens beeinflusst werden. Vom zu ignorierenden Buchstaben werden also jeweils nur die Reizaspekte (global oder lokal) wirksam, die auch die Reaktion auf den zu beachtenden Buchstaben bestimmen. Die visuelle Verarbeitung scheint danach kein unbeeinflussbarer modularer Prozeß zu sein, in dessen Verlauf globale stets vor lokalen Reizaspekten verfügbar werden. Die Ergebnisse deuten vielmehr darauf hin, daß die visuelle Dominanz von Merkmalen von ihrer jeweiligen Verhaltensrelevanz, von ihrer funktionellen Dominanz, mitbestimmt wird.

2.3 Funktionale Vorteile globaler Dominanz

Unter funktionalem Gesichtspunkt gewinnt noch ein anderer Aspekt der Dominanz globaler Merkmale an Bedeutung, der bisher kaum Beachtung gefun-

den hat: Während die Identifikation eines lokalen Details in der Regel seine Fixation erfordert, können globale Merkmale vermutlich zumeist ohne spezifische Fixation, quasi auf den ersten Blick erfaßt werden. Damit repräsentieren sie fixationsunabhängige Ausgangsbedingungen für die Lokation von Details und zwar immer dann, wenn Details überzufällig an bestimmten Stellen einer globalen Struktur lokalisiert sind. Unter dieser Voraussetzung erlaubt die Identifikation des globalen Merkmals die Antizipation von Details an bestimmten Orten der globalen Struktur und damit deren gezielte Erzeugung durch entsprechende Blickbewegungen zu diesen Orten. Aus dieser Sicht ist die Dominanz globaler Merkmale weder Ausdruck einer festen Sequenz in der Verfügbarkeit noch in der Nutzbarkeit globaler und lokaler Merkmale, sondern vielmehr eine notwendige Voraussetzung für eine gezielte Erzeugung visueller Informationen durch Blickbewegungen.

3 Basisbegriffe

3.1 Das Basisniveau in begrifflichen Taxonomien

Objekte können auf unterschiedlichen Niveaus der Allgemeinheit identifiziert werden. Die in Abbildung 5 dargestellte Figur etwa können wir mit jeweils gleicher Berechtigung als Meise, Vogel, oder Tier identifizieren. Die verschiedenen Identifikationen sind jedoch nicht gleichberechtigt. Objekte können auf einem mittlerem Niveau zumeist leichter identifiziert werden als auf einem spezifischeren bzw. allgemeineren Niveau. Die Meise kann leichter als Vogel denn als Meise oder Tier identifiziert werden, die Eiche leichter als Baum denn als Eiche oder Pflanze oder ein Jeep leichter als Auto denn als Jeep oder Fahrzeug. Diese in der Identifikation bevorzugten Begriffe mittlerer Allgemeinheit sind von Rosch (1977) *Basisbegriffe* genannt worden.

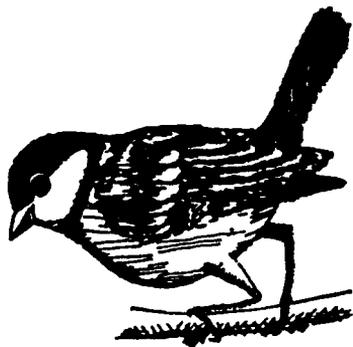


Abb. 5: Eine Meise, ein Vogel und ein Tier.

Objektidentifikationen werden in drei zu unterscheidenden Verhaltenszusammenhängen gefordert: Einmal, wenn ein Objekt unerwartet eine Reaktion erfordert (Was ist das?), zum zweiten, wenn für ein Objekt entschieden werden muß, ob es einer erwarteten Kategorie entspricht (Ist es das?), und schließlich drittens, wenn nach einem bestimmten Objekt gesucht wird (Wo ist es?). Unter allen drei Anforderungen wurde die Bevorzugung der Basisbegriffe experimentell belegt: Fordert man beispielsweise Vpn auf, Objekte so schnell wie möglich zu benennen (Was ist das?), werden fast ausschließlich Basisbegriffe für die Benennung der Objekte gewählt. Basisbenennungen werden dabei im Mittel auch schneller realisiert als die gelegentlich auftretenden speziellen und die sehr seltenen allgemeinen Benennungen (Hoffmann & Kämpf, 1985; Jolicoeur, Gluck & Kosslyn, 1984; Rosch, Mervis, Gray, Johnson & Boyes-Braem, 1976; Seguí & Fraise, 1968). Auch im Spracherwerb benutzen Kinder zuerst Basisbegriffe, bevor sie genauere Unterscheidungen und allgemeinere Zusammenfassungen beherrschen (Anglin, 1977; Brown, 1958; Mervis & Crisafi, 1982; Mervis & Rosch, 1981).

Verlangt man von Vpn, die Zugehörigkeit eines Objekts zu einem vorgegebenen Begriff so schnell wie möglich zu verifizieren (Ist es das?), gelingt dies wieder für Zuordnungen zu Basisbegriffen schneller, als zu relativ spezielleren oder allgemeineren Begriffen (Hoffmann, 1982; Hoffmann, Zießler, Grosser & Kämpf, 1985; Rosch et al., 1976; Zimmer, 1983). Und läßt man schließlich nach Objekten suchen (Wo ist es?), dann werden sie unter sonst gleichen Bedingungen schneller gefunden, wenn nach ihnen als Objekt eines Basisbegriffs anstatt eines spezielleren oder allgemeineren Begriffs gesucht wird (Hoffmann & Grosser, 1985, 1986). Alle diese Befunde (auf Ausnahmen werden wir später eingehen) belegen, daß Objekte bevorzugt auf dem Niveau der Basisbegriffe identifiziert werden.

Die Ursachen für die Bevorzugung der Basisbegriffe werden vor allem in den Besonderheiten ihrer Merkmalscharakteristik gesehen. Rosch und Mervis (1975) argumentieren etwa, daß sich die Begriffe der Basisebene durch eine besonders hohe „*family resemblance*“ (Familienähnlichkeit; Wittgenstein, 1953) insofern auszeichnen, als die zu ihnen gehörenden Objekte viele Merkmale teilweise gemeinsam besitzen, die sie mit Objekten nebengeordneter Kategorien nicht teilen. Es sind die Begriffe derjenigen Allgemeinheitsebene, in der die Objekte innerhalb der Kategorien einander maximal ähnlich und gleichzeitig zwischen den Kategorien einander maximal unähnlich sind (Mervis & Rosch, 1981; Murphy & Brownell, 1985; vgl. aber auch Medin, Wattenmaker & Hampson, 1987). Rosch et al. (1976, S.435) bestimmen die Basisbegriffe als „... *the most general classes at which attributes are predictable, objects of the class are used in the same way, objects can be readily identified by shape, and at which classes can be imaged*“. Jones (1983) bestimmt die Basiskategorien als

diejenigen Begriffe, bei denen sowohl von der Kategorienzugehörigkeit auf die Merkmalscharakteristik eines Objekts als auch von der Merkmalscharakteristik eines Objekts auf seine Kategorienzugehörigkeit verlässlich geschlossen werden kann. Hoffmann und Zießler (1982) betonen die Unterscheidung zwischen Merkmalen, die sich auf wahrnehmbare und solchen, die sich auf nicht wahrnehmbare Eigenschaften beziehen. Basisbegriffe erscheinen danach als die jeweils relativ allgemeinsten Begriffe, die noch überwiegend durch wahrnehmbare Merkmale charakterisiert werden. Tversky und Hemenway (1984) stellen fest, daß Basisbegriffe durch besonders viele Teil-von-Merkmale (Auto hat Räder, Baum hat Blätter, Stuhl hat Lehne, usw.) gekennzeichnet werden, die in Merkmalsassoziationen zu über- wie auch untergeordneten Begriffen seltener sind (vgl. auch Hoffmann, 1986).

3.2 Basisbegriffe und globale Dominanz

Für ein Verständnis der bevorzugten Identifikation von Objekten auf dem Niveau der Basisbegriffe sind die Annahmen zur Struktur der Basisbegriffe durch Prozeßannahmen zu ergänzen. Hier sind vor allem die Beobachtungen von Bedeutung, die die Basisbegriffe als die jeweils relativ allgemeinsten Kategorien mit anschaulichen Merkmalen (Hoffmann & Zießler, 1982), vor allem mit gemeinsamer Form (Rosch et al., 1976) und gemeinsamen Konfigurationen von Teilen (Tversky & Hemenway, 1984) kennzeichnen. Die zu den Basisbegriffen gehörenden Objektklassen sind danach vor allem durch gemeinsame globale Merkmale charakterisierbar. Bezieht man dies auf die im vorigen Abschnitt diskutierte globale Dominanz, wird die folgende Erklärung für die Bevorzugung der Basisbegriffe in der Objektidentifikation suggeriert (Hoffmann, 1982, 1986; Hoffmann, Zießler & Grosser, 1984). Die visuelle Identifikation eines Objekts ist ein Prozeß, in dessen Verlauf die von einem Objekt ausgehenden visuellen Wirkungen kontinuierlich für eine Spezifizierung der begrifflichen Identität des Objekts genutzt werden (vgl. Abb. 6).

Die früh verfügbaren globalen Merkmale eines Objekts (z. B. Meise) erlauben seine Identifikation als zunächst nur zu einer Kategorie zugehörig, die (wenn es sie gibt) durch globale Merkmale gekennzeichnet ist, eben zum Basisbegriff (Vogel). Seine Identifikation auf einem spezielleren Niveau (Meise) erfordert die Verarbeitung zusätzlicher visueller Merkmale wie etwa die spezifische Form eines lokalen Details an einer bestimmten Stelle der globalen Form des Objekts (etwa die Form des Schnabels oder die besondere Färbung der Kopffedern). Die Zuordnung des Objekts zu einem übergeordneten Begriff (Tier) ist dagegen nicht von der Verarbeitung weiterer visueller Merkmale abhängig, sondern vom Wissen über die begriffliche Zugehörigkeit des identifizierten

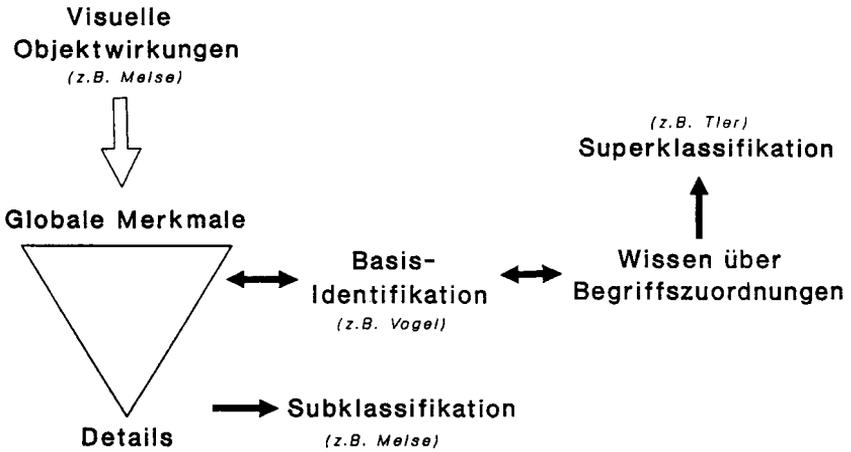


Abb. 6: Schematische Darstellung der angenommenen Zusammenhänge zwischen visueller Verarbeitung und begrifflicher Identifikation von Objekten.

Basisbegriffs zur übergeordneten Kategorie. Nach diesen Überlegungen ist die bevorzugte Identifikation von Objekten auf der Ebene der Basisbegriffe vor allem Ausdruck der Bevorzugung globaler Reizeigenschaften in der visuellen Wahrnehmung.

Die in Abbildung 6 vermuteten Zusammenhänge sind auf verschiedene Weise experimentell überprüft worden: Verlangt man die Zuordnung eines tachistoskopisch gezeigten Objektes zu einem Basis- oder zu einem übergeordneten Begriff und fordert die Vpn nach einer korrekten Zuordnung auf, das gesehene Objekt nachträglich zu spezifizieren (z. B. „Ja, das war ein Baum/Tier, können Sie auch sagen, was für ein Baum/Tier es war?“), dann gelingen Spezifizierungen übergeordneter Begriffe (Tier) unabhängig von der Darbietungszeit fast immer. Die Häufigkeiten korrekter Spezifizierungen von Basisbegriffen (Baum) steigen dagegen erst mit zunehmender Darbietungszeit langsam an (Hoffmann, 1982). Das Resultat entspricht der Annahme, daß für die Zuordnung nur zu einem übergeordneten aber nicht zu einem Basisbegriff die Identifikation des Objekts auf der untergeordneten Ebene Voraussetzung ist.

Auch in einem anderen Experiment hatten die Vpn tachistoskopisch dargebotene Objekte Begriffen unterschiedlicher Allgemeinheit zuzuordnen. Die Zuordenbarkeit zu spezifischen Unterbegriffen (Meise) wurde durch die Verkürzung der Darbietungszeit weit stärker beeinträchtigt als die Zuordenbarkeit zu Basis- und übergeordneten Begriffen (Vogel/Tier), für die sich die Zuordnungsleistungen nicht unterscheiden (Hoffmann et al., 1984). Dies bestätigt

die Annahmen, nach denen vor allem spezifische Unterbegriffsidentifikationen von erst später im Wahrnehmungsprozeß verfügbaren visuellen Details abhängen und die Zuordnung zu übergeordneten Begriffen immer nur höchstens so gut sein kann, wie die Zuordnung zu den Basisbegriffen. Weiterhin konnte gezeigt werden, daß ein verbales Training von untypischen Zuordnungen (z. B. eine Eibe ist ein Baum, ein Pilz ist eine Pflanze, usw.) lediglich Objektzuordnungen zu übergeordneten (Pflanze), aber nicht zu Basisbegriffen (Baum) beschleunigt. Diese Beobachtung entspricht der Annahme, daß nur bei Zuordnungen zu übergeordneten Begriffen explizites Wissen über begriffliche Zuordnungen eine Rolle spielt (Hoffmann et al., 1984).

In Studien mit künstlichen Begriffshierarchien über geometrischen Figuren (Hoffmann & Grosser, 1986; Hoffmann & Zießler, 1983, 1986) wurde darüber hinausgehend gezeigt, daß die Charakteristik einer Figurenmenge durch globale Merkmale alleine ausreicht, um Phänomene der Basisidentifikation beobachten zu können. Sie können also nicht auf andere Faktoren (kürzere Benennungen auf der Ebene der Basisbegriffe, höhere Worthäufigkeiten der Basisnamen, früherer Erwerb der Basisbegriffe) zurückgeführt werden (vgl. auch Murphy & Smith, 1982). In einer Studie wurde zusätzlich gezeigt, daß sich die Phänomene auch nur dann einstellen, wenn die entsprechende Objektmenge durch ein globales, aber nicht, wenn sie durch ein lokales Merkmal unter sonst identischen Bedingungen charakterisiert ist (Hoffmann & Grosser, 1986; Hoffmann, Grosser & Klein, 1987; Zimmer & Biegelmann, 1990).

Insgesamt unterstützen die geschilderten Befunde (1) die Bedeutung globaler Merkmale für die Ausbildung und Stabilisierung von Basisbegriffen, (2) den relativ erhöhten perceptiven Aufwand für eine spezifischere im Vergleich zu einer Basisidentifikation und (3) die Annahme, daß der ebenfalls relativ erhöhte Aufwand für eine allgemeinere Identifikation nicht durch perceptive Prozesse bedingt ist. Nach diesen Vorstellungen beruhen die Phänomene der Basisidentifikation auf einer engen Verzahnung einer von globalen zu lokalen Merkmalen voranschreitenden visuellen Analyse mit einer von Basiskategorien zu spezifischeren Klassifizierungen voranschreitenden Objektidentifikation. Es ist vermutlich die fixationsunabhängige Identifizierbarkeit globaler Merkmale, die eine schnelle Zuordnung zum Basisbegriff erlaubt. Gleichzeitig werden damit, wie im vorigen Abschnitt diskutiert, gezielte Fokussierungen zur Identifikation von antizipierbaren Detailmerkmalen ermöglicht, die zu einer weiteren begrifflichen Spezifikation des Objekts führen.

3.3 Basisbegriffe und funktionale Äquivalenz

Allerdings werden nicht für alle Objektklassen mit hinreichend gemeinsamen globalen Merkmalen Basisbegriffe gebildet. Es gibt z. B. keinen gemeinsamen Basisbegriff für Tennisbälle, Orangen und Klöße, oder für Bleistifte, Eßstäbchen und Makkaroni, die sich jeweils einander doch wenigstens so ähnlich sind wie Eichen, Kiefern und Birken, die im Basisbegriff „Baum“ zusammengefaßt werden. Schon diese einfachen Beispiele zeigen, daß gemeinsame globale Merkmale nicht hinreichend sind, um Objekte in einem Basisbegriff zu integrieren. Offensichtlich müssen globale Merkmale auch funktional einheitlich beansprucht werden, damit sie einen Basisbegriff bilden. Nach dieser Argumentation haben Basisbegriffe ihre hervorgehobene Stellung nicht allein ihren strukturellen Eigenschaften zu verdanken, sondern vor allem der Tatsache, daß sie Objektklassen differenzieren, zwischen denen auch gewöhnlich unterschieden werden muß. Es reicht in aller Regel aus, eine Eiche als Baum, eine Meise als Vogel, oder einen Karpfen als Fisch zu behandeln, genauere Differenzierungen werden uns kaum abverlangt. Die Basisbegriffe sind nach dieser Überlegung in erster Linie durch ihre funktionale Angemessenheit und erst in zweiter Linie durch ihre Merkmalscharakteristik bestimmt.

Daß die „funktionale Paßfähigkeit“ entscheidenden Einfluß auf die Bildung von Basisbegriffen hat, wird u. a. an der Existenz von „Basisbegriffen“ innerhalb der einem Basisbegriff zuordenbaren Objektmenge deutlich. Hoffmann und Kämpf (1985) haben entsprechende Beobachtungen berichtet: Bei Benennungsexperimenten werden anstelle der Basisbegriffe gelegentlich speziellere Bezeichnungen bevorzugt. Beispiele dafür sind Huhn und Rose. Die jeweiligen Begriffe auf dem Basisniveau sind „Vogel“ und „Blume“. Die Bilder eines Huhnes und einer Rose werden jedoch ausschließlich „Huhn“ bzw. „Rose“ benannt und dies bei Benennungszeiten, die denen für Basisbenennungen entsprechen (vgl. auch Jolicoeur, Gluck & Kosslyn, 1984; Murphy & Brownell, 1985). Offensichtlich haben die Subkategorien „Huhn“ und „Rose“ einen Status erworben, der dem ihrer übergeordneten Basisbegriffe vergleichbar ist. Es ist für beide Beispiele intuitiv einsichtig, daß es sich um Subkategorien handelt, die sich nicht nur von anderen Subkategorien des gleichen Basisbegriffs anschaulich unterscheiden, sondern ihnen gegenüber (also das Huhn gegenüber anderen Vögeln und die Rose gegenüber anderen Blumen) auch funktional insofern hervorgehoben sind, als sie spezifische Verhaltensbezüge haben.

Zimmer (1984) berichtet vergleichbare Ergebnisse. In seinen Experimenten haben Laien und Floristen u. a. Blumen zu identifizieren. Während den Laien die Identifikation auf dem Basisniveau (Blume) schneller gelingt als auf dem Niveau der Subkategorien (Nelke, Lilie, Krokus, Tulpe usw.), klassifizieren

die Floristen die Blumen auf beiden Niveaus gleich schnell. Ihre Vertrautheit mit den Blumen und die berufsbedingte Notwendigkeit ständiger Differenzierungen führen offensichtlich dazu, daß Subkategorien, die einem Basisbegriff untergeordnet sind, selbst den Status von Basisbegriffen erhalten können.

Das Phänomen der Basisbegriffe scheint nach diesen Beobachtungen also nicht an Begriffe gleicher Allgemeinheit gebunden zu sein. Es gibt nicht ein ausgezeichnetes Niveau innerhalb von Begriffshierarchien, auf dem die Basisbegriffe ausnahmslos liegen. Es scheint sich bei den Basisbegriffen vielmehr um Kategorien von Objekten zu handeln, deren funktionale Äquivalenz in der Verhaltenskoordination häufig genug erfahren wird und deren visuelle Eigenschaften günstige Voraussetzungen für die Abstraktion gemeinsamer, möglichst globaler Invarianten bieten. Man könnte in Anlehnung an unsere einleitenden Spekulationen auch formulieren, daß Basisbegriffe Klassen von Reizwirkungen repräsentieren, die als Ausgangsbedingungen für gezielte Verhaltensakte durch invariante globale Merkmale charakterisiert sind. Basisbegriffe sind danach ein Resultat des Zusammentreffens von einander gegenseitig begünstigenden funktionellen und perzeptiven Eigenschaften, das für Objektmengen ganz unterschiedlicher Allgemeinheit zutreffen kann und nicht auf Begriffe eines spezifischen Niveaus beschränkt ist (vgl. Hoffmann, 1986).

4 Die Wahrnehmung von Teil-Ganzes Beziehungen

4.1 Über den Ursprung von Teilstrukturen in der Wahrnehmung

Bei den Objekten, mit denen wir es alltäglich zu tun haben, handelt es sich in der Regel um Gebilde, die sich aus einzelnen Teilen zusammensetzen. Ein Messer besteht aus einem Griff und einer Klinge; eine Kanne aus dem Behälter, einem Henkel, einer Tülle und einem Deckel; ein Stuhl aus dem Sitz, den Beinen und einer Lehne usw. Bei komplexeren Gebilden gliedern sich die Teile selbst wieder in Teile. Ein Teil des menschlichen Körpers ist der Kopf, ein Teil des Kopfs ist das Gesicht, ein Teil des Gesichts ist das Auge und ein Teil des Auges ist die Pupille. Teile und Ganzheiten sind hier hierarchisch aufeinander bezogen und bilden sogenannte Partonomien (Tversky & Hemenway, 1984).

Im Prozeß der visuellen Identifikation eines Objekts nehmen wir seine Teile zumeist mit der gleichen Selbstverständlichkeit wahr, wie wir in einer Szene Objekte wahrnehmen. Selbst bei der Betrachtung eines völlig unbekanntes Objekts wie in Abbildung 7 sehen wir einen Behälter mit Aufbauten, eine Art

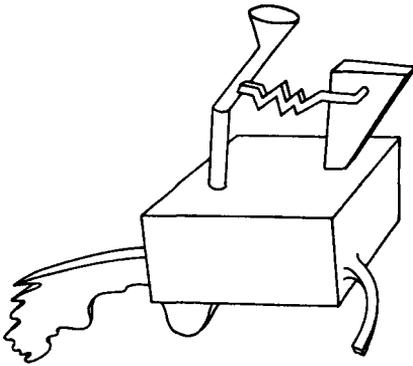


Abb.7: Ein unbekanntes Objekt. (Aus Biederman, 1987, p. 116. ©1987 Academic Press, Inc.; Nachdruck mit freundlicher Genehmigung)

Griff, eine Art Rad und ein etwas seltsames Anhängsel. Obwohl wir das Objekt nicht kennen – die Teile, aus denen es zu bestehen scheint, sehen wir unmittelbar. Der Wahrnehmungsprozeß ist vermutlich so organisiert, daß er eine Beschreibung der gegebenen Reizwirkungen liefert, in der einzelne der Reizwirkungen enger zusammengehörig erscheinen als andere, so daß die gesamte Konfiguration als ein aus Teilen bestehendes Ganzes gesehen wird. Nach welchen Gesetzmäßigkeiten dies geschieht, ist weitgehend unbekannt und eines der grundsätzlichen Probleme der Objektidentifikation.

Insbesondere die Vertreter der Gestalttheorie haben solche Phänomene der Wahrnehmungsorganisation systematisiert und in „Gestaltgesetzen“ beschrieben (z. B. Köhler, 1929; Koffka, 1935; Metzger, 1975; Wertheimer, 1923; vgl. Boring, 1942). Das *Gesetz der Nähe* besagt etwa, daß innerhalb einer Konfiguration nahe beieinander liegende Reize eher als zusammengehörig gesehen werden als voneinander entfernte Reize; das *Gesetz der kontinuierlichen Fortführung* besagt, daß Linien an Schnittpunkten bevorzugt im Sinne einer Fortführung ihrer bisherigen Linienführung gesehen werden. Das *Gesetz der Ähnlichkeit* besagt, daß ähnliche Reize eher als zusammengehörig erlebt werden als unähnliche Reize und das *Gesetz der Geschlossenheit* verweist auf die Tendenz, in geometrischen Gebilden geschlossene Linienzüge als strukturelle Einheiten wahrzunehmen (Abb. 8).

Palmer (1977) hat den Versuch unternommen, die Wirkung einiger der genannten Gestaltfaktoren experimentell zu erfassen. Er verwendete Figuren, die durch die Auswahl von 6 aus einer Gesamtheit von 16 elementaren Linien entstehen können. Die Analyse der Wahrnehmungsorganisation in dieser „Mikrowelt“ bietet drei Vorteile: Erstens kann angenommen werden, daß die elementaren Wahrnehmungseinheiten durch die Linien gegeben sind, aus denen sich alle Figuren zusammensetzen. Zweitens lassen sich Eigenschaften dieser

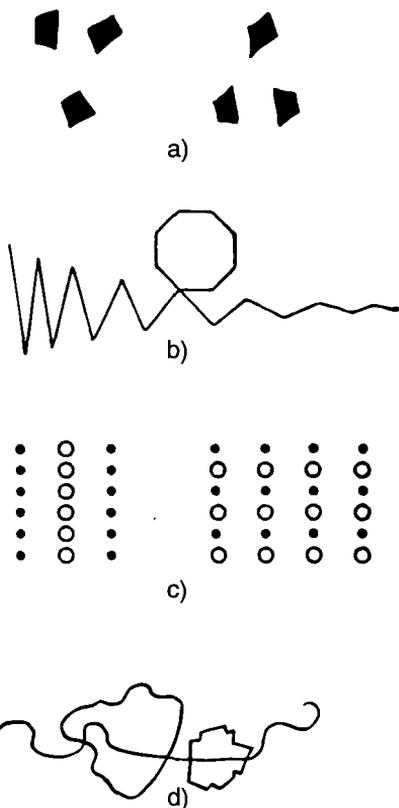
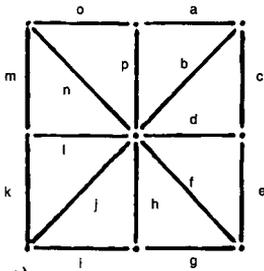


Abb. 8: Illustrationen zu einigen Gestaltgesetzen: a) das Gesetz der Nähe – es werden zwei Gruppen von Figuren gesehen, b) das Gesetz der guten Fortsetzung – es werden ein Achteck und eine Zickzacklinie gesehen, c) das Gesetz der Ähnlichkeit – die identischen Figuren werden jeweils als Zeilen und Spalten gesehen, d) das Gesetz der Geschlossenheit – es werden zwei Figuren und eine Linie gesehen, so daß die verborgene 4 nicht erkannt wird.

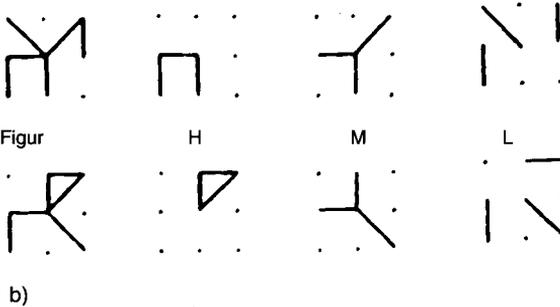
Elementareinheiten leicht bestimmen, da sie lediglich hinsichtlich ihrer Länge, ihrer Lage und ihrer Orientierung variieren, und schließlich können Relationen zwischen ihnen präzise definiert werden. Palmer betrachtet, angeregt durch die entsprechenden Gestaltfaktoren, die Relationen Nähe, Verbundenheit, Kontinuität der Fortsetzung und Ähnlichkeit in Orientierung und Länge zweier Linien. Für jede beliebige Teilmenge von Linien einer Figur können die zwischen den Elementen dieser Teilmenge bestehenden Relationen bestimmt und mit den Relationen dieser Elemente zu den außerhalb der Teilmenge liegenden Elementen verglichen werden. Die Teilmenge bildet ein umso besseres Teil der Figur je stärker ihre Elemente untereinander und je schwächer sie mit anderen Elementen der Figur relational verbunden sind. Das heißt, die „Güte“ eines Teils einer Figur hängt ab von den Relationen zwischen den Elementen dieses Teils relativ zu den Relationen dieser Elemente zu den anderen Elementen der Figur.

Abbildung 9 zeigt die Gesamtmenge der 16 Linien, zwei aus jeweils sechs Linien gebildete Figuren sowie Teile dieser Figuren aus jeweils drei Linien, die



a)

Abb. 9: Beispiele der von Palmer (1977) verwendeten Figuren: a) die Grundlinien, aus denen sich die Figuren zusammensetzen, b) zwei Figuren mit Beispielen für Teile hoher (H), mittlerer (M) und geringer (L) „Güte“. (Aus Palmer, 1977, p. 445, Abb. 2. ©1977 Academic Press; Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlags)



als gute (H), mittlere (M), bzw. schlechte (L) Teile gelten. Palmer forderte seine Vpn auf, Figuren in ihre „natürlichen Teile“ zu zerlegen, die Güte von Teilen einer vorgegebenen Figur zu beurteilen, so schnell wie möglich zu bestimmen, ob ein Teil in einer Figur enthalten war, und sie wurden schließlich gebeten, zwei getrennt vorgegebene Teile anschaulich zu einem Ganzen zu verbinden. In allen diesen Anforderungen zeigte sich eine Abhängigkeit der Leistungen von der theoretisch bestimmten Güte der jeweiligen Teile: Die Vpn zerlegten die Figuren fast ausschließlich in „gute“ Teile, das subjektive Urteil über die Güte korrelierte hoch mit der theoretisch bestimmten Güte, „gute“ Teile wurden sehr viel schneller entdeckt als schlechtere Teile, und sie wurden in der Anschauung auch schneller integriert. Bower und Glass (1976) haben zusätzlich gezeigt, daß es bei Vorgabe „guter“ Teile den Vpn besser gelingt, die Gesamtkonfiguration, der sie jeweils entnommen waren, aus dem Gedächtnis zu reproduzieren, als bei vergleichsweise schlechteren Teilen.

Die Resultate bestätigen die grundsätzliche Erkenntnis der Gestalttheorie, nach der visuelle Reizkonfigurationen als ganzheitliche Gebilde wahrgenommen werden, die sich aus zueinander in Beziehung stehenden Teilen zusammensetzen, wobei die Teile sowohl durch ihre innere Kohärenz als auch durch ihre Beziehungen zum Ganzen bestimmt sind. Die Resultate bestätigen darüberhinaus den Einfluß der betrachteten Relationen Nähe, Verbundenheit, Kontinuität und Ähnlichkeit, ohne jedoch eine Erklärung dafür zu liefern, warum gerade diese Relationen die Wahrnehmungsorganisation vorherzusagen

gen gestatten. Es handelt sich, wie Palmer ausdrücklich bemerkt, um einen Ansatz zur Beschreibung von Wahrnehmungsstrukturen, nicht um eine Beschreibung der Prozesse, die zu dieser Strukturierung führen.

Die in den Untersuchungen von Palmer (1977) demonstrierte Vorhersagbarkeit der Güte von Teilen einer Reizstruktur fällt vor allem deshalb so überzeugend aus, weil sowohl die Elemente, auf denen die Wahrnehmung der Figuren vermutlich aufbaute (die Linien), als auch ihre Eigenschaften und die zwischen ihnen bestehenden Relationen exakt erfaßt werden konnten. Verläßt man jedoch die Palmersche Miniwelt, dann stellen sich die drei Probleme neu: Welches sind die elementaren Einheiten unserer Wahrnehmung unter natürlichen Reizbedingungen? Hinsichtlich welcher Eigenschaften unterscheidet die Wahrnehmung zwischen diesen Elementen? Welche Relationen zwischen ihnen bestimmen ihre Zusammenfassung zu größeren Einheiten? Im folgenden soll die Behandlung dieser Probleme durch einige ausgewählte theoretische Ansätze erörtert werden.

4.2 Der Gestalt-Ansatz

Nach gestaltpsychologischen Vorstellungen (z. B. Köhler, 1924, 1929; Koffka, 1935; Wertheimer, 1925) führen visuelle Reize zu zentralnervösen Erregungen, die nach eigenen Gesetzen, ähnlich denen elektromagnetischer Felder, einer Selbstorganisation unterworfen sind. Köhler (1924, S. 189 f.) spricht etwa davon, daß die physischen Gebilde, deren Erregungszustände physische Korrelate optisch-phänomenaler Felder darstellen, ein in sich zusammenhängendes System bilden, in dem das psychophysische Geschehen die allgemeinen Eigenschaften von physischen Raumgestalten annimmt. Die im vorliegenden Zusammenhang wichtigsten Eigenschaften bestehen darin, daß sich (1) zeitunabhängige Zustände, sogenannte psychophysische Gestalten ausbilden, die für das System als Ganzes andauern, daß (2) das psychophysische Geschehen stets von der gesamten retinalen Reizkonfiguration abhängig ist und daß (3) die psychophysischen Gestalten diejenige Ausbreitungsart annehmen, „... *welche unter den retinalen und sonstigen Bedingungen des jeweiligen Geschehens die kleinste mögliche Strukturrenergie im ganzen ergibt*“ (Köhler, 1924, S. 253). Die Wahrnehmungsstrukturen entstehen nach dieser Auffassung als Resultat der Selbstorganisation der jeweils hervorgerufenen Erregungsprozesse, die nach einem Zustand minimaler Energie streben.

Die Gestaltgesetze sind Ausdruck dieser Selbstorganisation. In der Konsequenz sind keine Elemente der Wahrnehmung zu unterscheiden, deren Beziehungen untereinander ihre Struktur determinieren würden. Die Wirkungen der

Konfigurationen sind stets ganzheitlich: "... *instead of reacting to local stimuli by local and mutually independent events, the organism reacts to an actual constellation of stimuli by a total process which, as a functional whole, is its response to the whole situation*" (Köhler, 1929, S.106).

4.3 Strukturelle Informationstheorie

Die Vertreter der strukturellen Informationstheorie (Buffart & Leeuwenberg, 1983; Buffart, Leeuwenberg & Restle, 1981; Hochberg & McAlister, 1953; Leeuwenberg, 1969, 1971; Leeuwenberg & Buffart, 1983) gehen ebenfalls davon aus, daß die Wahrnehmungsorganisation nach einem Minimum strebt (Hatfield & Epstein, 1985). Anders als im gestalttheoretischen Ansatz, versuchen sie jedoch, eine formale Beschreibung für Konfigurationen zu entwickeln, die es gestattet, unter allen möglichen Strukturierungen diejenige mit minimalen Aufwand zu bestimmen. Das Vorgehen läßt sich wie folgt beschreiben: Eine Reizfigur wird als Folge von elementaren Einheiten beschrieben, indem von einer Stelle der Figur ausgehend und in einer Richtung voranschreitend die elementaren Einheiten, aus denen die Figur besteht, aneinandergereiht werden. Es entsteht eine Kodierung der Figur in Form einer Sequenz elementarer diskreter Kodierungselemente. Diese Sequenz wird der *Primitivcode* der Figur genannt. Das weitere Vorgehen ist nun darauf gerichtet, Regelhaftes aller Art in der Sequenz des Primitivcodes zu entdecken, um die Figur als Sequenz nicht mehr von elementaren Einheiten, sondern von Teilsequenzen beschreiben zu können.

In einer Sequenz ,a b a b a b a b', in der die Buchstaben elementaren Kodierungselementen entsprechen sollen, wiederholt sich z.B. viermal das Paar ,a b', so daß die Sequenz bei Anwendung eines Wiederholungsopeators auch als $W4(a\ b)$ dargestellt werden kann. Eine Sequenz wie ,a b c c b a' kann durch Anwendung eines Symmetrieepeators als $SYM(a\ b\ c)$ beschrieben werden. In einer Sequenz wie ,c a b d a b e a b f a b g' ist die Teilsequenz ,a b' mehrere Male an jeweils unterschiedlicher Stelle enthalten, was durch einen Verteilungsopeator beschrieben werden kann: $VERT(ab) < (c) (d) (e) (f) (g) >$ usw. Durch Anwendung solcher „Verkürzungsopeatoren“ kann also die Länge des Primitivcodes und damit der Aufwand zur Beschreibung der Figur reduziert werden.

Die Vorgehensweise bedingt, daß Primitivcodes auf unterschiedliche Weise reduziert werden können. Wird etwa in einer Sequenz wie ,a a b c c b a a b c' die Symmetrie betont, entstehen Strukturen wie $SYM(a\ a\ b\ c)(b\ c)$. Anstelle der Symmetrie kann jedoch auch die Wiederholung von Elementen oder die

Verteilung von Teilfolgen betont werden. Dann würden Strukturen wie $W2(a)(b)W2(c)bW2(a)(bc)$ oder $VERT(aa) < (b\ c\ c\ b)(b\ c) >$ entstehen. Oder, wenn Symmetrien und Wiederholungen gemeinsam berücksichtigt werden, entsteht eine Struktur wie $W2(a)SYM(b\ c)W2(a)(b\ c)$. Jede dieser Strukturierungen zerlegt die Konfiguration in andere Teilstrukturen, d. h., das Ganze erscheint jeweils aus anderen Teilen zusammengesetzt. Es wird nun angenommen, daß von allen möglichen Strukturierungen diejenige Struktur wahrgenommen wird, die mit dem geringsten Aufwand, d. h. mit der kleinsten Anzahl von Strukturelementen, beschrieben werden kann. Diese Kodierung wird *Minimalcode* genannt. Durch die Bestimmung der Minimalcodes von Konfigurationen sollte also vorausgesagt werden können, welche ihrer Strukturierungen bevorzugt gesehen werden.

Solche Vorhersagen sind auf vielfache Weise empirisch überprüft worden. Es konnte u. a. gezeigt werden, (1) daß Urteile über visuelle Komplexität, (2) daß Interpretationen komplexer Muster, (3) die Art der Ergänzung unvollständiger Muster, (4) die Stärke subjektiver Konturen und (5) auch das Entstehen von Kippfiguren den theoretischen Vorhersagen weitgehend entsprechen (vgl. Buffart, Leeuwenberg & Restle, 1981; Leeuwenberg, 1971; Leeuwenberg & Buffart, 1983).

Der wesentliche Beitrag der strukturellen Informationstheorie besteht vor allem in dem Vorschlag einer formalen Definition für das, was „einfachste Struktur“ oder „prägnante Form“ genannt wird. Der „Minimalcode“ ermöglicht es, die „natürlichen“ Gliederungen visueller Konfigurationen nicht nur zu beobachten, sondern aus einer formalisierten Theorie abzuleiten. Sicher ist damit noch nicht erklärt, wie die Wahrnehmung diese Strukturen erzeugt: *“It is important to emphasize that structural information theory is not a theory about the perceptual process”* (Leeuwenberg & Buffart, 1983, S. 44). Allerdings suggerieren die Annahmen zur Verkürzung des Primitivcodes Prozesse, die besonders sensibel gegenüber der Wiederholung identischer Einheiten sind, und die nach Regelmäßigkeiten in der Verteilung von ihnen suchen (Redundanz beruht ausschließlich auf der Wiederholung, Fortsetzung, und Verteilung von Identischem).

Jede Anwendung der strukturellen Informationstheorie verlangt die Festlegung eines Alphabets elementarer Einheiten, aus denen die wahrzunehmenden Figuren als zusammengesetzt betrachtet werden können. Für geometrische Figuren wurden zumeist Striche und Winkel als Einheiten definiert: *“Every length or angle that differs from another in a shape corresponds to an information unit”* (Leeuwenberg, 1971). Eine solche Festlegung geht von dem Wissen des Experimentators über die insgesamt zu treffenden Unterscheidungen aus, die sich für ein wahrnehmendes System aber erst im Ergebnis seiner Wahrnehmungen

und nicht a priori ergeben. Für die vielfältigen Unterscheidungen, die unter natürlichen Bedingungen zu treffen sind, scheint es aussichtslos, eine notwendige und hinreichende Menge elementarer Einheiten ableiten zu wollen (vgl. auch Pomerantz & Kubovy, 1986). Die Frage nach den Einheiten, aus denen die Wahrnehmung ihre Strukturen konstruiert, bleibt letztlich also auch hier unbeantwortet.

4.4 'Recognition by components'

Biederman (1987) hat einen Versuch unternommen, die Elementareinheiten der Wahrnehmung zu bestimmen, die der Identifikation natürlicher Objekten zugrunde liegen. Er geht von Überlegungen aus, nach denen dreidimensionale Körper bei ihrer zweidimensionalen Abbildung überzufällig Konturen mit bestimmten Eigenschaften erzeugen, die geeignet sind, das Objekt und die Teile, aus denen es besteht, zu „rekonstruieren“ (Witkin & Tenenbaum, 1983). So lassen gerade Linien auf gerade und gekrümmte Linien auf gekrümmte Körper schließen. Symmetrien verweisen auf symmetrische Körper. Parallel verlaufende Linien lassen auf parallel verlaufende Kanten schließen und gemeinsam in einem Punkt endende Linien verweisen auf zusammenlaufende Kanten in der Realität. Darüber hinaus lassen konkave Diskontinuitäten in einer Kontur darauf schließen, daß an den jeweiligen Stellen zwei Körper zusammengefügt sind (Hoffman & Richards, 1984).

Diese Merkmale werden nicht-zufällige (*nonaccidental*) Merkmale insofern genannt, als es sich um Merkmale zweidimensionaler Projektionen dreidimensionaler Körper handelt, die weitgehend unabhängig vom Blickwinkel durch die Formeigenschaften der Körper systematisch erzeugt und somit als nicht zufällig entstanden, interpretiert werden können. Biederman verweist auf Untersuchungen, die zeigen, daß diese nicht-zufälligen Merkmale wie eben Geradlinigkeit vs. Gekrümmtheit, Symmetrie vs. Asymmetrie, Parallelität vs. Nicht-Parallelität oder verschiedene Formen des Aufeinandertreffens von Linien (T-, Y-, L- oder Pfeil-Form) außerordentlich schnell diskriminiert werden können und somit als Kandidaten für elementare Wahrnehmungseinheiten in Betracht kommen. Eine entsprechende Kombination solcher Merkmale, so nimmt Biederman an, führt zur Wahrnehmung jeweils desjenigen Körpers, der bei seiner zweidimensionalen Abbildung die gegebene Merkmalskombination erzeugen würde. Die Menge der möglichen Merkmalskombinationen bestimmt damit die Menge der prinzipiell unterscheidbaren elementaren Körper. Diese elementaren Körper werden Geons (für *geometrical ions*) genannt. Biederman leitet die Existenz von 36 Geonen aus der Kombination der von ihm betrachteten nicht-zufälligen Merkmale ab und argumentiert, daß sich aus Kombina-

tionen bereits einer solch kleinen Menge von Wahrnehmungselementen die unendlich erscheinende Vielfalt der wahrnehmbaren Formen und Figuren ableiten läßt.

Die visuelle Identifikation von Objekten geht nach dieser Auffassung von den Kanten eines gesehenen Objekts aus, wie sie in einer Strichzeichnung gegeben sind. Die Gesamtheit der Kantenkonfiguration wird nach ihren nicht-zufälligen Merkmalen in Teilkonfigurationen zerlegt, die als Geone wahrgenommen werden. Welches Objekt nun vorliegt, wird im weiteren Verlauf durch die gegebenen Relationen zwischen den Geonen bestimmt, von denen Biederman die folgenden Relationen (zwischen zwei Geonen) diskutiert: (1) die relative Größe der Geone im Vergleich, (2) ihre Anordnung (z. B. vertikal vs. horizontal), (3) die Art ihrer Verbindung untereinander und schließlich (4) den jeweils relativen Ort ihrer Verbindung. Es werden wieder nur Relationen betrachtet, die weitgehend unabhängig vom Blickwinkel der Betrachtung des Objekts invariant wahrgenommen werden können. Die Identität des Objekts erschließt sich dem Wahrnehmenden letztlich im Resultat eines Vergleichs (*matching*) der wahrgenommenen Geonenstruktur mit gespeicherten Strukturen für Tausende von (Basis-)Begriffen (vgl. Abb. 10).

Stufen der Objektwahrnehmung

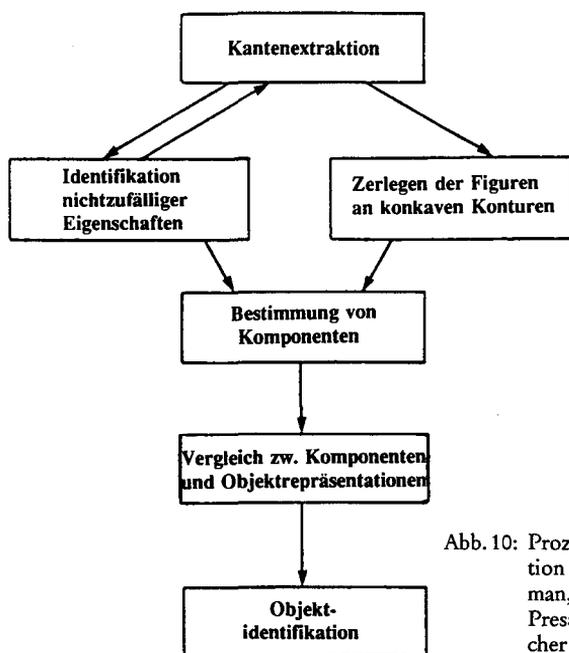
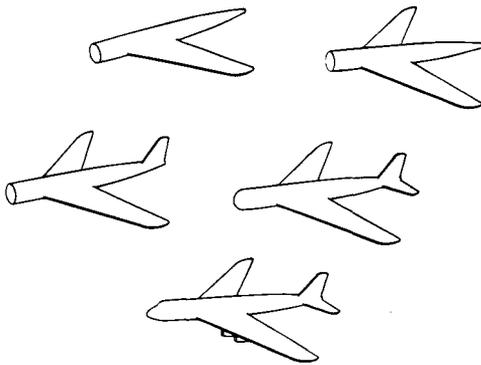
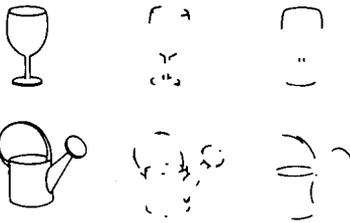


Abb. 10: Prozessstruktur der Objektidentifikation nach Biederman (Aus Biederman, 1987, p.118. © 1987 Academic Press, Inc.; Nachdruck mit freundlicher Genehmigung)



a)



b)

Abb. 11: Beispiele für a) das Weglassen von einzelnen Objektteilen, b) das Weglassen von Konturelementen, die die Identifizierbarkeit des Objekts kaum (in der Mitte) und solchen, die sie enorm (rechts) erschweren. (Aus Biederman, 1987, p. 132. © 1987 Academic Press, Inc.; Nachdruck mit freundlicher Genehmigung)

Biederman verweist auf eine Reihe von experimentellen Beobachtungen zur Unterstützung seiner „*recognition-by-components theory*“: So wird gezeigt, daß Objekte auch dann noch schnell identifiziert werden können, wenn eine Reihe von Detailkomponenten weggelassen werden. Dies wird als Unterstützung für die These interpretiert, daß die Objektidentifikation auf der Wahrnehmung einiger weniger Komponenten in richtiger Relation zueinander beruht, so daß der Wegfall von einzelnen Komponenten den Identifikationsprozeß nur wenig behindert (vgl. Abb. 11 a).

In anderen Experimenten wurden Teile der Kontur der zu identifizierenden Objekte weggelassen. Einmal betraf es Konturelemente, die die Identifizierbarkeit nicht-zufälliger Konturmerkmale sichern sollten, während das andere Mal die Identifizierbarkeit dieser Merkmale gewährleistet blieb (vgl. Abb. 11 b). Nur im ersten Fall ist die Identifikation der Objekte gestört, was die Vermutung unterstützt, daß sie auf den nicht-zufälligen Merkmalen der Kontur aufbaut. Es wurde weiterhin gezeigt, daß die Darbietung von Objekten als Strichzeichnung oder als Farbfoto ihre Identifizierbarkeit nicht systematisch beeinflusst (Biederman & Ju, 1988; Hoffmann, Zießler, Grosser & Kämpf, 1985). Offensichtlich spielen die zusätzlichen Farbinformationen keine entscheidende Rolle für die Identifikation der Objekte (vgl. jedoch Zimmer, 1984, für die Rolle der Farbe bei der Klassifikation von Blumen durch Flori-

sten). Dies unterstützt die Auffassung, nach der es die Kontureigenschaften sind, die die wesentlichen Elemente für die Objektidentifikation liefern.

Nach den Überlegungen der „recognition-by-components“-Theorie gliedert sich eine visuelle Reizkonfiguration deshalb in natürliche Teilstrukturen, weil elementare visuelle Merkmale die Wahrnehmung von denjenigen elementaren Körpern veranlassen, die wahrscheinlich (nicht-zufällig) die gegebenen Reizstrukturen veranlaßt haben. Die Wahrnehmung ist also auf die Identifikation von Körpern gerichtet. Aus dieser Sicht sind die Gestaltfaktoren nicht das Resultat autonomen Strebens nach einer minimal aufwendigen Beschreibung, sondern das Resultat einer Orientierung an nicht-zufälligen Merkmalen, die der Identifikation von Geonen dient (Biederman, 1987). Der Ansatz läßt allerdings noch vieles unspezifiziert: So werden keine konkreten Aussagen zum Prozeß der Zerlegung (*parsing*) der gegebenen Kontur gemacht, die Überlegungen zu den Relationen zwischen identifizierten Geonen sind ergänzungsbedürftig, und es gibt nur ungefähre Vorstellungen zur Organisation des Vergleichs der Geonenstruktur mit den im Gedächtnis gespeicherten Objektrepräsentationen.

Die zu präzisierenden Überlegungen betreffen vor allem die Bestimmung von Relationen zwischen Teilen in Bezug zum jeweiligen Ganzen, das es zu identifizieren gilt: Relationen zwischen Konturelementen (Parallelität, Symmetrie usw.) sind in Bezug zum Geon zu definieren, zu dessen Identifikation sie führen sollen und die Relationen zwischen den Geonen beziehen sich auf das Objekt für dessen Identifikation sie konstituierend sind. Damit in der Wahrnehmung also Relationen zwischen den „richtigen“ Konturelementen ausgewertet werden, muß bestimmt sein, welche der Konturen das Geon bilden, das auf der Grundlage dieser Relationen identifiziert werden soll, und um Relationen zwischen den „richtigen“ Geonen zu betrachten, muß bestimmt sein, welche zu dem Objekt gehören, das anhand dieser Relationen zu identifizieren ist. Wir haben es hier mit dem schon einleitend diskutierten Problem zu tun, daß die Einheiten der Wahrnehmung bestimmt sein müssen, damit die Merkmale zur Identifikation dieser Einheiten abstrahiert werden können.

4.5 Die funktionale Bestimmtheit von Teilen

Ein wesentliches Element der „recognition-by-components“-Theorie ist die Annahme, daß von Reizmerkmalen auf die Gegebenheiten geschlossen wird, die mit größter Wahrscheinlichkeit die nämlichen Reizmerkmale erzeugt haben. Dieser Annahme liegt das „*likelihood*“-Prinzip zugrunde, das auf Helmholtz (1910) zurückgeführt wird, der in diesem Zusammenhang von unbewuß-

ten Schlüssen im Prozeß der Wahrnehmung gesprochen hat (vgl. auch Brunswik, 1956; Gregory, 1974; Hochberg, 1978, 1981; Klix, 1962). Für die hier interessierende Differenzierung von Teilstrukturen in der Objektwahrnehmung ist vermutlich die von Hoffman und Richards (1984) sogenannte Transversalität (*transversality*) ein solches nicht-zufälliges Merkmal. Hoffman und Richards zeigen, daß die äußere Kontur eines aus verschiedenen Teilen zusammengesetzten Objekts an den Stellen, an denen die Teile zusammengefügt sind, stets konkave Diskontinuitäten aufweisen, d.h. Spitzen oder Scheitelpunkte (*cusps*), die in die Konfiguration gerichtet sind. Diese Gesetzmäßigkeit, so vermuten sie, führt in der Wahrnehmung dazu, daß die Zerlegung von Konturen an Stellen konkaver Diskontinuitäten ansetzt. Konkave Diskontinuitäten stellen danach eine über Objektkonturen abstrahierte Invariante dar, die auf den Zusammenschluß von Objektteilen schließen läßt.

Warum allerdings sollte ein Wahrnehmungssystem eine solche Invariante abstrahieren und zum Merkmal machen, an dem eine Konfiguration in seine Teile gegliedert wird? Die Abstraktion einer Invariante, die charakteristisch für die Abgrenzung von Teilen ist, sollte doch nur dann resultieren, wenn die Wahrnehmung eine Identifikation von Objektteilen erreichen will, – und warum sollte dies so sein? Die Invariante kann auch nur dann abstrahiert werden, wenn durch außerhalb der Wahrnehmung liegende Kriterien die Klasse von Reizwirkungen bestimmt wird, für die die Invariante zu ermitteln ist. – Wie sollte sonst eine Invariante für nicht bestimmbare Entitäten gefunden werden können. Die Antwort auf diese Fragen scheint offensichtlich zu sein: Es ist, entsprechend unseren einleitenden Überlegungen, die Notwendigkeit, das Verhalten an und mit Objekten an den Eigenschaften der jeweils verhaltensrelevanten Teile auszurichten.

In aller Regel sind es die Teile der Objekte, die die Art unseres Umgangs mit ihnen bestimmen. Um mit einem Messer etwas zu zerschneiden, müssen wir es am Griff fassen, um aus einer Tasse zu trinken, muß sie am Henkel ergriffen, und um eine Tür zu öffnen, muß die Klinke niedergedrückt werden usw. Die manipulative Verwendung der Objekte, ihre Einbeziehung in die verschiedensten Tätigkeiten, praktisch jeder Umgang mit ihnen erfordert die Identifikation derjenigen Teilstrukturen, an denen unsere Aktionen anzugreifen haben und deren Eigenschaften berücksichtigt werden müssen, wenn die Aktionen erfolgreich sein sollen. Es sind diese Verhaltenszwänge, die nicht nur definieren, was als Teil zu gelten hat, sondern zugleich auch die Wahrnehmung zwingen, nach Möglichkeiten zu suchen, die entsprechenden Teile und ihre verhaltensrelevanten Eigenschaften zuverlässig zu identifizieren. Die Wahrnehmung „schlußfolgert“ aus dieser Sicht nicht von der Existenz konkaver Diskontinuitäten auf die Existenz von Teilen eines Objekts, sie abstrahiert vielmehr aus der Vielfalt der Reizeinwirkungen die für die Orientierung des

Verhaltens an Objektteilen notwendigen Invarianten, die natürlich nur dann das Verhalten erfolgreich lenken, wenn sie die Strukturierung eines Objekts in seine Teile auch verlässlich abbilden.

Sind die Teile eines Objekts separiert, dann bestimmen die Relationen zwischen ihnen die Identität des Objekts. Ein Henkel, eine Tülle, ein Körper und ein Deckel machen noch keine Kanne, wenn sie nicht in der für eine Kanne spezifischen Weise strukturiert sind. Die wesentlichen strukturbildenden Relationen kann man in den relativen Lokationen der Teile vermuten: Henkel und Tülle befinden sich an (zumeist) gegenüberliegenden Seiten des dominierenden Kannenkörpers und der Deckel an derjenigen Längsseite, die durch die Tülle als „oben“ markiert ist. Diese relativ stabile räumliche Anordnung der Teile ist für den Umgang mit den Objekten eine wesentliche Hilfe: Um eine Kanne zu ergreifen, ist die Lage des Henkels zu bestimmen. Wenn die relative Lage des Henkels im Erscheinungsbild der Kanne weitgehend stabil ist, dann erleichtert dies die „Suche“ nach dem Henkel insofern entscheidend, als sie auf die „Suche“ nach der Kanne reduziert werden kann; ist deren Lokation bestimmt, dann kann die Lokation des Henkels mit großer Sicherheit antizipiert werden. In verallgemeinerter Form läßt sich etwa so argumentieren: Der Umgang mit den Objekten erfordert neben der Identifikation der verhaltensrelevanten Teile auch deren egozentrische Lokation. Dies wird durch Regelmäßigkeiten in der relativen Lokation der Teile im Erscheinungsbild der Objekte erleichtert. Relativ stabile räumliche Anordnungen von Teilen im Kontext der durch sie erzeugten globalen Konfigurationen empfehlen sich damit als zu abstrahierende Invariante für eine Effektivierung des Umgangs mit den Objekten und damit auch als Invariante für ihre Identifikation.

Diese spekulativen Überlegungen einer funktionellen Determination der Teilstrukturen von Objekten durch die Notwendigkeit, im Umgang mit ihnen die Lokation verhaltensrelevanter Teile zu bestimmen, werden durch eine Reihe von Beobachtungen unterstützt, die erstens zeigen, daß Identifikation und Lokation eines Objekts durch vermutlich unterschiedliche Prozesse realisiert werden (z. B. Pollatsek, Rayner & Henderson, 1990; Ungerleider, 1985) und zweitens, daß es vermutlich auch selbständige Mechanismen zur Registrierung relativer Lokationen gibt (z. B. Kosslyn et al., 1989). Allerdings sind mögliche Konsequenzen einer solchen Überlegung für die lernabhängige Ausbildung von Wahrnehmungsstrukturen m. W. bislang kaum empirisch überprüft worden. Es wäre z. B. zu untersuchen, inwieweit etwa die Variabilität der relativen Lokationen von Teilen die Identifikation der jeweiligen Objekte beeinflusst, oder inwieweit Kovariationen in den relativen Lokationen von Teilen eines Objekts Einfluß auf die „gesehene“ Zusammengehörigkeit der entsprechenden Teile nimmt.

Zwei in einem anderen Zusammenhang durchgeführte Arbeiten bestätigen allerdings, daß die visuelle Wahrnehmung tatsächlich sehr sensibel auf regelhafte relative Lokationen von spezifischen Reizwirkungen reagiert (Lambert, 1987; Lambert & Hockey, 1986; Miller, 1988). In diesen Untersuchungen wurden verschiedene Reizkategorien überzufällig an bestimmten Orten dargeboten. Es zeigte sich, daß die Reize der verschiedenen Kategorien jeweils an den Orten schneller als an anderen Orten entdeckt und klassifiziert werden, an denen sie im Versuchsverlauf bevorzugt erlebt worden sind. Eine solche Sensibilität für spezifische Reizkategorien an spezifischen (relativen) Orten stimmt mit den hier vermuteten Zusammenhängen überein (vgl. auch Hoffmann, 1990, 1993). Die Aufklärung ihres Einflusses auf die strukturelle Gliederung visueller Reizstrukturen bedarf jedoch noch weiterer Forschung.

Die unserer Diskussion zugrunde gelegte Annahme, daß die Wahrnehmungsstrukturen auf der Abstraktion von Invarianten beruhen, die mit Verhaltensakten systematisch kovariieren, impliziert notwendig Lernprozesse. Es können phylogenetische und ontogenetische Lernprozesse unterschieden werden (z. B. Brunswik, 1956; Gregory, 1974; Pomerantz & Kubovy, 1986). Phylogenetisches Lernen, so kann argumentiert werden, hat dazu geführt, daß die Wahrnehmung bereits genetisch so determiniert ist, daß sie zwangsläufig verhaltensrelevante Strukturierungen liefert. Die erwähnte Verwertung konkaver Diskontinuitäten wäre danach etwa darauf zurückzuführen, daß in der Phylognese aufgrund der damit verbundenen Verhaltensvorteile Wahrnehmungssysteme selektiert wurden, die konkave Diskontinuitäten für die Gliederung von Konturen nutzten. In gleicher Weise könnten auch weitere Mechanismen selektiert worden sein, die nun den, die menschliche Wahrnehmung bestimmenden, elementaren Merkmalsatz bilden.

Eine solche Annahme läßt sich allerdings in der Auseinandersetzung mit anderen Erklärungsansätzen kaum beweisen: Ob etwa die Gestaltfaktoren als phylogenetisch selektierte Elementarmerkmale, als Ausdruck einer dynamischen Selbstorganisation oder als Produkt einer Strukturierung mit minimalen Informationsgehalt zu interpretieren sind, ist empirisch schwer zu entscheiden (Leeuwenberg & Boselie, 1988). Die Argumentation muß sich hier vorzugsweise auf Beobachtungen onto- oder aktualgenetischer Veränderungen in der Strukturierung visueller Wahrnehmungen stützen. In diesem Zusammenhang wird oft auf Untersuchungen von Gottschaldt (1926) verwiesen, der gezeigt hat, daß selbst die hundertfach wiederholte Wahrnehmung einer bestimmten Figur ihre Identifikation nicht erleichtert, wenn sie als verstecktes Teil in eine umfassendere Reizkonfiguration eingebettet wird. Dies wird als Beleg dafür verstanden, daß die visuelle Strukturierung durch Wahrnehmungserfahrungen nur schwer veränderbar ist: Es ist stets die Gesamtheit der Reizbedingungen, die ihre Strukturierung bestimmt, so wird argumentiert, und nicht die Ver-

trautheit mit einzelnen ihrer Teile. In der Tat fehlen m. W. noch empirische Belege für die Abhängigkeit visueller Strukturierungen von Wahrnehmungserfahrungen, etwa, wie oben angedeutet, Erfahrungen über Kovariationen von globalen und lokalen Merkmalen. Auf der anderen Seite belegen jedoch vielfache Kontexteinflüsse, daß lernabhängig erworbenes Wissen um strukturelle Zusammenhänge sehr wohl einen nachhaltigen Einfluß auf die Objektwahrnehmung haben können.

5 Kontextuelle Einflüsse

5.1 Verhaltenssequenzen und Umgebungen als Kontext

Unter natürlichen Umständen sind Objektidentifikationen zumeist zweifach kontextuell eingebettet: Einmal in den Kontext von Handlungen und zum zweiten in den Kontext einer visuellen Umgebung. Wenn wir etwa einen Brief schreiben wollen, dann sind Objekte wie Schreibtisch, Briefblock, Federhalter, Kuvert, Briefmarke etc. jeweils dann zu identifizieren, wenn sie gebraucht werden, um die entsprechenden Handlungen zu vollziehen. Die Objekte sind zugleich in die Umgebung etwa eines Arbeitszimmers eingebettet, also in eine vertraute visuelle Struktur. Es kann also einmal die Realisierung des Verhaltensablaufs zu Erwartungen für jeweils dasjenige Objekt führen, das zur Fortführung benötigt wird, und es kann zum zweiten der visuelle Kontext, in den die Objekte eingebettet sind, einen Rahmen für seine Identifikation (und Lokation) liefern.

5.2 Priming

Beschäftigen wir uns zunächst mit dem Einfluß von Objekterwartungen auf die Identifikation von Objekten. Im Experiment werden Objekterwartungen in der Regel nicht durch eine Handlungsanforderung, sondern durch eine experimentelle Anordnung erzeugt, die „Priming“ genannt wird. In Priming-Experimenten haben die Vpn nacheinander auf zwei Reize zu reagieren, von denen der erste als Prime und der zweite als Target bezeichnet wird. Zwischen Prime und Target besteht bei einem Teil der Paare eine Beziehung, während die Reize der anderen Paare ohne Beziehung zueinander sind. Das Experiment fragt nach dem Einfluß des Primes auf die Verarbeitung des Targets in Abhängigkeit von den zwischen Prime und Target bestehenden Beziehungen. Uns interessieren im folgenden Untersuchungen, in denen als Target das Bild eines Objekts dargeboten wurde. Ist beispielsweise das Bild eines Hundes zu identifizieren, nachdem zuvor entweder das Wort „Katze“ gelesen (Wort-Bild),

oder das Bild einer Katze (Bild-Bild) identifiziert wurde, dann bestehen zwischen beiden Anforderungen jeweils Gemeinsamkeiten, die im Vergleich zu neutralen Bedingungen die Identifikation des Hundes erleichtern können. Solche Erleichterungseffekte, etwa im Sinne einer schnelleren Identifikation des Targets, werden *Priming-Effekte* genannt und als Ausdruck einer Vorbereitung der Targetidentifikation durch die vorhergehende Verarbeitung des Primes interpretiert.

Betrachtet man Untersuchungen, in denen die Vpn zwei Objekte nacheinander zu identifizieren hatten, dann lassen sich die folgenden Beobachtungen generalisieren: Stammen die beiden Objekte aus einer Kategorie, sind es etwa zwei Vögel, zwei Musikinstrumente, oder zwei Fahrzeuge, dann wird das zweite Objekt stets schneller oder sicherer identifiziert, als wenn das vorhergehende Objekt nicht der gleichen Kategorie angehört (Carr, McCauley, Sperber & Parmelee, 1982; Guenther, Klatzky & Putnam, 1980; Huttenlocher & Kubicek, 1983; Irwin & Lupker, 1983; Kroll & Potter, 1984). Umgekehrt wird die Identifikation eines Objekts erschwert, wenn kurz zuvor ein Objekt der gleichen Kategorie als ein zu ignorierender Reiz dargeboten wurde (Tipper, 1985; Tipper & Driver, 1988). Die Stärke der Primingeffekte ist neben der kategorialen Identität auch von der visuellen Ähnlichkeit der beiden Objekte abhängig. Die stärksten Effekte werden beobachtet, wenn die aufeinanderfolgenden Bilder identisch sind (*repetition priming*, z. B. Jacoby, Baker & Brooks, 1989; Warren & Morton, 1982). Noch sechs Wochen nach einer ersten Identifikation wird eine zweite Identifikation des gleichen Bilds erleichtert (Mitchell & Brown, 1988). Besonders starke Primingeffekte lassen sich ebenfalls beobachten, wenn die Objekte aus einer gemeinsamen Basiskategorie stammen (zwei Vögel, zwei Bäume etc.) und damit gemeinsame globale Merkmale aufweisen (Hoffmann & Klimesch, 1984). Im Vergleich dazu zeigen Objekte, die gleiche globale Formen haben, ohne einer gemeinsamen Kategorie anzugehören (etwa ein Tennisschläger und ein Banjo), schwächere Primingeffekte, und die geringsten Effekte werden beobachtet, wenn die Objekte lediglich aus einer übergeordneten abstrakten Kategorie (Kleidungsstücke, Möbel etc.) gewählt sind (Flores d'Arcais & Schreuder, 1987; Pollatsek, Rayner & Collins, 1984). Werden als Prime anstelle der Bilder die Wortbezeichnungen der Objektkategorien verwendet und damit die Bild-Bild-Bedingung durch eine Wort-Bild-Bedingung ersetzt, dann lassen sich ebenfalls Priming-Effekte beobachten, die jedoch in der Regel schwächer ausfallen als in vergleichbaren Bild-Bild-Bedingungen (Carr et al., 1982; Irwin & Lupker, 1983; McEvoy, 1988; Sperber, McCauley, Ragain & Weil, 1979; Warren & Morton, 1982; vgl. aber auch Guenther et al., 1980; Lupker, 1988).

Die Beobachtungen lassen insgesamt die Schlußfolgerung zu, daß an den Primingeffekten wenigstens drei Faktoren beteiligt sind: Erstens ein Priming

der kategorialen Bedeutung des Target, das verantwortlich zu machen ist für die unabhängig von der visuellen Ähnlichkeit der Items und auch für die bei Wort-Bild-Paaren zu beobachtenden Effekte der kategorialen Zusammengehörigkeit. Zweitens ein Priming der visuellen Verarbeitung, das verantwortlich zu machen ist für die Effekte der visuellen Ähnlichkeit zwischen Prime und Target. Schließlich, drittens, ein Priming der auf die Objekte geforderten Reaktionsweise, dort, wo Prime und Target die gleiche Reaktion verlangen (vgl. auch Farah, 1989).

5.3 Perzeptives Priming

Die meisten der zitierten Experimente verfolgten Fragen nach der Repräsentation von wort- und bildspezifischer Information im Gedächtnis, denen wir hier nicht nachgehen wollen (vgl. dazu Carr et al., 1982; Glaser, 1992; Hoffmann & Klimesch, 1984; Kroll & Potter, 1984; Rosch, 1975; Theios & Amrhein, 1989). Die uns hier interessierende Frage nach dem Priming von visuellen Prozessen der Objektidentifikation ist dagegen nur selten explizit aufgegriffen worden: Sperber et al. (1979) untersuchten Primingeffekte bei der aufeinanderfolgenden Benennung zweier Objektbilder, die entweder der gleichen (Katze-Pferd) oder unterschiedlichen Kategorien (Trompete-Pferd) angehörten. Zusätzlich wurde die Qualität der Bilddarbietung variiert: Es wurden unscharfe und scharfe Fotografien der Targets dargeboten. Die Primingeffekte fielen für unscharfe etwa doppelt so groß wie für scharfe Fotos aus (121 ms vs. 51 ms). Diese Wechselwirkung unterstützt die Vermutung, daß ein Teil der Primingeffekte in der Beeinflussung der visuellen Reizverarbeitung besteht. Nach dieser Vermutung erleichtert die Identifikation eines Objekts einer bestimmten Kategorie die Verarbeitung von visuellen Merkmalen, die die Identifikation auch anderer Objekte der gleichen Kategorie steuern. Diese Erleichterung wird umso deutlicher, je schwieriger die visuellen Bedingungen sind (Becker & Killion, 1977; Seymour, 1973; vgl. aber auch Lupker, 1988 für eine andere Interpretation).

Die Überlegungen zur Erleichterung visueller Verarbeitung sind von Reinitz, Wright und Loftus (1989) noch präzisiert worden. Sie boten ihren Vpn unter Maskierungsbedingungen Objektbilder für 30 bis 90 ms dar. Vor jeder Darbietung wurde entweder ein neutraler Prime, der Objektname oder der Name eines anderen Objekts gezeigt. Im Vergleich zu den beiden anderen Bedingungen erhöht die Nennung des Objektname die Wahrscheinlichkeit einer korrekten Objektidentifikation, und dieser Effekt nimmt mit Verlängerung der Darbietungszeit zunächst zu, um dann konstant zu bleiben. Wechselwirkungen zwischen Primingeffekten und Darbietungsdauer werden also nur für die

frühen Phasen der visuellen Verarbeitung beobachtet. Die Autoren werten dies als Hinweis, daß der Objektname vor allem die Verarbeitung der relativ früh verfügbaren (globalen) visuellen Strukturen erleichtert, auf deren Grundlage die begriffliche Identität des Objekts bestimmt werden kann. Die weitere visuelle Verarbeitung zur Bestimmung der Individualität des Objekts scheint durch den Prime nicht beeinflusst zu werden: "... *knowledge of a picture's category increases the rate at which visual information is encoded and once a picture's category is known, subsequent processing is independent of the means by which the category was identified*" (Reinitz, Wright & Loftus, 1989, S. 292; vgl. auch Loftus & Hogden, 1988; Loftus, Nelson & Kallman, 1983). Der Prime ist also nur so lange wirksam, bis die Identifikation des Objekts als Element seiner (Basis)kategorie erreicht ist. Dies stimmt gut mit den bereits zitierten Beobachtungen überein, nach denen die Primingeffekte bei gemeinsamer Zugehörigkeit von Prime und Target zu einem Basisbegriff besonders stark ausfallen (Hoffmann & Klimesch, 1984; Warren & Morton, 1982).

Wir sind in diesem Abschnitt davon ausgegangen, daß Objekterwartungen im Kontext von Handlungen vor allem dadurch ausgelöst werden, daß jeweils diejenigen Objekte, die „demnächst“ in die Handlung einzubeziehen sind, erwartet werden. Die berichteten Primingeffekte belegen die Möglichkeit einer Erleichterung von Objektidentifikationen durch vorangegangene Verarbeitungsleistungen. Sie zeigen damit, daß es prinzipiell möglich ist, durch die Erwartung eines bestimmten Objekts die für seine Identifikation notwendigen Verarbeitungsprozesse zu erleichtern. Ob allerdings durch verhaltensabhängige Erwartungen gleiche Effekte bewirkt werden, wie durch die hier untersuchte aufeinanderfolgende Verarbeitung von Prime und Target, muß der Aufklärung durch weitere Untersuchungen vorbehalten bleiben.

5.4 Priming durch die Objektumgebung

Wir wenden uns jetzt der erwähnten zweiten Klasse von Kontextwirkungen zu, die durch eine Einbettung der Objekte in vertraute Umgebungen verursacht werden: Vorinformationen über einen Kontext, in den ein Objekt häufig eingebettet ist, führen, ebenso wie das eben behandelte kategoriale Priming, zu einer Erleichterung seiner Identifikation. Werden die Vpn z.B. darüber informiert, daß ein Objekt aus der „Küche“ zu identifizieren ist, dann werden kontextkongruente Objekte wie etwa ein Brot oder ein Toaster schneller und sicherer identifiziert, als wenn kein oder sogar ein irreführender kontextueller Hinweis gegeben wurde (Gerling, 1979; Hoffmann & Klein, 1988; Palmer, 1975). Werden die zu identifizierenden Objekte nicht einzeln, sondern als Elemente komplexer Bilder dargeboten, können ähnliche Effekte beobachtet

werden (Antes, Penland & Metzger, 1981; Biederman, 1972; Biederman, Glass & Stacy, 1973; Boyce, Pollatsek & Rayner, 1989; Hoffmann & Klein, 1988): Im Vergleich zu einer Einbettung der zu identifizierenden Objekte in einen inkongruenten Kontext (ein Toaster am Fahrkartenschalter) oder in eine unorganisierte Ansammlung von Objekten, wird ihre Identifikation durch einen kongruenten Kontext (ein Toaster in einer Küche) erleichtert. Die Effekte entsprechen dabei im Mittel etwa der Leistungsverbesserung, die durch eine Vorinformation erreicht wird (Hoffmann & Klein, 1988, Exp. 1). Inwieweit die Identifikation eines Objekts von der Einbettung in einen kongruenten Kontext profitiert, hängt vom Grad seiner Kongruenz und von seiner relativen Größe ab: Hochkongruente Objekte, d. h. Objekte, die besonders typisch für einen bestimmten Kontext sind (z. B. Kochtopf für Küche), profitieren stärker als weniger typische Objekte (z. B. Kehrblech für Küche). Ebenso wird die Identifikation kleiner Objekte sehr viel stärker durch Kontextbedingungen beeinflusst als die Identifikation großer Objekte (Hoffmann & Klein, 1988; Exp. 2 und 3).

Die in einem natürlichen Kontext gegebenen Objekte gehören vielfach gleichen Kategorien an. In einer Küche z. B. findet man neben Kochtöpfen noch anderes Kochgeschirr, in einem Wohnzimmer finden wir die verschiedensten Möbel und in einem Orchester die verschiedensten Musikinstrumente. Bilder, die natürliche Kontexte darstellen, werden also zumeist auch Darstellungen verschiedener Objekte gleicher Kategorien enthalten (Murphy & Wisniewski, 1989). Vor diesem Hintergrund könnten die beobachteten Kontexteffekte auch Ausdruck eines Primings zwischen Objekten gleicher Kategorie sein (Friedman, 1979; Henderson, Pollatsek & Rayner, 1987).

Damit mehrere Objekte einen natürlichen Kontext bilden, müssen zwischen ihnen bestimmte Relationen eingehalten werden: Die Objekte müssen so angeordnet sein, daß sie gemeinsam Kontakt zu einer Oberfläche haben, auf der sie stehen. Einander überlappende Objekte müssen sich verdecken, die Objekte müssen in natürlichen Größenverhältnissen dargestellt sein und ihre räumliche Lage zueinander muß ebenfalls den natürlichen Bedingungen entsprechen (Biederman, Mezanotte & Rabinowitz, 1982). Zerstört man solche kontextstiftenden Relationen zwischen den Objekten, so daß zwar noch immer die gleichen Objekte gezeigt werden, ohne jedoch den Eindruck eines natürlichen Kontextes hervorzurufen, dann verschwinden auch die Kontexteffekte (Antes et al., 1981; Biederman, 1972; Biederman et al., 1973; Biederman, Blickle, Teitelbaum & Klatsky, 1988; Boyce et al., 1989). Biederman et al. (1982) haben sogar gezeigt, daß die Erkennungsleistungen für ein einzelnes Objekt umso schlechter ausfallen, je mehr solcher kontextstiftenden Relationen durch das betreffende Objekt verletzt werden, und Boyce et al. (1989) haben gezeigt, daß es ausreicht, in einem Bild einige wenige Linien wegzulassen, um Kon-

texteffekte zu eliminieren, wenn die Linien einen die Objekte verbindenden Hintergrund, etwa eine Straße, andeuten. Der Kontexteffekt wird also nicht allein durch die Darbietung kategorial zusammenhängender Objekte vermittelt, sondern vor allem durch die spezifische Anordnung dieser Objekte, die erst den Eindruck einer vertrauten Szene erzeugt.

Eine natürliche Szene wird vermutlich ebenso unmittelbar erkannt, wie die Identität eines einzelnen Objekts. Es genügt bereits eine Darbietung von 20 ms, um szenenspezifische Kontexteffekte zu beobachten (Biederman et al., 1973). Wird die Darbietungsdauer von Szenenbildern schrittweise erhöht, dann werden bei Darbietungszeiten bis zu 150 ms weniger einzelne Objekte, sondern vor allem kontextstiftende Bildausschnitte erfaßt (Metzger & Antes, 1983). Im Vergleich zu einer ungeordneten Darbietung der Szenenobjekte steigen die Kontexteffekte mit zunehmender Darbietungsdauer bis etwa 100 ms zunächst an, um dann wieder schwächer zu werden (Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy, 1974). Die in einer Szene beobachtbaren Kontexteffekte werden auch nicht durch Manipulationen beeinflusst, die die Identifizierbarkeit einzelner Objekte in der Szene erschweren (Klatsky, 1983).

Alle diese Beobachtungen lassen vermuten, daß bei der Betrachtung eines komplexen Bilds die Identifikation einer Szene nicht primär auf der Identifikation szenenspezifischer Objekte beruht. Es kann vielmehr vermutet werden, daß zunächst globale Bildmerkmale die Wahrnehmung bestimmen, die durch die Anordnung der Objekte zueinander ebenso wie durch Hintergrundreize determiniert werden. Diese globalen Merkmale, so kann man weiter vermuten, erlauben zwar die Identifikation einer Szene, aber noch nicht die einzelner Objekte. Für diese Vermutung sprechen auch Untersuchungen von Antes und Mann (1984). In diesen Untersuchungen wurden Szenen- und Objektidentifikationen dadurch in Konflikt gebracht, daß Objekte in kongruenten und inkongruenten Szenen und Szenen mit kongruenten und inkongruenten Objekten zu identifizieren waren. Es ergab sich nur dann eine Dominanz der Szenenidentifikation gegenüber der Objektidentifikation, wenn die Szene mit einem Blick erfaßt werden konnte (ca. 6 Grad Blickwinkel). Wurden die gleichen Bilder jedoch stark vergrößert dargeboten (16 Grad), gewann die Objektidentifikation Dominanz gegenüber der Szenenidentifikation. Es sind offensichtlich die auf den ersten Blick (fixationsunabhängig) zur Wirkung kommenden globalen Reizstrukturen, die die erste Identifikation bestimmen, die eine Szene ist, wenn die globalen Reizwirkungen denen vertrauter Umgebungen hinreichend entsprechen und die ein Objekt ist, wenn sie diesem entsprechen.

Wenn diese Überlegungen richtig sind, dann wird die Identifikation eines szenenkongruenten Objekts vor allem durch eine der Objektidentifikationen

voraussetzende Identifikation der Szene als Ganzes erleichtert. Die Identifikation der Szene schafft einen Rahmen, der die Identifikation von szenenkongruenten Objekten erleichtert, so wie die Identifikation eines Objekts auf der Ebene des Basisbegriffs einen Rahmen schafft, der die Identifikation seiner Details erleichtert. In Analogie zu den Basisbegriffen kann man von Basiskategorien sprechen, die natürliche Szenarios nach gemeinsamen globalen Charakteristiken differenzieren (Hoffmann, 1986; Klix, 1984; Tversky & Hemenway, 1983).

Eine wichtige Funktion der szenischen Basiskategorien besteht vermutlich in einer Erleichterung der Lokalisation szenenkongruenter Objekte. Dieser Vermutung entsprechend, werden in Szenenbildern szenenkongruente Objekte schneller entdeckt als szeneninkongruente Objekte (Hoffmann & Klein, 1988; Meyers & Rhoades, 1978; Reinert, 1985). Ob also z. B. im Bild einer Küche auch ein Kochtopf (kongruent) zu sehen ist, wird schneller positiv entschieden als wenn nach einem Schutzhelm (inkongruent) gefragt ist. Wird ein kongruentes Objekt im Bild der Szene jedoch an einer ungewöhnlichen Stelle plaziert, geht der Kongruenzvorteil mehr als verloren: Nach dem Objekt wird nun sogar noch länger gesucht als in einer inkongruenten Szene, und es wird zudem noch häufiger übersehen als dort (Hoffmann & Klein, 1988; Meyers & Rhoades, 1978).

Insgesamt zeigen die referierten Beobachtungen, daß die Einbettung eines Objekts in einen vertrauten visuellen Kontext sowohl seine Identifikation als auch seine Lokation erleichtert. Die zeitliche Dynamik der Kontexteffekte läßt vermuten, daß auf der Grundlage globaler Reizwirkungen eine vertraute Szene als Ganzes identifiziert werden kann, noch bevor einzelne Objekte zu identifizieren sind. Die globale Szenenstruktur kann mit Erwartungen für einzelne Objekte an bestimmten Orten verbunden sein, die durch eine Fixierung dieser Orte überprüft werden können. Die Wirkung von Erwartungen findet ihren Ausdruck in den besprochenen Primingeffekten bei der Objektidentifikation. Die Bindung solcher Erwartungen an bestimmte relative Orte des globalen Bezugsrahmens findet ihren Ausdruck in den besprochenen Phänomenen der Objektsuche. Daß szenenkongruente Bildteile immer nur kurz fixiert werden, beruht vermutlich auf den gleichen Zusammenhängen. Die kongruenten Bildteile bestätigen lediglich entsprechende Erwartungen, und der Blick kann umso länger inkongruente und damit nicht erwartete Bildteile inspizieren (Friedman, 1979; Loftus, 1976; Loftus & Mackworth, 1978). Aus dem vermutlich gleichen Grund werden oft wenig szenenkongruente Details gespeichert (Mandler & Johnson, 1976; Mandler & Parker, 1976; Mandler & Ritchey, 1977; Pezdek et al., 1988, 1989).

5.5 Kontexte als Voraussetzung zielgerichteter Aktionen

Bezieht man die hier geführte Diskussion auf unsere einleitenden Überlegungen zum Zusammenhang zwischen visuellen Identifikationsleistungen und den Notwendigkeiten der Verhaltenssteuerung, dann erscheinen die vermuteten globalen Identifikationsmerkmale natürlicher Szenen als Ausgangsbedingungen für die Realisierung szenenspezifischer Handlungen, die auch Blickbewegungen zu spezifischen Orten mit der Erwartung einschließen, dort bestimmte Objekte wahrzunehmen. Mit anderen Worten: Die globalen Szenenmerkmale erscheinen als Ausgangsbedingungen zur gezielten Erzeugung antizipierter Reizwirkungen, so daß sich in der Realisierung solcher Antizipationen die Identitäten der Szene und der in ihr gegebenen Objekte erschließen kann (vgl. auch Wolff, 1985, 1986).

Nach diesen Spekulationen beruht die imponierende Unmittelbarkeit der Objektidentifikationen zum großen Teil auf Erwartungen, insbesondere auf Erwartungen über die Erzeugbarkeit von Details durch die Fixation bestimmter Stellen globaler Bezugsstrukturen. Die berichteten Daten stehen zu einer solchen Interpretation nicht im Widerspruch. Es sind jedoch weitere Experimente notwendig, um die hier angedeuteten Zusammenhänge gezielter zu überprüfen. Es käme vor allem darauf an, Kovariationen zwischen globalen und lokalen Reizwirkungen systematisch zu variieren, um die von solchen Zusammenhängen ausgehende Beeinflussung visueller Identifikationsleistungen verfolgen zu können. Die bereits im vorigen Abschnitt zitierten Untersuchungen von Lambert (1987), Lambert und Hockey (1986) und Miller (1988), in denen gezeigt wurde, daß die überzufällige Darbietung von Reizen einer bestimmten Kategorie an einem bestimmten Ort die Identifikation dieser Kategorien lokationsspezifisch beeinflusst, verfolgen bereits diesen m. E. erfolgversprechenden Ansatz.

6 *Wahrnehmungsperspektive und Orientierung*

6.1 3-D Modelle und kanonische Repräsentationen

Die Objekte, die es in der Umwelt zu identifizieren gilt, sind dreidimensionale Körper, die, je nachdem, aus welcher Perspektive sie betrachtet werden, zu sehr unterschiedlichen Reizkonfigurationen führen können. Unter natürlichen Wahrnehmungsbedingungen beeinflusst jedoch die Vielfalt der von den Objekten ausgehenden Reizwirkungen die Leichtigkeit, mit der wir sie identifizieren können, kaum. Ein Auto etwa erkennen wir unmittelbar, unabhängig

davon, ob wir es von vorne, von der Seite oder von oben sehen. Die Unterschiedlichkeit, ja teilweise Unvergleichbarkeit der dabei entstehenden Reizstrukturen scheint seine Identifizierbarkeit kaum zu beeinflussen.

Diese weitgehende Unabhängigkeit der Identifikation eines Objekts von dem Blickwinkel, unter dem es wahrgenommen wird, läßt vermuten, daß im Prozeß der Wahrnehmung eine vom Blickwinkel unabhängige Repräsentation des Objekts aus den jeweils gegebenen Reizbedingungen abgeleitet wird. Marr und Nishihara (1978) haben Verarbeitungsprozesse spezifiziert, die eine solche Transformation der vom Blickwinkel abhängigen Reizstrukturen in vom Blickwinkel unabhängige Objektrepräsentationen leisten sollen (vgl. auch Marr, 1982). Nach vorgeschalteten Prozessen der Konturenidentifikation wird ein objektzentriertes Koordinatensystems abgeleitet. Ausgehend von der Ausrichtung (*elongation*) und den Symmetrien der vom Objekt erzeugten Reizstruktur werden zunächst Hauptachsen für die Gesamtkonfiguration als Ganzes und zunehmend detaillierter auch für einzelne ihrer Teile bestimmt. Die Achsen bilden in ihrer relativen Lage zueinander eine Struktur, die als dreidimensionales Gerüst der räumlichen Anordnung von elementaren Körpern (*cones*) interpretiert wird. Auf diese Weise wird aus der gegebenen subjektzentrierten Reizstruktur ein objektzentriertes dreidimensionales Modell abgeleitet. Um die Identität des vorliegenden Objekts zu bestimmen, wird das Modell mit im Gedächtnis repräsentierten Objektmodellen verglichen. Die Identifikation des Objekts ist aus dieser Sicht insoweit unabhängig vom gegebenen Blickwinkel, als die Verarbeitung der jeweils entstehenden Reizwirkungen zum gleichen dreidimensionalen Modell des gesehenen Objekts führt, und sie ist insoweit abhängig vom Blickwinkel, als verschiedene Ansichten des gleichen Objekts unterschiedlichen Aufwand für die Ableitung des dreidimensionalen Objektmodells erfordern können.

Eine Alternative zu dieser Auffassung geht davon aus, daß Objekte nicht in Form dreidimensionaler Modelle, sondern durch eine (oder mehrere) besonders typische (kanonische) zweidimensionale Reizstruktur(en) repräsentiert sind (Palmer, Rosch & Chase, 1981; Reed, 1978; Rock, 1973). Weiterhin wird angenommen, daß die von einem Objekt ausgehenden Reizwirkungen in einer Weise mental transformiert werden können, die den Reizveränderungen bei Variation der Raumlage des Objekts entsprechen würden. Solche Transformationen werden als *mentale Rotation* verstanden. Die Identifikation eines Objekts beruht nach diesen Vorstellungen auf einem Vergleich der gegebenen mit repräsentierten kanonischen Reizwirkungen, die entweder einander unmittelbar entsprechen oder durch mentale Rotation in Übereinstimmung gebracht werden. Der „Aufwand“ für die Ableitung eines dreidimensionalen Modells wird hier ersetzt durch den Aufwand mentaler Rotationen.

6.2 Mentale Rotation

Die Annahme mentaler Rotationen wurde vor allem durch Untersuchungen gestützt, in denen die Vpn zwischen einer Standardversion und einer Spiegelbildversion zwei- und dreidimensionaler geometrischer Figuren zu unterscheiden hatten, die ihnen in verschiedenen Orientierungen dargeboten wurden (Cooper & Shepard, 1973; Metzler & Shepard, 1974; Shepard & Metzler, 1971). Der wesentliche Befund besagt, daß die Entscheidungszeit monoton mit dem Abstand der dargebotenen Figur von ihrer Standardorientierung bzw. mit dem Abstand der Orientierungen zweier zu vergleichender Figuren ansteigt. Dies gilt für Orientierungen in der zweidimensionalen Ebene und im dreidimensionalen Raum (Metzler & Shepard, 1974; Shepard & Metzler, 1971; Shepard & Metzler, 1988; vgl. aber Rock & DiVita, 1987; Rock, DiVita & Barbeito, 1981). Es ist darüberhinaus gezeigt worden, daß die Vpn in der Lage sind, sich eine Figur in beliebiger Orientierung vorzustellen, so daß sie mit einer dann in der vorgestellten Orientierung dargebotenen zweiten Figur unmittelbar verglichen werden kann (Cooper & Shepard, 1973; vgl. aber Rock, Wheeler & Tudor, 1989).

Diese Befunde werden als Hinweis auf einen mentalen Prozeß interpretiert, der Repräsentationen gegebener Reizwirkungen in einer Weise verändert, die analog den Veränderungen der Reizwirkungen sind, die durch Drehungen der Figur im Raum hervorgerufen werden. Ob man diese „mentale Rotation“ als ganzheitliche Drehung eines Anschauungsbilds, als schrittweise Transformation von relationalen Informationen oder als Veränderung eines egozentrischen Bezugssystems zu verstehen hat, wird kontrovers diskutiert (z. B. Bethell-Fox & Shepard, 1988; Carpenter & Just, 1978; Cooper & Podgorny, 1976; Just & Carpenter, 1976; Robertson, Palmer & Gomez, 1987; Rock et al.; Shepard & Cooper, 1982; Tudor, 1989). Diese Diskussion wollen wir hier jedoch nicht aufgreifen. Wir wollen uns vielmehr mit der Frage beschäftigen, inwieweit mentale Rotationen bei der Identifikation von Objekten eine Rolle spielen.

Wenn die Vpn in verschiedenen Orientierungen dargebotene zweidimensionale Figuren lediglich zu identifizieren hatten, ohne entscheiden zu müssen, ob es sich möglicherweise um eine Spiegelbildversion handelt, zeigten sich die Identifizierungszeiten in einigen Untersuchungen nicht mehr von der Orientierung abhängig (Corballis & Nagourney, 1978; Corballis, Zbrodoff, Shetzer & Butler, 1978; Eley, 1982; Shepard & Cooper, 1982; White, 1980). Palmer, Rosch und Chase (1981) haben dagegen gezeigt, daß es für die Identifikation von dreidimensionalen Objektzeichnungen sehr wohl eine bevorzugte Orientierung gibt (zumeist eine Ansicht schräg von vorn), in der die Objekte am schnellsten

identifiziert werden können. Mit dem Grad der Abweichung von dieser „kanonischen“ Perspektive steigen die Identifikationszeiten kontinuierlich an. Eine Abhängigkeit der Identifikationsleistungen von der Orientierung wurden auch für zweidimensionale Objektzeichnungen (Jolicoeur, 1985; Maki, 1986) sowie für alphanumerische (Jolicoeur & Landau, 1984; Kolers & Perkins, 1969 a, b) oder buchstabenähnliche Zeichen (Tarr & Pinker, 1989) berichtet. Die Befundlage ist also widersprüchlich.

6.3 Vertrautheit und Orientierungs(un)abhängigkeit

Ein Faktor, der die Stärke der Abhängigkeit der Identifikationsleistungen von der Orientierung modifiziert, ist möglicherweise der Grad der Vertrautheit mit den Figuren (Koriat & Norman, 1985). Orientierungseffekte werden nur dort gefunden, so kann vermutet werden, wo die Vpn mit den Figuren wenig Erfahrungen haben. Mit einer solchen Überlegung übereinstimmend, berichtet Jolicoeur (1985) eine deutliche Verringerung der Orientierungsabhängigkeit von Identifikationsleistungen mit zunehmender Versuchserfahrung. Der „Trainingseffekt“ bleibt jedoch auf die Objektzeichnungen beschränkt, mit denen die Versuchserfahrung gewonnen wurde. Werden nach längerem Training mit einem festen Satz Objektzeichnungen neue Zeichnungen zusätzlich angeboten, entspricht die Orientierungsabhängigkeit dieser neuen Objekte annähernd derjenigen zu Beginn des Versuchs (Jolicoeur, 1985, Exp. 3). Mit dem Training verbessert sich also nicht eine generelle Fähigkeit zur orientierungsunabhängigen Identifikation, sondern lediglich die Fähigkeit zur orientierungsunabhängigen Identifikation derjenigen Objekte, die wiederholt wahrgenommen wurden. Werden die Objekte allerdings nur in aufrechter Orientierung wiederholt wahrgenommen, wird die Orientierungsabhängigkeit ihrer Identifikation nicht reduziert (Jolicoeur & Milliken, 1989, Exp. 1). Jedoch kann auch die wiederholte Wahrnehmung eines Objekts in aufrechter Orientierung seine Identifizierbarkeit in anderen Orientierungen verbessern, wenn diese Erfahrungen im Kontext der Wahrnehmung anderer Objekte gemacht wird, deren Orientierung ständig wechselt (Jolicoeur & Milliken, 1989, Exp. 2).

Diese Beobachtungen zeigen, daß ein Objekt wiederholt in mehreren Orientierungen wahrgenommen (oder zumindest erwartet) werden muß, damit sich für dieses Objekt, und nur für dieses Objekt, die Mechanismen der Identifikation so ändern können, daß sie von seiner Orientierung unabhängiger werden. Es liegt nahe, eine lernabhängige Abstraktion von Merkmalen zu vermuten, die über allen wahrgenommenen (oder erwarteten) Orientierungen eines Objekts invariant bleiben, so daß sich seine Identifikation zunehmend auf diese Invarianten beziehen kann. Nach dem Training wird das Objekt dann

weder über die Ableitung eines 3-D Modells, noch über mentale Rotationen identifiziert, sondern anhand von objektspezifischen Invarianten (Selfridge & Neisser, 1960).

Eine alternative Erklärung wird durch Ergebnisse von Tarr und Pinker (1989) nahegelegt. Die Vpn hatten buchstabenähnliche Figuren so schnell wie möglich mit zuvor vereinbarten Namen zu benennen (Exp. 2). Während des Trainings wurden die Figuren in drei bzw. vier ausgewählten Orientierungen dargeboten. Das Training führt zur Orientierungsunabhängigkeit der Identifikationszeiten. Werden jedoch einzelne Figuren plötzlich in anderen als den trainierten Orientierungen dargeboten, zeigen sich die Identifikationen für diese ungewohnten Orientierungen wieder orientierungsabhängig: Die Identifikationszeiten steigen mit dem Abstand der neuen zu den trainierten Orientierungen kontinuierlich an. Die Autoren interpretieren dieses Resultat als Hinweis darauf, daß für die trainierten Orientierungen spezifische Repräsentationen erworben wurden. Der Reduktion der Orientierungsabhängigkeit liegen nicht orientierungsunabhängige Merkmale zugrunde, sondern eine Repräsentation der Figuren in jeweils mehreren orientierungsgebundenen Reizwirkungen, mit denen aktuelle Wahrnehmungen entweder unmittelbar oder in Folge mentaler Rotation verglichen werden.

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Trainingseffekte kann argumentiert werden, daß vertraute Reize wie etwa Buchstaben und Ziffern aufgrund der mit ihnen vielfältig gesammelten Wahrnehmungserfahrungen unabhängig von ihrer Orientierung identifiziert werden sollten, während dagegen die Identifikation unvertrauter Objekte und Figuren so lange orientierungsabhängig bleiben sollte, solange mit ihnen keine entsprechenden Wahrnehmungserfahrungen gemacht worden sind. Jedoch auch diese Erklärung vermag nicht alle Befunde zu integrieren: Auf der einen Seite zeigt sich in einigen Untersuchungen auch die Identifikation der hochvertrauten Buchstaben und Ziffern orientierungsabhängig (Jolicoeur & Landau, 1984; Kolars & Perkins, 1969 a, b), und auf der anderen Seite hat Eley (1982) gezeigt, daß auch die Identifikation von unbekanntem, buchstabenähnlichen Figuren schon bei geringer Vertrautheit orientierungsunabhängig sein kann. Offensichtlich wird die Wechselwirkung zwischen Vertrautheit und Orientierungsabhängigkeit durch weitere Faktoren beeinflusst.

6.4 Orientierungsfreie und orientierungsgebundene Merkmale

Inwieweit orientierungsunabhängige Identifikationen erreicht werden können, hängt auch von den zwischen den zu identifizierenden Figuren bestehenden

Unterschieden ab. Erlauben bereits globale Unterscheidungen eine sichere Identifikation, dann ist eher Orientierungsunabhängigkeit zu erwarten, als wenn Details der Figuren ihre Identität bestimmen. Ob etwa eine Reizstruktur ein Gesicht darstellt, ist in allen möglichen Orientierungen auf Anhieb zu entscheiden, während bereits eine Unterscheidung von männlichen und weiblichen Gesichtern oder eine individuelle Identifikation umso schwieriger ausfällt, je weiter die Darstellung von der aufrechten Orientierung abweicht (Rock, 1973; Sergent & Corballis, 1989). Ebenso läßt sich eine Hand orientierungsunabhängig identifizieren, während die Entscheidung, ob es sich um die rechte oder linke Hand handelt, orientierungsabhängig ist (Cooper & Shepard, 1975; Parsons, 1987). Einige alphanumerische Zeichen ändern mit der Orientierung auch ihre Identität: Eine 6 wird durch Drehung in der Bildebene zu einer 9, ein b wird ein q, ein M ein W und ein gespiegeltes b ist ein d. Ist zwischen diesen Zeichen zu unterscheiden, dann ist jeweils die relative Lage von Details notwendigerweise zu bestimmen, um das gegebene Zeichen identifizieren zu können. Wird dagegen nur verlangt, Buchstaben von Ziffern zu unterscheiden, dann kann die relative Lage der Details unberücksichtigt bleiben, und die Identifikation zeigt sich unabhängig von der Orientierung (Corballis & Nagourney, 1978).

Von solchen Überlegungen ausgehend hat Takano (1989) vorgeschlagen, zwischen orientierungsfreien und orientierungsgebundenen Merkmalen zu unterscheiden. Die Orientierungsabhängigkeit von Identifikationsleistungen sollte davon abhängig sein, auf welcher Art von Merkmalen sie beruhen: Die Identifikation von Figuren sollte immer dann orientierungsunabhängig sein, wenn sie sich anhand von orientierungsfreien Merkmalen eindeutig unterscheiden lassen. Takano kann zeigen, daß diese Voraussetzung für die zitierten Untersuchungen von Corballis et al. (1978), Corballis und Nagourney (1978) und Eley (1982), in denen orientierungsunabhängige Identifikationsleistungen gefunden wurden, tatsächlich gilt. Orientierungsabhängige Identifikationen sollten dagegen immer dann zu beobachten sein, wenn die Unterscheidungen auf räumlichen Relationen zwischen Teilen, d. h. auf orientierungsgebundenen Merkmalen beruhen.

Warum dies so sein sollte, kann an folgendem Beispiel erläutert werden: Die Buchstaben p, q, b und d lassen sich als aus einer geraden Linie und einem Halbkreis zusammengesetzt beschreiben. Sie unterscheiden sich darin, ob der Halbkreis oben oder unten und rechts oder links der Linie lokalisiert ist. Die Relationen „oben“, „unten“, „rechts“ und „links“ sind zwar Relationen zwischen den Teilen der Figur und damit im Sinne von Marr (1982) objektzentriert, dennoch verlangt ihre Identifikation die Bezugsetzung zu einem Koordinatensystem, das beim Betrachter verankert ist. So, wie es bei einer Wegbeschreibung vom Standpunkt des Betrachters abhängt, ob man eine Straße

hinauf- oder hinuntergeht und dann rechts oder links abbiegt, so hängt die Definition von räumlichen Relationen zwischen Teilen einer Figur vom „Standpunkt“ dessen ab, der die Figur betrachtet. Unterscheiden sich also die zu identifizierenden Figuren allein in den räumlichen Relationen ihrer Teile zueinander, dann verlangt ihre Identifikation eine Bezugsetzung der Orientierung der Figur zu subjektbestimmten Raumrichtungen, was in der Konsequenz zur Orientierungsabhängigkeit der Identifikationsleistungen führt.

Dieser Überlegung entspricht die Tatsache daß bei Unterscheidungen von Spiegelbildversionen stets eine Orientierungsabhängigkeit der Identifikationen gefunden wurde, denn Spiegelbildversionen unterscheiden sich gerade in nichts anderem als in der links-rechts Orientierung ihrer Teile. Auch die von Tarr und Pinker (1989) verwendeten buchstabenähnlichen Figuren unterscheiden sich (anders als die von Eley, 1982, verwendeten Figuren) vor allem in der rechts-links Anordnung einzelner Elemente, und auch hier wurde (im Unterschied zu Eley, 1972) Orientierungsabhängigkeit beobachtet. Beide Beobachtungen bestätigen damit die Überlegung, daß die Orientierungsabhängigkeit auf der Notwendigkeit beruht, die relative Lage von Figurenteilen bestimmen zu müssen, um die Figuren identifizieren zu können.

Takano berichtet über Experimente, in denen sich die zu identifizierenden Figuren in orientierungsfreien und orientierungsgebundenen Merkmalen unterschieden. Von besonderem Interesse sind Figuren, die verschiedene Kodierungen zulassen. Die in Abbildung 12 dargestellten Figuren unterscheiden sich in der relativen Lage des oberen Hakens, der einmal nach links, das andere Mal nach rechts zeigt. Dies ist ein orientierungsgebundenes Merkmal (rechts-links). Die Figuren unterscheiden sich aber auch darin, daß in der einen Figur die Öffnung des Hakens und des unteren Teils in die gleiche Richtung, bei der anderen Figur jedoch in entgegengesetzte Richtungen zeigen. Dies ist ein orientierungsfreies Merkmal. Takano kann nun zeigen, daß in Abhängigkeit davon, ob die Vpn die Figuren anhand des orientierungsgebundenen oder des orientierungsfreien Merkmals kodieren, die Identifikationsleistungen orientierungsabhängig bzw. orientierungsunabhängig ausfallen.

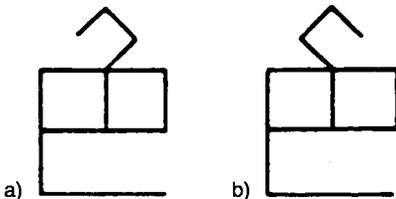


Abb. 12: Figuren mit orientierungsgebundenen und orientierungsfreien Unterschieden. (Aus Takano, 1989, p. 36, Abb. 6 oben. © 1989 Academic Press; Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlags)

Dieses Resultat läßt die geschilderten Trainingseffekte verstehen (Jolicoeur, 1985; Jolicoeur & Milliken, 1989; Tarr & Pinker, 1989): Sind Figuren, die unter alltäglichen Bedingungen zumeist in aufrechter Orientierung wahrgenommen werden, wie etwa Buchstaben, Ziffern und die meisten der uns umgebenden Objekte, in einem Experiment nun plötzlich in den unterschiedlichsten Orientierungen immer wieder zu identifizieren, dann kann vermutet werden, daß sich die Kodierung dieser Figuren in der Weise ändert, daß orientierungsgebundene Merkmale an Gewicht verlieren und orientierungsfreie Merkmale an Gewicht zunehmen, so daß mit zunehmenden Training die Identifikationsleistungen der Figuren von ihrer Orientierung immer unabhängiger werden. Wenn sich die Figuren allerdings nicht in solchen orientierungsfreien Merkmalen unterscheiden (Tarr & Pinker, 1989), dann kann auch kein noch so langes Training zu ihrer Abstraktion führen. Als Alternative bleibt in diesen Fällen die Möglichkeit, mehrere orientierungsspezifische Figurenrepräsentationen zu speichern, wie dies die zitierten Befunde von Tarr und Pinker (1989) nahelegen.

6.5 Orientierungsfreie Invarianten und Begriffsbildung

Ausgangspunkt dieses Abschnitts war die Frage, aufgrund welcher Mechanismen es gelingt, Objekte trotz der Unterschiede in ihren Reizwirkungen bei verschiedenen Ansichten sicher zu identifizieren. Die Mehrzahl der zitierten Untersuchungen bezog sich jedoch nicht auf die Wahrnehmung dreidimensionaler Objekte, sondern auf die Identifizierung von Objekten anhand zweidimensionaler Zeichnungen. Die Variation des Blickwinkels, unter dem ein dreidimensionales Objekt betrachtet wird, und die Variation der Orientierung einer zweidimensionalen Objektzeichnung führen natürlich zu sehr unterschiedlichen Veränderungen der Reizwirkungen. Während die interne Struktur eines zweidimensionalen Bilds konstant bleibt, können bei dreidimensionalen Objekten Ansichten entstehen, bei denen wesentliche Teile des Objekts verdeckt sind, so daß sich die Struktur der Reizwirkungen grundsätzlich ändert. Dem entsprechen auch Beobachtungen, die zeigen, daß Vpn im Gegensatz zur mentalen Rotation zweidimensionaler Figuren große Schwierigkeiten haben, sich verschiedene Ansichten einer unbekanntem dreidimensionalen Drahtfigur vorzustellen (Rock & DiVita, 1987; Rock et al., 1989). Die Mechanismen, die zur Orientierungsunabhängigkeit der Identifikation zweidimensionaler Objektzeichnungen führen, dürfen also noch nicht für die Mechanismen gehalten werden, die auch die Identifikation dreidimensionaler Objekte unter verschiedenen Ansichten sichern. Trotz dieser Einschränkung der Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse lassen sich einige Schlußfolgerungen ableiten, die vermut-

lich auch für die Identifikation von Objekten im dreidimensionalen Raum Gültigkeit besitzen:

Unsere Diskussion legt nahe, daß die Orientierungsunabhängigkeit von Identifikationsleistungen nicht nur durch einen Mechanismus vermittelt wird, sondern daß es wenigstens zwei Möglichkeiten gibt, orientierungsabhängige Reizveränderungen so zu kompensieren, daß die Identität der „Reizquelle“ schnell und zuverlässig erkannt werden kann. Neben der Identifikation auf der Grundlage orientierungsunabhängiger Invarianten können Identifikationen auch auf einem Vergleich gegebener Reizwirkungen mit orientierungsgebundenen Prototypen beruhen, die jeweils „typische“ Orientierungen repräsentieren.

Die Orientierungsabhängigkeit verändert sich mit dem Niveau der geforderten Identifikationen bzw. mit der Spezifikation der zu treffenden Diskriminierungen. Ist nur eine „grobe“ Klassifikation der Objekte etwa auf dem Niveau der Basisbegriffe gefordert, ist eher Orientierungsunabhängigkeit zu erwarten, als wenn die Objekte spezifischer zu identifizieren sind. Geht man davon aus, daß die Identität von Basisbegriffen vor allem durch globale Merkmale und die Identität von Subbegriffen durch die zusätzliche Berücksichtigung von lokalen Details an spezifischen relativen Orten bestimmt wird (vgl. Abschn. 3), dann kann spekuliert werden, daß die Orientierungsabhängigkeit der Objektidentifikationen dann eintritt, wenn die Identifikation von Details verlangt ist (Corballis, 1988). Sind dagegen globale Formmerkmale für die Bestimmung der Identität ausreichend, ist eine Orientierungsunabhängigkeit der Identifikationen zu erwarten, solange die globalen Formmerkmale nicht orientierungsgebunden definiert sind.

Die Orientierungsunabhängigkeit von Identifikationsleistungen ist erfahrungsabhängig. Erst die wiederholte Identifikation von Objekten unter verschiedenen Orientierungen führt zur Orientierungsunabhängigkeit. Man kann hier Mechanismen vermuten, die aus der Menge der erlebten Reizwirkungen orientierungsunabhängige Invarianten abstrahieren. Es handelt sich vermutlich um die gleichen Mechanismen, die auch der Begriffsbildung zugrunde liegen, d. h. um Mechanismen zur Charakteristik von funktional äquivalenten Reizkonfigurationen durch visuelle Invarianten: Da sich der funktionale Wert eines Objekts mit seiner Orientierung im Raum gewöhnlich nicht ändert, müssen die begrifflichen Invarianten orientierungsunabhängig sein, wenn sie funktionale Äquivalenz repräsentieren sollen. Das heißt, Invarianten zur Charakteristik funktionaler Äquivalenz haben nicht nur invariant über der Menge der funktional äquivalenten Objekte, sondern zugleich auch invariant über der Menge der erlebten Orientierungen dieser Objekte zu sein. Daraus ergibt sich, daß für die Charakteristik begrifflicher (funktionaler) Identität bevorzugt sol-

che Invarianten abstrahiert werden müssen, die orientierungsunabhängig sind, und dies sind vor allem die globalen Merkmale, die den Basisbegriffen bevorzugt zugrunde liegen. Es ist deshalb wohl auch richtiger, nicht zu formulieren, daß Basisbegriffsidentifikationen orientierungsunabhängig sind, weil sie auf globalen Merkmalen beruhen, sondern daß Basisbegriffe auf globalen Merkmalen beruhen, weil in der Regel nur sie orientierungsunabhängig sind.

Auf welchen Invarianten eine spezifische Identifikationsleistung beruht, hängt von der Variabilität der Orientierungen ab, unter denen die entsprechende Identifikationsleistung zu erbringen war, und nur für diesen Bereich der erlebten Variabilität gilt dann auch die Orientierungsunabhängigkeit. Es fällt uns dementsprechend auch schwer, etwa ein Auto von unten oder eine Kaffeemaschine aus der Vogelperspektive (Biederman, 1987) zu identifizieren. Die Erfahrungsabhängigkeit der Invarianten, auf denen die Identifikationsleistungen beruhen, besagt natürlich nicht, daß nicht auch generelle Invarianten wirksam werden, etwa solche, die mit der Tiefe des Raums kovariieren (binokulare und monokulare Tiefenkriterien) oder die als nicht-zufällige Merkmale räumliche Eigenschaften von Körpern signalisieren (Biederman, 1987; Hoffman & Richards, 1984; Marr, 1982). Solche Invariante dienen aus der hier vertretenen Perspektive jedoch nicht dazu, aus einer zweidimensionalen Reizstruktur ein dreidimensionales Modell zu rekonstruieren. Sie dienen vielmehr einer Strukturierung zweidimensionaler Reizwirkungen, die deren dreidimensionalem Ursprung entspricht und damit die Abstraktion orientierungsunabhängiger Invariante erleichtert (Lowe, 1987).

Die übliche experimentelle Anforderung, ein plötzlich in unvorhersehbarer Orientierung auftauchendes Objekt identifizieren zu müssen, begegnet uns unter natürlichen Bedingungen höchst selten. In der Regel werden Veränderungen der Wahrnehmungsperspektive vor allem durch das eigene Verhalten erzeugt, so daß die eintretenden Reizwirkungen uns nicht unerwartet, sondern auf vorhersehbare Weise treffen. Diese, durch eigenes Verhalten herstellbaren Veränderungen von Reizwirkungen enthalten Informationen über die Identität von Objekten, die unter natürlichen Wahrnehmungsbedingungen vermutlich ebenfalls verwertet werden (Gibson, 1979; Turvey & Carello, 1986). Wir verfallen selbst bei der Betrachtung von Bildern gelegentlich in die Gewohnheit, zusätzliche Informationen durch Variation des Blickwinkels gewinnen zu wollen, etwa wenn wir ein Rätselbild in der Zeitung aus verschiedenen Perspektiven betrachten. Diese Form der aktiven Gewinnung von Informationen über die Identität eines Objekts durch gezielte Erzeugung von Reizwirkungen aus unterschiedlichen Perspektiven ist jedoch ein noch zu elaborierender Forschungsgegenstand (vgl. etwa Turvey, Solomon & Burton, 1989 für aktuelle Untersuchungen zur Gewinnung von Informationen durch die Handhabung von Gegenständen).

7 Abschließende Spekulationen

7.1 Funktionale Äquivalenz in der Wahrnehmung

Ich habe einleitend den Gedanken zu begründen versucht, daß die Strukturierung von visuellen Reizwirkungen in Einheiten, die den Objekten unserer Umwelt, ihren szenischen Anordnungen, ihren Teilen und Merkmalen entsprechen, nicht durch die Wahrnehmungsprozesse allein begründet werden kann, wenn man nicht annehmen will, daß diese a priori der Struktur der Umwelt entsprechen. Die Bedeutung dieses Problems wurde in der vorangegangenen Diskussion immer dort deutlich, wo vermutete Mechanismen der Objektidentifikation die Leistungen, die sie begründen sollten, voraussetzten, um sie erbringen zu können: Die Bestimmung des Minimalcodes einer Konfiguration, aus dem sich ihre Zerlegung in Teile ergeben soll, setzt beispielsweise die Bestimmung eines Primitivcodes voraus, d. h. ihre Strukturierung in elementare Teile. Ebenso setzt die Verwertung nicht-zufälliger Merkmale zur Strukturierung eines Ganzen in seine Teile voraus, daß die Teile des Ganzen bereits bestimmt sind, damit das visuelle System feststellen kann, welche Merkmale mit diesen Teilen nicht-zufällig kovariieren. Oder die mentale Rotation einer Konfiguration in ihre „Standardorientierung“, um sie identifizieren zu können, setzt ihre Identifikation voraus, weil anders nicht bestimmt ist, was als „Standardorientierung“ zu gelten hat. Wenn also gilt, so kann man vielleicht verallgemeinern, daß die Strukturen, die wir wahrnehmen, aus der Identität der Einheiten abgeleitet werden müssen, die sie charakterisieren, dann kann die Identität der Einheiten nicht aus den Wahrnehmungsstrukturen abgeleitet werden.

Die einleitend diskutierten Überlegungen zur Lösung dieses Problems sollen nun noch einmal aufgegriffen werden: Die Einheiten, die es wahrzunehmen gilt, werden danach durch funktionale Äquivalenz bestimmt, – durch die Tatsache also, daß Verhaltensweisen bei unterschiedlichen Reizgegebenheiten zu gleichen und damit voraussagbaren Konsequenzen führen. Es sind vor allem diese gleichartigen Veränderungen durch einen Verhaltensakt, die die Äquivalenz von Reizkonfigurationen bestimmen. Visuelle Objektidentifikationen, so kann man spekulieren, beruhen auf der Fähigkeit des visuellen Systems, Reizkonfigurationen unterschiedlicher funktionaler Äquivalenz voneinander unterscheiden zu lernen. Für Konfigurationen gleicher funktionaler Äquivalenz „sucht“ das visuelle System nach Invarianten, die sie von solchen anderer funktionaler Äquivalenz unterscheiden.

Die funktionale Äquivalenz von Reizstrukturen ist zweifach bestimmt, einmal durch den Verhaltensakt, für den die Äquivalenz gelten soll und zweitens

durch die Eigenschaften der „Reizquelle“, auf denen die Äquivalenz beruht. Eine Kodierung funktionaler Äquivalenz in perzeptiven Invarianten integriert beide Determinanten und ermöglicht damit einer auf diesen Invarianten beruhenden Wahrnehmung, zwischen Objekteigenschaften und Objektmanipulation, zwischen Umwelt und Verhalten, zu vermitteln (vgl. auch Prinz, 1984, 1990).

Die funktionalen Äquivalenzen von Objekten ändern sich in der Regel weder mit der Betrachtungsperspektive noch mit verschiedenen Fixationen. Die Invarianten, auf denen Objektidentifikationen beruhen, sind also nicht nur für verschiedene funktional äquivalente Objekte, sondern zugleich auch für verschiedene Blickwinkel und Fixationen dieser Objekte zu bestimmen. Die Reizstrukturen, die sich gegenüber diesen verschiedenen Variationen als invariant erweisen, sind zumeist globale Eigenschaften, wie etwa die spezifische Form einer Umrißfigur oder ähnliches. Die Beobachtungen zum Phänomen der globalen Dominanz lassen vermuten, daß das visuelle System diesen Zusammenhängen insofern angepaßt ist, als es zwischen globalen Reizwirkungen besonders schnell diskriminiert.

Zwei Reizkonfigurationen sind nach unseren Überlegungen funktional äquivalent, wenn die Anwendung eines Verhaltensaktes bei ihnen zu den gleichen Konsequenzen führt. Äquivalenz sollte also für die Wahrnehmung daran erkennbar sein, daß Reizkonfigurationen durch gleiche Verhaltensakte in vergleichbarer und damit auch antizipierbarer Weise verändert werden können. Für die visuelle Identifikation von Objekten dürften besonders Antizipationen über die Veränderbarkeit von Reizstrukturen durch Variationen des Blickwinkels oder der Fixation eine besondere Rolle spielen. Nach dieser Annahme erfolgt die Identifikation eines Objekts durch eine schrittweise und erwartungsgeleitete Differenzierung der visuellen Informationen, wobei der jeweils gegebene Zustand die Ausgangsbedingungen für die Erzeugung weiterer Informationen definiert. Einer solchen Spekulation entsprechen die Beobachtungen von der Dominanz der Szenenidentifikation, von der Dominanz der Identifikation eines Objekts auf dem Niveau der Basisbegriffe sowie die mit diesen Dominanzen zusammenhängenden Priming- und Kontexteffekte.

Nach diesen Spekulationen lassen sich die visuellen Strukturen, die den Objektidentifikationen zugrunde liegen, als Erwartungen von spezifischen Reizwirkungen an spezifischen Orten einer noch unstrukturierten globalen Reizverteilung beschreiben. Die für die Objektidentifikation elementarsten Merkmale sind danach die globalen (fixationsunabhängigen) Merkmale. Sie verbinden die jeweils gegebene Reizverteilung mit Erwartungen über die Herstellbarkeit von Reizwirkungen vor allem durch entsprechende Blickbewegungen oder Veränderungen der Perspektive. Die Identität von Szenen, Kontex-

ten, Personen, Objekten usw. erschließt sich im Prozeß der Herstellung von antizipierten Reizwirkungen, d. h. in der Wiederholung von in der Vergangenheit gemachten Wahrnehmungserfahrungen.

Die vorherrschenden Konzeptionen zu Prozessen der Objektidentifikation vertreten eine grundsätzlich andere Auffassung: Die Identität einer Reizstruktur erschließt sich, so wird angenommen, im Resultat eines Vergleichs zwischen den Ergebnissen ihrer visuellen Verarbeitung mit im Gedächtnis gespeicherten Repräsentationen begrifflicher Entitäten. Nach Marr (1982) etwa führt die visuelle Verarbeitung zu einem dreidimensionalen Modell, das mit gespeicherten Objektmodellen verglichen wird. Biederman (1987) vermutet einen Vergleich der im Prozeß der Wahrnehmung erarbeiteten Komponenten einer Reizstruktur mit entsprechenden Objektrepräsentationen im Gedächtnis (vgl. Abb. 10). Prinz (1983) spricht davon, daß durch frühe visuelle Verarbeitung Merkmale erzeugt werden, die entsprechende Merkmalsadressen im Wissensgedächtnis zu aktivieren vermögen. Oder es wird angenommen, daß Reizwirkungen mit begrifflichen Prototypen verglichen werden (Bransford & Franks, 1971; Rosch, 1975, 1977), nachdem sie, z. B. durch mentale Rotation, „normalisiert“ worden sind.

Die hier vertretene Überlegung, daß Objektidentifikationen auf der Wiederholung von in der Vergangenheit gemachten Wahrnehmungserfahrungen beruhen, hebt die Unterscheidung zwischen visuell-perzeptiven und Vergleichsprozessen auf. Die visuelle Verarbeitung einer Reizstruktur ist hier ein Prozeß der gezielten Erzeugung von Reizwirkungen: Eine Reizstruktur ist in dem Maße erkannt, in dem sie Antizipationen über ihre Veränderbarkeit wachruft, und ihre Identität realisiert sich in dem Maße, in dem diese Antizipationen realisiert werden. Die visuellen Merkmale von Objekten werden danach nicht unabhängig von den Prozessen ihrer Verarbeitung repräsentiert, sondern im Gegenteil als „Anweisungen“ zur gezielten Veränderung von Reizstrukturen. Diejenigen Reizstrukturen, Gegebenheiten oder Situationen, in denen die Anweisungen erfolgreich ausgeführt werden können, entsprechen der extensionalen Bedeutung der Objekte, und ihre erfolgreiche Ausführung selbst entspricht ihrer Identifikation.

7.2 Offene Fragen und Aufgaben

Unsere Spekulationen sind aus der Überlegung abgeleitet, daß die Einheiten, die uns die Wahrnehmung erkennen läßt, durch die Unterscheidungen bestimmt sein müssen, die für eine erfolgreiche Verhaltensausführung notwendig sind. In den einzelnen Abschnitten dieses Artikels habe ich zu zeigen versucht,

daß es der durch diese Spekulation aufgespannte Interpretationsrahmen durchaus gestattet, eine Vielzahl der aktuell untersuchten Phänomene visueller Objektidentifikation in einem funktionellen Zusammenhang zu verstehen. Dies sollte dazu ermutigen, diese Perspektive, die ja in der Psychologie durchaus Tradition hat, auch in der weiteren Forschung zu berücksichtigen (vgl. Heuer & Sanders, 1987; Neumann & Prinz, 1990 b). Einige der dabei m. E. vorrangig zu bearbeitenden Fragestellungen sollen abschließend wenigstens angedeutet werden.

Ein wesentliches Element unserer Spekulationen ist die Annahme von der Möglichkeit des visuellen Systems, globale Merkmale unabhängig von und bevorzugt vor lokalen Details zu erfassen. Jedoch, was sind globale Merkmale? Wir haben die Schwierigkeiten, globale Merkmale zu definieren, bereits diskutiert. Unter der Annahme, daß globale Merkmale als Invariante abstrahiert werden müssen, um visuell wirksam werden zu können, erscheint es lohnend, die Grenzen des menschlichen visuellen Systems zur Abstraktion solcher Merkmale zu testen (Hoffmann & Grosser, 1986). Erst Untersuchungen, in denen die Adaptivität der visuellen Verarbeitung an unterschiedlich definierte Invarianten systematisch ausgelotet wird, lassen Einsichten in die notwendigen Unterscheidungen von elementaren und zusammengesetzten, von globalen und lokalen Merkmalen erwarten.

Die Lernprozesse, die zur Herausbildung der vermuteten visuellen Invarianten führen, sind ebenfalls noch völlig unzureichend spezifiziert. Die Annahme, daß diese Invarianten auf der Erfahrung von regelhaften Transformationen beruhen, läßt ein Bedürfnis zur Antizipation verhaltensgebundener Transformationen vermuten. Um dieser Vermutung nachzugehen, sind Untersuchungen notwendig, in denen der Einfluß der gegenseitigen Antizipierbarkeit visueller Merkmale auf die Wahrnehmung systematisch analysiert wird.

Schließlich weisen einige Beobachtungen darauf hin, daß die Verhaltenseffekte visueller Reizstrukturen von den Eigenschaften ihrer bewußten Identifikation dissoziiert sein können. Die wahrgenommene Entfernung zwischen zwei Punkten entspricht beispielsweise nicht immer der Weite der Sakkade beim Blickwechsel zwischen ihnen (z. B. Hajos & Fey, 1982), die wahrgenommene Lage eines Punkts entspricht nicht immer der mit der Hand gezeigten Lage (z. B. Bridgeman, 1989), die wahrgenommene Krümmung einer Linie entspricht nicht immer den Augenbewegungen bei ihrer visuellen Abtastung (Miller & Festinger, 1977), und es können Reize verhaltenswirksam werden, ohne daß wir sie bewußt identifizieren (z. B. Neumann & Prinz, 1987). Solche Beobachtungen machen darauf aufmerksam, daß die Merkmale (Invarianten), die der erfolgreichen Steuerung eines bestimmten Verhaltens (bspw. der Augenbewegungen) zugrunde liegen, nicht unbedingt auch die phänomenale

Struktur der gegebenen Reize bestimmen (Bridgeman, in diesem Band; Neumann, 1989). Auch hier müssen wir auf zukünftige Forschungen hoffen, die uns die Beziehungen zwischen den Mechanismen der visuellen Verhaltenssteuerung und denen der bewußten Identifikation visueller Strukturen verstehen lassen.

Literatur

- Ach, N. (1905). *Über die Willenstätigkeit und das Denken*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Ach, N. (1935). *Analyse des Willens*. Berlin, Wien: Urban & Schwarzenberg.
- Anglin, J. M. (1977). *Word, object, and conceptual development*. New York: Norton.
- Anochin, P. K. (1967). *Das funktionelle System als Grundlage der physiologischen Architektur des Verhaltens*. Jena: Fischer.
- Antes, J. R. & Mann, S. W. (1984). Global-local precedence in picture processing. *Psychological Research*, 46, 247-259.
- Antes, J. R., Penland, J. G. & Metzger, R. L. (1981). Processing global information in briefly presented pictures. *Psychological Research*, 43, 277-292.
- Bartlett, F. C. (1932). *Remembering, a study in experimental and social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Becker, C. A. & Killion, T. H. (1977). Interaction of visual and cognitive effects in word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 3, 389-401.
- Bethell-Fox, C. E. & Shepard, R. N. (1988). Mental rotation: Effects of stimulus complexity and familiarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 14, 12-23.
- Biederman, I. (1972). Perceiving real-world scenes. *Science*, 177, 77-80.
- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, 115-147.
- Biederman, I., Blicke, T. W., Teitelbaum, R. C. & Klatsky, G. J. (1988). Object search in nonscene displays. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 14, 456-467.
- Biederman, I., Glass, A. L. & Stacy, E. W. (1973). Scanning for objects in real-world scenes. *Journal of Experimental Psychology*, 97, 22-27.
- Biederman, I. & Ju, G. (1988). Surface versus edge-based determinants of visual recognition. *Cognitive Psychology*, 20, 38-64.
- Biederman, I., Mezanotte, R. J. & Rabinowitz, J. C. (1982). Scene perception: Detecting and judging objects undergoing relational violations. *Cognitive Psychology*, 14, 143-177.

- Biederman, I., Rabinowitz, J.L., Glass, A.L. & Stacy, E.W. (1974). On the information extracted from a glance at a scene. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 596-600.
- Boer, L.C. & Keuss, P.J.G. (1982). Global precedence as a postperceptual effect: An analysis of speed-accuracy trade-off functions. *Perception & Psychophysics*, 31, 358-366.
- Boring, E.G. (1942). *Sensation and perception in the history of experimental psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Bouma, H. (1971). Visual recognition of isolated lower-case letters. *Vision Research*, 11, 459-474.
- Bower, G.H. & Glass, A.L. (1976). Structural units and the redintegrative power of picture fragments. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning & Memory*, 2, 456-466.
- Boyce, S.J., Pollatsek, A. & Rayner, K. (1989). Effect of background information on object identification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 15, 556-566.
- Bransford, J.D. & Franks, J.J. (1971). The abstraction of linguistic ideas. *Cognitive Psychology*, 2, 331-350.
- Breitmeyer, B.G. & Ganz, L. (1977). Temporal studies with flashed gratings: Inferences about transient and sustained systems. *Vision Research*, 17, 861-865.
- Bridgeman, B. (1989). Separate visual representations for perception and for visually guided behavior. In S.R. Ellis & M.K. Kaiser (Eds.), *Spatial displays and spatial instruments*. Moffett Field, CA: NASA.
- Brown, R. (1958). How shall a thing be called? *Psychological Review*, 65, 14-21.
- Bruce, V. & Green, P.R. (1990). *Visual perception: Physiology, psychology, and ecology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Brunswik, E. (1956). *Perception and the representative design of psychological experiments*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Buffart, H.F.J.M. & Leeuwenberg, E.L.J. (1983). Structural information theory. In H.G. Geissler, H. Buffart, E. Leeuwenberg & V. Sarris (Eds.), *Modern issues in perception* (pp. 48-74). Amsterdam: North-Holland.
- Buffart, H.F.J.M., Leeuwenberg, E.L.J. & Restle, F. (1981). Coding theory of visual pattern completion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 7, 241-274.
- Carpenter, P.A. & Just, M.A. (1978). Eye fixations during mental rotation. In J.W. Senders, D.F. Fisher & R.A. Monty (Eds.), *Eye movements and the higher psychological functions*, Vol. 2 (pp. 115-133). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Carr, T.H., McCauley, C., Sperber, R.D. & Parmelee, C.M. (1982). Words, pictures, and priming: On semantic activation, conscious identification, and the automaticity of information processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 8, 757-777.

- Cooper, L.A. & Podgorny, P. (1976). Mental transformations and visual comparison processes: Effects of complexity and similarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 2, 503-514.
- Cooper, L.A. & Shepard, R.N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W.G. Chase (Ed.), *Visual information processing* (pp.75-176). New York, London: Academic Press.
- Cooper, L.A. & Shepard, R.N. (1975). Mental transformation in the identification of left and right hands. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 1, 48-56.
- Corballis, M.C. (1988). Recognition of disoriented shapes. *Psychological Review*, 95, 115-123.
- Corballis, M.C. & Nagourney, B.A. (1978). Latency to categorize disoriented characters as letters or digits. *Canadian Journal of Psychology*, 32, 186-188.
- Corballis, M.C., Zbrodoff, J., Shetzer, L.I. & Butler, P.B. (1978). Decisions about identity and orientation of rotated letters and digits. *Memory & Cognition*, 6, 98-107.
- De Valois, R.L. & De Valois, K.K. (1980). Spatial vision. *Annual Review of Psychology*, 31, 309-341.
- Dewey, J. (1896). The reflex arc concept in psychology. *Psychological Review*, 3, 357-370.
- Dörner, D., Schaub, H., Stäudel, Th. & Strohschneider, S. (1988). Ein System zur Handlungsregulation oder - Die Interaktion von Emotion, Kognition und Motivation. *Sprache & Kognition*, 7, 217-232.
- Eley, M.G. (1982). Identifying rotated letter-like symbols. *Memory & Cognition*, 10, 25-32.
- Farah, M.J. (1989). Semantic and perceptual priming: How similar are the underlying mechanisms? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 15, 188-194.
- Flores d'Arcais, G.B. & Schreuder, R. (1987). Semantic activation during object naming. *Psychological Research*, 49, 153-159.
- Friedman, A. (1979). Framing pictures: The role of knowledge in automatized encoding and memory for gist. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 316-355.
- Gerling, M. (1979). Kontexteffekte beim Identifizieren von Bildern: Kongruenz versus Inkongruenz. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 26, 541-560.
- Glaser, W.R. (1992). Picture naming. *Cognition*, 42, 61-105.
- Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Ginsburg, A.P. (1986). Spatial filtering and visual form perception. In K.R. Boff, L. Kaufman & J.P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance, Vol. II: Cognitive Processes* (pp.34.1-34.41). New York: Wiley.
- Gottschaldt, K. (1926). Über den Einfluß der Erfahrung auf die Wahrnehmung von Figuren. *Psychologische Forschung*, 8, 261-317.

- Gregory, R.L. (1974). Choosing a paradigm for perception. In E.C. Carterette & M.P. Friedman (Eds.), *Handbook of perception, Vol. 1: Historical and philosophical roots of perception* (pp. 255–283). New York: Academic Press.
- Guenther, R.K., Klatzky, R.L. & Putnam, W. (1980). Commonalities and differences in semantic decisions about pictures and words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 54–74.
- Hajos, A. & Fey, D.A. (1982). Lernprozesse des okulomotorischen Systems. *Psychologische Beiträge*, 24, 135–158.
- Harvey, L.D. (1986). Visual memory: What is remembered. In F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities: Mechanisms and performances* (pp. 173–187). Amsterdam: North-Holland.
- Harvey, L.D. Jr., Roberts, J.O. & Gervais, M.J. (1983). The spatial frequency basis of internal representations. In H.G. Geissler, H.F.J.M. Buffart, E.L.J. Leeuwenberg & V. Sarris (Eds.), *Modern issues in perception* (pp. 217–226). Amsterdam: North-Holland.
- Hatfield, G. & Epstein, W. (1985). The status of the minimum principle in the theoretical analysis of visual perception. *Psychological Bulletin*, 97, 155–186.
- Helmholtz, H. (1910). *Handbuch der physiologischen Optik (Bd. 3)*. Hamburg, Leipzig: Voss.
- Henderson, J.M., Pollatsek, A. & Rayner, K. (1987). The effects of foveal priming and extrafoveal preview on object identification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 3, 449–463.
- Heuer, H. & Sanders, A.F. (Eds.). (1987). *Perspectives on perception and action*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hochberg, J. (1978). *Perception* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hochberg, J. (1981). Levels of perceptual organization. In M. Kubovy & J.R. Pomerantz (Eds.), *Perceptual organization* (pp. 255–278). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hochberg, J. & McAlister, E.A. (1953). A quantitative approach to figural „goodness“. *Journal of Experimental Psychology*, 46, 361–364.
- Hoffman, D.D. & Richards, W.A. (1984). Parts of recognition. *Cognition*, 18, 65–96.
- Hoffman, J.E. (1980). Interaction between global and local levels of a form. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 6, 222–234.
- Hoffmann, J. (1982). Representation of concepts and the classification of objects. In F. Klix, J. Hoffmann & E. van der Meer (Eds.), *Cognitive research in psychology* (pp. 72–89). Amsterdam: North-Holland.
- Hoffmann, J. (1986 a). *Die Welt der Begriffe*. Weinheim: Psychologie Verlags-Union.
- Hoffmann, J. (1986 b). A simulation approach to conceptual identification processes. In I. Kurcz, G.W. Shugar & J.H. Danks (Eds.), *Knowledge and language* (pp. 49–68). Amsterdam: North-Holland.

- Hoffmann, J. (1987). Semantic control of selective attention. *Psychological Research*, 49, 123-129.
- Hoffmann, J. (1990). Über die Integration von Wissen in die Verhaltenssteuerung. *Schweizerische Zeitschrift für Psychologie*, 49, 250-265.
- Hoffmann, J. (1993). Konzentration durch Antizipation. In J. Beckmann, H. Strang & E. Hahn (Hrsg.), *Aufmerksamkeit und Energetisierung. Facetten von Konzentration und Leistung*. Göttingen: Hogrefe.
- Hoffmann, J. & Grosser, U. (1985). Automatismen bei der begrifflichen Klassifikation. *Sprache & Kognition*, 4, 28-48.
- Hoffmann, J. & Grosser, U. (1986). Die lernabhängige Automatisierung begrifflicher Identifikation. *Sprache & Kognition*, 5, 27-41.
- Hoffmann, J., Grosser, U. & Klein, R. (1987). The influence of knowledge on visual search. In E. van der Meer & J. Hoffmann (Eds.), *Knowledge-aided information processing* (pp. 81-100). Amsterdam: North-Holland.
- Hoffmann, J. & Kämpf, U. (1985). Mechanismen der Objektbenennung - Parallele Verarbeitungssakkaden. *Sprache & Kognition*, 4, 217-230.
- Hoffmann, J. & Klein, R. (1988). Kontexteffekte bei der Benennung und Entdeckung von Objekten. *Sprache & Kognition*, 7, 25-39.
- Hoffmann, J. & Klimesch, W. (1984). Die semantische Codierung von Wörtern und Bildern. *Sprache & Kognition*, 3, 1-25.
- Hoffmann, J. & Zießler, C. (1983). Objektidentifikation in künstlichen Begriffshierarchien. *Zeitschrift für Psychologie*, 191, 135-167.
- Hoffmann, J. & Zießler, M. (1982). Begriffe und ihre Merkmale. *Zeitschrift für Psychologie*, 190, 46-77.
- Hoffmann, J. & Zießler, M. (1986). The integration of visual and functional classifications in concept formation. *Psychological Research*, 48, 69-78.
- Hoffmann, J., Zießler, M. & Grosser, U. (1984). Psychologische Gesetzmäßigkeiten der begrifflichen Klassifikation von Objekten. In F. Klix (Hrsg.), *Gedächtnis, Wissen, Wissensnutzung* (S. 74-107). Berlin: Verlag der Wissenschaften.
- Hoffmann, J., Zießler, M., Grosser, U. & Kämpf, U. (1985). Struktur- und Prozeßkomponenten in begrifflichen Identifikationsleistungen. *Zeitschrift für Psychologie*, 193, 51-70.
- Hofsten, C. von & Rönqvist, L. (1988). Preparation for grasping an object: A developmental study. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 14, 610-621.
- Holst, E. von & Mittelstaedt, H. (1950). Das Reafferenzprinzip. Wechselwirkungen zwischen ZNS und Peripherie. *Naturwissenschaften*, 37, 464-476.
- Hughes, H. C., Layton, W. M., Baird, J. C. & Lester, L. S. (1984). Global precedence in visual pattern recognition. *Perception & Psychophysics*, 35, 361-371.

- Huttenlocher, J. & Kubicek, L.F. (1983). The source of relatedness effects on naming latency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 9, 486-496.
- Irwin, D.I. & Lupker, S.J. (1983). Semantic priming of pictures and words: A levels-of-processing approach. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 45-60.
- Jacoby, L.L., Baker, J.G. & Brooks, L.R. (1989). Episodic effects on picture identification: Implications for theories of concept learning and theories of memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 15, 275-281.
- James, W. (1981/1890). *The principles of psychology* (Vol. 2). Cambridge, MA: Harvard University Press (Originalarbeit 1890).
- Jörg, S. (1978). *Der Einfluß sprachlicher Bezeichnungen auf das Wiedererkennen von Bildern*. Bern: Huber.
- Jolicoeur, P. (1985). The time to name disoriented natural objects. *Memory & Cognition*, 13, 289-303.
- Jolicoeur, P., Gluck, M. & Kosslyn, S. (1984). Pictures and names: Making the connection. *Cognitive Psychology*, 16, 243-275.
- Jolicoeur, P. & Landau, M.J. (1984). Effects of orientation on the identification of simple visual patterns. *Canadian Journal of Psychology*, 38, 80-93.
- Jolicoeur, P. & Milliken, B. (1989). Identification of disoriented objects: Effects of context-prior presentation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 15, 200-210.
- Jones, G.V. (1983). Identifying basic categories. *Psychological Bulletin*, 94, 423-428.
- Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441-480.
- Kinchla, R.A. (1974). Detecting target elements in multi-element arrays: A confusability model. *Perception & Psychophysics*, 15, 149-158.
- Kinchla, R.A., Solis-Macias, V. & Hoffman, J. (1983). Attending to different levels of structure in a visual image. *Perception & Psychophysics*, 33, 1-10.
- Kinchla, R.A. & Wolfe, J. (1979). The order of visual processing: „Top down“, „bottom up“, or „middle out“. *Perception & Psychophysics*, 25, 225-231.
- Klatsky, G.J. (1983). *Getting to the top: On the access routes to scene schemata*. Unveröffentlichte Dissertation, State University of New York, Buffalo.
- Klix, F. (1962). *Elementaranalysen zur Psychophysik der Raumwahrnehmung*. Berlin: Verlag der Wissenschaften.
- Klix, F. (1984). Über Erkennungsprozesse im menschlichen Gedächtnis. *Zeitschrift für Psychologie*, 192, 18-46.
- Köhler, W. (1924). *Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand*. Erlangen: Verlag der Philosophischen Akademie.
- Köhler, W. (1929). *Gestalt psychology* (5th ed.). New York: Liveright.

- Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt psychology*. New York: Harcourt, Brace.
- Kolers, P.A. & Perkins, D.N. (1969 a). Orientation of letters and errors and their recognition. *Perception & Psychophysics*, 5, 265-269.
- Kolers, P.A. & Perkins, D.N. (1969 b). Orientation of letters and their speed of recognition. *Perception & Psychophysics*, 5, 275-280.
- Koriat, A. & Norman, J. (1985). Mental rotation and visual familiarity. *Perception & Psychophysics*, 37, 429-439.
- Kosslyn, S.M., Koenig, O., Barrett, A., Cave, C.B., Tang, J. & Gabrieli, J.D.E. (1989). Evidence for two types of spatial representations: Hemispheric specialization for categorical and coordinate relations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 15, 723-735.
- Kosslyn, S.M. & Schwartz, S.P. (1978). Visual images as spatial representations in active memory. *Computer Vision Systems*, 5, 223-241.
- Kroll, J.K. & Potter, M.C. (1984). Recognizing words, pictures, and concepts: A comparison of lexical, object, and reality decisions. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 39-66.
- Lambert, A.J. (1987). Expecting different categories at different locations and spatial selective attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 61-76.
- Lambert, A.J. & Hockey, R. (1986). Selective attention and performance with a multi-dimensional visual display. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 12, 484-495.
- Leeuwenberg, E.L.J. (1969). Quantitative specification of information in sequential patterns. *Psychological Review*, 76, 216-220.
- Leeuwenberg, E.L.J. (1971). A perceptual coding language for visual and auditory patterns. *American Journal of Psychology*, 84, 307-349.
- Leeuwenberg, E.L.J. & Boselie, F. (1988). Against the likelihood principle in visual form perception. *Psychological Review*, 95, 485-491.
- Leeuwenberg, E.L.J. & Buffart, H.F.J.M. (1983). An outline of coding theory, summary of some related experiments. In H.G. Geissler, H. Buffart, E. Leeuwenberg & V. Sarris (Eds.), *Modern issues in perception* (pp.25-47). Amsterdam: North-Holland.
- Loftus, G.R. (1976). A framework for a theory of picture recognition. In R.A. Monty & J.W. Senders (Eds.), *Eye movements and psychological processes*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Loftus, G.R. & Hogden, J. (1988). Extraction of information from complex visual stimuli: Memory performance and phenomenological appearance. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol.22, pp.139-191). New York: Academic Press.
- Loftus, G.R. & Mackworth, H.M. (1978). Cognitive determinants of fixation location during picture viewing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 4, 565-572.

- Loftus, G.R., Nelson, W.W. & Kallman, H.J. (1983). Differential acquisition rates for different types of information from pictures. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35A, 187–198.
- Lowe, D.G. (1987). Three-dimensional object recognition from single two-dimensional images. *Artificial Intelligence*, 31, 355–395.
- Lupker, S.J. (1988). Picture naming: An investigation of the nature of categorical priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 14, 444–455.
- McClelland, J.L. & Rumelhart, D.E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375–407.
- McEvoy, C.L. (1988). Automatic and strategic processes in picture naming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 14, 618–626.
- Maki, R.H. (1986). Naming and locating the tops of rotated pictures. *Canadian Journal of Psychology*, 40, 368–387.
- Mandler, J.M. & Johnson, N.S. (1976). Some of the thousand words a picture is worth. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 256–263.
- Mandler, J.M. & Parker, R.E. (1976). Memory for descriptive and spatial information in complex pictures. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 38–48.
- Mandler, J.M. & Ritchey, G.H. (1977). Long-term memory for pictures. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning & Memory*, 3, 386–396.
- Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco: Freeman.
- Marr, D. & Nishihara, H.K. (1978). Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society of London (series B)*, 200, 269–294.
- Martin, M. (1979). Local and global processing: The role of sparsity. *Memory & Cognition*, 7, 476–484.
- Medin, D.L., Wattenmaker, W.D. & Hampson, S.E. (1987). Family resemblance, conceptual cohesiveness, and category construction. *Cognitive Psychology*, 19, 242–279.
- Mervis, C.B. & Crisafi, M.A. (1982). Order of acquisition of subordinate-, basic-, and superordinate-level categories. *Child Development*, 53, 258–266.
- Mervis, C.B. & Rosch, E. (1981). Categorization of natural objects. *Annual Review of Psychology*, 32, 89–115.
- Metzger, R.L. & Antes, J.R. (1983). The nature of processing early in picture perception. *Psychological Research*, 45, 267–274.
- Metzger, W. (1975). *Die Gesetze des Sehens* (3. Aufl.). Frankfurt/M.: Kramer.
- Metzler, J. & Shepard, R.N. (1974). Transformational studies of the internal representation of three-dimensional objects. In R.L. Solso (Ed.), *Theories in cognitive psychology: The Loyola Symposium* (pp. 147–201). San Francisco: Freeman.

- Meyers, L. S. & Rhoades, R. W. (1978). Visual search of common scenes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 30, 297-310.
- Miller, J. (1981 a). Global precedence in attention and decision. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 7, 1161-1174.
- Miller, J. (1981 b). Global precedence: Information availability or use? Reply to Navon. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 7, 1183-1185.
- Miller, J. (1988). Components of the location probability effect in visual search tasks. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 14, 453-471.
- Miller, J. & Festinger, L. (1977). Impact of oculomotor retraining on the visual perception of curvature. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 3, 187-200.
- Mitchell, D. B. & Brown, A. S. (1988). Persistent repetition priming in picture naming and its dissociation from recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 14, 213-222.
- Murphy, G. L. & Brownell, H. H. (1985). Category differentiation in object recognition: Typicality constraints on the basic category advantage. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 11, 70-84.
- Murphy, G. L. & Smith, E. E. (1982). Basic level superiority in picture categorization. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21, 1-20.
- Murphy, G. L. & Wisniewski, E. J. (1989). Categorizing objects in isolation and in scenes: What a superordinate is good for. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 15, 572-586.
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383.
- Navon, D. (1981 a). Do attention and decision follow perception? Comment on Miller. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 7, 1175-1182.
- Navon, D. (1981 b). The forest revisited: More on global precedence. *Psychological Research*, 43, 1-32.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Neisser, U. (1976). *Cognition and reality*. San Francisco: Freeman.
- Neisser, U. (1978). Anticipations, images, and introspection. *Cognition*, 6, 169-174.
- Neumann, O. (1989). Kognitive Vermittlung und direkte Parameterspezifikation. Zum Problem mentaler Repräsentation in der Wahrnehmung. *Sprache & Kognition*, 8, 32-49.
- Neumann, O. & Prinz, W. (1987). Kognitive Antezedenzen von Willkürhandlungen. In H. Heckhausen, P. M. Gollwitzer & F. E. Weinert (Hrsg.), *Jenseits des Rubikon: Der Wille in den Humanwissenschaften* (S. 195-215). Berlin: Springer-Verlag.
- Neumann, O. & Prinz, W. (1990 a). Prologue: Historical approaches to perception and action. In O. Neumann & W. Prinz (Eds.), *Relationships between perception and action* (pp. 5-19). Berlin, New York: Springer-Verlag.

- Neumann, O. & Prinz, W. (Eds.). (1990b). *Relationships between perception and action*. Berlin, New York: Springer-Verlag.
- Palmer, S. (1975). The effects of contextual scenes on the identification of objects. *Memory & Cognition*, 3, 519–526.
- Palmer, S. (1977). Hierarchical structure in perceptual representation. *Cognitive Psychology*, 9, 441–474.
- Palmer, S., Rosch, E. & Chase, P. (1981). Canonical perspective and the perception of objects. In J. Long & A. Baddeley (Eds.), *Attention and performance, Vol. 9* (pp. 135–151). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Paquet, L. & Merikle, P.M. (1988). Global precedence in attended and nonattended objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 14, 89–100.
- Parsons, L.M. (1987). Imagined spatial transformations of one's hands and feet. *Cognitive Psychology*, 19, 178–241.
- Pezdek, K., Maki, R., Valencia-Laver, D., Whetstone, T. Stoeckert, J. & Dougherty, T. (1988). Picture memory: Recognizing added and deleted details. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 14, 468–476.
- Pezdek, K., Whetstone, T., Reynolds, K., Askari, N. & Dougherty, T. (1989). Memory for real-world scenes: The role of consistency with schema expectation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 15, 587–595.
- Pollatsek, A., Rayner, K. & Collins, W.E. (1984). Integrating pictorial information across eye movements. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 426–442.
- Pollatsek, A., Rayner, K. & Henderson, J.M. (1990). Role of spatial location in integration of pictorial information across saccades. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 16, 199–210.
- Pomerantz, J.R. (1981). Perceptual organization in information processing. In M. Kubovy & J.R. Pomerantz (Eds.), *Perceptual organization* (pp. 141–180). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pomerantz, J.R. (1983). Global and local precedence: Selective attention in form and motion perception. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 516–540.
- Pomerantz, J.R. & Kubovy, M. (1986). Theoretical approaches to perceptual organization: Simplicity and likelihood principles. In K.R. Boff, L. Kaufman & J.P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance, Vol. II: Cognitive processes and performance* (pp. 36.1–36.46). New York: Wiley.
- Pomerantz, J.R., Sager, L.G. & Stoever, R.J. (1977). Perception of wholes and of their component parts: Some configural superiority effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 3, 422–435.
- Prinz, W. (1983). *Wahrnehmung und Tätigkeitssteuerung*. Berlin: Springer-Verlag.
- Prinz, W. (1984). Modes of linkage between perception and action. In W. Prinz & A.F. Sanders (Eds.), *Cognition and motor processes* (pp. 185–194). Berlin, New York: Springer-Verlag.

- Prinz, W. (1990). A common-coding approach to perception and action. In O. Neumann & W. Prinz (Eds.), *Relationships between perception and action* (pp. 5-19). Berlin, New York: Springer-Verlag.
- Reed, S.K. (1978). Schemes and theories of pattern recognition. In E.C. Carterette & M.P. Friedman (Eds.), *Handbook of perception, Vol. 9: Perceptual processing* (pp. 137-162). New York: Academic Press.
- Reinert, G. (1985). Schemata als Grundlage der Steuerung von Blickbewegungen bei der Bildverarbeitung. In O. Neumann (Hrsg.), *Perspektiven der Kognitionspsychologie* (S. 113-146). Berlin: Springer-Verlag.
- Reinitz, M.T., Wright, E. & Loftus, G.R. (1989). Effects of semantic priming on visual encoding of pictures. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 280-297.
- Robertson, L.C., Palmer, S.E. & Gomez, L.M. (1987). Reference frames in mental rotation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 13, 368-379.
- Rock, I. (1973). *Orientation and form*. New York: Academic Press.
- Rock, I. & DiVita, J. (1987). A case of viewer-centered object perception. *Cognitive Psychology*, 19, 280-293.
- Rock, I., DiVita, J. & Barbeito, R. (1981). The effect on form perception of change of orientation in the third dimension. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 7, 719-732.
- Rock, I., Wheeler, D. & Tudor, L. (1989). Can we imagine how objects look from other viewpoints? *Cognitive Psychology*, 21, 185-210.
- Rosch, E. (1975). Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 192-233.
- Rosch, E. (1977). Human categorization. In N. Warren (Ed.), *Studies in cross-cultural psychology* (Vol. 1, pp. 3-49). London: Academic Press.
- Rosch, E. & Mervis, C.B. (1975). Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7, 573-605.
- Rosch, E., Mervis, C.B., Gray, W.D., Johnson, D.M. & Boyes-Braem, P. (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8, 382-439.
- Rumelhart, D.E. & McClelland, J.L. (1982). An interactive activation model of context effects in letter perception, II: The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review*, 89, 60-94.
- Seguí, J. & Fraisse, P. (1968). Le temps de réaction verbale. iii. Réponses spécifiques et réponses catégorielles à des stimulus objets. *Année Psychologique*, 68, 69-82.
- Selfridge, O.G. & Neisser, U. (1960). Pattern recognition by machine. *Scientific American*, 203, 60-68.
- Sergent, J. & Corballis, M.C. (1989). Categorization of disoriented faces in the cerebral hemispheres of normal and commissurotomy subjects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 15, 701-710.

- Seymour, P.H.K. (1973). A model for reading, naming, and comparison. *British Journal of Psychology*, 64, 35-49.
- Shepard, R.N. & Cooper, L.A. (1982). *Mental images and their transformation*. Cambridge, MA: Bradford Books/MIT Press.
- Shepard, R.N. & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. - *Science*, 171, 701-705.
- Shepard, S. & Metzler, D. (1988). Mental rotation: Effects of dimensionality of objects and type of task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 14, 3-11.
- Sperber, R.D., McCauley, C., Ragain, R.D. & Weil, C.M. (1979). Semantic priming effects on picture and word processing. *Memory & Cognition*, 7, 339-345.
- Takano, Y. (1989). Perception of rotated forms: A theory of information types. *Cognitive Psychology*, 21, 1-59.
- Tarr, M.J. & Pinker, S. (1989). Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition. *Cognitive Psychology*, 21, 233-282.
- Theios, J. & Amrhein, P.C. (1989). Theoretical analysis of the cognitive processing of lexical and pictorial stimuli: Reading, naming, and visual and conceptual comparisons. *Psychological Review*, 96, 5-24.
- Tipper, S.P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *Memory & Cognition*, 7, 339-345.
- Tipper, S.P. & Driver, J. (1988). Negative priming between pictures and words in a selective attention task: Evidence for semantic processing of ignored stimuli. *Memory & Cognition*, 16, 64-70.
- Turvey, M.T. & Carello, C. (1986). The ecological approach to perceiving-acting: A pictorial essay. *Acta Psychologica*, 63, 133-155.
- Turvey, M.T., Solomon, H.Y. & Burton, G. (1989). An ecological analysis of knowing by wielding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 387-407.
- Tversky, B. & Hemenway, K. (1983). Categories of environmental scenes. *Cognitive Psychology*, 15, 121-149.
- Tversky, B. & Hemenway, K. (1984). Objects, parts, and categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 169-193.
- Ungerleider, L.G. (1985). The corticocortical pathways for object recognition and spatial perception. In C.G. Chagas, R. Gattass & C. Gross (Eds.), *Pattern recognition mechanisms*. Rom: Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia.
- Wandmacher, J. & Arend, U. (1985). Superiority of global features in classification and matching. *Psychological Research*, 47, 143-157.
- Ward, L.M. (1982). Determinants of attention to local and global features of visual forms. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 8, 562-581.

- Warren, C. & Morton, J. (1982). The effects of priming on picture recognition. *British Journal of Psychology*, 73, 117-129.
- Weizsäcker, V. von (1950). *Der Gestaltkreis - Theorie der Einheit von Wahrnehmen und Bewegen* (4. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme.
- Wertheimer, M. (1923). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt, II. *Psychologische Forschung*, 4, 301-350.
- Wertheimer, M. (1925). *Drei Abhandlungen zur Gestaltpsychologie*. Erlangen: Palm & Enke.
- White, M.J. (1980). Naming and categorization of tilted alphanumeric characters do not require mental rotation. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 15, 153-156.
- Wilson, H.R. & Bergen, J.R. (1979). A four-mechanism model of spatial vision. *Vision Research*, 19, 19-32.
- Winston, P.H. (1975). Learning structural descriptions from examples. In P.H. Winston (Ed.), *The psychology of computer vision* (pp. 157-209). New York: McGraw-Hill.
- Witkin, A.P. & Tenenbaum, M. (1983). On the role of structure in vision. In A. Rosenfeld, B. Hope & J. Beck (Eds.), *Human and machine vision* (pp. 481-543). New York: Academic Press.
- Wittgenstein, L. (1953). *Philosophical investigations*. New York: Macmillan.
- Wolff, P. (1985). Wahrnehmungslernen durch Blickbewegungen. In O. Neumann (Hrsg.), *Perspektiven der Kognitionspsychologie*. Berlin: Springer-Verlag.
- Wolff, P. (1986). Saccadic exploration and perceptual motor learning. *Acta Psychologica*, 63, 263-280.
- Zießler, M. & Hoffmann, J. (1987). Die Verarbeitung visueller Reize und die Steuerung motorischen Verhaltens: Zwei sich wechselseitig beeinflussende Prozesse. *Psychologische Beiträge*, 29, 524-557.
- Zimmer, H.D. (1983). *Sprache und Bildwahrnehmung*. Frankfurt/M.: Haag & Herchen.
- Zimmer, H.D. (1984). Blume oder Rose? Unterschiede in der visuellen Informationsverarbeitung bei Experten und Laien. *Archiv für Psychologie*, 136, 343-361.
- Zimmer, H.D. & Biegelmann, U.E. (1990). Klassifikation globaler und lokaler Basisbegriffe bei Variation des Merkmal-Onset. *Arbeiten der Fachrichtung Psychologie*, 152. Universität des Saarlandes, Saarbrücken.