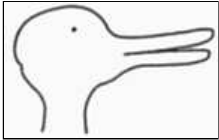


BAND 148, DEZEMBER 1999 – JANUAR 2000, SEITE 161, DOKUMENTATION

INGO RENTSCHLER UND ERHARDT BARTH

## Vom Vorteil der tätigen Veränderung bildlicher Vorstellungen



&amp;nbsp;

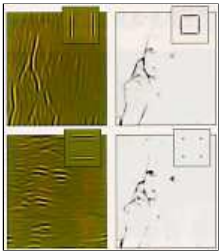
Professor L., ein bekannter Neurologe, erhob sich und verschwand im Badezimmer. Seit Jahren waren ihm die Damen der Familie wegen seines Bartes in den Ohren gelegen und bei diesem Abendessen hatten sie ihn mit ihren Bemerkungen besonders genervt. Er nahm sich den Bart ab und kehrte zu Tisch zurück. Nichts geschah. Der Verlust seines Gesichtsschmuckes blieb unbemerkt.



Neuronale Repräsentation der Bilder "Sara Bernhardt" (von Nadar) und "Quadrat" in den frühen Stufen der visuellen Wahrnehmung. Helle und dunkle Stellen weisen auf hohe und niedrige Aktivität der Neuronen hin. Einzelheiten werden durch unterschiedliche Zellpopulationen übermittelt.

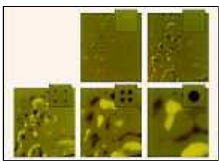
Die Möglichkeit derartiger Blindheit ist schwerlich mit der Vorstellung zu vereinbaren, Sehen sei eine Art Abfotografieren der gegenständlichen Welt.

Sensorische Signale unterliegen beim Vorgang der Wahrnehmung komplexen Auswahlprozessen und das erweist, dass wir etwas tun, wenn wir sehen. Am Wechsel der willkürlich zu richtenden Aufmerksamkeit wird uns das am ehesten bewusst. Die Psychologie verdeutlicht sie mit dem Cocktailparty-Effekt, der darin besteht, dass die Worte einer bestimmten Person in einem vom Stimmengewirr einer Menschenmenge erfüllten Raum deutlich zu vernehmen sind. Bekannte Beispiele für das ausschließliche Sehen von Teilaspekten bieten mehrdeutige Figuren. Die Zeichnung oben wird als Ente oder als Hase gesehen; beide Lesarten zugleich sind nicht möglich.



links: Orientierungselektive Repräsentation der Bilder im primären visuellen Cortex.  
rechts: Simulierte Repräsentation durch komplexe (oben) und hyperkomplexe (unten) Neurone.

Mehrdeutige Figuren sagen uns, dem Philosophen Ludwig Wittgenstein zufolge, aber noch etwas anderes: Wir können ihre Anwesenheit auf weißem Blatt Papier bloß bemerken oder aber sie als etwas sehen. Diese Unterscheidung des Entdeckens und des Erkennens von Bildmustern ist wichtig. Jeder physikalische Empfänger vermag Signale so zu entdecken, wie eine Fozelle auf das Einschalten einer Lampe reagiert. Die Veränderung des fotoelektrischen Stroms sagt, dass etwas da ist. Um zu wissen, was es ist, muss das Signal erkannt werden. Sendet eine Lampe langwelliges Licht aus, so sagen wir, sie leuchte rot; geschieht das zudem im Kontext einer Ampelanlage, dann wird das rote Licht zu einem Haltesignal. Wir vermögen also zu erkennen, indem wir die symbolische Signalbeschreibung in Form des Farbnamens mit einem Konzept oder kategorialen Modell, hier gegeben durch die Verhaltensregel Halt, in Beziehung setzen.



Repräsentation durch kreumungsselektive Neurone



ROBERT DELAUNAY, La ville de Paris, 1912



Robert Delaunay: Studie über die drei Grazien nach einem Fresco in

Hinsichtlich der Beschaffenheit kategorialer Modelle des visuellen Erkennens gibt es verschiedene Auffassungen. Platon und später Kant schrieben die Möglichkeit menschlichen Erkenntnisgewinns der Existenz von Ideen zu, die der Erfahrung vorausgehen. Die Kognitionsforschung nimmt dagegen an, dass die Modelle zur Einordnung des Erfahrenen gelernt werden müssen. Demgegenüber glauben Biologen eher, dass die Evolution genetisch bestimmte Modelle hervorgebracht hat, die durch die individuelle Erfahrung modifiziert werden können.



Robert Delaunay: Studie über die drei Grazien nach einem Fresco in



Robert Delaunay: Studie über die drei Grazien nach einem Fresco in



Robert Delaunay: Studie über die drei Grazien nach einem Fresco in



Robert Delaunay: Studie über die drei Grazien nach einem Fresco in



Robert Delaunay: Studie über die drei Grazien nach einem Fresco in



Robert Delaunay: Studie über die drei Grazien nach einem Fresco in



Robert Delaunay: Studie über die drei Grazien nach einem Fresco in

Neurowissenschaftler, die sich mit dem menschlichen Gehirn befassen, gehen noch einen Schritt weiter. Sie finden nämlich, dass die Konsolidierung sensorisch vermittelter Erfahrungen im Langzeitgedächtnis von Hirnstrukturen gesteuert wird, die zugleich die Folgen des Verhaltens bewerten. Werden dabei Erwartungen bezüglich der Beschaffenheit der Umwelt im Positiven wie im Negativen enttäuscht, so entstehen Emotionen. Sie werden im Gedächtnis mit den auslösenden Vorgängen verknüpft, wobei solche der sozialen Interaktion ein besonderes Gewicht erhalten. Insgesamt lässt sich also sagen, dass die visuelle Wahrnehmung ein Vorgang des aktiven Erforschens und Verstehens der Welt ist, der kognitive Fähigkeiten mit emotional gefärbten Erfahrungen verbindet.

### Weltmodelle des Gehirns

Die Tatsache, dass die Wahrnehmung ein Tun darstellt, lässt sich bereits am anatomischen Aufbau des Sehsystems im Primatengehirn ablesen. Es entstehen auf der Netzhaut des Auges optische Bilder von den Sehdingen, die in Form elektrischer Impulse über den seitlichen Kniehöcker im Zwischenhirn zunächst zur primären Sehrinde am hinteren Pol des Großhirns übertragen werden. Es gibt aber, wie der Neuroanatom David van Essen und seine Kollegen berichten, insgesamt 32 funktionell spezialisierte Areale auf der Hirnrinde, die visuelle Information verarbeiten, und davon sind 25 sogar überwiegend mit dem Sehvorgang beschäftigt. Zwischen all diesen Arealen sind 305 Verbindungen bekannt, die etwa ein Drittel von dem ausmachen, was in einem voll vernetzten Systems möglich ist. Von entscheidender Bedeutung ist nun die Tatsache, dass keines der visuellen Hirnareale die Rolle eines Fernsehschirms im Gehirn spielt, auf dem die Information aller anderen Areale zu einem Bild der Welt zusammengefasst wird.

In der Netzhaut beginnt der Sehvorgang mit der Verschlüsselung von Vorgängen, Merkmalen und Objektformen. Die letzteren sind an der Art und Weise erkennbar, wie sich die Lichtreflektion über die Oberfläche von Gegenständen hinweg ändert und als Merkmale bezeichnet man spezielle Muster solcher Veränderungen wie Kanten und Flecken. Diese im Netzhautbild vorhandenen Merkmale aktivieren Nervenzellen oder Neurone, die ein, in seiner Empfindlichkeitsverteilung passendes, rezeptives Feld aufweisen. Neurone in der Netzhaut haben konzentrische rezeptive Felder. Deren Eigenschaften kann man im elektrophysiologischen Experiment dadurch untersuchen, dass man im Gesichtsfeld eines Versuchstieres Licht- oder Schattenflecken in dem Bereich erzeugt, von dem aus das Neuron zu erregen ist. Wenn man dann den Reiz in seiner örtlichen Ausdehnung vergrößert, dann nimmt die neuronale Aktivität zunächst zu. Es gibt aber eine Reizgröße, jenseits derer die Aktivität geringer als für einen kleineren Reiz ist. Visuelle Neurone haben somit ein mehr oder weniger eingeschränktes Gesichtsfeld, dessen Größe den Bereich von Bilddetails bestimmt, die sie erfassen können. In der Sprache der Ingenieure bezeichnet man diesen Sachverhalt als Filterung.

Rezeptive Felder mit einer bestimmten Merkmalsempfindlichkeit kommen außerdem in verschiedenen Größen vor, so dass die Filteroperationen der frühen visuellen Reizverarbeitung auf einer ganzen Skala von Maßstäben oder Stufen der örtlichen Auflösung ablaufen. Das führt zu einer Zerlegung des

Netzhautbildes in eine Reihe von Merkmalskarten, was der Verminderung der informationstheoretischen Redundanz im Netzhautbild und der Beseitigung von Unschärfe bezüglich der Lage von Bilddetails dient.

Ebenfalls noch in der Netzhaut wird die Verschlüsselung von Merkmalen in getrennten Kanälen für helle und dunkle Bildkomponenten vorgenommen. Wenn man nun mithilfe eines Rechners ein digitales Bild auf verschiedenen Skalenstufen derartigen Filteroperationen entwirft und dann eine Auswahl aus den so entstehenden Merkmalskarten trifft, dann gelangt man durch die Rekombination der verbleibenden Karten zu Bilddarstellungen. Auf diese Weise ist es zum Beispiel möglich, den malerischen Stil Claude Monets zu treffen. @34-Zwischen: Visuelle Areale der Hirnrinde

Bei der neurophysiologischen Untersuchung der primären Sehrinde erweist sich die Mehrzahl der Neurone als selektiv empfindlich für Konturen mit einer bestimmten Orientierung im Gesichtsfeld wie etwa senkrecht, waagrecht oder schräg. Dieser Sachverhalt, für dessen Aufklärung die Physiologen David Hubel und Torsten Wiesel von der Harvard Universität einen Nobelpreis erhielten, ist von grundlegender Bedeutung für unser Verständnis der Funktion des Sehsystems. Er vermag für sich genommen aber nicht zu erklären, warum Konturen und Liniensegmente eine so wichtige Rolle für die Gesichtswahrnehmung spielen. Das kann man an der Tatsache ablesen, dass es in der Sehrinde zwei Populationen sog. Einfachzellen (simple cells) mit gerader (kosinusartiger) und ungerader (sinusartiger) örtlicher Symmetrie gibt, deren Aktivität in ihrer Gesamtheit die vollständige Information des Netzhautbildes darstellt. Die Ausgangssignale dieser Neurone werden einmal von sog. Komplexzellen (complex cells) zusammengefasst, welche die örtlichen Symmetrieeigenschaften der Lichtverteilung im Netzhautbild (z.B. Hell/Dunkel- oder Hell/Dunkel/Hell-Übergänge) ignorieren und nur deren Gesamtstärke erfassen.

Auch Hyperkomplexzellen (hypercomplex cells) zeigen dieses Verhalten; sie weisen aber zugleich eine selektive Empfindlichkeit für die Länge von Konturen oder Linien auf. Das äußert sich so, dass die Aktivität dieser Zellen wieder abnimmt, wenn die Länge des Reizmusters einen kritischen Wert überschreitet (end-stopping). Erst diese Art von Nervenzellen in der Sehrinde macht offenbar Linienzeichnungen zu einer so wichtigen Sache für das Sehen.

Die Funktion des end-stopping dient jedoch nicht allein der Bestimmung der Länge visueller Konturen. Das kann man sich leicht klarmachen, indem man die physikalischen Eigenschaften der Signale betrachtet, welche die Musik oder die Malerei ausmachen. Akustische Signale haben einen zeitlichen, d.h. eindimensionalen Charakter; sie bleiben gleich oder sie ändern sich. Bildsignale sind dagegen örtlich flächenhaft oder zweidimensional; sie können sich in zweifacher Weise ändern. Geradlinige Konturen im Bild trennen Bereiche gleichförmiger Lichtintensität. Deren Eigenschaften ändern sich nur, wenn man die Konturen überschreitet, nicht aber, wenn man ihnen ihrer Länge nach folgt. Gekrümmte Konturen weisen dagegen Änderungen in den beiden Hauptrichtungen der Ebene auf. Solche Bildelemente bezeichnet man ebenso wie die lokalen Extremwerte der Bildintensität (Helligkeits- oder Dunkelheitsspitzen) als intrinsisch zweidimensional. Formal kann man diese Eigenschaften von Bildern mit dem differentialgeometrischen Konzept der Krümmung am besten beschreiben. Man erhält damit eine Taxonomie der funktionalen Eigenschaften visueller Neurone, welche gut mit den verschiedenen Typen von Zellen mit end-stopping übereinstimmt, die Neurophysiologen tatsächlich gefunden haben.

## Zur Formwahrnehmung

Trotz der jetzt geschilderten Fortschritte der Hirnforschung kann nicht die Rede davon sein, dass wir das Problem der visuellen Wahrnehmung wirklich verstanden hätten. Es gibt gute Gründe für die Annahme, dass die letztere aus der dynamischen Wechselwirkung von Hirnzentren entsteht. Verschiedene Eigenschaften des Wahrnehmungsvorganges stimmen aber auch auffallend mit denen enger umschriebener Verarbeitungspfade im Hirn überein. Einer davon führt vom Hinterhaupt- zum Schläfenlappen des Großhirns und ist als das sog. Was-System bekannt geworden. Aufgrund von klinischen und physiologischen Erfahrungen ist der Neurologe Günter Baumgartner zu der Ansicht gelangt, die Gesichtswahrnehmung entstünde bei der Informationsverarbeitung in diesem System jenseits einer bestimmten, anatomisch wohl definierten Grenzlinie. Dort finden sich visuelle Rindenareale, die der Verarbeitung von Kontrast, Oberflächenbeschaffenheit und Farbe dienen. Das legt die Vermutung nahe, dass in ihrem Bereich die jeweiligen Attribute den Sehdingen hinzugefügt werden. Im unteren Schläfenlappen, der zugleich als die höchste rein visuelle Verarbeitungsstufe

anzusehen ist, sind denn auch Gesichter und andere komplexe Muster und räumliche Objekte als unterschiedliche Klassen von Wahrnehmungsinhalten repräsentiert.

### **Bildliches Vorstellen - die Brücke zwischen Wahrnehmung und Handlung?**

Die oben angesprochenen Eigenschaften von Weltmodellen im Gehirn bestätigen die Erkenntnis der Psychologie, dass Wahrnehmung weniger ein Abbilden als ein Auswahlprozess ist. Dabei bleibt aber unklar, wie Wahrnehmungsinhalte begriffen und in angemessenes Handeln in der Welt umgesetzt werden. Hinweise in dieser Richtung kann die Frage nach dem Bilden und Erleben von Werken der Kunst ergeben.

Der Naturwissenschaftler Hermann von Helmholtz vertrat im 19. Jahrhundert die Ansicht, Malerei und Musik seien insofern grundsätzlich verschieden, als es die Aufgabe des Malers sei, die sichtbare Welt wiederzugeben und zu vollenden. Musik hatte seiner Meinung nach nichts mit einer möglichen akustischen Welt zu tun und war ganz und gar aus dem schöpferischen Geist des Komponisten entstanden. Was die Musik betrifft, so teilte der Maler Wassily Kandinsky die Helmholtzsche Auffassung. Er fand aber, dass der Maler, den die bloße Wiedergabe der Natur nicht befriedigt, durchaus die Methoden der musikalischen Komposition auf seine Kunst anwenden könne. In ähnlicher Weise sah auch der Tiefenpsychologe Carl Gustav Jung in den Bildern der gegenstandslosen Kunst Darstellungen des menschlichen Unbewussten. So einleuchtend diese Sichtweisen auch sein mögen, so lassen sie doch eine Tatsache außer acht, auf die der Kunsthistoriker Ernst Gombrich mit Nachdruck verwiesen hat: Die Malerei bringt Bildwerke hervor, und ein Maler kann die Form eines Gegenstandes nicht wiedergeben, wenn er nicht gelernt hat, wie man das macht. Es genügt somit nicht, den Einfluss der Wahrnehmung auf die Weltsicht des Malers zu reflektieren. Es stellt sich vielmehr die Frage nach dem Zusammenhang von Wahrnehmung und Handlung im schöpferischen Akt.

### **Wahrnehmung und bildliche Vorstellung**

Der Mathematiker David Mumford von der Harvard Universität hat sich anhand neuroanatomischer Daten kritisch mit der weitverbreiteten Ansicht auseinandergesetzt, die visuellen Areale der Großhirnrinde seien eine Art unabhängige Recheneinheiten für die Erledigung von Teilaufgaben der Wahrnehmung. Er kam statt dessen zu dem Ergebnis, dass diese Areale alle ihre Rolle in einem dynamischen Prozess spielen, bei dem zunächst die sog. bottom-up-Information aus dem Netzhautbild auf eine Art Wandtafel im seitlichen Kniehöcker des Zwischenhirns geschrieben wird. Von oben, also von der Hirnrinde aus, wird dann zugleich über eine sog. top-down-Projektion ein gespeichertes Modell des mutmaßlichen Sehgegenstandes auf derselben Tafel entworfen. Stimmen die beiden Darstellungen nicht gut genug überein, so wird der Sehrinde wieder ein Fehlersignal zugeleitet, das sie zu einer Abänderung des Modells veranlasst. Im Falle der Übereinstimmung ist der Gegenstand durch die richtige Zuordnung zu dem internen Modell erkannt.

Die Idee Mumfords ist geeignet, das oben erwähnte Rätsel des nicht bemerkten Bartverlustes zu lösen. Vertraute Wahrnehmungsinhalte, wie eben der Bart des Professors L., müssen nicht jedes Mal von neuem vollständig analysiert werden. Sie können gesehen werden, indem ihre hochgelernten Modelle nur noch anhand der Merkmale überprüft werden, deren Änderung in Betracht gezogen wird. So gesehen, haben die Damen des Professors L. das Fehlen seines Bartes nicht bemerkt, weil sie nicht mit der Problemlösung durch eine Rasur gerechnet hatten. Wegen dieser relativen Unabhängigkeit der Wahrnehmung von der sensorischen Reizung bezeichnet der Neurobiologe Gerhard Roth das Gedächtnis als das wichtigste Organ der Wahrnehmung. Tatsächlich vermindert das Sehen der Welt durch die Brille des Gedächtnisse die Arbeitslast des Gehirns bei der Wahrnehmung ganz drastisch. Das ist aber nicht der einzige Vorteil, den die von Mumford postulierte Strategie der Informationsverarbeitung zur visuellen Objekterkennung dem Menschen bietet. Wie er selbst betont, kann sie in Abwesenheit sensorischer Reizung auch dazu dienen, neue Weltmodelle auf die Wandtafeln des Gehirns zu zeichnen und deren Eigenschaften und Möglichkeiten spielerisch zu ergründen. Derartige Vorgänge könnten die körperliche Grundlage für das Entstehen von Bildern im Tagtraum, in der Meditation und im schöpferischen Werk des Künstlers sein.

### **Wahrnehmung und Handeln**

Hirnverletzte Patienten, die Gegenstände zu erkennen nicht mehr imstande sind, können diese unter Umständen dennoch mit genau angepassten Hand-

und Fingerbewegungen begreifen. Das trifft einmal im ursprünglichen Sinn des Wortes so zu, dass sie sich darauf verstehen, ein Sehding richtig in die Hand zu nehmen. Es kann aber auch im übertragenen Wortsinn ein erkennendes Begreifen sein, wie zuletzt Theodor Landis und seine Mitarbeiter berichtet haben. Diese Neurologen konnten einen Patienten untersuchen, der infolge einer Kohlenmonoxydvergiftung die Fähigkeiten zu lesen und Objekte visuell zu erkennen praktisch vollständig verloren hatte. Er konnte seine Objektblindheit, oder Objektagnosie, aber teilweise durch eine sog. kinästhetische Wahrnehmung überwinden. Das heißt, der Patient war in der Lage, Sehobjekte dadurch zu erkennen, dass er ihren Umrissen mit Bewegungen der ausgestreckten Hand folgte und zugleich anscheinend unkoordinierte Kopfbewegungen ausführte.

Neben den Störungen des visuellen Erkennens bei intakten Greifbewegungen, gibt es unter den Folgen von Hirnverletzungen auch den umgekehrten Fall der Störung von Greifbewegungen bei ungestörtem visuellen Erkennen. Die Neuropsychologen Melvin Goodale und David Milner schließen daraus, dass die neuronalen Strukturen für die Wahrnehmung nicht dieselben wie die sind, die das Handeln vermitteln.

Erkennungsleistungen sind von dem zuvor erwähnten Was-System abhängig; das Handlungsvermögen beruht auf der Funktion eines visuellen Verarbeitungsstromes, der vom Hinterhaupts- zum Scheitellappen des Großhirns zieht (Wie-System). Es sieht so aus, als unterschieden sich diese beiden Systeme weniger in der Art der Information, die sie erhalten, sondern eher hinsichtlich der Art und Weise, wie sie diese verarbeiten. Die funktionelle Komplementarität der kortikalen Wie- und Was-Systeme steht möglicherweise in Zusammenhang mit dem dualen Gedächtniskode, dessen Existenz die Kognitionspsychologie postuliert. Danach erfasst das Gehirn die Gegebenheiten und Vorgänge in der Welt einmal in der (propositionalen) Form von Regeln, die Antworten auf Fragen nach dem Was ermöglichen, und dann aber auch in Form von Vorstellungsbildern. Dem Kognitionspsychologen Stephen Kosslyn zufolge bietet der Bilderkode den Vorteil einer einfacheren Beschreibung von Bewegungsfolgen und zudem die Möglichkeit, die Folgen von Bewegungen vorherzusehen. Kosslyns These erscheint plausibel, wenn man an die wenigen Stereotypen denkt, mit denen Einzelabläufe eines Tennis- oder Fußballspiels im geschriebenen oder gesprochenen Wort geschildert werden müssen. Der Funktion des kortikalen Wie-Systems entspricht also die Bildersprache. Das legt die Annahme nahe, dass ihr eine Vermittlerrolle zwischen Wahrnehmen und Handeln zukommt oder, um es mit einem technischen Begriff auszudrücken, dass sie eine Schnittstelle zwischen den entsprechenden Systemen bildet.

### **Der Sinn für das Schöne**

Es sollte nun kein Zweifel mehr daran bestehen, dass das Sehen kein Prozess der Abbildung von Gegenständen ist, die in ihrer Eigenart erhalten bleiben. Die Sinnesdaten sind eine Form der Erfahrung an der Welt, die ihre Bedeutung durch den Bezug auf Vorstellungen von dieser Welt erhält. Diese Vorstellungen oder Weltmodelle entstehen aus der Notwendigkeit, die Folgen des Handelns in der Welt in einen sinnvollen Zusammenhang zu bringen, und sie müssen erweitert werden, wenn neue Erfahrungen in der bisherigen Ordnung keinen Platz finden. Das Vermögen, solche Erweiterungen zu leisten, bezeichnet man als Lernen, und man könnte meinen, dass der damit verbundene Erkenntnisgewinn einen Wert für sich darstellt. Er kann aber durchaus auch, was vor allem im Gefüge sozialer Beziehungen nicht selten der Fall ist, in einer Enttäuschung von Erwartungen bestehen. Aus dem Bezug von Welterfahrungen auf die Vorstellungen oder das Gedächtnis entstehen somit Gefühle, die positiv oder negativ gefärbt sind. @34-Zwischen: Ästhetisches Urteil

Man kann nun in Anlehnung an Immanuel Kants Kritik der Urteilskraft die Frage stellen, inwieweit die Gefühle der Lust und Unlust ausschließlich aus dem Bezug des Gegenstandes auf die Vorstellungen und damit aus dem Vorgang des Erkennens stammen müssen. Nimmt man an, dass sie auch gewissermaßen interessellos die wahrgenommene Form des Gegenstandes widerspiegeln können, so darf man sie als Ausdruck des ästhetischen Urteils betrachten. Es ist dann nicht mehr überraschend, wenn Hirnforscher wie Günter Baumgartner und Evolutionsbiologen wie Magnus Enquist und Anthony Arak die These vertreten, dass gerade solche Sehdinge als schön empfunden werden, deren Form den Werkzeugen des visuellen Erkennens im Gehirn optimal angepasst ist. Sie berufen sich dabei auf den Umstand, dass visuelle Neurone ebenso wie künstliche neuronale Netze der Informatik auf Symmetrien und andere strukturelle Regelmäßigkeiten von Reiz- oder Input-Mustern bevorzugt reagieren.

## Symmetrie und Komplexität

Zusammen mit Martin Jüttner und Alexander Unzicker haben wir uns die Frage gestellt, inwieweit derartige Befunde ausreichen, das ästhetische Urteil des Menschen zu erklären. Um hier eine Antwort zu finden, haben wir das Präferenzurteil von naiven Versuchspersonen für einen Satz von Grauwertbildern bestimmt, mit denen sie nicht vertraut waren. Sie bekamen dazu die Testreize in allen möglichen Paarungen nichtgleicher Bilder gezeigt und hatten jeweils eines von zweien als das bevorzugte auszuwählen. Als erstes Ergebnis fand sich eine deutliche Abhängigkeit des Präferenzurteils von der Musterstruktur, welche die Voraussetzung zur Klärung der eigentlichen Fragestellung war. Dazu wurden im nächsten Schritt die Probanden mit einem Verfahren des überwachten Lernens trainiert, die Testreize vier Kategorien oder Musterklassen zuzuordnen. Es wurde ihnen so ein willkürlich vom Versuchsleiter bestimmtes Objektwissen vermittelt, dessen möglicher Einfluss auf die ästhetische Präferenz zur Frage stand. Zur Erhöhung der experimentellen Zuverlässigkeit wurden für dieses Lernexperiment überdies zwei Gruppen von Probanden gebildet, für welche die Testsignale in unterschiedlicher Weise zu Musterklassen zusammengefasst wurden. Nach Erreichen des Lernziels von 100% richtiger Klassifikation aller Testreize wurde ein zweites Präferenzexperiment durchgeführt. Dessen Ergebnisse ließen tatsächlich einen deutlichen Einfluss des Objektwissens auf das ästhetische Urteil erkennen.

Mithilfe eines Verfahrens der statistischen Faktorenanalyse war es dann möglich zu klären, welcher Art die Abhängigkeit des ästhetischen Urteils von der Musterstruktur und vom Objektwissen ist. Einer der beiden Faktoren, die sich dabei als aussagekräftig erwiesen, hatte bereits für die naiven Versuchspersonen großes Gewicht. Er konnte der Eigenschaft der Achsensymmetrie der Bildmuster zugeordnet werden. Das heißt, die Symmetrie von Testmustern war ein wesentlicher Grund für deren Bevorzugung. Auf diesen Faktor hatte Wissen über die Testmuster keinen Einfluss. Anders war das mit dem zweiten Faktor, in dem sich die Wirkung der Einfach- oder Doppelstreifung der Bildmuster ausdrückte. Er spielte für die naiven Probanden keine Rolle und war erst unter dem Einfluss des Wissenserwerbs nachzuweisen. Die Wirkung dieses Komplexitätsfaktors war von der des Symmetriefaktors auch insofern verschieden, als er sich bei der einen Gruppe von Versuchspersonen in Form der Bevorzugung und bei der anderen in Form einer Ablehnung höherer Komplexität zeigte.

## Erziehung zur Kunst?

Was den Symmetriefaktor angeht, so stehen unsere Versuchsergebnisse nicht mit der zuvor angesprochenen Ansicht im Widerspruch, dass sich in der ästhetischen Präferenz die Eigenschaften angeborener Mechanismen des visuellen Erkennens ausdrücken. Der Komplexitätsfaktor lässt jedoch erkennen, dass die Biographie des Einzelnen für das ästhetische Urteil ebenfalls von Bedeutung ist. Das wäre, im Sinne der Schillerschen Erziehung zur Kunst, nicht weiter verwunderlich, wenn es in unserem Experiment eine direkte Einflussnahme auf das ästhetische Empfinden gegeben hätte. Gebildet wurde hier jedoch das Wissen der Versuchspersonen über die Reizmuster, also das Erkenntnisvermögen, von dem wir mit Kant keinen Zusammenhang mit dem ästhetischen Urteil erwarten würden.

Wir kommen also zunächst zu dem Ergebnis, dass der menschliche Schönheitssinn nicht uneingeschränkt apriorischer Art ist. Er wird von der Erfahrung mitbestimmt und hier im Besonderen von der Bildung des Erkenntnisvermögens. Das unterstreicht die Bedeutung der historischen Dimension des ästhetischen Urteils, zu der die Entwicklung des malerischen Stils, aber auch, wie Hans-Georg Gadamer betont hat, die Mode zu rechnen ist.

## Kognition und Emotion

Ein weiterer wichtiger Punkt betrifft die psychologische Frage nach dem Zusammenhang von Kognition und Emotion. Unsere Befunde sprechen für die Richtigkeit von Vermutungen, die zuerst im Bereich der Neuropsychologie geäußert wurden, welche die Auswirkung von Hirnverletzungen auf das menschliche Erleben und Verhalten untersucht. Demnach ist die Emotion nicht, wie zumeist angenommen wird, eine eher unspezifische Ausschmückung kognitiver Vorgänge. Der differenzierte Zusammenhang des von uns beobachteten Komplexitätsfaktors mit der Art des kognitiven Lernens legt vielmehr den Schluss nahe, dass emotionale Prozesse direkt und in gleicher funktionaler Spezifität mit den kognitiven Prozessen des visuellen Erkennens auf der Stufe des Neokortex interagieren. Damit wird

nicht nur die Lehrbuchmeinung über den losen Zusammenhang von Kognition und Emotion in Frage gestellt. In größerem Zusammenhang wird auch die dem bürgerlichen Bildungsideal entsprechende Trennung einer Erziehung zur Kunst und der Bildung des rationalen Erkenntnisvermögens mehr als fragwürdig.

### **Entfaltung des schöpferischen Geistes**

Diese Betrachtungen lassen sich nun zusammenfassen, wenn wir uns daran erinnern, dass das visuelle Erkenntnisvermögen auf das Vorhandensein symbolischer Darstellungen der Welt angewiesen und durch das bildliche Vorstellungsvermögen mit der Fähigkeit des Handelns verbunden ist. Im menschlichen Gehirn scheint dieses Vorstellungsvermögen nicht mehr ausschließlich auf ein festes Repertoire an Verhaltensweisen festgelegt zu sein. Die Imagination, die wir als eine schöpferische und besonders reiche Form des bildlichen Vorstellungsvermögens auffassen können, ermöglicht dem Menschen das Erforschen neuer Systeme von Symbolen und damit überhaupt die Entfaltung des schöpferischen Geistes. Dass daraus nicht nur Träume, sondern auch neue Zweige der Mathematik und die Konstruktionen der Technik entstehen, verdanken wir, wie Günter Baumgartner es ausgedrückt hat, der Tatsache, dass das erste Prinzip der Evolution, das Lernen, im menschlichen Gehirn zur wichtigsten Funktion geworden ist.

Es ergibt sich so, dass das Erschaffen des Schönen in der Kunst keinesfalls ein rein metaphysisches Ereignis ist. Der schöpferische Akt des Künstlers ist vielmehr prototypisch für die Beschleunigung der natürlichen Evolution durch den Menschen, die auf der Grundlage seiner körperlichen Existenz geschieht. Das hat niemand klarer als der russische Maler Kasimir Malevich inmitten der durch den Ersten Weltkrieg verursachten Umbrüche formuliert:

"Der erfindende Ingenieur, der gestaltende Künstler und der professionelle 'Darsteller' repräsentieren somit drei Möglichkeiten der realisierenden Aktivität; wobei die Tätigkeit des erfindenden Ingenieurs sowohl als auch die des gestaltenden Künstlers das Schöpferische zum Ausdruck bringen, während der 'Darsteller' als ausführende, reproduzierende Kraft im Dienste des Vorhandenen steht. Die Ursache dieser Verschiedenartigkeit der Aktivität liegt meiner Ansicht nach darin, dass die Vorstellung als Resultat einer mechanischen Übertragung der in Erscheinung tretenden Umgebung durch unsere Sinne, unter Beteiligung des einen oder des anderen Gehirnzentrums, verschieden ausfallen kann. Das Vorhandensein eines solchen variablen Vorstellungsvermögens (das über ein außerordentlich empfindliches Nervensystem verfügen muss) ist die erste Voraussetzung für einen Fortschritt und steht in unmittelbarem Gegensatz zu jener mechanischen professionellen 'Vorstellungsmethode', die dem Berufsmäßig-Ausübenden zur Gewohnheit wird und stets reaktionärer Art ist." (K. Malevich, Die gegenstandslose Welt. Florian Kupferberg, Mainz, 1980, S. 29)