

erscheint in: In: S. Glasauer & J. Steinbrenner (Hrsg.). *Farben. Betrachtungen aus Philosophie und Neurowissenschaften*. Frankfurt: Suhrkamp.

Rainer Mausfeld

Zur Natur der Farbe

Die Organisationsweise von „Farbe“ im Wahrnehmungssystem

Der Reiz der Farben

„Gegen die Reize der Farben, welche über die ganze sichtbare Natur ausgebreitet sind, werden nur wenig Menschen unempfindlich bleiben“, schrieb Goethe 1791 in seinen *Beiträgen zur Optik*. Farben stellen für uns eine unerschöpfliche Quelle der Faszination dar, eine Faszination, die vom sinnlich-ästhetischen Erleben bis zur Reflexion über den Erkenntnisprozeß und die Natur des menschlichen Geistes reicht. Denn Farben scheinen ein eigentümliches Zwitterleben zu führen. Einerseits stellen sie subjektive Erscheinungen dar, existieren gleichsam nur im Auge des Betrachters. Dieser subjektive Aspekt tritt besonders hervor, wenn wir beispielsweise sagen, „Der See sieht heute tiefblau aus“ oder „Der Schnee erscheint mir im Abendlicht rötlich“ oder, noch deutlicher, wenn man nach einem längeren Blick auf ein helles rotes Licht sagt, man habe ein grünes Nachbild. Andererseits sind es zweifellos die Dinge der Welt selbst, die farbig sind. Wir sagen zumeist, „Die Banane *ist* gelb“, und nicht, „Die Banane *erscheint* mir gelb“. Farben scheinen also gleichermaßen subjektiv wie objektiv zu sein. Als subjektive Erscheinungen haben sie aber dennoch einen anderen Status als andere Erlebnisweisen, die wir typischerweise als subjektiv ansehen, wie zum Beispiel Gefühle. Auch haben sie einen anderen Status als andere Attribute, die wir typischerweise als objektiv ansehen, wie zum Beispiel geometrische Formen. Janusgesichtig blicken die Farben zugleich in die äußere objektive und in die innere subjektive Welt: Die Farbqualitäten stellen das im Bewußtsein hervorgebrachte Endprodukt eines Prozesses dar, der seinen kausalen Ursprung in der Physik des Lichtes hat. Dieses Endprodukt beschreiben wir in Ausdrücken wie „rot“ oder „blau“. Die Physik auf der anderen Seite spricht *in terminis* von „Lichtquant“, „Wellenlänge“ und „Energie“ über die mit dem Licht verbundenen Phänomene. Wie nun lassen sich Wahrnehmungsqualität und mögliche physikalische Korrelate in gesetzhafter Weise in Beziehung setzen?

Farben scheinen mehr als andere Wahrnehmungsqualitäten auf das Spannungsverhältnis zu verweisen, das aus der im Entstehungsprozeß der Wissenschaften hervorgebrachten Spaltung der Welt in Subjektiv und Objektiv resultiert. Mit dieser Spaltung, die wir seit den Vorsokratikern in unserer Reflexion über den Erkenntnisprozeß vollzogen haben, werden der objektive, nach außen gerichtete und auf die Eliminierung alles Anthropomorphen bedachte Blick des Naturforschers und der auf die Einheit des Erlebten nach innen gerichtete Blick der beobachtenden Person in eine Opposition zueinander gebracht.¹ In dem sich mit der naturwissenschaftlichen Zugangsweise entwickelnden Konzept von Objektivität und der mit ihm verbundenen Trennung von physikalischen und mentalen Phänomenen stellen die Farben einen Aspekt unserer Erfahrung dar, bei dem Physikalisches und Mentales auf geheimnisvolle Weise miteinander verflochten zu sein scheinen. Wie in keinem anderen Phänomenbereich der Psychologie bündeln sich in den Farberscheinungen physikalische und psychische Aspekte in einer untrennbaren Einheit.

Daher überrascht es nicht, daß Farben seit mehr als 2500 Jahren ein bevorzugtes Forschungsobjekt sind, an dem man exemplarisch versucht, Aufschluß über die Beziehung zwischen Physikalischem und Psychologischem sowie zwischen dem Objektiven und dem Subjektiven zu erhalten. Demokrit, Descartes, Berkeley, Hume, Locke, Kant oder Russell, um nur einige bekannte Namen zu nennen, haben sich ebenso mit der Natur der Farben beschäftigt wie Galilei, Newton, Maxwell oder Schrödinger. Die mit diesen Untersuchungen verbundenen grundlegenden und oftmals mit Vehemenz ausgetragenen Kontroversen – Goethe und Newton sowie Helmholtz und Hering sind hierfür die prominentesten Beispiele – machen deutlich, daß es um weit tiefere Fragen geht als nur um die Farben als solche. Kein anderer Bereich erscheint so geeignet zu sein, Unterschiede in unseren Zugangsweisen zu einer Erforschung der Natur und der Stellung des Menschen dabei zu beleuchten, wie die Farben. Sie konfrontieren uns bereits mit all den Problemen, auf die wir bei unseren Fragen nach der Natur des Bewußtseins stoßen. Doch nicht nur für den Erkenntnistheoretiker und den sich mit der Natur des Bewußtseins befassenden Philosophen sind die Farben ein geradezu paradigmatischer Untersuchungsgegenstand. Auch in der Kognitionsforschung stellen die Farben einen in seiner Reichhaltigkeit einzigartigen Mikrokosmos dar, in dem sich Physik, Wahrnehmungsforschung, Neurophysiologie, Evolutionsbiologie, Entwicklungspsychologie und Linguistik bei der Untersuchung ein- und desselben Phänomenbereiches miteinander verbinden: Die Beschreibung des physikalischen Reizes ist Sache der Physik, die Umsetzung des physikalischen Reizes in einen neuralen Code Gegenstand der Biophysik und

¹ siehe hierzu z.B. von Snell (1975)

Neurophysiologie, die Abhängigkeit des Sinneseindrucks vom physikalischen Reiz Gegenstand der Psychophysik, die Bildung von Farbkategorien Gegenstand der Kognitionspsychologie und Linguistik und das Gesamt der Farbwahrnehmung ist Gegenstand der Psychologie.

Sind Bananen *wirklich* gelb? Die philosophische Suche nach dem Wesen der Farbe

In den Farben scheint sich das Zusammenspiel objektiver und subjektiver Elemente bei dem theoretischen Bild, das wir uns von der Welt machen, in besonders rätselhafter Weise widerzuspiegeln. Das Spannungsfeld von Innen und Außen, in dem sie stehen, führte daher von Anfang an zu der Frage, was die Farben denn *wirklich* sind. Jede Antwort darauf setzt natürlich voraus, daß man eine Vorstellung davon hat, wie die physikalische Welt beschaffen ist und zu welchen ihrer Aspekte wir, sei es durch die Wahrnehmung, sei es durch den Verstand, Zugang haben. Die Frage nach dem Wesen der Farbe führt also unmittelbar zu den Kernfragen der Erkenntnistheorie. Seit der von den Vorsokratikern vollzogenen – und für die Entwicklung der Physik so fruchtbaren – Scheidung von objektiven und subjektiven Elementen in unserer Kenntnis von der Welt, bilden Farben einen bevorzugten Untersuchungsgegenstand der Philosophie. In dem Bemühen, das subjektive und das objektive Moment in den Farberscheinungen zu identifizieren, suchten schon die Vorsokratiker die physikalischen Attribute herauszufinden, die unsere Empfindungsqualitäten hervorrufen. Demokrit beispielsweise führte die Farben auf Tastempfindungen zurück, wobei diese wiederum durch die von ihm als atomar angesehene Struktur von Objekten hervorgerufen würden. Bei Empedokles wie auch später bei Platon sind Farben gleichsam Wechselwirkungen zwischen einem physikalischen Objekt und einem beobachtenden Subjekt, die Objekte also nur Mitverursacher von Farben, nicht aber selbst Träger von Farbe. Aristoteles auf der anderen Seite sah die Dinge noch als wirklich farbig an, während die Farben für Epikur ein bloßes Resultat unseres Sensoriums darstellten – wenn auch mit gesetzmäßigen Bezügen zu der atomaren Struktur der Dinge.

Was bei anderen Wahrnehmungsqualitäten, wie Form oder Größe, ganz eindeutig zu sein scheint, daß sie nämlich Attribute der Dinge selbst sind, hat seit jeher bei den Farben Anlaß zu tiefgehenden Kontroversen gegeben. Bei Wahrnehmungsqualitäten wie Form oder Größe erscheint uns der Übergang von einer Empfindungsqualität zu einem physikalischen Korrelat, das sie hervorruft, so eng und natürlich zu sein, daß wir überzeugt sind, die physikalischen Eigenschaften selbst wahrzunehmen. Folglich können wir sagen, etwas sehe rund aus, sei aber in Wirk-

lichkeit nicht rund. In anderen Fällen, wie bei der Geschmackswahrnehmung, erscheint uns das Bindeglied so lose, daß wir uns bewußt sind, daß diese Qualitäten wesentlich auf den Eigenschaften unseres Sensoriums beruhen. Folglich können wir nicht sagen, etwas schmecke bitter, sei aber in Wirklichkeit nicht bitter, oder etwas rieche stechend, sei aber nicht stechend. Die Farben scheinen nun auf diesem Kontinuum der Nähe, die wir unseren Wahrnehmungsqualitäten zu Attributen der physikalischen Welt zuschreiben, zwischen den Polen des Objektiven und des Subjektiven zu oszillieren. Wir können sagen, etwas sehe rot aus, sei aber nicht rot; oder aber, daß wir eine Rotempfindung haben, weil dort etwas Rotes sei. Wie bei keinem anderen Attribut überlagern sich bei den Farben in der Art und Weise, in der wir über sie sprechen, in komplexer Weise objektive und subjektiv aufgefaßte Momente: „Dieses Tuch ist blau, es ist jedoch ausgebleicht.“ „Diese Blume erscheint mir violett, sie ist jedoch rot.“ Wir sprechen vom „tiefblauen Meer“, vom „blauen Himmel“ oder von einem „weißen Glanzlicht auf einem grünen Blatt.“ Unser Umgang mit dem Attribut „Farbe“ ist also schwer auf nur einen der beiden Pole einzuengen.

Mit einem besseren wissenschaftlichen Verständnis der physikalischen Korrelate unserer Farbeindrücke haben wir zugleich erkannt, daß es ganz bestimmte physikalische Eigenschaften sind, zu denen unser Farbeindruck in gesetzmäßigen Beziehungen steht: nämlich die spektrale Energieverteilung des Lichtes sowie die spektrale Remissionsverteilung von Oberflächen und Objekten. Zu diesen beiden physikalischen Größen weisen unsere Farbeindrücke gesetzmäßige Beziehungen auf. Dennoch lassen sich Farben nicht einfach mit bestimmten Klassen dieser physikalischen Größen identifizieren. Denn Farben bilden keine wohlgeformte „physikalische Art“, d. h. jede Beschreibung aller physikalischer Situationen, die zu *demselben* Farbeindruck führen, wird im allgemeinen eine sehr abstrakte mathematische Beschreibung erfordern, die vom Standpunkt der Physik sehr unnatürlich ist. Wollte man Farben mit physikalischen Größen identifizieren, müßte man sich zudem entscheiden, an welche der beiden physikalischen Größen man sie anbinden möchte. Um die Frage, ob sich Farben also auf bestimmte Klassen physikalischer Größen zurückführen lassen, kreisen bis heute die Versuche, der Natur der Farben durch philosophische Analysen näher zu kommen. Beantwortet man diese Frage mit „Ja“, so neigt man einer *objektivistischen* Position zur Natur der Farben zu, beantwortet man sie mit „Nein“, so neigt man zumeist einer *subjektivistischen* Position zu. Zwischen beiden Polen findet sich ein ganzes Spektrum weiterer Positionen.

Die *objektivistische* Position verweist auf die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen physikalischen Aspekten und Farbeindrücken. Nun stehen Farbeindrücke aber, je

nach Art der betrachteten Situation, einmal zu Eigenschaften des zum Auge kommenden Lichtes, nämlich ihrer Wellenlängenkomposition, in einer gesetzmäßigen Beziehung, ein anderes Mal zu den spektralen Absorptions- bzw. Remissionseigenschaften einer Oberfläche. Für beide Arten von Situationen können wir gesetzmäßige Beziehungen zum Farbeindruck finden. An welche soll man also das Wesen der Farbe knüpfen? Vertreter der objektivistischen Position entscheiden sich für die spektrale Remissionseigenschaft von Objekten. Der Grund liegt darin, daß sie, entsprechend unserer Alltagsvorstellung, Farben als Eigenschaften von Dingen der physikalischen Welt verstehen möchten. Würde man aber den Farbeindruck an Eigenschaften des zum Auge kommenden Lichtes binden – beispielsweise einen Roteneindruck an eine Wellenlängenverteilung mit überwiegend langwelligem Licht –, so wäre der Farbeindruck gleichermaßen durch die Farbe der Beleuchtung wie durch die Remissionseigenschaften des Objektes bestimmt. Er ließe sich dann nicht mehr als eine reine Objekteigenschaft auffassen. Zur Begründung ihrer Entscheidung können Vertreter der objektivistischen Position auf das Phänomen der Farbkonstanz verweisen. Dieses auch im Alltag leicht zu beobachtende Phänomen bezieht sich darauf, daß in der Regel die Farbe eines Objektes weitgehend konstant bleibt, auch wenn man die Beleuchtungsfarbe und damit die Zusammensetzung des zum Auge kommenden Lichtes ändert: Ein weißes Blatt Papier sieht auch im rötlichen Abendlicht weiß aus und nicht, entsprechend der zum Auge kommenden Wellenlängenkomposition, rötlich. Im Farbeindruck scheint sich also eine Eigenschaft des Objektes selbst auszudrücken, nämlich seine Eigenschaft, auftreffendes Licht in spektral selektiver Weise zu reflektieren. Dies legt aus objektivistischer Sicht nahe, Farben mit dieser Objekteigenschaft zu identifizieren. Aus dieser Perspektive, die gelegentlich als *Farbphysikalismus* bezeichnet wird, sind Farben also physikalische Eigenschaften, die unabhängig von Eigenschaften eines Beobachters bestimmbar sind.² Da sich für die Erscheinungsweisen farbiger Oberflächen entsprechende empirische Gesetzmäßigkeiten zeigen, ist man überzeugt, damit das *eigentliche* Wesen der Farbe erfaßt zu haben, auch wenn viele Farberscheinungen wie Transparenz, die Farbe des Meeres und des Himmels, die Farbe einer Beleuchtung etc. sich einer solchen Bestimmung entziehen.³

Auch auf dem anderen, *subjektivistischen* Pol des Kontinuums kann man auf eine Vielzahl von Gesetzmäßigkeiten verweisen, nur beziehen sich diese Gesetz-

² z. B. Byrne und Hilbert (2003)

³ Wie sehr sich in einem solchen „Farbphysikalismus“ eine anthropozentrische und somit unbiologische Haltung ausdrückt, wird besonders deutlich, wenn berücksichtigt wird, in welcher unterschiedlicher Weise „Farben“ von biologischen Organismen generiert und verwendet werden, z. B. Signalfarben bei Schmetterlingen (Vukusic et al. 2000) oder die Biolumineszenz bei Tiefseefischen.

mäßigkeiten vorrangig auf die zahlreichen *internen* Struktureigenschaften, die unsere Farbeindrücke aufweisen und die kein natürliches Korrelat in der Physik haben.⁴ Hierzu gehören beispielsweise die Einteilung von Farben in warme und kalte sowie andere Ähnlichkeitsrelationen auf Farben oder die Klassifikation von Farben in die sog. Gegenfarben Rot/Grün und Blau/Gelb. Wesentliche Strukturmerkmale der Farbe beruhen also auf internen Struktureigenschaften des Wahrnehmungssystems. Zudem kann man zugunsten dieser Position anführen, daß es keine physikalisch einheitliche Klasse physikalischer Eigenschaften gibt, die sich als Reduktionsbasis von Farberscheinungen ansehen läßt. Farben treten in der Physik nicht als eigenständige Größen auf und haben als Farben auch keine kausalen Konsequenzen; sie sind also in der Physik explanatorisch überflüssig. Aus subjektivistischer Sicht liegt das Wesen der Farbe gerade in der Struktur ihrer phänomenalen Erscheinungsweisen.

Zwischen dem objektivistischen und dem subjektivistischen Pol gibt es vielfältige weitere Positionen, welche Farbe als wesentlich *relational* ansehen, also als etwas, das in der Interaktion von Beobachter und Objekt hervorgebracht wird.⁵ Farben werden dabei mit Dispositionen von Objekten (oder mit den physikalischen Ursachen, auf denen diese dispositionalen Eigenschaften beruhen) identifiziert, unter bestimmten Umständen in einem Normalbetrachter bestimmte Wahrnehmungseindrücke hervorzurufen.

Diese Positionen markieren im wesentlichen das Spektrum philosophischer Vorstellungen zum Wesen der Farbe. Die mit ihnen verbundenen Untersuchungen und Kontroversen durchziehen die gesamte Geschichte der Philosophie und sind Teil des Bemühens, die Beziehung von erkennendem Subjekt und physikalischer Welt zu verstehen. Der Bereich der Farbe wurde dabei als ein besonders geeignet angesehenes Feld angesehen, in dem sich allgemeinere erkenntnistheoretische Fragen exemplarisch erörtern lassen. Erst in jüngerer Zeit hat sich die *Philosophie der Farbe* zu einem eigenständigen Bereich entwickelt, der vorrangig mit der Behandlung und Bewältigung der Probleme befaßt zu sein scheint, die in diesem Diskurs selbst erst generiert werden. Dieser Diskurs wird wesentlich durch zwei Auffassungen bestimmt, die weniger explizit formuliert als stillschweigend zugrunde gelegt werden: i) eine *reduktionistisch-physikalistische* Position, der zufolge alle Untersuchungsobjekte der Naturwissenschaften sich auf eine physikalische Basis reduzieren lassen müssen, Farben also nur dann ein Untersuchungsobjekt der Naturwissen-

⁴ z. B. Hardin (1988)

⁵ z. B. McLaughlin (2003)

schaften sein können, wenn für sie eine solche Reduktionsbasis existiert. ii) die Überzeugung, daß unsere Alltagskonzeption von der Wahrnehmung im wesentlichen die Natur der Wahrnehmung widerspiegelt und daß somit unsere *realistische Alltagskonzeption* von Farbe auch den Kern des Wesens von Farbe erfaßt. Obwohl diese Auffassungen oftmals als Selbstverständlichkeiten angesehen werden, gibt es wenig, was für ihre Angemessenheit und Brauchbarkeit spricht. Natürlich ist das Bedürfnis, etwas schwer zu Fassendes auf etwas gleichsam Handfestes zu reduzieren, verständlich. Doch eignet sich der Begriff des *Physikalischen* hierzu nur wenig. Dieser Begriff ist, wie die Geschichte der Physik zeigt, in stetiger Entwicklung und in dem, was man darunter versteht, gänzlich offen. Beispielsweise löste sich die streng mechanistische Konzeption des Physikalischen, wie sie sich bei Descartes findet, mit Newtons Gravitation auf. Seitdem wächst die Anzahl zunehmend abstrakter werdender Entitäten, die als Basiselemente des Physikalischen angesehen werden. Der traditionelle Begriff des Materiellen ist also in der Physik verloren gegangen, und es wird alles als „physikalisch“ angesehen, was die explanatorische Tiefe und Breite unserer Theorien vergrößert. Sollte sich herausstellen, daß mentale Konzepte als irreduzible Grundbausteine in unseren Theorien über Phänomene der Welt, und damit auch über die Wahrnehmung, explanatorisch notwendig sind, so gäbe es keinen Grund, diese nicht zu den physikalischen Entitäten in dem genannten Sinne zu zählen.⁶ In jedem Fall verfügen wir nicht über eine fest vorgegebene oder gar apriorische Festlegung dessen, was physikalisch ist. Damit gibt es auch keine vorgegebene Basis, auf die sich etwas reduzieren ließe. Hinzu kommt, daß in den Naturwissenschaften das theoretische Bemühen nicht vorrangig der Reduktion gilt, sondern der Entwicklung phänomenadäquater Theorien und der explanatorischen Vereinheitlichung der Prinzipien, auf denen unterschiedliche Klassen von Theorien beruhen. Es gibt also wenig, woraus sich die gegenwärtig dominierenden reduktionistisch-physikalistischen Grundpositionen begründen ließen. Daß sie sich dennoch so hartnäckig halten, liegt möglicherweise daran, daß in ihnen versteckte Alltagsvorstellungen über das, was unter einer Erklärung zu verstehen sei, zum

⁶ Diese Offenheit des Konzeptes des Physikalischen, auf die u. a. Bertrand Russell und Noam Chomsky hingewiesen haben, macht deutlich, daß Versuche einer physikalistischen Fundierung von Farben an der Sache vorbei und gleichsam ins Leere gehen. Damit sie überhaupt formulierbar sind, „we have to have a notion of physical entity; we don't. It is a mere stipulation to include gravitational attraction, fields, Kekulé's structural formulas, curved space-time, quarks, superstrings, etc., but not the processes, events, entities, and so on postulated in the study of mental aspects of the world.“ (Chomsky, 1996, S. 44). Da wir über keine klar umgrenzte Konzeption des Physikalischen verfügen, haben wir auch keine klare Konzeption des Nicht-Physikalischen. Folglich ist „the distinction between physical and mental [is] superficial and unreal“ (Russell, 1927, S. 402). Insbesondere kann ein Problem der Beziehung von Physikalischem und Mentalem nicht einmal formuliert werden: „The mind body problem can therefore not even be formulated. The problem cannot be solved because there is no clear way to state it.“ (Chomsky, 1988, S. 145).

Ausdruck kommen. Und in unseren Alltagsvorstellungen haben wir eine Vorliebe, etwas durch eine Zurückführung auf etwas Konkretes zu erklären.

Auch die zweite Prämisse – zur Beziehung von Wahrnehmung und Welt –, auf die sich weitgehend die Betrachtungen in der Philosophie der Farbe gründen, drückt lediglich Alltagsintuitionen aus: nämlich die Überzeugung, daß wir in der Wahrnehmung die *wirklichen Dinge* der Welt erfassen, daß zu einem Farbeindruck also eine Eigenschaft von Dingen der Welt existieren muß, die sich in ihm widerspiegelt und die er sozusagen repräsentiert. In unserer Wahrnehmung haben wir zumeist den Eindruck eines direkten Kontaktes mit der uns umgebenden Welt. Wir sind überzeugt, daß die Qualitäten, die wir an Dingen der Außenwelt wahrnehmen, ihnen auch tatsächlich zukommen. Daher gehört für uns ganz selbstverständlich die Gelbheit der Banane zu ihren objektiven Eigenschaften, sie ist Teil der Beschaffenheit der Banane. Daß wir diesen Eindruck haben, ist aber eine der großen Leistungen des Gehirns: Es kürzt gleichsam aus dem Wahrnehmungseindruck seine eigenen Anteile wieder heraus, projiziert seine eigenen Kategorien nach Außen und erzeugt in uns den Eindruck eines unmittelbaren Zugangs zur Außenwelt. Diese *Illusion der Objektivität* ist die zentrale Leistung des Wahrnehmungssystems. In unseren Alltagsvorstellungen von der Welt und von unserer Wahrnehmung dieser Welt haben wir also eine *realistische* Konzeption, d. h. wir sind überzeugt, daß wir – bis auf einige Sinnestäuschungen – die Welt so wahrnehmen, wie sie wirklich ist. Natürlich sind wir dabei bereit, uns in Details von der Physik belehren zu lassen und zuzugehen, daß wir beim Schmecken nicht die chemische Struktur von Molekülen wahrnehmen, sondern Geschmacksqualitäten, wie süß, sauer, salzig oder bitter, und daß wir nicht die Wellenlängen des Lichtes sehen, sondern Farben. Doch von diesen Eigenwilligkeiten unseres Sensoriums abgesehen halten wir unsere Wahrnehmung im großen und ganzen für wirklichkeitsgetreu.⁷ Diese Vorstellung ist im Alltag überaus zweckmäßig, und daß wir sie haben, stellt selbst eine zu erklärende Leistung unseres Gehirns dar. Als Leitfaden bei der Entwicklung explanatorisch erfolgreicher Theorien über die Welt sind Alltagsintuitionen jedoch bekanntlich ungeeignet. In gleicher Weise sind sie in der Philosophie ungeeignet, als Ausgangspunkt für eine metaphysische Fundierung des „realistischen“ Gehaltes unserer Wahrnehmung zu dienen, indem man beispielsweise nachzuweisen sucht, daß Farben reale Ding-

⁷ Zweifellos muß die Wahrnehmung aus evolutionsbiologischen Gründen zumindest in dem Sinne wirklichkeitsgetreu sein, daß sie den Organismus in funktional angemessener Weise an biologisch relevante Strukturaspekte der Außenwelt koppelt. Doch folgt daraus keineswegs, daß die Kategorien und Attribute der Wahrnehmung Kategorien und Attribute der Außenwelt sein müssen. Selbst wenn unsere Wahrnehmung in keinem einzigen Fall die wirkliche Beschaffenheit der Dinge der Welt erfassen würde, könnte sie dennoch Strukturaspekte dieser Dinge erfassen, die eine biologisch zweckmäßige Interaktion mit der Außenwelt ermöglichen.

eigenschaften sind.⁸ In der philosophischen Sorge, daß die Farbeindrücke, wenn sie nicht die „reale Farbe“ von Gegenständen repräsentierten, als illusionär oder Täuschungen angesehen werden müßten, tritt der dominierende Einfluß von Alltagskonzeptionen zur Wahrnehmung noch einmal ganz deutlich zutage. Der Täuschungsbegriff ist seiner Natur nach an das Vorliegen spezifischer Erwartungen gebunden und somit an den Vergleich eines Wahrnehmungseindrucks mit Befunden aus anderen Referenzsystemen. Da wir in unserem Erleben die Wirkungen unterschiedlicher Teilsysteme unseres Geistes/Gehirns in der Regel nicht bemerken und somit auch nicht unterscheiden können, unterscheiden wir auch nicht zwischen dem, was unmittelbar auf Eigenschaften des Wahrnehmungssystems beruht und dem, was durch die Einbindung dieses Wahrnehmungssystems in eine Vielzahl anderer kognitiver und interpretativer Systeme, bis hin zur Sprache, hervorgebracht wird. Diese Trennung ist aber für die Wahrnehmungs- und Kognitionsforschung ganz entscheidend. In der Wissenschaft müssen wir, anders als bei unseren Alltagsintuitionen, die Leistung unseres Wahrnehmungssystems von dem unterscheiden, was durch den Gebrauch, den andere kognitive und interpretative Teilsysteme von diesen Leistungen machen, hervorgebracht wird. Diese Unterscheidung ist so grundsätzlich, daß ihre Notwendigkeit bereits in der Antike erkannt wurde; in der jüngeren Kognitionsforschung, wo sie unter dem Stichwort *Modularität des Geistes* behandelt wird, konnte ihre Angemessenheit auf ein zunehmend gesichertes und ausdifferenziertes empirisches Fundament gestellt werden.⁹ Wenn wir also die Natur der Wahrnehmung verstehen wollen, dürfen wir uns nicht von dem Eindruck der *Einheitlichkeit* unseres Erlebens leiten lassen, sondern wir müssen untersuchen, welche Teilsysteme für welche Leistung verantwortlich sind. Insbesondere dürfen wir also eine Leistung des Wahrnehmungssystems – beispielsweise einen Wahrnehmungseindruck – nicht mit einem *Urteilen* über Wahrnehmungseindrücke – beispielsweise über eine Abweichung eines Wahrnehmungseindrucks von unserer Erwartung über physikalische Aspekte der Außenwelt – vermengen. Genau dazu verführen uns jedoch unsere Alltagsintuitionen, so daß auch Helmholtz noch einmal betonte:¹⁰

⁸ z. B. McLaughlin (2003, S. 475): „I persist in the common-sense belief that [...] colours are really ‘out there’. Colours are mind-independent properties of things in the physical world: they are objective properties and our visual experience puts us in touch with them.”

⁹ zur Modularität siehe z. B. Samuels (2000); zu ihrer Rolle im Wahrnehmungssystem z. B. Mausfeld (2005a,b)

¹⁰ Helmholtz (1855, S. 100)

*Das Sinnesorgan täuscht uns dabei nicht, es wirkt in keiner Weise regelwidrig, im Gegenteil, es wirkt nach seinen festen, unabänderlichen Gesetzen und es kann gar nicht anders wirken. Aber wir täuschen uns im Verständnis der Sinnesempfindung.*¹¹

An der Rolle, die eine Unterscheidung von illusionären und „wahrheitsgetreuen“ Wahrnehmungseindrücken in der Philosophie der Farbe spielt, läßt sich erkennen, wie sehr ihre Fragen durch *Alltagsvorstellungen* zur Wahrnehmung geleitet sind und damit den Weg für eine naturwissenschaftliche Untersuchung der Prinzipien, auf denen die Leistungen des Wahrnehmungssystems beruhen, verstellen.¹² Die Frage eines spezifisch philosophischen Verstehens von Farbe oder gar einer metaphysischen Fundierung in der „realen Welt“ stellt sich also gar nicht.¹³ Was aber gilt es dann zu erklären, wenn wir uns mit der „Natur der Farbe“ beschäftigen? Zunächst ist es eine nicht bezweifelbare Tatsache, daß unsere Wahrnehmungseindrücke bestimmte Qualitäten, wie zum Beispiel rot, aufweisen und daß somit einige Ereignisse der Natur für uns den Charakter von Erlebnisqualitäten tragen. Warum uns, wie Descartes es ausdrückte, die Natur mit diesem und nicht mit einem anderen System von Qualitäten versehen hat, ist jedoch eine Frage, die ziemlich sicher außerhalb des Bereichs liegt, der einer naturwissenschaftlichen Erfassung zugänglich ist.¹⁴ Über einen „Gehalt“ oder eine „wirkliche Bedeutung“ der Farberscheinungen können wir also über die Art und Weise hinaus, *wie* wir sie erleben, nichts weiter sagen. Wir lernen auch nicht mehr über sie, wenn wir ihre gesetzmäßigen Beziehungen zu physikalischen Größen untersuchen (ebenso wenig,

¹¹ Diese Ermahnung, sich bei der Untersuchung der Wahrnehmung nicht durch entsprechende Alltagsintuitionen irreführen zu lassen, durchzieht die gesamte Ideengeschichte des Faches. Beispielsweise schreiben Arnauld und Nicole in ihrer Port-Royal-Logik von 1685: „[...] wie wenn man zum Beispiel sagt, daß die Sinne sich täuschen, wenn sie im Wasser einen gekrümmten Stab sehen [...]. Denn es ist sicher, daß hier kein Irrtum und kein Fehler vorliegen kann, weder im Geschehen des körperlichen Organs noch in der alleinigen Wahrnehmung unserer Seele, die nur eine Apprehension ist; sondern daß der ganze Irrtum nur von unseren falschen Urteilen kommt [...].“ (S. 75) Ähnlich bei Kant (*Anthropologie*, I, §10): „Die Sinne betrügen nicht. Dieser Satz ist die Ablehnung des wichtigsten, aber auch, genau erwogen, nichtigsten Vorwurfs, den man den Sinnen macht, und dieses darum nicht weil sie immer richtig urteilen, sondern weil sie gar nicht urteilen, weshalb der Irrtum immer nur dem Verstande zur Last fällt.“

¹² Hinter dem, was in der Philosophie gelegentlich als „anthropozentrischer Realismus“ bezeichnet wird, verbirgt sich eine Mischung aus einer unbiologischen Haltung mit einer Alltagskonzeption der Wahrnehmung.

¹³ Wie unbiologisch die mit einer solchen Frage verbundene Perspektive ist, wird durch eine vergleichende Zugangsweise rasch offenkundig. Denn unterschiedliche Arten von Organismen können eine Farbwahrnehmung oder wellenlängenbezogene Codierung in den Dienst ganz unterschiedlicher biologischer Funktionen stellen, wie Paarungsverhalten, Nahrungsidentifikation, Camouflage, Mimikry oder Himmelsnavigation. Es gibt keinen Grund anzunehmen, daß diese „farbbezogenen“ Aspekte mit ein- und demselben Korrelat in der physikalischen Welt verbunden sind oder über die Verfügbarkeit entsprechender interner Codes strukturelle Gemeinsamkeiten einer Verarbeitung aufweisen. Über das Ziel eines theoretischen Verständnisses der jeweiligen Wahrnehmungssysteme hinaus stellen sich keine Fragen nach dem wirklichen Wesen von „Farbe“.

¹⁴ Bei Strawson (2003) finden sich weitere Argumente für diese Auffassung.

wie wir etwas über unser psychologisches Konzept von „Wasser“ herausfinden könnten, wenn wir seine Beziehung zu H₂O untersuchten).

Man kann über den bestimmten Farbton, den ich sehe, vieles sagen – z. B. daß es ein Braun ist, und zwar ein ziemlich dunkles, und so fort. Doch solche Aussagen lassen mich zwar Wahrheiten über die Farbe erkennen, machen mir die Farbe aber selbst nicht besser bekannt, als sie es schon vorher war: was meine Kenntnis der Farbe selbst – im Gegensatz von Erkenntnissen von Wahrheiten über sie – betrifft, so kenne ich sie ganz und gar, wenn ich sie sehe, und eine bessere Kenntnis ist nicht einmal theoretisch möglich.¹⁵

Wenn sich auch die Erlebnisqualität, gleichsam das „Wesen der Farbe“, in ihrem Erlebtwerden erschöpft, so können wir dennoch zu verstehen suchen, auf welchen *Prinzipien* unser Wahrnehmungssystem basiert und welche Rolle dem Attribut „Farbe“ im Wahrnehmungssystem zukommt. Auch bei diesem – philosophisch bescheideneren – Unterfangen können wir freilich bei der Wahl unserer Konzepte und Zugangsweisen in vielfacher Weise durch Alltagsüberzeugungen in die Irre geführt werden.

„... des purpurnen Meeres graugrünlich schimmernde Fluten“

Die kulturelle Entwicklung einer objektbezogenen Farbterminologie

Zu unseren heutigen Alltagsüberzeugungen zur Farbe gehört, daß sich Farben in abstrakter und kontextfreier Weise, sozusagen als *reine* Farbe, kategorisieren und systematisieren lassen und daß sich die phänomenale Struktur der Farben geometrisch in einer dreidimensionalen Form erfassen läßt. Dabei werden zumeist die Attribute Farbton, Helligkeit und Sättigung als die *natürlichen* Dimensionen von Farbe betrachtet. Diese Überzeugung findet ihre technische Entsprechung in der *Farbmetrik*, in der wir für technologische Anwendungen Normierungssysteme für Farben entwickelt haben. Vordergründig scheint sie zudem durch die Tatsache gestützt zu werden, daß wir über genau drei Klassen von Photopigmenten verfügen, die für die Umsetzung des Lichtreizes in ein neurales Farbsignal verantwortlich sind.¹⁶ Es scheint also auf den ersten Blick manches dafür zu sprechen, daß sich die „reine Farbe“ abstrakt fassen und in ihrer Struktur beschreiben läßt und daß man somit das Attribut „Farbe“ weitgehend unabhängig von anderen Attributen studieren kann. Diese Auffassung ist überwiegend aus technologischen Intentionen entstanden, für bestimmte Zwecke normierte Referenzsysteme für einen Bezug auf Farbeindrücke

¹⁵ Russell (1912/1967, S. 43)

¹⁶ Daraus folgt freilich nichts über die Dimensionalität der internen Farbcodierung. Vgl. MacLeod (1986): „To what extent do the receptors put constraints on color appearance? The short answer is, I think, not at all.“

zu entwickeln, und hat sich für diese Zwecke als fruchtbar und nützlich erweisen. Gleichwohl geht sie an den wesentlichen Eigenschaften vorbei, die das Attribut „Farbe“ in der internen funktionalen Organisation unseres Wahrnehmungssystems aufweist, d. h. sie ist ungeeignet als Leitfaden für die Wahrnehmungsforschung. Denn das Konzept einer dreidimensional codierten „reinen Farbe“ ist selbst erst Resultat einer spezifischen Abstraktionsleistung,¹⁷ welche interpretative Teilsysteme des Geistes/Gehirns auf der Basis der Leistungen des Wahrnehmungssystem erbringen, und es spiegelt nicht die relevanten internen Struktureigenschaften des Wahrnehmungssystems wider.

Ein Blick auf die Entwicklung unserer abstrakten Farbterminologie in der Kulturgeschichte bietet hierfür reiche Belege.¹⁸ Wäre das, was wir heute als reine Farbe mit ihren drei Basisattributen ansehen, eine natürliche Kategorisierung unserer Sinnesindrücke, so wäre zu erwarten, daß sich entsprechende linguistische Kategorien relativ mühelos und eindeutig entwickeln. Dies ist jedoch, wie wir aus kulturvergleichenden Studien zur Entwicklung von Farbbegriffen wissen, nicht der Fall. In technologisch früheren Phasen der Kulturentwicklung waren es nicht die Farberscheinungen als solche, auf die sich die Aufmerksamkeit richtete und um deren linguistische Kategorisierung man sich bemühte. Das Interesse richtete sich vielmehr auf konkrete Objektarten und Arten einer materialen Beschaffenheit von Objekten. Die Farben selbst stellen nur ein Medium dar, durch das man gleichsam hindurchlesen kann, um funktional relevante Aspekte zu erfassen. So ist es nicht verwunderlich, daß die wenigen in diesen früheren Phasen vorhandenen abstrakten Farbbezeichnungen zumeist nichts anderes sind als Bezeichnungen für konkrete Objekte, deren etymologischen Ursprung man vergessen hat (beispielsweise „rot“, das sich vermutlich in allen indogermanischen Sprachen von dem Sanskrit-Wort für Blut, *rudhira*, herleitet, etwa *erythros*, *ruber*, *ruadh*, *red*, *rouge*, *rosso*). Viel wichtiger als solche Abstrakta für die Farbe von Objekten scheinen jedoch Bezeichnungen für die vielfältigen Erscheinungsweisen des Lichtes und sein Zusammenspiel mit Materialeigenschaften gewesen zu sein.¹⁹ Die Versuche einer sprachlichen Erfassung dieses subtilen Zusammenspiels führten anfänglich zu einer Terminologie, in der dynamische Aspekte sowie Aspekte des Changierens und der Vagheit eine viel größere Rol-

¹⁷ zur Beziehung der Wahrnehmungsqualität „rot“ zur linguistischen Kategorie „rot“ siehe z. B. Strawson (1989)

¹⁸ für eine ausführlichere Darstellung entsprechender Befunde siehe Mausfeld (2003)

¹⁹ So findet es für die griechische Sprache Hohegger (1884, S. 36): „[...] bemerkenswert, daß die etymologischen Untersuchungen über die abstracten Farbnamen stets auf Wurzeln zurückführen, [...] die glänzend, leuchtend, brennend, flimmernd, schmutzig, verbrannt etc. (bedeuten). Auch die scheinbar abstracten Ausdrücke für Farbe sind nicht ursprünglich, sondern aus Ausdrücken für Helle, Licht, Glanz, Matt, Schmutzig u.s.w. hervorgegangen.“ Eine ähnliche Beobachtung macht Casson (1997) für die Entwicklung von Farbbezeichnungen in der englischen Sprache.

le spielten als die Verfügbarkeit von Abstrakta für reine Farben. Unsere heutige Art der Abstraktion reiner dekontextualisierter Farbbegriffe wäre – hierfür sprechen viele kulturvergleichende Untersuchungen – aus dieser Perspektive vermutlich unmotiviert und unverständlich.²⁰ Zudem hat sie – unbeschadet ihres Nutzens für technologische Zwecke – für die Wahrnehmungsforschung den Nachteil, daß sie wesentliche Aspekte der internen Farbcodierung, die sich auch phänomenologisch niederschlagen, verschleiert. Dennoch wurde die Auffassung, daß „Farbe“ ihrem Kern nach ein isoliert betrachtbares dreidimensionales Attribut darstellt, Teil unserer gegenwärtigen Alltagskonzeption von Farbe – wie sie als selbstverständlich auch in der *Philosophie der Farbe* angenommen wird. Diese Auffassung ist jedoch selbst das Produkt einer durch technologische Bedürfnisse geleiteten kulturellen Entwicklung standardisierter Farbbegriffe, sie ist ein kulturelles Artefakt.²¹ Farbbegriffe, wie „rot“, stellen also in erster Linie linguistische Konzepte dar, die auf bestimmten kulturell geformten Abstraktionen beruhen (vergleichbar dem Konzept des gleichschenkligen Dreiecks bei dem Attribut „Form“) und spiegeln nicht die Rolle wider, die das Attribut „Farbe“ in der funktionalen Organisation des Wahrnehmungssystems hat. Das im Alltag so nützliche Konzept einer reinen und sozusagen entgegenständlichten Farbqualität ist unbrauchbar und irreführend, wenn wir verstehen wollen, welche Rolle „Farbe“ in unserem Wahrnehmungssystem spielt. Losgelöst von der Organisationsweise und den Prinzipien des Wahrnehmungssystems läßt sich das Attribut „Farbe“ nicht verstehen.

„...*nichts ist drinnen, nichts ist draußen, denn was innen, das ist außen*“ Kategorien unserer Wahrnehmung als Kategorien unserer Welt

Bei der Untersuchung der funktionalen Organisation unseres Wahrnehmungssystems, also gleichsam der Natur der Wahrnehmung, stoßen wir wieder auf die Frage, wie sich äußere Welt und die Welt, wie sie sich uns in der Wahrnehmung darstellt, zueinander verhalten. Unsere Alltagskonzeption hierzu bleibt, trotz einiger aus den Wissenschaften übernommener Verfeinerungen, im wesentlichen die eines *naiven*

²⁰ Daß diese kulturell gewonnenen Abstraktionen keineswegs natürliche Wahrnehmungskategorien erfassen, zeigt sich auch darin, daß „colour“ did not mean to the Greeks what it means to us. [...] The Homeric Greek had not yet learned to think in abstract terms. ‘What is colour?’ is a question they would never have formulated, let alone been able to answer.” (Irwin, 1974, S. 14/22).

²¹ vgl. Wierzbicka (1996, S. 287): „‘Colour’ is not a universal human concept. It can of course be created in all human societies, just as the concepts ‘television’, ‘computer’, or ‘money’ can, but despite the rapidly increasing contact between human societies there are still many which neither borrowed nor developed the concept of ‘colour’. Nor are ‘colour terms’ a universal phenomenon. [...] In all cultures, people are interested in ‘seeing’ and in describing what they see, but they don’t necessarily isolate ‘colour’ as a separate aspect of their visual experience.”

Realismus: Wir sind überzeugt, daß wir im großen und ganzen die physikalische Realität wahrnehmen, daß uns also das Wahrnehmungssystem über die Beschaffenheit der Welt unterrichtet. Doch stellen auch im Falle der Funktionsweise des Wahrnehmungssystems unsere Alltagsvorstellungen zur Wahrnehmung keinen guten Leitfaden für die Erforschung seiner Prinzipien dar.

Diese Prinzipien sind uns nicht introspektiv transparent. Denn unser Gehirn verfügt *nicht* über Funktionseinheiten, durch die es seine eigene Aktivität beobachten kann. Alles, was das Gehirn unserem phänomenalen Bewußtsein zur Verfügung stellt, ist lediglich das *Endprodukt* seiner Tätigkeit. Wie und auf welcher Grundlage es seine Leistungen erbringt, ist uns introspektiv nicht transparent. Auch das Wahrnehmungssystem ist gegen introspektive Prozesse abgeschottet. Diese Abschottung stellt jedoch keinen Konstruktionsmangel dar, sondern ist selbst eine für die Funktion des Wahrnehmungssystems notwendige Leistung des Gehirns. Zu dieser Leistung des Gehirns gehört auch, daß es das Endprodukt des Wahrnehmungssystems mit einer besonderen phänomenalen Qualität versieht, nämlich mit dem Eindruck von *Realität*. Was wir als Realität ansehen ist also ein Produkt unseres Wahrnehmungssystems.

Es ist daher kaum verwunderlich, daß die Prinzipien, auf deren Grundlage unser Wahrnehmungssystem seine Leistungen erbringt, weit von dem abweichen, was unsere Alltagsvorstellungen zur Wahrnehmung erwarten lassen. Auch wenn wir noch weit von einem theoretischen Verständnis dieser Prinzipien entfernt sind, konnten in den letzten Jahrzehnten, in einer Konvergenz ganz unterschiedlicher Disziplinen, erstmals tiefergehende Einblicke gewonnen werden. Das in jüngerer Zeit gewonnene theoretische Bild von den Funktionsprinzipien des Wahrnehmungssystems war durch die klassische Ethologie – etwa mit dem Konzept des Schlüsselreizes – bereits vorbereitet. Durch neuere Untersuchungen in der vergleichenden Kognitionsforschung, der Wahrnehmungspsychologie und der Säuglingsforschung ist es nun gelungen, detailliertere Aufschlüsse über einige Kernprinzipien zu erhalten. Die entsprechenden Befunde liefern ein ziemlich komplexes theoretisches Bild, das sich ohne eine detaillierte Diskussion der Befundlage nur sehr verkürzt darstellen läßt. Wir müssen uns also auf darauf beschränken, nur die groben Konturen dieses theoretischen Bildes zu betrachten.

Den Hintergrund dieses theoretischen Bildes bildet zunächst die bereits zuvor erwähnte Tatsache, daß die funktionale Organisation unseres Geistes/Gehirns hochgradig modular ist: D. h. es besteht aus einer Vielzahl eigenständiger Teilsysteme, die ihre eigene Evolutionsgeschichte haben und die in ihrer Funktion weitgehend

gegen andere Teilsysteme abgeschottet sind. Diese Tatsache erst ermöglicht es, ein spezifisches Teilsystem, wie das Wahrnehmungssystem, isoliert von anderen Systemen in seinen Eigengesetzmäßigkeiten zu untersuchen. Was nun die interne Struktur des Wahrnehmungssystems angeht, so wurde immer deutlicher, daß es als Teil seiner biologischen Ausstattung über ein reiches und hochstrukturiertes Reservoir an Grundkonzepten verfügt. Diese stellen gleichsam die Sprache des Wahrnehmungssystems dar, also das Format, in dem die internen Verarbeitungsprozesse des Wahrnehmungssystems organisiert sind. Diese Grundkonzepte, die für unterschiedliche Spezies sehr verschieden sein können, legen die Kategorien fest, in denen die von den Sinnen gelieferten Informationen in Wahrnehmungsobjekte und Ereignisse zergliedert werden. Sie legen also die Kategorien unserer Welt fest. Was wir als Kategorien der Außenwelt erleben, sind die uns biologisch vorgegebenen Kategorien des Wahrnehmungssystems. Die Leistung unseres Gehirnes ist, daß wir diese Kategorien der uns biologisch gegebenen konzeptuellen Grundausrüstung nicht bemerken, sondern sie sozusagen von Innen nach Außen verlegen und so den Eindruck ihrer Objektivität erhalten – also Goethes „ewige Wahrheit, daß wir uns in der Welt spiegeln und die Welt sich in uns.“ Die Sinne liefern somit – im Gegensatz zu unserer Alltagskonzeption von der Wahrnehmung – kein Abbild der Welt, sondern stellen nur *Stichwortgeber* dar, die bestimmte Grundkonzepte oder interne Datentypen aktivieren, über die das Wahrnehmungssystem als Teil seiner biologischen Ausstattung verfügt.²²

Zu den bislang identifizierten biologisch vorgegebenen Grundkonzepten unseres Wahrnehmungssystems gehören neben Kategorien für räumliche und zeitliche Relationen insbesondere Grundkonzepte für unsere *physikalische* Wahrnehmungswelt, wie die Konzepte „Oberfläche“ oder „ambiante Beleuchtung“, Grundkonzepte für unsere *biologische* Wahrnehmungswelt, z. B. das Konzept „belebtes Objekt“ (mit dem wichtigen Teiltyp „Meinesgleichen“), sowie Grundkonzepte für unsere *psychologische* Wahrnehmungswelt, wie das Konzept „Meinesgleichen“ mit entsprechenden Relationen wie „Intention“ und Attributen für mentale Zustände anderer. Jedes dieser Konzepte läßt sich als ein komplexes Datenformat auffassen, das u. a. durch eine Reihe von Parametern für Struktureigenschaften, Attribute, mögliche Transformationen u. ä. bestimmt ist. Beispielsweise enthält unser Basiskonzept „Oberfläche“ Parameter für „Tiefe“, „Textur“, „Farbe“ sowie für eine Fülle anderer phäno-

²² Eine ausführlichere Darstellung der entsprechenden Befunde findet sich bei Mausfeld (2005a,b). Beide Arbeiten sind auch online verfügbar unter <http://www.psychologie.uni-kiel.de/psychophysik/mausfeld.html>.

menaler Materialeigenschaften.²³ Diese Parameter sind, entsprechend der internen Bedeutung des Basiskonzeptes „Oberfläche“, in komplexer Weise miteinander verbunden und verschränkt. Das interne Attribut „Farbe“ spielt nun vor allem in der Struktur der Basiskonzepte „Oberfläche“ und „ambiante Beleuchtung“ eine wichtige Rolle. Wenn aber dieses Attribut innerhalb ganz unterschiedlicher Datentypen generiert und als Eigenschaft zugewiesen werden kann, stellt sich die Frage, ob wir es überhaupt mit einem *einheitlichen* Attribut zu tun haben oder ob nicht vielmehr die „Natur der Farben“ sehr viel komplexer beschaffen ist, als unsere Alltagsintuitionen nahelegen.

„... *das weiße Helle und das helle Weiße*“. „Farbe“ als Parameter in unterschiedlichen Grundkonzepten des Wahrnehmungssystems

Zwischen unseren – durch technologische Entwicklungen verfeinerten – Alltagsvorstellungen zur Farbe und der Zugangsweise der Wahrnehmungsforschung besteht also ein Spannungsverhältnis. Unsere Alltagsvorstellungen beziehen sich auf etwas, das wir in kulturell und technologisch geformten Prozessen als „Farbe“ abstrahiert haben, also auf ein *Kunstprodukt* dieser kulturellen Prozesse. Die Wahrnehmungsforschung hingegen bezieht sich auf ein *natürliches* internes Attribut, welches ganz unterschiedliche Struktureigenschaften in unterschiedlichen internen Datentypen aufweisen kann. Um zu verstehen, welche Rolle das Attribut „Farbe“ in der funktionalen Organisation des Wahrnehmungssystems spielt, müssen wir uns von Alltagsintuitionen freimachen, welche den Blick auf wesentliche Strukturmerkmale der internen Organisation von „Farbe“ verstellen.

Den Kern dieser Alltagsintuitionen bildet die Vorstellung, daß „Farbe“ ein einheitliches oder *homogenes* Attribut ist, also ein Attribut, dessen Eigenschaften nicht von der Art von Objekten abhängen, zu denen es gehört. Nun lassen aber bereits die linguistischen Farbbezeichnungen in vortechnischen Entwicklungsstufen vermuten, daß „Farbe“ hier keineswegs als etwas Homogenes angesehen wurde. Vielmehr beziehen sich diese sprachlichen Kategorisierungen vor allem auf Aspekte der Veränderlichkeit, des Changierens und der Vagheit beim Zusammenspiel von Beleuchtungs- und Objektaspekten der Farbe. Auch in der Malerei war man sich bewußt, daß „Farbe“ kein homogenes Attribut ist, sondern jeweils unterschiedliche Eigen-

²³ Auch die interne Codierung von visuellen Materialqualitäten wie samtig, metallisch, rau, flüssig etc. beruht auf der intrinsischen internen Kopplung unterschiedlicher Attribute und läßt sich ohne Einsichten in diese Kopplung nicht verstehen.

schaften hat, wenn sie ein Attribut einer Beleuchtung ist oder wenn sie ein Attribut einer Oberfläche ist.

Man kann sich am Vergleich einer weißen Fläche, deren Oberflächenstruktur man nicht erkennt (die man also als weiße Fläche „schweben“ sieht) mit einer anderen weißen Fläche, die stark fühlbar mit weißer Pigmentfarbe angestrichen ist, sehr schön klar machen, daß innerhalb des Phänomens „Weiß“ das eine Mal der Charakter der weißen Helle, das andere Mal der Charakter der hellen Weiße im Vordergrund steht.²⁴

Eine Fülle entsprechender Beobachtungen ließen den Sinnesphysiologen Ewald Hering bereits im 19. Jahrhundert erkennen, daß folglich die sog. achromatischen Farben nicht *eindimensional* repräsentiert sind, also etwa in einer Schwarz-Weiß-Reihe dargestellt werden können, sondern daß sie mindestens *zweidimensional* organisiert sind. Diese Zweidimensionalität ist gerade das Resultat der Tatsache, daß „achromatische Farben“ in zwei unterschiedlichen Datentypen, nämlich als „Weißes“ im Typ „Oberfläche“ und als „Helles“ im Typ „Beleuchtung“, als Parameter vorkommen.

Wenn die achromatischen Farben nicht *eindimensional* repräsentiert sind, gibt es aus analogen Erwägungen keinen Grund anzunehmen, daß die Gesamtheit der „Farben“ *dreidimensional* repräsentiert werden kann. Zwar haben sich entsprechende *dreidimensionale* Standardisierungssysteme in engbeschränkten Kontexten als technologisch zweckmäßig und brauchbar erwiesen, doch spiegeln sie nicht mehr wider als eben die pragmatische Brauchbarkeit. Es ist also ein Mißverständnis anzunehmen, „Farben“ seien ihrer Natur nach *dreidimensional* organisiert. Da jedoch dieses Mißverständnis mittlerweile tief in unsere Alltagsüberzeugen über die Farbe eingedrungen ist und diese Vorstellungen entsprechend modifiziert hat, ist es nicht verwunderlich, daß es sich auch in der Wahrnehmungsforschung hartnäckig hält und auch in der *Philosophie der Farbe* eine Art selbstverständliches Axiom darstellt. Gleichwohl war die Unangemessenheit einer solchen Vorstellung seit Beginn der Farbforschung durch eine Fülle von empirischen Belegen offenkundig. Allen, die sich nicht nur aus einer rein sinnesphysiologisch oder farbmetric orientierten Perspektive mit der Farbwahrnehmung beschäftigt hatten, war bewußt, daß sich die tatsächliche Organisation der Farben nicht in *dreidimensionaler* Weise erfassen läßt.²⁵ Hierzu gehörten, um nur einige bekannte Namen zu nennen, Hermann von Helmholtz, David Katz, Karl Bühler, Adhémar Gelb, Ludwig Kardos oder Kurt Koffka.²⁶ Trotz der Eindeutigkeit und Vielfalt entsprechender experimenteller Be-

²⁴ Schöne (1954, S. 203)

²⁵ Es waren paradoxerweise gerade die Erfolge, in ihren jeweiligen Bereichen, von Sinnesphysiologie und Farbmetrie, welche die Weiterführung schon früh gewonnener Einsichten in die Natur der Farbwahrnehmung lange Zeit behinderten.

²⁶ für eine ausführliche Darstellung siehe Mausfeld (2003)

funde und Beobachtungen dominieren die farbmetrischen Konzeptionen von Farbe weite Bereiche der Wahrnehmungspsychologie und der *Philosophie der Farbe*.²⁷ Die Annahme einer Dreidimensionalität läßt sich auch nicht dadurch rechtfertigen, daß man auf den sinnesphysiologischen Befund verweist, daß die Umsetzung spektraler Energieverteilung durch drei Klassen von Photorezeptoren *lokal* zu einem dreidimensionalen neuronalen Code führt;²⁸ denn aus diesem Befund folgt nichts darüber, wie die Struktur und Dimensionalität globalerer Farb-Codes beschaffen ist.

Da also die Vorstellung einer dreidimensionalen Organisation von „Farbe“ empirisch unangemessen ist, ist auch der Auffassung die Grundlage entzogen, daß sich die Farbe in ihrer phänomenalen Struktur durch *drei* Basisattribute in zutreffender Weise erfassen ließe, daß insbesondere Farbton, Helligkeit und Sättigung natürliche Dimensionen der Farbe seien. Bereits Helmholtz, auf den diese Klassifikation zurückgeht, maß diesen Attributen keine besondere Bedeutung bei, und sein Schüler Johannes von Kries sah sie als zwar technisch nützlich, doch rein willkürlich an. Man war sich also des Unterschiedes zwischen dem Ziel einer pragmatisch motivierten Standardisierung von Farbe einerseits und dem Ziel eines besseren theoretischen Verständnisses der internen Struktur unserer Farbwahrnehmung andererseits sehr bewußt. Leider gingen die bereits zuvor gewonnenen Einsichten in die komplexe interne Organisation von „Farbe“ jedoch in dem Maße wieder verloren, in dem diese farbmetrisch motivierten Standardisierungen selbst Teil unserer Alltagsvorstellungen von Farbe wurden.²⁹ Wie unnatürlich diese Standardisierungen hinsichtlich der tatsächlichen internen Organisation von Farben sind, belegen nicht zuletzt die großen Mühen, die man im technischen Bereich der Farbmetrik hatte, sich auf geeignete Attribute zu einigen.³⁰ Die Attribute Farbton, Helligkeit und Sättigung stellen also in erster Linie *Kunstprodukte* der abstraktiven Begriffsbildung dar und können nicht als „natürliche Dimensionen“ von „Farbe“ betrachtet werden. Weder aus biologischer Sicht noch aus phänomenologischen Betrachtungen sollte es überraschend sein, daß Farben *nicht* dreidimensional repräsentierbar sind. Aus biologischer Perspektive ist nicht zu erwarten, daß ein von allen relevanten biologi-

²⁷ Jüngst wurde noch einmal experimentell nachgewiesen, daß selbst in hochgradig reduzierten Reizkonfigurationen „Farbe“ *nicht* dreidimensional repräsentierbar ist. *Alle* dreidimensionalen Modelle der Farbcodierung implizieren, daß im Falle chromatischer Adaptation die Werte von zwei unterschiedlichen Farboperationen zusammenfallen: nämlich die Lage des Punktes, der achromatisch erscheint und der Konvergenzpunkt aller Geraden von gleichem Farbton. Diese Vorhersage ist, wie Ekroll et al. (2002) gezeigt haben, in eindeutiger und gravierender Weise falsch.

²⁸ Dieser lokale neurale Code kann unter geeigneten Sehbedingungen (kleiner Lichtreiz in dunkler Umgebung) auch psychophysikalisch erfaßt werden und läßt sich für entsprechende Metamerie-Experimente durch eine sog. dreidimensionale Grassmann-Struktur abbilden.

²⁹ Evans (1974, S. 197) sprach von „errors of the application of colorimetric thinking to perception“.

³⁰ siehe hierzu Mausfeld (2003, S. 389 ff.)

schen „Objekten“ losgelöstes abstraktes Attribut „Farbe“ von funktionalem Interesse für ein Wahrnehmungssystem ist. In der evolutionären Entwicklung von Wahrnehmungssystemen ist die Nutzung einer Unterscheidung spektraler Energiemuster keineswegs Selbstzweck, sondern sie ist eingebunden in die Struktur bereits verfügbarer Teilsysteme des Wahrnehmungssystems und Typen von Basiskonzepten. In einer komplexen modularen funktionalen Architektur, wie sie für Wahrnehmungssysteme kennzeichnend ist, können unterschiedliche Teilsysteme über jeweils eigene Farbcodes verfügen.³¹ In der Ethologie finden sich zahlreiche Beispiele dafür, daß „Farbe“ in unterschiedlichen Teilsystemen mit jeweils grundsätzlich anderen Codierungseigenschaften auftreten kann, wie beispielsweise bei Bienen in den Teilsystemen, die mit der Himmelsnavigation bzw. der Stockidentifikation befaßt sind.³² Ein verwandter Befund für das menschliche Wahrnehmungssystem findet sich bei dem kortikal farbenblinden Patienten M. S., der trotz seiner Farbenblindheit eine Reihe visueller Leistungen erbringt, die auf der internen Verfügbarkeit von Farbcodes basieren. Obwohl bei ihm also diejenigen Mechanismen gestört sind, auf denen der phänomenale Farbeindruck basiert, müssen dem Wahrnehmungssystem offensichtlich intern für andere Zwecke noch Farbcodes zur Verfügung stehen.³³ Offensichtlich sind also „Farben“ in der – gegenüber unserer Introspektion abgekapselten – Struktur des Wahrnehmungssystems keineswegs etwas Einheitliches. Auch phänomenologisch ist nicht überraschend, daß Farben nicht dreidimensional repräsentierbar sind. Helmholtz hatte bereits, wie viele andere nach ihm, die Beobachtung eines „Hintereinander von Farborten im Wahrnehmungsraum“ gemacht, daß wir also an *derselben* Stelle des Sehfeldes gleichzeitig zwei klar getrennte Farben wahrnehmen können. Entsprechende Beobachtungen lassen sich in einer Fülle ganz unterschiedlicher und teilweise hochgradig reduzierter Sehsituationen machen. Dieser Beobachtung und den mit ihr verbundenen experimentellen Befunden wurde schon früh eine große Bedeutung für ein theoretisches Verständnis der Natur unserer Farbwahrnehmung beigemessen.³⁴ Erst durch die Dominanz der farbmetrischen Konzeption von Farbe gerieten diese zentralen Befunde in Vergessenheit. Daß „Farben“ in ihren Eigenschaften nicht homogen sind, sondern von der Art der Grundkonzepte abhängen, zu denen sie gehören, wurde bereits in der oben genannten phänomenologischen Unterscheidung eines „hellen Weißen“ von einem „wei-

³¹ „Farbe“ kann zudem in unterschiedlichen Basiskonzepten, in denen sie als Attribut auftritt, unterschiedliche strukturelle und funktionale Eigenschaften haben (z. B. Santos et al., 2001). Auch gibt es funktionale Architekturen, bei denen „Farbe“ als Attribut nur einem einzelnen spezifischen Teilsystem zur Verfügung steht, so daß die dort verfügbaren Farbcodes nicht von anderen Teilsystemen verwendet werden können (z. B. Leslie et al., 1998; Wang und Spelke, 2002).

³² vgl. Goldsmith (1990)

³³ siehe z. B. Stoerig (1998)

³⁴ Eine detaillierte Darstellung und Diskussion relevanter empirischer Befunde findet sich in Mausfeld (2003).

ßen Hellen“ erkennbar. Darüber hinaus zeigt eine Vielzahl experimenteller Befunde und Beobachtungen, wie sehr sich tatsächlich die Eigenschaften eines Attributs „Farbe“ in den beiden Datentypen „Oberfläche“ und „Beleuchtung“ unterscheiden.³⁵

Das Konzept „Oberfläche“ gehört zu den zentralen biologisch vorgegebenen Grundkonzepten unseres Wahrnehmungssystems. Unser Wahrnehmungssystem tendiert dazu, „wann immer nur möglich“ den Wahrnehmungseindruck *in terminis* von Oberflächen zu organisieren. Daher kann man einen solchen Eindruck bereits mit hochgradig reduzierten Reizen ganz unterschiedlicher Art hervorrufen.³⁶

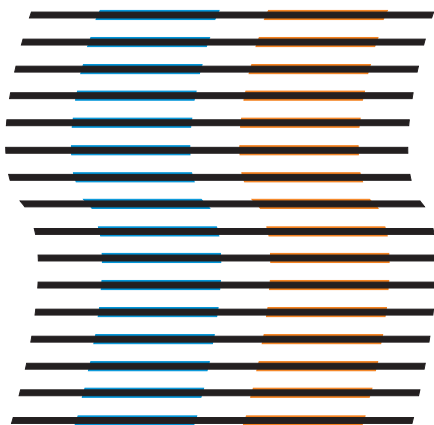


Abb. 1 Flankeninduzierte Farbeinfüllung

Worum es geht, läßt sich anhand von Abbildung 1 illustrieren.³⁷ Die Reizkonfiguration besteht aus einer Reihe paralleler schwarzer Linien (die selbst bereits den Eindruck einer gekrümmten Oberfläche hervorrufen), an deren Flanken teilweise schmale rote bzw. blaue Streifen angebracht sind. Alle dazwischen liegenden Bereiche sind von demselben Weiß wie der Hintergrund. Dennoch sehen wir den durch eine gedankliche Verbindung der Flanken markierten Bereich als von einer bläulichen bzw. rötlichen und ein wenig ätherisch wirkenden Farbe ausgefüllt. Wir

³⁵ Die Datentypen „Oberfläche“ und „ambiente Beleuchtung“ – die nicht mit den physikalischen Konzepten verwechselt werden dürfen – lassen sich bereits, wie vielfältige experimentelle Befunde zeigen, durch hochgradig reduzierte Reize aktivieren, beispielsweise durch einfache Infeld-Umfeldkonfigurationen.

³⁶ Das alltagspsychologische Täuschungskonzept ist für ein Verständnis dieser Phänomene natürlich vollständig unbrauchbar. Denn es geht gerade darum zu verstehen, wie das interne Format des Basiskonzeptes „Oberfläche“ beschaffen ist und durch welche Reizmuster es aktiviert werden kann.

³⁷ aus Wollschläger (2005), siehe auch Wollschläger et al. (2002)

sehen also zwei sich farblich abhebbende intakte Oberflächen, denen das Wahrnehmungssystem homogen genau die Farbe zuweist, die in der Reizkonfiguration nur an den schmalen Flanken vorhanden ist. Die in der Abbildung dargestellte Reizkonfiguration aktiviert also ein Basiskonzept „Oberfläche“ und weist den darin vorkommenden Parametern entsprechende Werte als Farbattribute zu.

Daß die Zuweisung eines Wertes für das Attribut „Farbe“ selbst wiederum in komplexer Weise von der Zuweisung von Werten zu anderen Parametern abhängt, daß „Farbe“ also kein unabhängiges oder *autonomes* Attribut ist, läßt sich anhand von Abbildung 2 illustrieren.³⁸

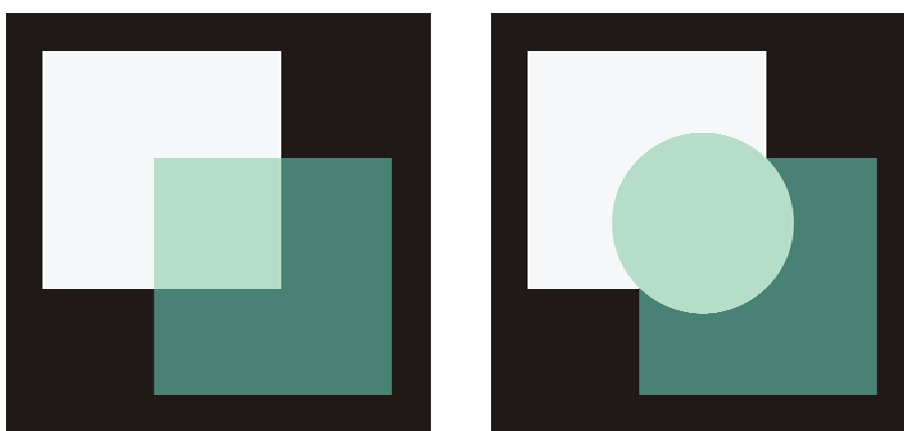


Abb. 2 Einfluß von Forminformation auf den Farbeindruck

Auf einem schwarzen Hintergrund befinden sich drei Bereiche unterschiedlicher „Farbe“. Im linken Bild segmentieren wir diese Konfiguration so, daß wir zwei Oberflächen sehen, von denen die untere, grünliche vor der oberen, weißen liegt und transparent erscheint; wir segmentieren also in zwei Flächen unterschiedlicher Farbe. Beim rechten Bild werden nun die sensorischen Farbcodes für den mittleren Bereich konstant gehalten (d. h. der mittlere Bereich sendet in beiden Bildern exakt die gleiche Wellenlängenverteilung zum Auge). Wir sehen ihn dennoch als eine Oberfläche anderer Art mit einer *anderen* Farbe als im linken Bild. Rechts erscheint die Oberfläche als separates Wahrnehmungsobjekt; sie wirkt intransparent und von einem soliden, festgefügt Charakter. Die beiden mittleren Bereiche erscheinen also auch bei Vernachlässigung der Formunterschiede als deutlich unterschiedlich. Nur durch eine Art Abstraktion des lokalen Farbeindrucks – dies ist genau die

³⁸ aus Faul (1997), siehe auch Faul und Ekroll (2002)

farbmetrische Reduktion – können wir auf künstlichem Wege zu einem abstraktiven Attribut „Farbe“ gelangen, hinsichtlich dessen beide Bereiche als gleich angesehen werden können. In diesem abstraktiven Attribut sind jedoch alle für die interne Organisation von „Farben“ relevanten Eigenschaften nicht mehr erkennbar.

Die in Abbildung 2 illustrierte gesetzmäßige Verschränktheit des Attributs „Farbe“ mit anderen internen Attributen war besonders in der gestaltpsychologischen Tradition in vielen Demonstrationen aufgezeigt worden.³⁹ Die vielfältigen Phänomene gravierender und teilweise abrupter Änderungen des Farbeindrucks bei einer experimentellen Änderung von Aspekten der Form, Tiefe, Bewegung, Figur-Grund-Segmentierung etc. belegen, daß das Attribut „Farbe“ keineswegs autonom ist, sondern intrinsisch mit anderen Attributen verwoben ist.⁴⁰ Wegen dieser Verschränkungen wäre es – jenseits von elementaren sinnesphysiologischen Untersuchungen – gänzlich unfruchtbar, ein Attribut wie „Farbe“ losgelöst von der Struktur des Wahrnehmungsobjektes zu untersuchen, in der es auftritt.

Entgegen unserer Alltagsintuition ist „Farbe“ also weder ein *homogenes* Attribut – vielmehr hat sie unterschiedliche Eigenschaften je nach dem zugehörigen Datentyp –, noch ist sie ein *autonomes* Attribut – vielmehr hängt sie in intrinsischer Weise von den Werten anderer Attribute ab. Die Frage nach der „Natur der Farbe“ und die Frage nach der Struktur und Organisationsweise unseres Wahrnehmungssystems sind also untrennbar. Ohne ein besseres theoretisches Verständnis der funktionalen Struktur unseres Wahrnehmungssystems spiegeln Betrachtungen zur „Natur der Farbe“ lediglich unsere alltagspsychologischen Vorurteile über die Funktionsweise unseres Wahrnehmungssystems wider.

„*Müsstet im Naturbetrachten immer eins wie alles achten ...*“ Die Natur der Farben im Lichte der Wahrnehmungsforschung

Das gewonnene theoretische Bild läßt sich folgendermaßen resümieren: „Farbe“ stellt im visuellen System kein Attribut eines einheitlichen Typs dar, sondern kommt mit unterschiedlichen Codierungseigenschaften als Parameter in mindestens

³⁹ Die genaue Art einer solchen Verschränktheit läßt sich erst verstehen, wenn man über ein besseres theoretisches Verständnis der Struktur der zugehörigen Konzepttypen verfügt.

⁴⁰ vgl. Hoffman (2003, S. 374): „Color is a complex construction of human vision. It is a construction not carried out in isolation, independent of other visual constructions. Instead it is a construction carefully coordinated with the construction of visual motion, surfaces, depths, transparency, and light sources. The nature and complexity of these coordinated constructions has barely been sampled by psychophysics to date.“

zwei unterschiedlichen Basiskonzepten vor, nämlich in Basiskonzepten für „Beleuchtung“ und solchen für „Oberfläche“. Folglich ist „Farbe“ kein *homogenes* Attribut und insbesondere nicht dreidimensional codierbar. Auch ist „Farbe“ kein *autonomes* Attribut, d. h. die Eigenschaften dieses Attributs können nicht unabhängig von anderen Attributen in der Struktur des jeweiligen Basiskonzeptes untersucht werden. Auch wenn es eine Vielzahl gesetzmäßiger Bezüge zu physikalischen Aspekten gibt, läßt sich „Farbe“ nicht einfach als ein internes Korrelat eines bestimmten physikalischen Attributes, etwa spektraler Remissionscharakteristiken, verstehen. Das Attribut „Farbe“ ist vielmehr Teil des internen „Formats“, durch den das Wahrnehmungssystem auf der Grundlage seiner biologisch vorgegebenen Basiskonzepte seine Welt zergliedert. Farbe ist gleichsam eine Form unserer Wahrnehmung.

Mit diesen Befunden zur Farbwahrnehmung können wir noch einmal zu unseren Anfangsfragen zurückkehren und damit zum Spannungsfeld der Begriffe von objektiv und subjektiv. Dabei wird rasch deutlich, daß sich eine Einordnung in die traditionellen Denkweisen als wenig fruchtbar erweist. Denn „Farbe“ entzieht sich einer solchen Dichotomie von „objektiv“ und „subjektiv“. Farben sind nicht objektiv, wenn man darunter versteht, daß es sie in der physikalischen Welt gibt. Farben sind auch nicht subjektiv, wenn man darunter versteht, daß sie nur durch die Eigenheiten eines einzelnen Subjektes bedingt sind oder daß sie gleichsam nur Launen unseres Geistes sind. Farben sind alles andere als subjektiv in diesem oder einem verwandten Sinne, denn sie stellen einen wesentlichen Bestandteil unserer Wahrnehmungswelt dar und sind universeller Teil ihrer Realität. Zugleich sind sie nicht objektiv in dem genannten Sinne. Doch aus der Tatsache, daß Farben als solche nicht in der physikalischen Welt existieren, folgt natürlich nicht, daß es sie nicht gibt. Denn von der Existenz von Farberscheinungen brauchen wir uns nicht zu überzeugen.⁴¹ Bewußte Wahrnehmungsqualitäten sind *objektive* Phänomene der Natur, in dem Sinne, daß sie zu den Phänomenen der Natur gehören, mit denen wir uns in den Naturwissenschaften beschäftigen und die wir zu erklären haben. Insofern ist auch das Attribut „Farbe“ objektiv, denn es stellt ein Untersuchungsobjekt der Naturwissenschaften, hier der Wahrnehmungsforschung, dar und ist ein explanatorisch notwendiger Bestandteil unserer Theorie über die Funktionsweise des Wahrnehmungssystems. Über die Erforschung der Rolle hinaus, die „Farbe“ in der Struktur und funktionalen Organisation des Wahrnehmungssystems spielt, stellen sich jedoch in den Naturwissenschaften keine tiefergehenden Fragen nach einem „Wesen der Farbe“. Den-

⁴¹ Nur in der Philosophie finden sich Positionen, die in dem Bemühen, einen aprioristischen Begriff des Physikalischen zu verteidigen, die Realität von Erfahrungsphänomenen negieren – „the most ridiculous claim ever made in philosophy“. (Strawson, 2003, S. 71).

noch bleibt zweifellos das Gefühl, daß fast alles, was uns die Wahrnehmungsforschung über die Farben lehren kann, unsere alltäglichen Fragen zum Wesen der Farben unberührt läßt. Nun dürfen wir aber nicht vergessen, daß ein Verstehen im Sinne der Naturwissenschaften und ein Verstehen im Alltagssinne zwei grundsätzlich verschiedene Arten des Verstehens sind, zu denen unser Geist befähigt ist. Somit steht ein abstraktes theoretisches Verstehen, wie es Ziel der Naturwissenschaften ist, keineswegs in Konkurrenz zu einem eng an die sinnlichen Erfahrungen des Alltags angebundenen Verstehen, denn beide zielen auf ganz unterschiedliche Arten des Verstehens. Die naturwissenschaftliche Zugangsweise läßt, ihrem Wesen nach, zwangsläufig praktisch alle Fragen unberührt, die sich auf die Fülle und Reichhaltigkeit unseres Erlebens beziehen. Dies ist bei den Farben nicht anders als bei der Musik oder allen anderen Bereichen unseres geistigen Lebens.

Literatur

- Arnauld, A., Nicole, P. (1685), *Die Logik oder die Kunst des Denkens*, Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft 1972.
- Byrne, A., Hilbert, D. (2003), „Color realism and color science“, in: *Behavioral and Brain Sciences* 26, S. 3-21.
- Casson, R.W. (1997), „Color shift: Evolution of English color terms from brightness to hue“, in: *Color Categories in Thought and Language*, hg. von C.L. Hardin und L. Maffi, Cambridge: Cambridge University Press, S. 224-239.
- Chomsky, N. (1996), *Powers and Prospects. Reflections on Human Nature and the Social Order*, London: Pluto Press.
- (1988), *Language and Problems of Knowledge. The Managua Lectures*, Cambridge Mass.: MIT Press.
- Ekroll, V., Faul, F., Niederée, R., Richter, E. (2002), „The natural center of chromaticity space is not always achromatic: A new look on color induction“, in: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.* 99, S. 13352-13356.
- Faul, F. (1997), „Theoretische und experimentelle Untersuchung chromatischer Determinanten perzeptueller Transparenz“, Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Faul, F., Ekroll, V. (2002), „Psychophysical model of chromatic perceptual transparency based on subtractive color mixture“, in: *Journal of the Optical Society of America A* 19, S. 1084-1095.

- Gelb, A. (1929), „Die ‚Farbenkonstanz‘ der Sehdinge“, in: *Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 12, Receptionsorgane II.*, hg. von A. Bethe, G.v. Bergmann, G. Emden und A. Ellinger, Berlin: Springer, S. 594-678.
- Goldsmith, T.H. (1990), „Optimization, constraint, and history in the evolution of eyes“, in: *The Quarterly Review of Biology* 65, S. 281-322.
- Hardin, C.L. (1988), *Color for Philosophers: Unweaving the Rainbow*, Indianapolis: Hackett Publishing.
- Helmholtz, H.v. (1855), „Über das Sehen des Menschen“, in: *Vorträge und Reden. Bd. I*, hg. von H.v. Helmholtz, Braunschweig: Vieweg 1903, S. 85-118.
- Hohegger, R. (1884), *Die geschichtliche Entwicklung des Farbensinnes*, Innsbruck: Verlag der Wagner'schen Universitätsbuchhandlung.
- Hoffman, D. (2003), „The interaction of colour and motion“, in: *Colour Perception: Mind and the Physical World*, hg. von R. Mausfeld und D. Heyer, Oxford: Oxford University Press, S. 361-374.
- Irwin, E. (1974), *Colour Terms in Greek Poetry*, Toronto: Hakkert.
- Kardos, L. (1934), *Ding und Schatten. Eine experimentelle Untersuchung über die Grundlagen des Farbensehens*, Leipzig: Barth.
- Leslie, A., Xu, F., Tremoulet, P., Scholl, B. (1998), „Indexing and the object concept: developing ‘what‘ and ‘where‘ systems“, in: *Trends in Cognitive Sciences* 2, S. 10-18.
- MacLeod, D.I.A. (1986), „Receptor constraints on colour appearance“, in: *Central and Peripheral Mechanisms of Colour Vision*, hg. von D. Ottoson und S. Zeki, London: Macmillan, S. 103-116.
- McLaughlin, B. (2003), „The place of color in nature“, in: *Colour Perception: Mind and the Physical World*, hg. von R. Mausfeld und D. Heyer, Oxford: Oxford University Press, S. 475-502.
- Mausfeld, R. (1998), „Color perception: From Grassmann codes to a dual code for object and illumination colors“, in: *Color Vision*, hg. von W. Backhaus, R. Kliegl und J. Werner, Berlin: De Gruyter, S. 219-250.
- (2003), „‘Colour‘ as part of the format of two different perceptual primitives: The dual coding of colour“, in: *Colour Perception: Mind and the Physical World*, hg. von R. Mausfeld und D. Heyer, Oxford: Oxford University Press, S. 381-430.
- (2005a), „Wahrnehmungspsychologie“, in: *Einführung in die Psychologie*, hg. von A. Schütz, H. Selg und S. Lautenbacher, Stuttgart: Kohlhammer 2005.
- (2005b), „Vom Sinn in den Sinnen. Wie kann ein biologisches System Bedeutung generieren?“, in: *... sind eben auch nur Menschen – Verhalten zwischen Zwang, Freiheit und Verantwortung*, hg. von N. Elsner und G. Lüer, Göttingen: Wallstein 2005, S. 47-79.

- Russell, B. (1912), *Probleme der Philosophie*, Frankfurt/M.: Suhrkamp 1967.
- (1927), *The Analysis of Matter*, New York: Dover 1954.
- Samuels, R. (2000), „Massively modular mind: evolutionary psychology and cognitive architecture”, in: *Evolution and the Human Mind*, hg. von P. Carruthers und A. Chamberlain, Cambridge: Cambridge University Press, S. 13-46.
- Santos, L.R., Hauser, M.D., Spelke, E.S. (2001), „Recognition and categorization of biologically significant objects by rhesus monkeys (*Macaca mulatta*): the domain of food”, in: *Cognition* 82, S. 127-155.
- Schöne, W. (1954), *Über das Licht in der Malerei*, Berlin: Gebr. Mann.
- Snell, B. (1975), *Die Entdeckung des Geistes*, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht.
- Stoerig, P. (1998), „Wavelength information processing versus color perception: Evidence from Blindsight and color-blind sight”, in: *Color Vision*, hg. von W. Backhaus, R. Kliegl, und J. Werner, Berlin: De Gruyter, S. 130-147.
- Strawson, G. (1989), „Red and ‘Red’”, in: *Synthese* 78, S. 193-232.
- (2003), „Real materialism”, in: *Chomsky and his Critics*, hg. von L. Antony und N. Hornstein, Oxford: Blackwell, S. 49-88.
- Vukusic, P, Sambles, J.R., Lawrence, C.R. (2000), “Structural colour: Colour mixing in wing scales of a butterfly”, in: *Nature* 404, S. 457.
- Wang, R.F., Spelke, E.S. (2002), „Human spatial representation: Insights from animals”, in: *Trends in Cognitive Sciences* 6, S. 376-382.
- Wierzbicka, A. (1996), *Semantics. Primes and Universals*, Oxford: Oxford University Press.
- Wollschläger, D., “Dynamic Surface Completion: The Joint Formation of Color, Texture, and Shape”, Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Wollschläger, D., Rodriguez, A.M., Hoffman, D.D. (2002), „Flank transparency: the effects of gaps, line spacing, and apparent motion”, in: *Perception* 31, S. 1073-1092.