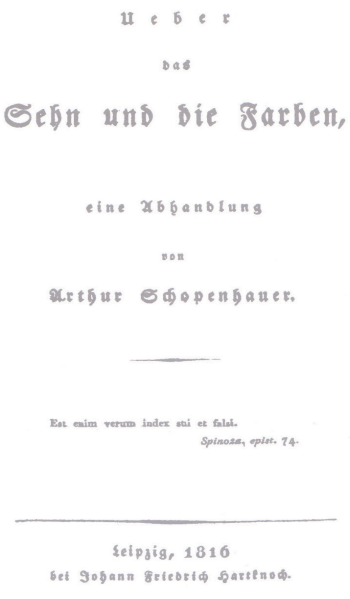
edition bendin



Ueber

das

Sehn und die Farben,

eine Abhandlung

von

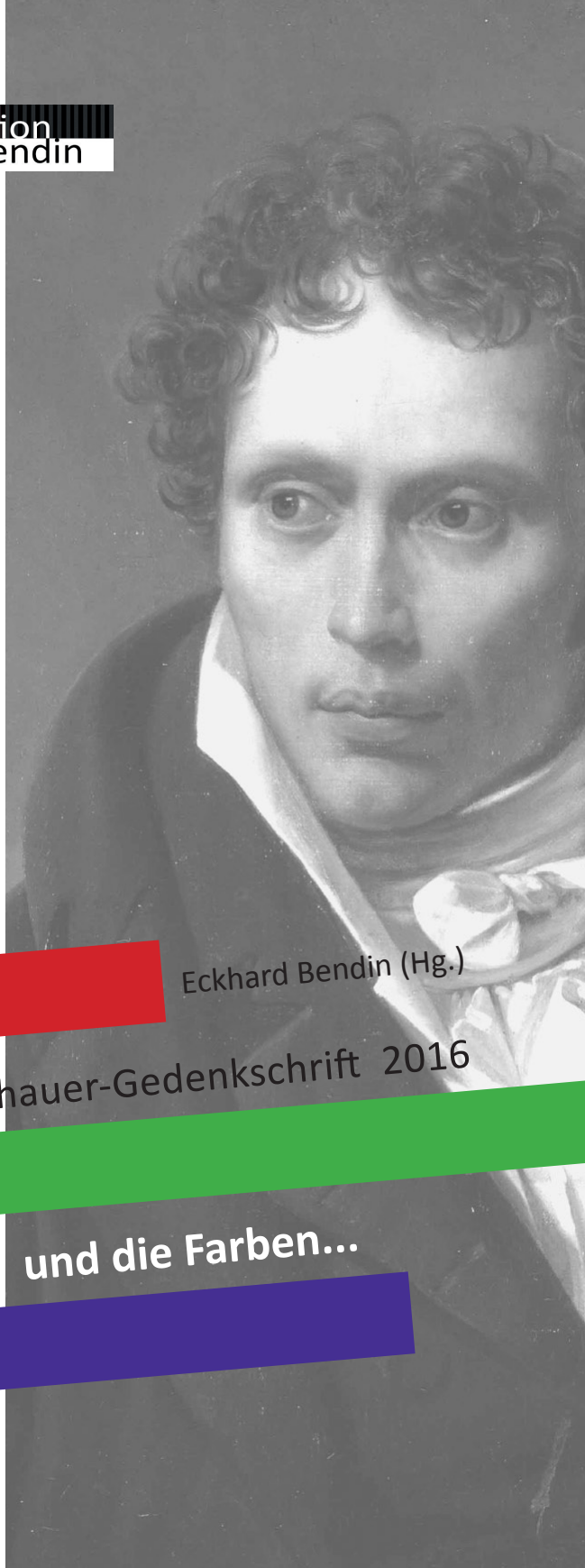
Arthur Schopenhauer.

Est enim verum index sui et falsi.

Spinoza, epist. 74.

Leipzig, 1816

bei Johann Friedrich Hartknoch.



Eckhard Bendin (Hg.)

Schopenhauer-Gedenkschrift 2016

Über das Sehn und die Farben...

Eckhard Bendin (Hg.)

Über das Sehn und die Farben

Schopenhauer-Gedenkschrift 2016

Mit ausgewählten Beiträgen zum Gedenkkolloquium
des 10. Dresdner Farbenforums am 29. April 2016
von

Eckhard Bendin
Richard H. W. Funk
Andrè Karlicek
Alfred Knülle-Wenzel
Jörg H. Krumeich
Norbert Lauinger
Jochen Stollberg

edition bendin, Dresden

Vorwort des Herausgebers

Arthur Schopenhauers 1814/15 in Dresden entstandene und 1816 bei Hartknoch in Leipzig erschienene Abhandlung „Ueber das Sehn und die Farben“ gilt noch heute als eine bedeutende Vorleistung für die moderne Farbenlehre, gab uns der junge Naturwissenschaftler und Philosoph doch damit einen frühen, beachtenswerten Denkanstoß zu grundlegenden Phänomenen der Physiologie des Farbsehens.

Fast auf den Tag genau 200 Jahre später, am 29. April 2016, wollte ein Schopenhauer-Gedenkkolloquium an der Sammlung Farbenlehre der TU Dresden angesichts einer Reihe neuerer sinnesphysiologischer Erkenntnisse dazu beitragen, weiterführende Überlegungen zum Verhältnis von Reizbeschaffenheit, Perzeption und Apperzeption sowie neue Fragestellungen zur Funktion der inversen Retina in Verbindung mit funktionellen Strukturen des visuellen Cortex aufzugreifen und zu erörtern. In den Vorträgen des 10. Dresdner Farbenforums wurde versucht, die historische Spannweite zum Frühwerk Schopenhauers inhaltlich auszuloten. Neben der Entstehungs- und Wirkungsgeschichte der Abhandlung Schopenhauers standen Bewertungen seiner Theorie aus physiologie- und wissenschaftshistorischer Perspektive sowie aktuelle Aspekte der Theorieerweiterung in der Netzhaut- und Hirnforschung im Fokus. Entsprechend der Schopenhauerschen Auffassung vom Menschen als ein „animal metaphysicum“, einem „metaphysiktreibenden Lebewesen“ erscheinen dazu auch hypothetische Annahmen und Schlüsse durchaus berechtigt, solange sie nicht falsifizierbar sind.

Das Kolloquium machte deutlich, dass die von Schopenhauer einst erbrachte theoretische Vorleistung fruchtbar fortwirkt und die Herausgabe einer Gedenkschrift rechtfertigt.
So richtet die nun vorliegende Schrift auch folgerichtig ihren Fokus auf den gegenwärtigen sinnesphysiologischen Diskurs, eingeleitet durch zwei Beiträge zur Entstehungsgeschichte, Rezeption und Einordnung des Theorieentwurfs aus wissenschaftsgeschichtlicher Perspektive. Das Ganze wird m Anhang ergänzt durch biografische und bibliografische Hinweise zu Arthur Schopenhauer und seiner Farbenlehre sowie durch einen zusammenfassenden Bericht über das Dresdner Gedenkkolloquium.

Den Autoren danke ich für die mühevolle Aufbereitung und Bereitstellung ihrer Beiträge. Dem Präsidenten der Schopenhauer-Gesellschaft, Prof. Dr. Matthias Koßler, dem Vorsitezenden des Deutschen Farbenzentrum, Prof Dr. Axel Büther und dem Vorsitzenden des Wissensforums Farbe-Licht, Dr. Konrad Scheurmann gebührt ebenfalls noch einmal Dank für ihre Grußworte, ebenso meinen Kollegen an der Fakultät Architektur, Sammlung Farbenlehre, Prof. Dr. Ralf Weber und Dipl.Ing. Thomas Kanthak, für ihre tatkräftige Unterstützung und Mitwirkung.

Schließlich bitte ich um Nachsicht für die Verzögerung, mit der diese Schrift nun doch noch vorgelegt wird, durchaus aber in der Hoffnung auf freundliche Aufnahme und nachhaltige Resonanz.

Eckhard Bendin, Dresden im Februar 2019

Inhalt

Vorwort

Beiträge zur Geschichte und Rezeption sowie zum aktuellen Diskurs über das Sehen und die Farben

Jochen Stollberg
Schopenhauers „Über das Sehn und die Farben“
Ein Beitrag zur Geschichte und zur Rezeption eines Theorieentwurfs 8

Andrè Karliczek
Wahrnehmung, Farbe und Erkenntnis
Artur Schopenhauers physiologische Theorie der Farbe 22

Richard Funk
Wege der Lichtwahrnehmung beim Menschen. 34

Jörg H. Krumeich / Alfred Knülle-Wenzel
Stehende Wellen, eine neue Theorie des Farbensehens. 40

Norbert Lauinger
Die raumgitteroptische Struktur der Retina und das Farbensehen. 48

Eckhard Bendin
Gleiches erkennt Gleiches.
Annäherungen an alternative Auffassungen zum Farbsehen. 54

Anhang

Arthur Schopenhauer
Biografische und bibliografische Hinweise zur Farbenlehre. 68

Tagungsbericht zum ‚Schopenhauer-Gedenkkolloquium‘ am 29. April 2016
10. Dresdner Farbenforum an der Sammlung Farbenlehre der TU Dresden 74

Autorenverzeichnis 78

Impressum 79

Beiträge
zur Geschichte und Rezeption
sowie zum aktuellen Diskurs
über das Sehen und die Farben

Arthur Schopenhauers Büchlein „Über das Sehn und die Farben“
Ein Beitrag zur Geschichte und zur Rezeption eines Theorieentwurfs

Jochen Stollberg

„Ich halte zudem dafür, daß Jeder, der sich nur selbst ganz und gar versteht, was in der That selten ist, auch Andern sich muß verständlich machen können, wenn diese ihrerseits den Willen haben, ihn zu verstehn, was auch nicht immer der Fall ist.“

Arthur Schopenhauer: Über die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde. Rudolstadt: Hof- Buch- und Kunsthandlung 1813. S. 6.

Ludwig Sigismund Ruhl: Arthur Schopenhauer (um 1815)

Unabhängig von den gern und oft geschilderten Spannungen zwischen den Eltern, dem strengen aber weltoffenen Kaufmann Heinrich Floris Schopenhauer und der gebildeten, gesellschaftlich interessierten und literarisch aktiven Mutter Johanna, erlebt Arthur in seiner Familie eine Kindheit und Jugend, die ihn in umfassender Weise intellektuell bildet und seine Sensibilität für alle Erscheinungen der Natur und des menschlichen Lebens hervorragend entwickelt. In den Jahren 1800 und 1803-1804 bereist der junge Arthur mit seinen Eltern zunächst deutsche und österreichische Landschaften und Städte, um bei der zweiten Reise die Niederlande, England, Frankreich, die Schweiz, Österreich und wieder Deutschland zu erleben und seine Weltsicht zu erweiterten und zu vertieften. In den, während dieser Reisen entstandenen Tagebüchern taucht erstmals die Formulierung „das liebe Dresden“ auf, ein Prädikat, das er keiner anderen seiner Lebensstationen zukommen lassen wird.

Weimar 1808 -1809

Bald nach dieser zweiten Reise stirbt der Vater und Arthur fühlt sich verpflichtet, ein Versprechen einzulösen und dem Wunsch seines Vaters folgend, in eine kaufmännische Lehre einzutreten. Bald jedoch ergibt sich für Arthur die Möglichkeit, die ungeliebte Laufbahn zu verlassen und sich, mit Unterstützung der Mutter, auf ein Universitätsstudium vorzuberei-

ten. Nachdem ein erster Versuch, auf dem Gymnasium in Gotha dieses Ziel zu erreichen, am ungestümen Charakter des jungen Mannes gescheitert ist, lebt er in den Jahren 1807 bis 1809 als unbequemer Hausgenosse seiner Mutter in Weimar. Hier begegnet ihm der verehrte Goethe regelmäßig während der Teestunden im Salon seiner Mutter, allerdings, ohne daß der berühmte Dichter ihn wahrzunehmen scheint.

Student in Göttingen und Berlin 1809-1813

Im Oktober 1809 schreibt er sich in Göttingen als Student der Medizin ein. Auch wenn die biographische Literatur immer berichtet, daß Schopenhauer bereits ein Jahr darauf zur philosophischen Fakultät gewechselt sei, geben seine vollständig erhaltenen Vorlesungsnachschriften aus den jeweils vier Semestern in Göttingen und Berlin ein etwas anderes Bild: von den insgesamt 34 verschiedenen Kollegien, die er in den Jahren 1809-1813 besucht, gelten 18 den Naturwissenschaften, der Medizin und der Mathematik, über die es insgesamt 389 beidseitig beschriebene Blätter mit Nachschriften gibt. Das heißt, Schopenhauer hat für die Ausbildung seiner Fähigkeiten im naturwissenschaftlichen Denken das Angebot seiner Universitätslehrer als hilfreich erkannt, während er seine philosophischen Studien weitgehend allein und mit den originalen Texten fortsetzt.

Sein an den Universitäten entwickeltes Interesse an den Fortschritten in allen na-turwissenschaftlichen Fächern wird er sein Leben lang beibehalten und seine philosophische Lehre stets an diesen Ergebnissen messen. Für unser Thema vom Sehen und den Farben kommen vor allem die anatomischen und physiologischen Vorlesungen Johann Friedrich Blumenbachs in Göttingen und Johann Horkels in Berlin in Betracht. Horkel war Mediziner und Botaniker, der sich vor allem um die Pflanzenphysiologie verdient gemacht hat. Blumenbach gilt als ein wichtiger Vertreter eines modernisierten Vitalismus, auf ihn geht die Theorie vom Bildungstrieb (das heißt die treibende Kraft bei Zeugung, Ernährung und Reproduktion von Lebewesen) zurück. In seinen Vorträgen und aus seinen Lehrbüchern erfährt Schopenhauer die Grundlegung seiner Auffassung von der Tätigkeit der Sinnesorgane.

Aus Arthur Schopenhauers Mitschrift Johann Friedrich Blumenbachs Vorlesung zur Physiologie, hier ein Abschnitt über die Sehnerven

Die Dissertation

In der Endphase der Napoleonischen Kriege, im Mai 1813, verläßt Schopenhauer Berlin und zieht sich für vier Monate nach Rudolstadt in Thüringen zurück. Hier verfaßt er seine Abhandlung „Über die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde“. Am 2. Oktober 1813 wird er von der Universität Jena zum Doktor der Philosophie promoviert. Bereits hier, in seiner Dissertation, untersucht er den Zusammenhang zwischen Sinneseindrücken und Verstand. Am Beispiel des Sehens erklärt er:

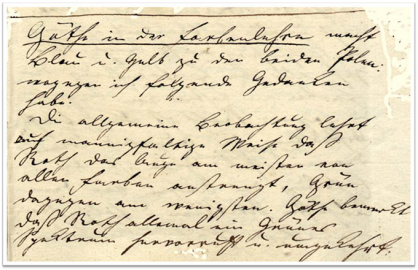
„Das erste was er [der Verstand] tut, ist, daß er den Eindruck des Objekts, welcher verkehrt, das Unterste oben, auf der Retina [der Netzhaut] eintrifft, wieder aufrecht stellt.“ Nach der eingehenden Erläuterung dieses Vorganges fährt er fort: *„Das zweite, was der Verstand*

bei seiner Umarbeitung der Empfindung in Anschauung leistet, ist, daß er das zweimal empfundene zu einem einfachen Angeschauten macht.“
In dieser erkenntnistheoretischen Abhandlung legt er den Grund für alle seine späteren Werke, und das so sehr, daß er in der Einleitung zu seinem Hauptwerk „Die Welt als Wille und Vorstellung“ seinen Lesern ans Herz legt, seine Dissertation als Voraussetzung für ein Verständnis seiner Schriften zu lesen. Hier gibt er seine Definition der Begriffe Empfindung durch die Sinnesorgane, die Entstehung von Vorstellungen im Verstand und die Abstraktion durch die Vernunft. Diese drei Begriffe ordnet er dann hierarchisch den Hauptklassen von Lebewesen zu.

Winter in Weimar 1813/14
Es folgen Monate, die für Schopenhauer von entscheidender Bedeutung sind: einmal spitzt sich der Konflikt mit der Mutter so weit zu, daß für den Sohn nur noch ein Weggang von Weimar denkbar erscheint, zum anderen ist der hochverehrte Goethe auf die Dissertation und so auf den jungen Verfasser aufmerksam geworden.
In seiner 1820 für die Berliner Universität in lateinischer Sprache verfassten vita schreibt er: „der große Goethe, dessen Namen alle Zeiten im Munde führen werden, würdigte mich seiner Freundschaft und seines vertrauten Umgangs. Bis dahin nämlich war ich ihm bloß von Ansehen bekannt und pflegte er mich nicht anzureden; nachdem er aber in meiner Abhandlung geblättert hatte, kam er aus eignem Antriebe mir entgegen und fragte, ob ich seine Farbenlehre studieren wolle, indem er versprach, mir mit allen dazu dienenden Hülfsmitteln und Erläuterungen Beistand zu leisten, so daß dieser Gegenstand den Winter über unseren öfteren Unterhaltungen, möge ich nun seinen Sätzen Zustimmung geben oder opponiren, Stoff bieten könne. Wenige Tage darauf schickte er mir seinen eigenen Apparat und die zur Herstellung der Farbenerscheinungen nöthigen Instrumente, und später zeigte er mir selbst die schwierigeren Experimente, hocherfreut ,daß mein von keinerlei vorgefaßten Meinungen geblendeter Sinn die Wahrheit seiner Lehre anerkannte … Als der große Mann sodann den ganzen Winter hindurch mich häufiger kommen ließ, blieb die Unterhaltung keineswegs auf Fragen, welche die Farbenlehre betrafen, beschränkt, sondern unsere Gespräche wurden auf alle möglichen philosophischen Gegenstände gelenkt und spannen sich viele Stunden lang fort. Aus diesem vertrauten Umgange habe ich überaus großen unglaublichen Nutzen gezogen.“

Auf eigenen Füßen in Dresden
Am 24. April 1814 wendet sich Arthur Schopenhauer an den der Familie gut bekannten Carl August Böttiger in Dresden: *„Mein beß’res und eigentliches Leben ist mein philosophisches Studium, dem ist alles übrige tief untergeordnet, ja es ist nur eine kleine Zugabe dazu. Da ich aber wählen kann, wünsche ich mir einen Aufenthalt der mir schöne Natur, Gegenstände der Kunst und wissenschaftliche Hülfsquellen darbietet und mich auch die nöthige Ruhe finden läßt. Dies alles habe ich, soweit ich auch gereist bin, nirgends so schön vereinigt gesehn als in Dresden, und schon längst war es daher mein Wunsch dort ein Mal einen dauernden Aufenthalt nehmen zu können. Ich habe daher große Lust jetzt nach Dresden zu gehen.“*
Ausgestattet mit der Zuversicht, zunächst ein Gelehrtenleben ohne finanzielle Sorgen führen zu können, läßt Arthur Schopenhauer sich am 24. Mai 1814 in Dresden nieder. Das Thema Sehen und Farben nimmt er mit an die Elbe. Seine tagebuchartigen Manuskriptbücher, die Schopenhauer bereits in dieser Zeit mit Datierung und genauer Bogenzählung versieht, sprechen viel von Farbversuchen, enthalten aber auch bereits Reflexionen, die zu Goethes Auffassungen im Widerspruch stehen:
„Göthe in der Farbenlehre macht Blau und Gelb zu den beiden Polen: wogegen ich folgende

Gedanken habe. Die allgemeine Beobachtung lehrt auf mannigfache Weise daß Roth das Auge am meisten von allen Farben anstrengt, Grün dagegen am wenigsten. Göthe bemerkt daß Roth allemal ein Grünes Spektrum hervorruft und umgekehrt: ich finde aber daß außerdem auch jede besonders lebhaft beleuchtete Fläche, die keine starke eigne Farbe hat (z. B. eine ziemlich farblose Stelle im Sonnenschein, ein Stück Himmel durchs Fenster gesehn,) ein grünes Spektrum hervorruft: grün also ist gleichsam der Zustand der Erholung der vorhin lebhaft affizirten Stelle der retina: roth dagegen eben die lebhafte Affektion der retina. Licht und alle Sichtbarkeit ist nur in Beziehung aufs Auge, wir gehn also bei Betrachtung der Farben am besten vom Auge aus und sagen: Roth ist die lebhafteste Affektion des Auges und demnach der eine, der positive Pol: Grün ist die Erholung des Auges von der lebhaften Affektion und folglich der negative Pol.“



Aus Schopenhauers Dresdner Manuskriptbuch 1814

Damit ist ein wesentlicher Punkt von Schopenhauers späterer Farbentheorie angesprochen. Allerdings notiert er, vermutlich am selben Tage, schon einen Satz, der den menschlichen Aspekt dieser Überlegungen spiegelt: „Wer klug ist wird im Gespräch weniger an das denken worüber er spricht, als an den mit dem er spricht: denn sobald er dies thut, ist er sicher nichts zu sagen das er nachher bereut, keine Blöße zu geben, keine Unvorsichtigkeit zu begehn: aber sonderlich interessant kann sein Gespräch nie werden. (Ein Gedanke zwischenmenschlicher Vorsicht, der in krassem Widerspruch zu Schopenhauers Charakter steht und den er, wir werden es sehen, in seiner gedruckten Schrift nicht beachtet.) Zahlreiche Ideen zu seinem künftigen Hauptwerk bringt er mit an die Elbe, wo er sein breit angelegtes Studium in der königlichen Bibliothek sofort aufnimmt. Hier liegen, weitgehend unbeachtet, die komplett erhaltenen Ausleihjournale, die manche interessante Information bewahren. Danach ist erst am 13. Oktober 1814 die erste Ausleihe im Zusammenhang mit seinen Studien zur Farbentheorie belegt und bis Anfang Juli 1815, als Schopenhauer sein Manuskript an Goethe schickt, werden es lediglich 12 Entleihungen sein. Bis zum Erscheinen des Büchleins 1816 nutzt er insgesamt 37 einschlägige Werke aus der Bibliothek. Die zu dieser Zeit bereits einsetzende Diskussion um Goethes Farbenlehre beschäftigt auch Schopenhauer und so leiht er die Verteidigung der Newtonschen Farbentheorie gegen Goethe durch den Mathematiker Carl Brandan Mollweide ebenso, wie die erste Parteinahme für die Lehre Goethes des Mediziners Christoph Heinrich Pfaff (diese sogar zweimal) aus. Selbstverständlich steht Philipp Otto Runges Werk „Farbenkugel“, das gleichzeitig mit den beiden Bänden Goethes 1810 erschienen ist, schon am Anfang auf Schopenhauers Lektüreliste. Auffällig ist, daß er in seiner Dresdner Zeit offenbar noch nicht über ein eigenes Exemplar von Goethes Bänden „Zur Farbenlehre“ verfügt. Schopenhauer leiht das Werk erstmals am 3. März 1815 und dann noch dreimal bis zum Januar 1816 von der Bibliothek aus. Übrigens ist für den Zeitraum von 1814 – 1860 Schopenhauer der einzige Nutzer der Dresdner Bibliothek, der Isaac Newtons „Optics“ ausleiht. Seine persönliche Büchersammlung stellt in dieser Zeit noch nicht viel Material bereit. Wird er in seiner persönlichen Bibliothek am Ende seines Lebens 22 Titel zur Optik und Ophthalmologie zählen, so kann

er für die Zeit der ersten Abfassung seines Manuskripts, gemessen an den Erscheinungsjahren der Bücher, im Höchstfalle vier Werke zum Thema besessen haben. Anfang Juli 1815 schickt der vermeintliche Schüler sein fertiges Manuskript mit einem Begleitbrief zum Meister Goethe und erhält keine Antwort. Acht Wochen später mahnt Schopenhauer: *„Es würde thörigt und vermessen sein, wenn ich mir deshalb die leiseste Andeutung eines Vorwurfs gegen Ewr Exzellenz erlauben wollte. Andererseits hat mir die Gesinnung, aus der ich meine Schrift Ewr Exzellenz übersandte, keineswegs die Verpflichtung auferlegt, mich jeder Bedingung zu unterwerfen, unter der allein Sie diese Schrift zu lesen und zu berücksichtigen geneigt seyn möchten. Ich weiß von Ihnen selbst, daß Ihnen das literarische Treiben stets Nebensache, das wirkliche Leben Hauptsache gewesen ist. Bei mir aber ist es umgekehrt: was ich denke, was ich schreibe, das hat für mich Werth und ist mir wichtig: was ich persönlich erfahre und was sich mit mir zuträgt, ist mir Nebensache, ja ist mein Spott.“*

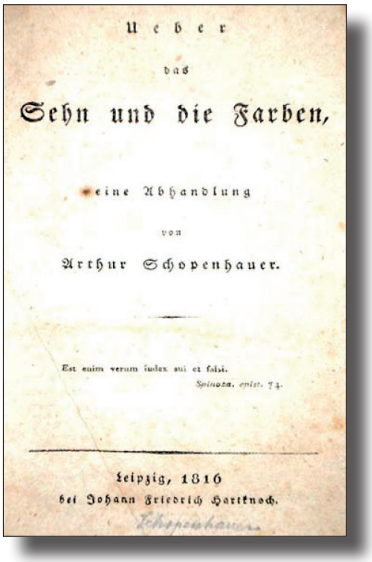
In seinem kurzen Antwortschreiben entschuldigt Goethe sich am 7. September damit, daß der das Manuskript auf Reisen erhalten habe und verspricht eine nähere Beschäftigung für die Zukunft. Ungeachtet des prinzipiellen Nichteinverstandenseins folgt in Goethes Briefen eine sachliche Auseinandersetzung ebenso wie in den umfangreichen Antwortschreiben Schopenhauers. Den Versuch Goethes, die Diskussion der strittigen Punkte an den Physiker Thomas Seebeck zu delegieren, den der Meister ebenfalls in die Forschungen zur Farbenlehre einbezogen hatte, weist Schopenhauer zurück in der Hoffnung, Goethes Segen zu ertrotzen. Doch in Bezug auf Schopenhauers wichtigstes Anliegen, Goethe als Herausgeber seiner Schrift zu gewinnen, bleibt der Weimarer ablehnend fest.

Glücklicher ist Arthur Schopenhauer mit der Wahl des Verlegers Johann Friedrich Hartknoch. Während es eine Reihe von Arbeiten über Arthur Schopenhauers Verleger gibt, findet sich keine Nachricht über das Unternehmen, das Schopenhauers wichtige kleine Arbeit herausbringen wird. Der Vater dieses Verlegers hatte in Riga den Verlag begründet und war ein wichtiger Förderer bedeutender Autoren geworden. Johann Gottlieb Herder gehörte zu seinen Freunden und die Werke Immanuel Kants erschienen zuerst bei ihm. Sehr jung, mit 49 Jahren ist er verstorben, dann übernahm sein gleichnamiger Sohn den Verlag. Im Jahre 1803 mußte er, wegen Problemen mit den russischen Behörden, das Baltikum verlassen, er verlegte den Sitz seiner Firma nach Leipzig, setzte dort uneingeschränkt die bedeutende Tradition des Hauses fort. Leider ist keine Korrespondenz zwischen dem Autor Arthur Schopenhauer und seinem Verleger Hartknoch erhalten, doch muß die Beziehung durchaus persönlich gewesen sein. Hartknoch unterhielt zwar seinen Verlag in Leipzig, hatte aber in Dresden eine Wohnung und ist 1819 in Pillnitz gestorben. Inhaltliche Gespräche über Schopenhauers Buch haben also hier stattgefunden. Schopenhauer zitiert ihn in seinem Buch: *„In Riga lebt ... ein Herr von Zimmermann der ein vollkommenes Beispiel [totaler Farbenblindheit] jener Art ist. Die folgenden Nachrichten über ihn verbürgt mir der Verleger dieser Schrift, der ihn selbst gekannt hat.“* Im Text wird dann anhand von Beispielen ausgeführt, daß dieser Farbenblinde zwar Billard spielen kann, weil er die Farben der Kugeln als unterschiedlich hell wahrnimmt, als man ihm aber für eine Parade eine grüne statt der roten Uniform anlegt, kann er dies nicht bemerken, weil beide Farben für ihn denselben Helligkeitswert haben.

Enttäuschung

Am 4. Mai 1816 kann Schopenhauer ein gedrucktes Exemplar seiner 88 Seiten umfassenden Schrift „Über das Sehn und die Farben“ an Goethe schicken. Trotzig stellt er dem Titel ein Zitat aus Spinozas Ethik voran: „Est enim verum index sui et falsi“ [es ist nämlich die Wahrheit der Prüfstein ihrer selbst und des Falschen].

Sein Begleitbrief an Goethe aber klingt eher resigniert: *„Wenn Ewr Excellenz sich die Mühe geben wollten, die Schrift nochmals zu lesen; so werden Sie solche überall stark verändert und durch sehr bedeutende Zusätze vermehrt finden. Um Ihr Urtheil würde ich bitten, wenn ich nicht die Hoffnung aufgegeben hätte es jemals zu erfahren, nachdem ich in einem langen Briefwechsel so oft und so dringend vergeblich darum geworben habe.“*


Ueber
das
Sehn und die Farben,
eine Abhandlung
von
Arthur Schopenhauer.

Est enim verum index sui et falsi.
Spinoza, epist. 74.

Leipzig, 1816
bei Johann Friedrich Hartknoch.

Titelblatt der Erstausgabe ‚Über das Sehn und die Farben‘ bei Hartknoch Leipzig 1816

Goethe bestätigt den Empfang des gedruckten Exemplars wiederum erst etliche Wochen später - begründet die Verzögerung mit der Krankheit und dem Tod seiner Frau Christiane und der daraus folgenden inneren Entfernung von allen anderen Arbeiten. Doch auch auf lange Sicht scheint Goethe erschöpft - es fehlt ihm, der an Widerspruch ohnehin nicht gewöhnt ist, an Lust, sich auf Diskussionen einzulassen. Einige Jahre später wird ein Gedicht von ihm gedruckt, das auf das Verhältnis des gealterten Dichters zum jungen Gelehrten deutet:

Lähmung
Was Gutes zu denken wäre gut,
Fänd sich nur immer das gleiche Blut;
Dein Gutgedachtes in fremden Adern
Wird sogleich mit dir selber hadern.

Ich wär noch gern ein tätig Mann,
Will aber ruhn:
Denn ich soll ja noch immer tun,
Was immer ungern ich getan.

Trüge gern noch länger des Lehrers Bürden,
Wenn Schüler nur nicht gleich Lehrer würden.

Doch abgesehen von einigen sehr deutlich hervortretenden Differenzen in der Grundauffassung, indem Schopenhauer trotz seiner erklärten Übereinstimmung mit Goethe auch in der Ablehnung Newtons von Goethe als Gegner wahrgenommen wird, erweist sich Schopenhauer als recht unsensibel bei der Wahl seiner Worte, wenn er sich bereits in der Einleitung selbst als den Theoriebildner gegen den Empiriker Goethe setzt:

„Göthe hat durch ein doppeltes Verdienst die Auffindung einer solchen Theorie möglich gemacht. Erstlich, sofern er den alten Wahn der Newtonischen Irrlehre brach und dadurch die Freiheit des Denkens über diesen Gegenstand wiederherstellte, … – Das zweite Verdienst Göthe's ist, daß er in seinem vortrefflichen Werke in vollem Maaß das lieferte, was der Titel verspricht: Data zur Farbenlehre." Um dann schlußfolgernd fortzufahren: *„Wohl ist Theorie, wenn nicht durchgängig auf Fakta gestützt und gegründet, ein eitles Hirngespinst, und selbst jede einzelne, abgerissene, aber wahre Erfahrung hat viel mehr Werth. Andrerseits aber bilden alle einzeln stehenden Fakta, aus einem bestimmten Umkreise des Gebiets der Erfahrung, wenn sie auch vollständig beisammen sind, doch nicht eher eine Wissenschaft, als bis die Erkenntniß ihres innersten Wesens sie unter einem gemeinsamen Begriffe vereinigt hat, … Die so vollendete Wissenschaft ist einem wohlorganisirten Staate zu vergleichen, dessen Beherrscher das Ganze … jeden Augenblick in Bewegung setzen kann. Daher steht derjenige, welcher im Besitz der Wissenschaft, der wahren Theorie einer Sache ist, gegen den welcher nur die empirische, ungeordnete, wenn gleich sehr ausgebreitete Kenntniß derselben sich erworben hat, wie ein … zu einem Reich organisirtes Volk - gegen ein wildes."* Schopenhauer traut sich also, Goethes Kopf mit einem wilden, nicht organisierten Volk zu vergleichen.

Als Schopenhauer 1854 eine zweite, erweiterte und überarbeitete Ausgabe dieser Schrift herausbringt, hat er diese jugendliche Schroffheit aus dem Text gestrichen. Daß der Gegensatz zwischen Goethe und seinem Schüler so bedeutend sei, hat Schopenhauer nie wahrhaben wollen. Ebenso wie in Goethes Suche nach der Urpflanze ist er auch in Bezug auf das Licht und die Farben vom Ganzheitlichen und Göttlichen aller Erscheinungen so durchdrungen, daß es ihn regelrecht kränken muß, das Auge des empfindenden Menschen als bloßes Werkzeug herabgewürdigt zu sehen.

Das Büchlein

Werfen wir einen kurzen Blick in das Büchlein selbst: Schopenhauer teilt sein Werk in zwei Teile: in einen allgemeinen, der das Sehen überhaupt und einen speziellen, der sich mit einer Theorie des Farbensehens befaßt. Den Anfang macht eine erkenntnistheoretische Überlegung, daß alle Anschauung eine intellektuale sei. Das heißt hinsichtlich des Sehens, daß die Reize, die von außen auf das Auge treffen, als Daten an den Verstand gesendet, im Gehirn selektiert und geordnet zu einem Bilde, zu einer Vorstellung unserer Umwelt werden. Er erläutert den Vorgang des Sehens anhand des Lernprozesses, den ein Kleinkind erlebt, wenn es von der bloßen Empfindung zur Anschauung übergeht, wie es lernt, die Daten, die ihm seine Sinne liefern, Sehen, Tasten, Hören, Riechen, Schmecken zu kombinieren und auf ein Objekt zu beziehen: *„Das Kind in den ersten Wochen seines Lebens empfindet mit allen Sinnen: aber es schaut nicht an …: daher starrt es dumm in die Welt hinein. Bald indessen fängt es an, den Verstand brauchen zu lernen, das ihm vor aller Erfahrung bewußte Gesetz der Kausalität anzuwenden und es mit den eben so a priori gegebenen Formen aller Erkenntniß, Zeit und Raum zu verbinden: so gelangt es von der Empfindung zur Anschauung …: und nunmehr blickt es mit klugen, intelligenten Augen in die Welt."*

Er beschreibt dann, wie aus der Verarbeitung der beiden unterschiedlichen Reize, die aus den Augen Daten liefern, das Gehirn ein räumliches Bild schafft, wie auf dieselbe Weise, die Tatsache, daß die sich im Auge kreuzenden Lichtstrahlen, im Gehirn zu seitenrichtigen aufrechten Bildern verarbeitet werden, wie das Entfernungsschätzen mit dem Erlernen der Perspektive geschieht. Dabei betont er immer wieder die Hierarchie des Vorganges: *„Die Sinne sind bloß die Spitze einer gesteigerten Sensibilität, sind Stellen des Leibes, welche für die Einwirkung andrer Körper in höherem Grade empfänglich sind: und zwar*

steht jeder Sinn für eine besondere Art von Einwirkung offen, für welche die übrigen wenig oder gar keine Empfänglichkeit haben.“ (Das bedeutet übrigens, daß Schopenhauer bereits Kenntnis davon hat, daß bei Ausfall eines Sinnesorgans andere dessen Funktion teilweise übernehmen können.)
Ganz analog geht Schopenhauer bei der Erklärung des Farbensehens vor: *„Das neugeborene Kind empfindet Licht und Farbe, ehe es den leuchtenden oder gefärbten Gegenstand als solchen erkennt und anschaut. Auch ändert kein Schielen die Farbe. Verwandelt der Verstand die Empfindung in Anschauung, dann wird freilich auch diese Wirkung auf ihre Ursache bezogen und übertragen, und dem einwirkenden Körper Licht oder Farbe als Qualitäten, d.h., Wirkungsarten, beigelegt. … „Der Körper ist roth,“ er wirkt im Auge die rothe Farbe“* Und einige Abschnitte weiter definiert er: *„Die Farbe selbst aber ist allein die Wirkung, ist der im Auge hervorgebrachte Zustand, und als solcher unabhängig vom Gegenstand, der nur für den Verstand da ist: denn alle Anschauung ist eine intellektuale.“* Und weiter: *„Die gegebene Erklärung der Farbe ist also im Wesentlichen folgende: Die Farbe ist die qualitative getheilte Thätigkeit des Auges. Die Verschiedenheit der Farben ist das Resultat der Verschiedenheit der qualitativen Hälften, in welche die Thätigkeit des Auges zerfallen kann, und ihres Verhältnisses zueinander.“* Mit Goethe stellt er fest, daß Farben immer paarweise wahrgenommen werden:
„Die Zahl der Farben ist unendlich: dennoch enthalten jede zwei entgegenge-setzte Farben die Elemente, die volle Möglichkeit aller andern. Denn die Farbe erscheint immer als Dualität, da sie die qualitative Bipartition der Thätigkeit des Auges ist. Man muß daher gar nicht von einzelnen Farben reden, sondern von Farbenpaaren, deren jedes die ganze, in zwei Hälften zerfallne Thätigkeit des Auges enthält. Die Theilungspunkte sind unzählig, und, als durch äußere Ursa-chen bestimmt, insofern für das Auge zufällig.“ Und an dieser Stelle folgt ein wesentlicher Einwand gegen Newton: *„Es war dem Gesagten zufolge eine dop-pelte Absurdität, die Summe aller Farben aus einer ungraden Zahl bestehn zu lassen.“*

Für die Beobachtung, daß Farben im Verhältnis zu Schwarz und Weiß aus einer graduell unterschiedlichen Milderung hervorgehen, übernimmt Schopenhauer hier den von Goethe bevorzugten griechischen Terminus σκιερον, was mit „das Schattige, Beschattete“ zu übersetzen ist, wofür Goethe auch das deutsche Wort „das Trübe, die Trübung“ einsetzt und durch dessen Einwirkung auf das Licht er das Entstehen der Farbe erklärt. In unseren nördlichen Breiten ist dieses „σκιερον“ vielleicht mißverständlich, denn es assoziiert etwas negatives – während im Mittelmeerraum der Schatten unter einem Baum der Ort der Ruhe und des Nachdenkens ist.

Goethe führt als Beispiel für die farberzeugende Rolle des Schattens die auf- und untergehende Sonne an. Als Beispiel nehmen wir ein Bild von Goethes Zeichenlehrer in Italien: Jacob Philipp Hackert.

In einem Gedicht, das Goethe selbst „Gesetz der Trübe nennt“ bringt er seine Ablehnung der wissenschaftlichen Zergliederungssucht gegen seine ganzheitlich pantheistische Sicht der Welt zum Ausdruck:

Freunde, flieht die dunkle Kammer,
Wo man euch das Licht verzwickt,
Und mit kümmerlichstem Jammer
Sich verschrobnen Bildern bückt.
Abergläubische Verehrer
Gab's die Jahre her genug;
In den Köpfen eurer Leerer
Laßt Gespenst und Wahn und Trug.
Wenn der Blick an heitern Tagen
Sich zur Himmelsbläue lenkt,
Beim Siroc der Sonnenwagen
Purpurroth sich niedersenkt,
Da gebt der Natur die Ehre,
Froh, an Aug' und Herz gesund,
Und erkennt der Farbenlehre
Allgemeinen ewigen Grund.

Während aber die Mischung von Licht und Finsternis beim Übergang des Grau sozusagen eine quantitative oder mechanische ist, bildet sie bei der qualitativ geteilten Tätigkeit der Retina eine neue Qualität, - die Farbe - und entspricht so einer chemischen Verbindung, bei der ebenfalls das Produkt eine andere Eigenschaft hat, als die Ausgangsstoffe.

Die Wirkung

Die einzige bekannte öffentliche Reaktion auf Schopenhauers Farbentheorie erscheint am 14. Juli 1817 als Rezension in der Leipziger Literatur-Zeitung. Es mag für Schopenhauer nicht angenehm gewesen sein, daß der Rezensent im Verfasser keineswegs einen Verfechter Goethescher Auffassungen erkennt, sondern ihn dafür lobt, daß er manche Newtonsche Gedanken klarer darlegt. Damit kommt aber Schopenhauer in Schwierigkeiten, sieht er sich doch als Vollender der Goetheschen Farbenlehre. In seinem Brief an Goethe am 23. Juni 1818 reagiert er in auffallend unsicherer Formulierung mit einem Satz, der ganz ungewöhnlich für den sonst so knappen und treffenden Stil des Philosophen ist : *„Da hat z.B. die Leipziger Lit:-Zeitg, welche im August 1815 so dummfrech, frevlerisch und vermessen über Ihr Werk in letzter Instanz den Stab brach, am 14ten Juli 1817, meine Sache vornehmend, ein Meisterstück in der einlenkenden Manier geliefert.“*
Worin Schopenhauer das „Einlenken“ sieht, bleibt unklar. Auch das „zum Beispiel“ am Beginn des Satzes enthält eine vergebliche Hoffnung, denn diese Besprechung wird die einzige bis zur zweiten Auflage des Buches 1854 bleiben.

Eine Episode

Der in Dresden lebende Theaterunternehmer und Autor Ferdinand von Biedenfeld, ist einer der wenigen Männer aus Schopenhauers Dresdner Bekanntenkreis, mit dem ihn eine gegenseitige Achtung und eine gewisse Zuneigung verbindet. Biedenfeld schreibt über Schopenhauer:*„Mit seinen Büchern und Studien lebte er fast gänzlich isolirt und ziemlich einförmig, suchte keine Freundschaft, schloß sich auch niemandem besonders an, sah sich aber bei seinen weiten und raschen Spaziergängen gern begleitet, unterhielt sich dabei sehr lebhaft über einzelne literarisch Vorkommenheiten, wissenschaftliche Gegenstände ... Wer ihn liebenswürdig, anziehend und belehrend haben wollte, der mußte mit ihn allein spazieren gehen...“* Ihm dankt der junge Philosoph die Wegbereitung zum Verlag Friedrich Arnold Brockhaus in Leipzig, bei dem 1818 sein Hauptwerk erscheinen sollte. Doch hat

der Freiherr von Biedenfeld offensichtlich schon vorher für Schopenhauer bei Brockhaus geworben, indem er an den Verleger in Leipzig schreibt: *„Lieber Freund! In aller Eile entledige ich mich eines Auftrags, welcher Ihnen vielleicht von einiger Bedeutung ist. Im CONV. LEX. Haben Sie AD VERBUM Farben und Farbenlehre, von GILBERT u. SCHMEIßER bearbeitet recht anschaulich NEWTONS Lehre angeführt, aber [von] GÖTHE u. mehr noch von A. SCHOPENHAUER kein Wort, was mit ihren Lehren das Publikum bekannt machte. Dennoch ist es gerade Schopenhauers Lehre, welche offenbar beginnt über Newton den Sieg davonzutragen u. Göthes Werk zu krönen.“*
Brockhaus nimmt den Vorschlag an und macht Schopenhauer ein Angebot, worauf Schopenhauer eine Probe seiner Schroffheit liefert: *„Es scheint daß Hr: v. Biedenfeld Ihnen geschrieben, ich wollte den Artikel Farbe zum Konversationslexikon liefern: das ist aber ganz u. gar ein Irrthum: dergleichen Arbeiten mache ich nie. Ich hatte mich bloß dazu verstanden, daß wenn Hr. v. Biedenfeld selbst jenen Artikel machen wollte, ich denselben durchsehn u. berichtigen würde, wie ich es dem Prof: Ficinus bei seinem Artikel Farbe zum Pierer'schen Wörterbuch gethan habe.“*
Die von Schopenhauer akzeptierte Überarbeitung des Farbenartikels erscheint in der 5. Auflage der „Allgemeinen deutschen Real-Encyclopädie für die gebildeten Stände 1819, im 3. Band.

Versuch, das Ausland zu erreichen
Die folgenden anderthalb Jahrzehnte sind für Schopenhauer eine Periode vergeblichen Bemühens um sein Werk, die „Welt als Wille und Vorstellung“. Das Ausbleiben jeder Anerkennung seines Hauptwerkes ebenso, wie der Mißerfolg als akademischer Lehrer in Berlin und ein sich scheinbar endlos hinziehender Zivilprozess lassen ihm die Stadt unerträglich werden. Er hegt den Wunsch, eine Stelle in Süddeutschland anzutreten, er versucht sich als Übersetzer aus dem Spanischen, bietet an, Kants Werke ins Englische zu übertragen. Doch wird aus all diesen Plänen nichts.
Die Fruchtlosigkeit seiner Bemühungen führt ihn 1828 auf eine erneute intensive Beschäftigung mit der Farbenlehre zurück: Er wendet sich an Justus Radius, den Herausgeber einer kleinen Sammlung lateinischer medizinischer Abhandlung zur Augenheilkunde unter dem Titel „Scriptores ophthalmologici minores“ [kleine augenheilkundliche Schriften] und macht am 14. März 1829 ein Angebot: *„Da ich von der Wahrheit und Wichtigkeit der in jener Abhandlung dargelegten physiologischen Farbentheorie auch jetzt, nach einer Bedenkzeit von 13 Jahren, auf das vollkommenste und festeste überzeugt bin; wäre mir die Gelegenheit, sie dem Auslande zugänglich zu machen, in Hoffnung dort gerechtere Würdigung zu finden, und in jedem Fall sie durch Einverleibung in eine größere Sammlung vor dem Untergange sicher zu stellen, höchst willkommen.“*
Radius geht sofort auf den Vorschlag ein und der folgende Briefwechsel gibt Schopenhauer Gelegenheit darzulegen, inwieweit seine lateinische Fassung zu keinem rechtlichen Konflikt mit dem Verleger seiner deutschen Erstausgabe von 1816 führen werde, da es sich um eine neue Arbeit handele. Am 13. Juni 1829 kann Schopenhauer bereits sein fertiges Manuskript vorlegen. In seinem Begleitbrief dazu führt er aus: *„Die wichtigsten der ganz neu hinzugekommenen Erörterungen sind: der vollständige Beweis A PRIORI von der Nothwendigkeit des Götheschen Ur-Phänomens; meine Hypothese über die chemischen Farben; und am Schluß die ausführliche Widerlegung der allgemein geltenden Erklärung der physiologischen Farben.“*
Der Druck dieser Schrift zieht sich dann nahezu ein Jahr hin, für Schopenhauer genug Gelegenheit, Radius gegenüber mit Klagen und Drängen grob zu werden, bis er dann im Juni die fertigen Druckbogen in reichlicher Exemplarzahl entgegennimmt. Sein Dank gilt allerdings auch hier wieder eingeschränkt, so wirft er dem Verleger eigenmächtige Eingriffe in den

Text vor und beklagt sich darüber, daß dieser zu den Titeln des Verfassers „Berolinensi“ hinzugefügt habe: *„ich bin kein Berliner und mag keiner seyn“*

Das Thema lebt weiter

Nach einem Versuch sich in Mannheim niederzulassen, wählt Arthur Schopenhauer 1832 endgültig Frankfurt am Main zu seinem Wohnsitz. Sein Versuch, die Ergebnisse seiner philosophischen Arbeit seit dem Erscheinen von „Die Welt als Wille und Vorstellung“ für eine zweite Auflage vorzubereiten und dem dann überarbeiteten Werk einen zweiten Band mit Erläuterungen zu den einzelnen Büchern des ersten hinzuzufügen, scheitert zunächst an der Weigerung des Verlegers Brockhaus, das schon in der ersten Auflage übernommene geschäftliche Risiko erweitert fortzusetzen. So widmet Schopenhauer sich der Zusammenstellung einer kleinen Schrift, deren Titel die Absicht deutlich macht: „Ueber den Willen in der Natur. Eine Erörterung der Bestätigungen welche die Philosophie des Verfassers, seit ihrem Auftreten, durch die empirischen Wissenschaften erhalten hat.“ Das 142 Seiten umfassende Büchlein erscheint 1836 in 500 Exemplaren in Frankfurt bei Siegmund Schmerber. Gleich im ersten Abschnitt, der die Fortschritte auf dem Gebiet der Physiologie referiert, kommt er auf deren Bedeutung für eine Bestätigung seiner physiologischen Farbentheorie zu sprechen. Eine Wirkung seiner Schrift empört ihn am meisten: Der Wiener Physiologe und Augenarzt Anton Rosas hatte in seinem Handbuch der Augenheilkunde ganze Abschnitte aus Schopenhauers Farbentheorie wörtlich übernommen, ohne seine Quelle anzugeben. Schon Jahre vorher hatte Schopenhauer in seinem Manuskriptbuch „Pandectae“ ironisch notiert: *„Man denke nur ja nicht, daß die Gelehrten gegen das Wahre und Treffliche so ganz blind, unempfindlich, verstockt seyen, daß sie allen Sinns für dasselbe ermangelten… allein, daß sie vielmehr den richtigen Sinn für das Vortreffliche, und den feinsten Takt für fremde Verdienste haben, wird offenbar, sobald sie sich zum Plagiat entschließen: da gleichen sie den Sperlingen, welche die reifsten Kirschen treffend herauszufinden wissen … Dieses haben mir Herr Rosas und auch Brandis (ein dänischer Arzt) geleistet … ertappt man sie, so hat man sie in aufrichtige und leidenschaftliche Lobredner verwandelt … es ist der süßeste Triumph.“*

Trotz der prinzipiellen inhaltlichen Differenzen sieht sich Schopenhauer der Verbreitung des Ruhms Goethes und seiner Farbenlehre verpflichtet. Am 12. April 1837 schlägt er Johann Christian Poggendorff für die „Annalen der Physik und Chemie“ eine „kurze aber schlagende Vindication der Goethe’schen Farbenlehre“ vor. Dieser Plan wird allerdings nicht verwirklicht. Im Mai desselben Jahres, als sich in Frankfurt am Main ein „Commitee zur Errichtung des Goethischen Monuments“ konstituiert hatte, erarbeitet Schopenhauer ein ausführliches Gutachten, das mit Spott und Kritik an Goethes Vaterstadt nicht spart: *„ ... wenn ich in der durch große Summen zu Stande gebrachten Städelschen Sammlung die vortrefflichen Gypsabgüsse in 2 Sälen aufgestellt sehe, deren einer rothe, der andre gar gelbrothe Wände hat! Das ist nicht bloß geschmacklos, sondern barbarisch, dem zeichnenden Schüler ein Augenverderb, jedem fühlenden Menschen eine Marter: und dies in Goethes Vaterstadt, dessen Meinung vom Gelbrothen zu ersehen ist: ‚Farbenlehre‘ § 776.“*

Obgleich sich der Absatz der Werke Schopenhauers noch nicht verbessert hat, gelingt es nun doch, den Verleger der Erstauflage von „Die Welt als Wille und Vorstellung“, Friedrich Arnold Brockhaus in Leipzig, für eine zweite Auflage zu gewinnen. Diese erscheint 1844 in zwei Bänden, wobei der erste die Überarbeitung und Korrektur der Erstausgabe enthält, während der zweite, im Aufbau dem ersten folgend, in Zusätze, Erläuterungen, praktischen Erfahrungen die theoretischen Abhandlungen des ersten ergänzt. Seine grundsätzliche Auffassung des Themas legt er im 2. Band, 1. Buch, Kapitel 3: „Ueber die Sinne“ prägnant

dar: *„Die Sinne sind bloß die Ausläufe des Gehirns, durch welche es von außen den Stoff empfängt (in Gestalt der Empfindung), den es zur anschaulichen Vor-stellung verarbeitet.“* In demselben Bande erklärt er im 19. Kapitel über den Primat des Willens über das Selbstbewußtsein *„nicht leicht wird einer die Richtigkeit dessen einsehen, was ihn unglaublicher Gedankenlosigkeit überführt. Hieraus allein ist es erklärlich, daß die so klaren und einfachen Wahrheiten der Goethe'schen Farbenlehre von den Physikern noch immer geleugnet werden; wodurch denn selbst Goethe hat erfahren müssen, einen wie viel schwereren Stand man hat, wenn man den Menschen Belehrung, als wenn man ihnen Unterhaltung verheißt; daher es viel glücklicher ist, zum Poeten, als zum Philosophen geboren zu seyn.“* Zu Goethes 100. Geburtstag am 28. August 1849 plant die Stadt Frankfurt ein Album, in den hervorragende Männer aus Wissenschaft, Kunst und Politik ihr Verhältnis zum Jubilar auf je einem großformatigen Pergamentblatt niederlegen sollen. Schopenhauer ergreift die Gelegenheit, noch einmal anzuklagen: *„Nicht bekränzte Monumente, noch Kanonensalven, noch Glockengeläute, geschweige Festmahle mit Reden, reichen hin, das schwere und empörende Unrecht zu sühnen, welches Goethe erleidet, in betreff seiner Farbenlehre.“*

Auch 1850 hat sich der Verkauf von Schopenhauers Schriften noch immer nicht grundlegend geändert. Er entschließt sich nun seine Nebenarbeiten in zwei Bänden als seinen „Philosophen für die Welt“ herauszugeben. 1851 erscheinen diese unter dem Titel „Parerga und Paralipomena“ in Berlin. In zwei Bänden bietet Schopenhauer das ganze Spektrum seines Lebenswerks ohne den Zwang der Systematik. Im 2. Band widmet er mit dem Kapitel 7 „Zur Farbenlehre“ 22 Seiten seinem Thema: *„Da an der Ueberzeugung von der Wahrheit und Wichtigkeit meiner Theorie der Farbe die Gleichgültigkeit der Zeitgenossen mich keineswegs irre machen konnte, habe ich dieselbe zweimal bearbeitet und herausgegeben: Deutsch, im Jahre 1816, und Latein, im Jahre 1830... Weil jedoch jener gänzliche Mangel an Theilnahme mir, bei meinem vorgerückten Alter, wenig Hoffnung läßt, eine zweite Auflage dieser Abhandlungen zu erleben; so will ich das wenige, was ich über den Gegenstand noch beizubringen habe, hier niederlegen.“*

Das oben erwähnte Frankfurter Goethe-Album war 1849 nicht zustande gekommen und Schopenhauer hängt seinen Beitrag für dieses Album dem genannten Kapitel als Zugabe an. Mit diesem, vom Autor selbst als populär betrachtetem Werk kommt für Schopenhauer endlich der Durchbruch auf dem Buchmarkt. Plötzlich stellt sich die Gelegenheit ein, alle einzelnen Werke, an denen Schopenhauer sein Leben lang weitergearbeitet hat, für Neuauflagen vorzubereiten. So erscheint die zweite, verbesserte und vermehrte Auflage seiner Abhandlung „Ueber das Sehn und die Farben“ 1854. Hier nimmt Arthur Schopenhauer den Schluß seines Textes von 1816 unverändert auf. Das zeigt, daß sich an der Situation von Goethes Farbenlehre, und damit auch die seiner eigenen Auffassung, beim deutschen und internationalen Publikum auch nach einer Generation nichts geändert hat: Schopenhauer träumt von einer Zukunft, in der Goethes Farbenlehre endlich den Platz eingenommen haben wird, die ihr zusteht und empfiehlt den nachkommenden Gelehrten, diese nun vorurteilsfrei zu lesen: Er hält dem späteren Leser vor Augen, daß Goethe zu seinen Lebzeiten allgemein anerkannt und verehrt war und dennoch seine Farbenlehre nicht verstanden wurde und er fordert auf, nach dieser Erkenntnis Goethes Werk zu vollenden *„weil diese Arbeit die Blüthe seines Lebens ist“.*

Auch die zweite Auflage von Schopenhauers Farbenschrift erhält öffentlich nur eine Rezension. In den „Blättern für literarische Unterhaltung erscheint „Goethes Farbenlehre verteidigt durch Arthur Schopenhauer“. Diesmal aber ist der Rezensent ein enger Vertrauter Schopenhauers, Julius Frauenstädt. Der in Berlin lebende Frauenstädt wird 1860 zum

Erben des handschriftlichen Nachlasses des Philosophen. Er hatte Schopenhauers Farbentheorie bereits im dreizehnten seiner „Briefe über die Schopenhauersche Philosophie“ ausführlich dargelegt und vertritt nun noch einmal energisch die Auffassung von Schopenhauer als dem Theoretiker, der Goethes Werk krönt.
Etwa um diese Zeit erscheint ein Arzt aus Berlin, Friedrich Grävell, bei Schopenhauer und tauscht sich in Gesprächen und Briefen mit dem Philosophen über Goethes Farbenlehre und Schopenhauers Theorie aus. Er wird in mehreren Veröffentlichungen zu einem leidenschaftlichen Verteidiger der Goetheschen Auffassung und macht in ausführlichen Zitaten Schopenhauer zu einem Kronzeugen dieser Überzeugung.
An dieser Stelle möchte ich noch einmal auf die bereits zu Anfang erwähnten Ausleihjournale der königlichen Bibliothek Dresden zurückkommen: Schopenhauers Buch über das Sehn und die Farben wurde bis ins Todesjahr des Philosophen 1860 lediglich sechs Mal ausgeliehen. Alle sechs Personen sind mit ihren Namen, ihren Adressen und ihren Berufen ermittelt: es sind zwei Musiker, ein Professor der Geographie, ein Ingenieur, ein Porträtmaler und zuletzt der Eschdorfer Pfarrer Johann Karl Seidemann.
Anders sieht es mit Goethes „Farbenlehre“ aus: Bereits 1811 wird das Werk dreimal außer Haus genutzt, in den kommenden 40 Jahren folgen 84 Ausleihen durch 57 Personen. Darunter sind 6 Maler, ein Lithograph, zwei Architekten, ein Musiker, ein Pastor, ein Kaufmann und zwei höhere Beamte. Das heißt, Schopenhauers Klage über das Beschweigen der Goetheschen Lehre trifft nur auf die universitäre Szene zu – das allgemein interessierte Publikum scheint das, zumindest in Dresden, anders zu sehen. Hier würden sich Vergleiche mit anderen Städten lohnen.

Blick auf das „Japanische Palais“ in Dresden, das seit 1788 die zunächst kurfürstliche, seit 1806 königliche öffentliche, Bibliothek beherbergte

Daß Arthur Schopenhauers engerer treuer Freundeskreis von seiner Philosophie nicht nur im Ganzen überzeugt war, sondern auch seine Auffassung von der Tätigkeit des Auges beim Wahrnehmen teilte, zeigen eine Reihe von kleinen Veröffentlichungen zum Thema, die, mit Widmungen der Verfasser versehen, den Meister in seinem letzten Lebensjahr erreichten. Eine wird besonders erfreulich für Ihn gewesen sein: Aus Dresden kam 1860 die erste Lieferung eines Werks unter dem Titel „Der dynamische Kreis“. Eine Arbeit, die die Schopenhauersche Theorie von den Verhältnissen der Farbwahrnehmungen zueinander stützt und belegt. Der Autor war ein alter Verehrer Schopenhauers, der Dresdner Kunstprofessor Johann Karl Ulrich Bähr. Leider hat Schopenhauer die weiteren sechs Lieferungen, die bis zum Jahr 1868 erschienen, nicht mehr erleben können.
Ebensowenig konnte er die beiden akademischen Vorträge des Malers im Dresdner Künst-

lerverein noch zur Kenntnis nehmen, die 1863 unter dem Titel „Vorträge über Newtons und Goethes Farbenlehre“ gedruckt herauskamen. Interessant ist, daß Bähr die zweite Strophe eines bereits erwähnten Goethegedichts zum Motto seines Buches nimmt.
Der Dresdner Künstlerverein war 1836 gegründet worden und zählte nahezu alle Dresdner Künstler zu seinen Gründungsmitgliedern (darunter Ludwig Richter, Johan Christian Clausen Dahl, Ernst Rietschel und Gottfried Semper.) Seine Mitgliederversammlungen hielt er in der Gastwirtschaft „Zur Hoffnung“ an der Tharandter Straße ab. Dies ist auch der Ort, an dem Johann Karl Bähr seine Vorträge zur Farbenlehre hielt. Doch galt Bährs Hauptaugenmerk der Verteidigung der Goetheschen Farbenlehre, Schopenhauer kommt lediglich die Funktion eines Zeugen zu. Den ersten Abschnitt seines ersten Vortrages überschreibt er. „Aufruf zur Betheiligung an Abtragung einer Schuld gegen Göthe“. Dem Zuhörerkreis wird es wohl geklungen haben, wenn er ausführt: *„… in einer wissenschaftlichen Gesellschaft hat man kürzlich die Ansicht laut werden lassen: es käme dem Maler nicht zu, über den Werth und Unwerth der Newton'schen Farbenlehre ein entscheidendes Urtheil abzugeben. Als ob nicht vorzugsweise wir Maler, in deren Praxis recht eigentlich das Gebiet der Farben gehört, nicht nur die Berechtigung, sondern auch die Verpflichtung hätten, an dieser Streitfrage, an welche sich der Name unseres größten Dichters knüpft, uns lebhaft zu betheiligen und ein entscheidendes Wort darüber mitzusprechen. Es waren auch die Praktiker, denen sich die Farbenphänomene täglich mit Gewalt aufdrängten, die Ersten, welche die Unzulänglichkeit der Newton'schen Theorie erkannten und sich der Göthe'schen zuwendeten.“*
Von dieser Schrift gibt es inzwischen eine Neuausgabe und das Familiengrab Bährs auf dem alten Annenfriedhof ist seit einigen Jahren wieder hergestellt.

Ganz am Ende seines Lebens beschäftigt sich Schopenhauer mit dem Plan einer Gesamtausgabe seiner Werke. In seinem letzten Manuskriptbuch, genannt „Senilia“ notiert er: *„Ich habe schon längst die Forderung aufgestellt, daß man, um ein gründliches Verständniß meiner Philosophie zu erlangen jede Zeile meiner wenigen Werke gelesen haben muß. Dieser Forderung kommt nun gegenwärtige Gesammtausgabe, auf eine mir erfreuliche Weise, entgegen, indem der Besitzer derselben gleich Alles beisammen findet und in zweckmäßiger Ordnung lesen kann. Diese aber ist folgende. 1) vierfache Wurzel 2) Welt als Wille und Vorstel-lung 3) Wille in der Natur 4) Ethik 5) Parerga. - Die Farbenlehre geht für sich.“*
– Vielleicht hat dieser Satz schon die Farbe der Resignation.

Manuskripteingang: 14.07.2016

Wahrnehmung, Farbe und Erkenntnis

Artur Schopenhauers physiologische Theorie der Farben

Andrè Karliczek

Wird man als Wissenschaftshistoriker im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsformats um einen Beitrag gebeten, so geschieht dies häufig in der Absicht in hagiographischer Verklärung die Tradition des eigenen Faches zur Schau stellen zu wollen. Interessiert ist man an der Geschichte des eigenen Faches meist nur insofern, als sich diese als Fortschrittsgeschichte schreiben lässt, an deren Ende die aktuelle Forschung thront. Leider muss man die Organisatoren hierin nur allzu oft enttäuschen, denn eine kritische und historisierende Wissenschaftsgeschichte eignet sich nicht zur Darstellung linear-kumulativer Fortschrittsgeschichten, in der das Aktuelle und Neue immer auch als das durch die reinigende Kraft der Geschichte und das Abstreifen von Irrtürmern hervorgegangene Bessere ist. Eine solche Historiographie wäre schlicht ahistorisch und würde die Dynamiken und Möglichkeiten wissenschaftlichen Denkens und deren untrennbare Verschränkung mit dem jeweils zeitgenössisch-soziokulturellen Umfeld verkennen. Es sollte und muss vielmehr darum gehen, uns unabhängig vom ewigen Fortschrittsglauben „in der Geschichte zu verorten und die Ordnungen, in denen wir unser Wissen um unsere Kultur und unsere Positionen setzen, in ihrer historischen Bedingtheit zu erkennen.“ [1] Wie Olaf Breidbach in seiner *Radikalen Historisierung* deutlich gemacht hat, bedeutet das dann aber, dass nicht nur historische Theorien nur innerhalb eines zeitlich eng umgrenzten soziokulturellen Umfeldes Gültigkeit besitzen, sondern dass dies eben auch für unser eigenes aktuelles Denken gilt. Damit reihen wir uns dann eben nicht etwa im Sinne von Vorläufern in eine der Perfektion und totalen Welterkenntnis entgegenstrebenden Wissenschaftsentwicklung ein, sondern erkennen, dass auch unsere heutigen Erkenntnisse im Sinne Thomas S. Kuhns historisch verhaftet und daher mit nachfolgenden Ansichten inkommensurabel sind.[2] Diese Sichtweise zu akzeptieren fällt uns dabei – und insbesondere jenen Menschen, die wissenschaftlich arbeiten – naturgemäß äußerst schwer, scheint sich die Wissenschaft doch durch das Anhäufen immer neuer Daten im Laufe der Geschichte stets nur weiterentwickelt und damit verbessert zu haben. Und in der Tat wachsen die über die Welt verfügbaren Informationen oder Data von Generatio zu Generation immer weiter an. Aber per se sind diese Data oder Informationen, also z.B. Messergebnisse bedeutungslos. Sie erlangen erst im Kontext einer Theorie Bedeutung. Theorien oder Modelle sind aber als Interpretationsvehikel „Kinder ihrer Zeit“, denn sie versuchen das jeweils zeitgenössisch der Erfahrung Zugängliche in einen kausalen Zusammenhang zu bringen.[3] Das Verschieben der Erfahrungsräume im Laufe der Geschichte, vor allem durch die Entwicklung technischer Instrumentarien, führt dabei aber nicht nur zu einer Anhäufung neuer, sondern auch zu einer notwendigen Neubewertung bereits vorhandener Data. Daher finden die von Kuhn proklamierten revolutionären Brüche nie oder nur äußerst selten auf der Ebene von Daten, sondern immer nur auf der Ebene von Theorien oder Modellen statt.[4] In ihrer Funktion als Interpretationsräume sind diese aber nie objektiv, sondern selbst eingebettet in ihren soziokulturellen Entstehungskontext, wodurch ein historisch einmaliges Amalgam entsteht. Dieses in Ansätzen zu bestimmen und damit wissenschaftliches Denken in seiner kulturhistorischen Bedingtheit zu rekonstruieren, ist eine Aufgabe der Wissenschaftsgeschichte.

Im Folgenden soll nun versucht werden, Artur Schopenhauers Theorie der Farben in einer solchen Art und Weise aus der zeitgenössischen Perspektive der Physiologie und in Ansätzen auch der Philosophie zu charakterisieren und einzuordnen, um sie so hinsichtlich ihres innovativen Potentials in der Entstehungszeit und eben nicht als Vorläufer modernen Denkens bewerten zu können. Es wird sich dabei erweisen – und sowohl Schopenhauer als auch Goethe waren sich dessen bereits voll bewusst –, dass der Diskurs über die Farben um 1800 im Wesentlichen auch ein Diskurs über die erkenntnistheoretischen Möglichkeiten des Menschen und damit auch der Wissenschaften ist.

Wissenschaftshistorischer Hintergrund

Um sich daher Schopenhauers Schrift *„Ueber das Sehn und die Farben"* von 1816 annähern zu können, ist es zunächst notwendig in ganz groben Zügen den wissenschaftshistorischen Hintergrund zu skizzieren, vor dem diese zu sehen und zu bewerten ist. Das intellektuelle Klima um 1800 ist im deutschen Sprachraum bestimmt von der oft verkürzt als „romantisch" bezeichneten, idealistischen Naturphilosophie Schellingscher Prägung.[5]
Es handelt sich dabei um einen weltanschaulichen Idealismus, mit dem man versucht, über die von Kant Ende des 18. Jahrhunderts bestimmte transzendente Grenze prinzipieller Erkenntnisfähigkeit hinwegzukommen. Im Grunde geht hiernei darum, die Möglichkeiten der menschlichen Erkenntnisfähigkeit auszuloten und darauf aufbauend eine wahre Wissenschaft zu begründen. Der Idealismus, der im Denken des Menschen die Basis für die Möglichkeiten seiner Welterfahrung bestimmt, reagiert dabei seinerseits auf den unkritisch-materialistischen Mechanismus der neuzeitlichen Wissenschaft, deren Fundament bereits im 16. und 17. Jahrhundert gegossen wird. Mit diesem Mechanismus wiederum löste man sich im Zuge der sogenannten wissenschaftlichen Revolution des 16. und 17. Jh. zunehmend von der scholastischen Dogmatik als Erkenntnisgrundlage und begann wieder direkt die Phänomene in der Natur zu untersuchen.[6] Die im Zuge dessen entdeckten Regelmäßigkeiten nicht nur im Verlauf der Gestirne, sondern in allen Prozessen auf der Erde führen zu der Überzeugung, dass der Schöpfer den Kosmos, die Welt und alle Geschöpfe zum Zeitpunkt ihrer Erschaffung nach den gleichen ewig wirksamen mechanischen Gesetzmäßigkeiten konstruiert hat. Die von der unsterblichen menschlichen Seele getrennte, körperliche Welt ließ sich so, unter Absehung des aktiven Wirkens eines göttlichen Schöpfers, auf ihre immanenten Verlaufsgesetze hin untersuchen. Mathematik und Geometrie werden in diesem geistigen Klima zu sicheren und vor allem universellen Formen der Naturerkenntnis und so ersetzt „die Physik die Sprache der Offenbarung durch die der Logik."[7] Metaphysikfreiheit, logisch-mathematische Exaktheit und technisch-experimentelle Nachprüfbarkeit werden zu den Kennzeichen der neuzeitlichen exakten Natur-Wissenschaften, die sich dann insgesamt aber erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts allmählich in die uns heute bekannten Disziplinen differenzieren. Das Weltverständnis in der Epoche des Mechanismus ist eine vom Schöpfer konstruierte Automatik, die als real verstanden wurde und die sich im Bild einer Uhr mit Unruh veranschaulichen ließ. Es ist entscheidend darauf hinzuweisen, dass diese Maschinenvorstellung der Welt von einem erkenntnistheoretischen Reduktionismus auf die quantifizierbaren und dadurch dann auch mathematisch darstellbaren Qualitäten der Natur begleitet wird. Diese Beschränkung auf mess- und zählbare Eigenschaften hat daher wesentliche Folgen für den Geltungsbereich der über diese gewonnenen Aussagen. Innerhalb dieses methodologischen Reduktionismus und mechanistischen Materialismus sind dann auch etwa die Newtonschen Farbenlehre, die nämlich im Wesentlichen eine opto-mechanische Theorie der Farben ist und diese als objektiv-determinierbare Entitäten betrachtet, und auch Goethes phänomenologisch-sensualistisch fundierte Erkenntniskritik an dieser zu verstehen.

Der zunächst große Erfolg dieser Beschränkung auf quantitative Merkmale der Natur, die eine Verhandlung und Verrechnung, also ein In-Relation-Setzen der verschiedensten Entitäten im mathematisch-abstrakten Raum ermöglicht, führt dann Ende des 18. Jh. etwa Immanuel Kant in seiner Schrift *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* zu dem bekannten Diktum: „Ich behaupte aber, daß in jeder besonderen Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist.“ [8] Diese Überzeugung spinnt sich bei Kant derart fort, dass für ihn der wesentliche Charakter der wahren Wissenschaft darin besteht, dass sie auf *a priorischer*, also nicht auf Erfahrung gestützter, sondern theoretisch notwendiger Erkenntnis gründen muss und daher nur auf der Mathematik beruhen kann. Wichtig ist hierbei, dass Kant damit einen wesentlichen Unterschied zwischen 1. einer rein erfahrungsbasierten empirischen Naturlehre und 2. einer auf *a priorischen* Grundsätzen beruhenden wahren Wissenschaft respektive Philosophie deutlich macht. In diesem Sinne berufen sich dann nämlich auch die Naturphilosophen des deutschen Idealismus auf Kant, indem etwa Schelling und seine Anhänger ein philosophisches System errichten, das im Kern auf ebensolchen *a priorischen* Gedanken basiert, wie z.B. dem, einer grundsätzlich auf polaren Gegensätzen aufgebauten Welt. Derartige Polaritäten offenbarten sich in der Natur überall, etwa in der Elektrizität, dem Magnetismus oder dem Galvanismus und werden so zum Grundprinzip jeder Dynamik in der Natur erhoben.[9]

Ob Mechanismus, Materialismus, Rationalismus oder Idealismus – erkenntnistheoretisch geht es seit der Antike immer um die Frage, ob und wenn ja, wie, ein Erkennen der Welt überhaupt möglich sein kann? Wie kann der von den materiellen Dingen so verschiedene immaterielle Geist des Menschen diese Außenwelt erfahren und rekonstruieren? Wie ist die Beziehung zwischen der angenommenen materiellen Außenwelt und ihrer immateriellen Repräsentation in unserer intellektuellen Anschauung? Innerhalb dieser Problematik kommt nun einerseits den Strukturen des Hirns, als angenommenem Sitz der Seele[10] und andererseits aber natürlich auch den Sinnen, als Schnittstellen zwischen dem Außen und Innen, eine besondere Bedeutung zu. An diesem Punkt soll mit der Betrachtung der Farbentheorie Schopenhauers begonnen werden, denn es ist genau jene Frage nach den Möglichkeiten einer sensualistischen Erfahrung und deren Weiterverarbeitung zu einer intellektuellen Wahrnehmung der Welt, in der dieser meint, Goethe und Kant mit einer physiologischen Theorie der Sinne zu vollenden, sich aber erkenntnistheoretisch gleichsam von diesen entfernt und letztlich doch zu keiner befriedigenden Aussage gelangt.

Schopenhauers epistemischer Standpunkt

Schopenhauers erkenntnistheoretische Position ist zunächst nicht einfach zu bestimmen.[11] Er unterscheidet in Anlehnung an die Diskussion um Perzeption (sinnliches Wahrnehmen) und Apperzeption (bewusstes-intellektuelles Wahrnehmen) bei Leibnitz und Kant zunächst zwischen drei Ebenen der Wahrnehmung, nämlich einer direkten der sinnlichen Empfindungen, und zwei intellektuellen – der Anschauung und der Vernunft. Diese drei stehen bei Schopenhauer in einer hierarchischen Beziehung zueinander (Abb. 1) und spiegeln so auch seine erkenntnistheoretischen Überlegungen, wie er sie bereits 1813 in seiner Dissertation *„Über die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grund“* formuliert hatte. Die Empfindungen, als erste Ebene, liefern demnach gewissermaßen nur das Rohmaterial, also bloß die über die Aktivität der Sinne vermittelten und empfundenen Reize, die das empfindende Geschöpfe zunächst noch nicht mit deren Ursache in Verbindung setzen kann (Abb. 2). Dieses In-Beziehung-Setzen der nur subjektiv-erfahrbaren Reiz-Wirkung (Empfindung) und einer entsprechend externen Ursache (Quelle des Reizes) geschieht erst

auf der zweiten Ebene, der Dimension des Verstandes. Schließlich operiert die Vernunft als dritte Ebene ausschließlich mit abstrakten Verstandesbegriffen, bringt diese wiederum in ein Verhältnis. Sie ist entsprechend die höchste Stufe des denkenden Geistes, die nach Schopenhauer dann auch den Menschen vom Tier unterscheidet.

Abb. 1: Verhältnis der drei Ebenen der Wahrnehmung bei Schopenhauer

Empfindungen *(sinnlich)*

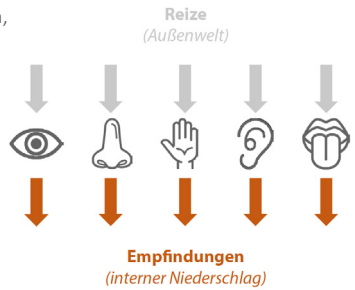
↓

Verstand *(intellektuell)*

↓

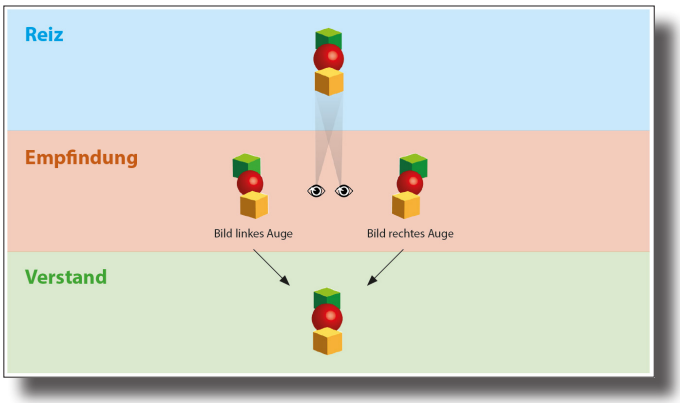
Vernunft *(intellektuell)*

Abb. 2: Beziehung zwischen Reizen, Sinnen und Empfindungen



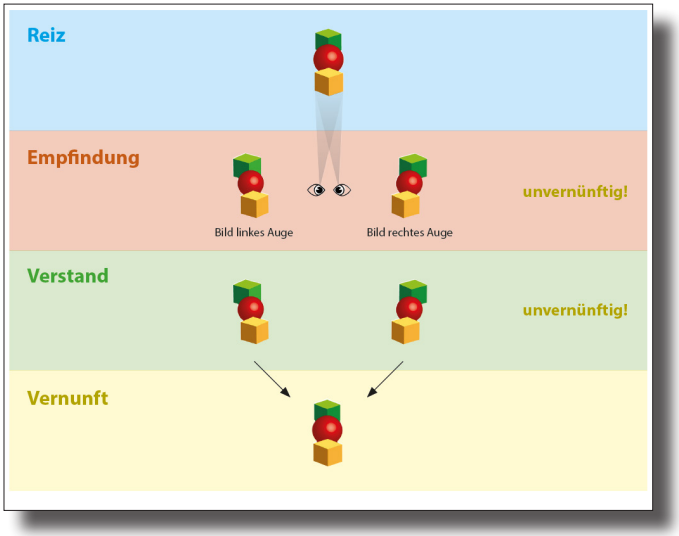
Was hier doch sehr theoretisch klingt, wird etwas deutlicher, wenn man Schopenhauer folgt und sich mit ihm etwa fragt, wie die beiden perspektivisch leicht verschobenen Abbilder eines Gegenstandes auf den Retinae des linken und rechten Auges zu einem dreidimensionalen Gesamteindruck verschmelzen. Für Schopenhauer ein klarer Beleg dafür, dass „alle Anschauung immer eine intellektuale ist“[12] und also die durch den Gegenstand erzeugten, unterschiedlichen Empfindungen beider Augen erst auf der Ebene des Verstandes auf eine gemeinsame Ursache bezogen werden können und uns so als ein einzelnes Bild erscheinen (Abb. 3).

Abb. 3: Beziehung zwischen Reiz, Empfindung und Verstand



Es ist interessant und durchaus innovativ, dass er den richtigen Gebrauch des Verstandes als ein entwicklungsgeschichtliches Erlernen und Üben im Laufe der Kindheit denkt. Diese Plastizität des Verstandes führt dann auch zu gewissen Deutungspräferenzen oder, anders formuliert, Wahrnehmungsgewohnheiten, die uns zum Beispiel durch Sinnestäuschungen wie etwa dem Wahrnehmen von zwei unterschiedlichen Bildern beim Schielen wieder bewusstwerden, „weil der Verstand die so mühsam erlernte Anwendung nicht sogleich wieder fahren läßt und immer noch die bisherige Lage der Sinnesorgane voraussetzt.“[13] An diesem Beispiel lässt sich dann auch noch einmal der Unterschied zwischen Verstand und Vernunft deutlich machen, indem das Schielen für die höchste Instanz der Vernunft zwar als Störung des normalen Sehens durchaus begreiflich ist, sich aber diese reflektierte Einsicht nicht auf das verschobene Bild in der Anschauung übertragen und damit auf der Ebene des Verstandes korrigieren lässt (Abb. 4), denn „der Verstand und die Sinnlichkeit sind für die Sätze der Vernunft unzugänglich, d.h. eben unvernünftig.“[14]

Abb. 4: Beziehung zwischen Reiz, Empfindung, Verstand und Vernunft beim Schielen (Sinnestäuschung)



Für Schopenhauer sind wie angeführt die Sinne insgesamt und auch ihre Modifikationen, also die Empfindungen, bloß die Ausgangspunkte der Anschauung und daher sind auch Licht und Farbe als Affektionen des Auges bloß rohe Empfindungen, die nicht erst im Verstand entstehen. Schopenhauer schreibt: „Das neugeborne Kind empfindet Licht und Farbe, ehe es den leuchtenden oder gefärbten Gegenstand als solchen erkennt und anschaut.“[15] Die Anschauung, also die im Verstand vollzogene Zuschreibung einer äußeren Ursache zu einer Empfindung, führt nach Schopenhauer lediglich dazu, dass wir sagen können, dass ein bestimmter Körper rot ist. „Dadurch daß die Farbe als einem Körper inhärirend erkannt wird, wird ihre diesem vorhergegangene unmittelbare Erkenntniß übrigens durchaus nicht geändert: sie ist und bleibt Affektion des Auges: als deren Ursach wird der Gegenstand angeschaut: die Farbe selbst aber ist allein die Wirkung, ist der im Auge hervorgebrachte Zustand, und als solcher unabhängig vom Gegenstand, der nur für den Verstand da ist, denn alle Anschauung ist eine intellektuale.“[16] Diese hier von Schopenhauer zu den Farben geäußerte Überlegung ist nun um 1800 tatsächlich neuartig. Sie bedeutet

im Grunde, dass wir erst über unseren Verstand eine subjektive Empfindung mit einer als Ursache erkannten Außenwelt in eine kausale Beziehung setzen und damit – und das ist hier entscheidend – weitgehend unbewusst eine sich nur im Subjekt manifestierende Wirkung, wie etwa Farbe, nahezu unbewusst externalisieren und im Sinne des Wortes objektivieren. Durch die Zuschreibung der Empfindung Rot zu einem im Raum befindlichen Objekt, verquicken wir nach Schopenhauer demnach zwei an sich unabhängige Dinge, nämlich einerseits ein von uns unabhängiges Objekt und anderseits dessen bloß für uns als subjektiver Niederschlag existente Wirkung auf unsere Sinne. In der Konsequenz heißt das, dass alle unsere Verstandes- und Vernunftbegriffe im Grunde nur in Bezug auf uns selbst und unsere individuellen Erfahrungen mit einer Außenwelt Geltung besitzen und damit nicht objektiv sind. Die eigentliche Frage, die Schopenhauer aber zunächst offenlässt, ist nun die nach der konkreten Relation zwischen der auf uns einwirkenden Außenwelt und jener, durch diese in uns hervorgerufenen Empfindungen. Es ist jener Punkt, in dem er erkenntnislogisch von Kants „Ding an sich“ und von Goethes Verständnis des Urphänomens abweicht und eine später noch zu diskutierende eigene Position einnimmt.

Physiologiehistorischer Hintergrund

Es ist bekannt, dass Schopenhauer seine Farbentheorie als Theorie der physiologischen Farben verstand, die er zwar in Abgrenzung zu den physischen und chemischen Farben nennt, aber im Grunde von Beginn an als deren Fundament konzipiert. Die Physiologie, die Schopenhauer hier zum Ausgangspunkt nimmt, als eigene Fachdisziplin innerhalb der Medizin gibt es um 1800 aber noch gar nicht und die Begründung ihres spezifischen Gegenstandes durch Albrecht von Haller lag gerade einmal ein halbes Jahrhundert zurück. Bis dahin war – wie eingangs dargelegt – der Körper dem mechanistischen Weltbild folgend als Maschine verstanden worden, die schlicht Bewegungen umsetzte. Der berühmte Haller hatte vor diesem Hintergrund in den 1750er Jahren versucht, eine mechanische Erklärung des Herzschlags und damit der Bewegungsursache des ganzen Körpers zu liefern. Dabei war er aber genötigt, den Muskelfasern eine neue und zwar nicht mechanische Kraft – in der Mechanik gibt es nur „bewegende“ Kräfte – zuzuschreiben, die er die Irritabilität nannte.[17] Wir würden sie heute als „Reizbarkeit“ bezeichnen. Die Irritabilität sollte demnach als genuine Eigenschaft der Muskelfasern, durch das in das Herz einströmende Blut gereizt werden und so dessen Kontraktion verursachen. Interessanterweise beruft sich Haller hierbei auf Newton, der ja auch die mechanisch nicht erklärbare Schwerkraft der Materie nur über deren sicht- und messbare Wirkung postuliert hatte. Die zweite von Haller auf diesem Wege in die Medizin eingeführte und für Schopenhauer bedeutsame Kraft ist die Sensibilität, die er den Nervenfasern zuschrieb und deren Tätigkeit zu Empfindungen führte. Mit diesen beiden Kräften hatte Haller – ohne dies allerdings gewollt oder gar beabsichtigt zu haben – den organischen Wesen, die vormals als Maschinen bzw. Automaten verstanden wurden, erstmals exklusive, ja lebendige Eigenschaften in Form von seelenunabhängigen Naturkräften zugeschrieben und damit eine ontologische Trennung von Belebtem und Unbelebtem vorgenommen. Im weiteren Verlauf des 18. Jh. finden sich dann etwa in der *Vis essentialis* Caspar Friedrich Wolffs oder dem *Bildungstrieb* Johann Friedrich Blumenbachs, bei dem Schopenhauer in Göttingen studiert hatte, weitere spezifisch vitale Kräfte. Diese neuartige Sichtweise auf die Spezifik der Lebewesen führt um 1800 dazu, dass man erstmals über eine eigene Wissenschaft des Lebendigen, die Biologie, in Abgrenzung zur Physik, als rein mechanischer Wissenschaft des Unbelebten, nachdenkt.[18] Was für unser Thema hier von Bedeutung ist, ist das sich zu Beginn des 19. Jahrhunderts verändernde Verständnis der lebendigen Wesen, die von nun an nicht nur im mechanischen Sinne bewegt waren, sondern über eigene Kräfte verfügten und über diese, externe Reize zu

spezifisch lebendigen Wirkungen transformieren konnten. Ein Lebewesen war von nun an nicht mehr einfach passiv, sondern reagierte auf Einwirkungen und konnte diese umwandeln sowie aus sich selbst heraus Bewegungen hervorbringen.

Damit kann Schopenhauer 1816 bereits mit einem physiologischen Framework operieren, innerhalb dessen die Empfindungen als lebendiger Niederschlag externer Reize verstanden werden können. In der Anwendung dieses neuen physiologischen Denkens auf die Sinne, die Faben und insgesamt die Wahrnehmung ist er allerdings innovativ und sich dessen auch durchaus bewusst: „Newton's Fundamentalversehn war eben, daß er, ohne die Wirkung irgend genau und ihren innern Beziehungen nach kennen zu lernen, voreilig zur Aufsuchung der Ursache schritt. Jedoch ist das selbe Versehn allen Farbentheorien, von den ältesten bis auf die letzte vor Göthe, gemeinsam: sie alle reden bloß davon, welche Modifikation der Oberfläche ein Körper, oder welche Modifikation das Licht, sei es durch Zerlegung in seine Bestandtheile, sei es durch Trübung, oder sonstige Verbindung mit dem Schatten, erleiden muß, um Farbe zu zeigen, d. h. um jene specifische Empfindung im Auge zu erregen, die sich nicht beschreiben, sondern nur sinnlich nachweisen lässt."[19] Damit verweist er ausdrücklich auf das Neue im Kern seiner Theorie, nämlich die Farben nicht als außer dem Menschen stehende Ursachen oder Entitäten, sondern als subjektive Wirkungen des Lichts auf das lebendige Auge, als Empfindungen, verstehen zu wollen. Damit deutet er gleichsam auf einen fundamentalen Wechsel im Verständnis der Wahrnehmung von Farben und insgesamt auch der Wahrnehmung der Welt in einem erkenntnistheoretischen Sinne hin. Das Wahrgenommene ist für Schopenhauer weder ein rein objektives Ding einer Außenwelt, und ebenso wenig ein reines Gespinst unseres Geistes, sondern eine Reaktion des lebendigen Wesens auf seine Umwelt.

Zu den wichtigsten physiologischen Quellen Schopenhauers zählt in dieser Hinsicht eine Schrift von Robert und Erasmus Darwin, Vater und Großvater von Charles Darwin, mit dem Titel *New Experiments On The Ocular Spectra Of Light And Colours* von 1786. Darin hatten beide die sogenannten *Ocular Spectra*, also die Nachbilder, untersucht, die sich nach dem Betrachten verschiedenfarbiger Objekte vor dem geistigen Auge zeigen. Die Retina wird bereits hier als aktives und reaktives Gebilde begriffen, das während des gesamten Sehvorgangs und also auch während der Wahrnehmung der okularen Spektren wirksam ist „and it is thence to be concluded, that all vision is owing to the activity of this organ." [20] Die systematisch ausgeführten Experimente führen Robert und Erasmus Darwin dann zu jenen Farbenpaaren, die auch Schopenhauer 30 Jahre später als Gesetzmäßigkeiten der komplementären Tätigkeit des Auges benennen wird, nämlich Grün und Rot, Orange und Blau sowie Gelb und Violett. Zur Erklärung dieser als *Reverse Spectra* bezeichneten Farbenpaare, greifen die Autoren allerdings auf Newtons Farbenlehre zurück und argumentieren, dass es sich beim Nachbild um die Wahrnehmung jener Strahlen des Spektrums handeln müsse, die nicht beim aktiven Betrachten auf das Auge gewirkt haben. Betrachtet man also einen roten Ball, dann wäre demnach die Farbe von dessen Nachbild eine Mischung der übrigen Farben des Spektrums minus Rot. Einige Jahre nach der Schrift über die *Ocular Spectra* liefert Erasmus Darwins in seinem vierbändigen Werk *Zoonomia or the Laws of Organic Life* [21] eine Erweiterung dieser Theorie, in der dann bereits die lebendigen Wesen auf der Grundlage ihrer Erregbarkeit nicht nur als passiv Reiz empfänglich, sondern auch als reaktiv verstanden werden.

Schopenhauers physiologische Theorie der Farben

Schopenhauer setzt mit seiner physiologischen Theorie der Farben genau an den zuvor

skizzierten Überlegungen an, indem er die Empfindungen als modifizierte Reizwirkung versteht und auf die Entstehung der Farben anwendet. Im Folgenden soll nur die Entstehung der Farben als Wirkung des modifizierten Lichts im Auge betrachtet werden, denn Schopenhauer unterscheidet grundlegend zwischen der Entstehung von Hell-Dunkel- und Farbempfindungen. Der äußere Reiz, also das durch Brechung modifizierte Licht, führt demnach einerseits zu einer Aktion (der Empfindung einer aktiven Farbe), und andererseits auch zu einer Reaktion des Auges, nämlich einem darauf folgenden Nachbild als der reaktiven Empfindung der Komplementärfarbe. Die Tätigkeit des Auges ist für Schopenhauer graduell, das heißt, das Auge kann mehr oder weniger durch die unterschiedlichen Reize erregt werden. Je nach Beschaffenheit des Reizes, also z.B. der spezifischen Modifikation des Lichts, ist die Tätigkeit des Auges größer oder kleiner. Die Farbenempfindungen gehören für Schopenhauer zur sogenannten qualitativen Tätigkeit des Auges und sind jeweils immer nur eine sogenannte geteilte Tätigkeit, und als solche auf die volle Aktivität des Auges bezogen, die nur beim Betrachten von Weiß oder sehr hellem Licht entsteht. Die komplementären Farbenpaare kann Schopenhauer so als Brüche mathematisch darstellen und zwar so, dass beide addiert immer die volle Tätigkeit, also 1, ergeben, geradeso, wie die Mischung farbiger Lichter stets zu hellerem oder weißem Licht führt. Damit erscheinen Farben nie einfach, sondern sind immer als sich bedingende Farbenpaare, als Aktion und Reaktion – oder wie Schopenhauer es nennt als „Bipartion der Tätigkeit des Auges“ zu verstehen. Die physiologische Deutung dieser Zweiteilung erfolgt dann auf der Basis eines für die deutsche Naturphilosophie Schellingscher Prägung kennzeichnenden Polaritätsgedankens, der bekanntermaßen auch in Goethes Farbenlehre eine prominente Stellung einnimmt. Für Schopenhauer zeigen sich die Polaritäten in der physiologischen Sukzession der komplementären Farbwahrnehmung in der Tätigkeit des Auges. So gibt es eine positive (+) Reihe, zu der Rot, Orange, Gelb gehören und eine negative (-) Reihe mit Grün, Blau und Violett. Physiologisch, letztlich aber völlig hypothetisch, mutmaßt er, dass bei der + Seite die Retina, bei der - Seite die Chorioidea jeweils dominant tätig sei.

Erkenntnistheoretisch interessant wird es abschließend, wenn Schopenhauer darangeht, das Verhältnis von Ursache und Wirkung der Farbempfindung zu bestimmen. Wenn er schreibt, dass „der unendlichen Anzahl möglicher Farben, welche aus der, auf unendliche Weisen modifikabeln Theilbarkeit der Thätigkeit des Auges entspringt, auch in der als Reiz wirkenden äussern Ursach eine eben so unendliche und der zartesten Übergänge fähige Modifikabilität entsprechen [muß].“ [22], dann kommt darin – trotz seiner grundlegend auf das empfindende Subjekt bezogenen Theorie – eine der Physik durchaus entsprechende Haltung zum Ausdruck. Demnach erregt also ein ganz bestimmter Licht-Reiz, man würde heute von Wellenlängen sprechen, immer auch eine ganz bestimmte Wirkung, also Farbe. Jedem denkbaren Lichtreiz entspräche damit eine feste Farbempfindung und vice versa. Und auch, wenn Schopenhauer damit nicht einem platten Realismus das Wort redet, so deutet dies doch auf eine deterministische Kausalbeziehung zwischen Reiz und Empfindung hin, die er wiederum nur über eine nicht näher bestimmbare, transzendente Prästabilität zwischen Welt und Mensch erklären kann. Damit lägen letztlich die Ursache und Differenziertheit der Farbempfindungen doch wieder hauptsächlich im Licht als Ursache des Reizes, denn die einzelnen Farben zeigen sich als notwendige Folge ganz bestimmter Reizwirkungen. Dass Schopenhauer dabei die Farben zwar ausschließlich als Wirkungen des Lichts verstehen will, spielt dann eine untergeordnete Rolle, denn er charakterisiert das Verhältnis zwischen Reiz und Erregung als kausal. Damit begeht er denselben Fehler, den er allen vorhergehenden Farbentheorien vorgeworfen hatte – er externalisiert die bloß subjektiv-ästhetischen Farbenempfindungen, indem er sie kausal an objektive Lichtreize koppelt.

Auf dieser Basis werden dann auch die physischen und chemischen Farbenerscheinungen betrachtet, da diese jeweils nur in spezifischer Art und Weise das Licht modifizieren (brechen, reflektieren usw.) und so zu Farberregungen im Auge führen. Die bei der Lichtbrechung entstehenden physischen Farben des Spektrums sind dabei vorhersagbar, weil man sie nach Brechungswinkeln angeben kann, so dass sich die Ursache hier direkt mit den Empfindungen korrelieren lässt. Für die chemischen Farben spekuliert Schopenhauer hingegen, dass die Ursache eine besondere Modifikation der jeweiligen Oberfläche sein müsse, „die aber so fein ist, daß wir sie übrigens durchaus nicht erkennen und unterscheiden können", so dass „diese Fähigkeit für uns noch eine qualitas occulta [ist]." [23]

In diesem Punkt wähnt sich Schopenhauer nun zurecht als innovativ, denn seine Farbentheorie versucht als einer der ersten, sämtliche Farbphänomene – physische Nachbilder, prismatisches Licht und materielle Körperfarben – auf ein ursächliches Prinzip, nämlich als Wirkung des modifizierten Lichts auf die Retina, zurückzuführen. Für Goethe, als dessen Vollender sich Schopenhauer hinsichtlich der Farbentheorie verstand, scheint dieser Schritt aber viel zu weit gegangen zu sein und er hat bekanntlich die Herausgeberschaft der Schopenhauerschen Schrift 1816 dann nicht nur abgelehnt, sondern sich in einer für ihn typischen poetischen Art und Weise sogar gegen sie ausgesprochen. Schopenhauer selbst zitiert in den späteren Auflagen seiner Farbentheorie diesbezüglich Goethe aus einem Briefwechsel etwa mit dem Vers „Dein Gutgedachtes, in fremden Adern, wird sogleich mit dir selber hadern." [24] Für Goethe endete das, was der Mensch von den Farben wirklich wissen kann am sogenannten Urphänomen als dem letzten, das dem sehenden Individuum direkt phänomenologisch zugänglich ist. „Wenn ich mich beim Urphänomen zuletzt beruhige, so ist es doch nur aus Resignation: aber es bleibt ein grosser Unterschied, ob ich mich an den Gränzen der Menschheit resigniere, oder innerhalb der Beschränktheit meines bornirten Individuums." [25] Goethe nahm daher die Phänomene als Data und die unterschiedliche Entstehungsweise, die materiellen Grundlagen und Mischverhältnisse der physischen, chemischen und physiologischen Farben legitimierten für ihn das Postulat dreier unterschiedlicher Farbkategorien. Goethe markiert damit farbgeschichtlich gewissermaßen den Übergang zwischen einem Verständnis, in dem Farben als objektive Entitäten, als Eigenschaften der Dinge begriffen und analysiert werden und dem Ansatz einer vom sehenden Subjekt ausgehenden, anthropologisch-ästhetischen Sichtweise, die Schopenhauer in radikalerer Form dann zur Grundlage seiner physiologischen Erkenntnis- und Farbentheorie macht.

Trotz dieses Ansatzes und auch trotz der Überzeugung Schopenhauers genau diese Theorie geliefert zu haben, wird sie von der zeitgenössischen Physiologie in keinem nennenswerten Umfang rezipiert. Weder Johannes Müller, noch Jan Evangelista Purkinje oder Hermann von Helmholtz nennen auch nur den Namen Schopenhauers – wohl aber Goethes –, obwohl vor allem die beiden Erstgenannte, Müller und Purkinje, durchaus eine sensualistische und zeitweise sogar naturphilosophische Physiologie betrieben. So hatte etwa Purkinje in seinen *Beiträgen zur Kenntniss des Sehens* geschrieben: „Insgemein sind es Empfindungen, wie sie diesem oder jenem Sinne zukommen, denen aber nichts ausserhalb des Leibes entspricht, und die insofern sie dennoch Qualitäten und Formen äusserer Dinge nachahmen, und dadurch oft zu Täuschungen Anlass geben, zum Theil mit Recht für Phantome, für blossen Schein, dem keine Wirklichkeit entspricht, gehalten worden. Diese mögen also nach den angebenen Rücksichten immerhin subjective Sinnenphänomene heissen. Jedoch bleibt es stets eine unabweisbare Aufgabe des Naturforschers ihren objectiven Grund aufzuzeigen, indess es für den gemeinen Lebensgebrauch genügt zu wissen, dass sie nur dem Sinnesorgane angehören, und keine ihnen entsprechenden Objecte aus-

serhalb des Körpers weiter zu suchen sind.“ [26] Purkinje verweist hier auf die Aufgabe der Physiologie der Sinne, nämlich sich des subjektiven Charakters der Empfindungen bewusst zu werden und diese beim Erforschen der objektiven Natur auszuschließen.

Betrachtet man daher Schopenhauers Theorie aus Sicht der seinerzeitigen Physiologie, so war sie schlicht grob, subjektiv und spekulativ, da er die Tätigkeit der Retina nur als polares Prinzip annimmt, aber nicht einmal versucht, dieses auch anatomisch und physiologisch zu untersetzen. Schopenhauer gründet seine Theorie demgegenüber ausschließlich – und hier ist er nah bei Goethe – auf der Introspektive eigener Empfindungen, die er nach naturphilosophischen Grundsätzen ordnete und mit einem groben Konzept physiologischer Erregbarkeit deutete. Er ist dabei aber, so schein es zumindest, in zwei Punkten dennoch innovativ: Einerseits versucht er erstmals die um 1800 so unterschiedlich erscheinenden Kategorien der physischen, chemischen und physiologischen Farben im Rahmen einer einheitlichen Theorie zu erklären, wobei er den empfindenden Menschen in den Mittelpunkt rückt. Dessen Wahrnehmung versteht er als Wirkung und Rückwirkung und nicht als bloß passives Abbilden der Außenwelt und formuliert damit eine eigene sensualistische Ästhetik. Der zweite Punkt betrifft seinen entwicklungsgeschichtlichen Ansatz, nach dem das Sehen ein erst im Laufe der individuellen Entwicklung zu erlernender Prozess der Wahrnehmung ist und eben kein per se vorhandenes, direktes Abbilden. Das entwicklungsgeschichtliche Denken war um 1800 ein noch weitgehend neuartiges Konzept, mit dem man beginnt, sämtliche Naturformen dynamisch zu denken und in ihrem Werden zu erfassen.[27] Schopenhauer wendet nun dieses zumindest in Ansätzen erstmals auf die Wahrnehmung an und reflektiert damit kritisch das Fundament menschlicher Welterfahrung und Erkenntnis, indem er die nicht hintergehbare Subjektivität unserer Anschauung deutlich macht. Vor diesem Hintergrund ist Schopenhauer dann heute nicht nur wieder lesenswert, sondern gar aktuell, denn ein ernsthafter Diskurs über Farben kann auch in Zukunft nur auf der Basis einer kritischen Ästhetik [28] geführt werden, die dann aber gleichermaßen ontogenetische und evolutive Elemente zu berücksichtigen hat.

Anmerkungen:

1 *Olaf Breidbach*, Radikale Historisierung. Kulturelle Selbstversicherung im Postdarwinismus, Berlin 2011, S. 10-11.

2 *Thomas Samuel Kuhn*, The structure of scientific revolutions, 2. Aufl., Chicago [u.a.] 1970.

3 Siehe hierzu etwa die Thesen Paul Formans in: *Karl von Meyenn* (Hrsg.), Quantenmechanik und Weimarer Republik, Wiesbaden 1994.

4 Siehe hierzu: *André Karliczek*, Modelle des Lebendigen. Interaktionen von Physiologie, Biologie und Pathologie von Boerhaave bis Meckel. Univ. Diss., Jena 2014.

5 Siehe hierzu: T*homas Bach/Olaf Breidbach* (Hrsg.), Naturphilosophie nach Schelling (Schellingiana, 17), Stuttgart-Bad Cannstatt 2005.

6 Siehe: *Karen Gloy*, Mechanistsiches – organizistisches Naturkonzept, in: Natur- und Technikbegriffe. Historische und systematische Aspekte: von der Antike bis zur ökologischen Krise, von der Physik bis zur Ästhetik, hrsg. v. Karen Gloy (Abhandlungen zur Philosophie, Psychologie und Pädagogik , ISSN 0567-4999), Bonn 1996, 98–117.

7 *François Jacob*, Die Logik des Lebenden. Eine Geschichte der Vererbung (Fischer), Ungekürzte Neuausgabe, Frankfurt am Main 2002, S. 40.
8 *Immanuel Kant*, Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft, 2. Aufl., Riga 1787, S. VIII.
9 So findet z.B. der junge Physiker Johann Wilhelm Ritter 1801 die UV-Strahlen am anderen Ende des Spektrums des Lichts, weil er direkt nach ihnen gesucht hatte. Ein Jahr zuvor hatte Friedrich Wilhelm Herschel beim Bestimmen der Temperatur der Farben des Lichtspektrums die Infrarot-Strahlen zufällig entdeckt. Für Ritter, der durch die Naturphilosophie Schellings in Jena und daher auch vom Polaritätsdenken beeinflusst war, war die Existenz weiterer unsichtbarer Strahlen auf der ande ren Seite des Spektrums eine Naturnotwendigkeit und deren tatsächliche Bestätigung schien den idealistischen Ansatz in geradezu vortrefflicher Weise zu bestätigen. Siehe hierzu auch: ***Olaf Breidbach/Heiko Weber,*** Johann Wilhelm Ritter- Physik als Kunst, in: Physik um 1800. Kunst, Wissenschaft oder Philosophie?, hrsg. v. Olaf Breidbach/Roswitha Burwick, München 2012, S. 121–137.
10 Siehe hierzu etwa: ***Olaf Breidbach***, Die Materialisierung des Ichs (Suhrkamp-Taschenbuch Wis senschaft : Stw), Frankfurt am Main 1997 oder ***Michael Hagner***, Homo cerebralis. Der Wandel vom Seelenorgan zum Gehirn, Berlin 1997.
11 Siehe hierzu auch: ***Dieter Birnbacher*** (Hrsg.), Schopenhauers Wissenschaftstheorie: Der „Satz vom Grund“ (Beiträge zur Philosophie Schopenhauers), Würzburg 2015.
12 ***Artur Schopenhauer***, Ueber das Sehn und die Farben, Leipzig 1816, S. 11.
13 Ebd. S. 21.
14 Ebd. S. 21-22.
15 Ebd. S. 27.
16 Ebd. S. 28.
17 ***Albert von Haller***, De partibus corporis humani sensibilibus et irritabilibus commentationes duae, in: Commentarii Societatis Regiae Scientiarum (1753), 114–158.
18 Siehe hierzu: ***André Karliczek***, Modelle des Lebendigen. Interaktionen von Physiologie, Biologie und Pathologie von Boerhaave bis Meckel. Univ. Diss., Jena 2014. Eve-Marie Engels, Die Teleologie des Lebendigen. Kritische Überlegungen zur Neuformulierung des Teleologieproblems in der ang loamerikanischen Wissenschaftstheorie ; eine historisch-systematische Untersuchung (Erfahrung und Denken, 63), Berlin 1982.
19 ***Artur Schopenhauer***, Ueber das Sehn und die Farben, Leipzig 1816, S. 21-22.
20 ***Robert Waring Darwin/Erasmus Darwin***, New Experiments On The Ocular Spectra Of Light And Colours, in: Philosophical Transactions (1786), S. 313-348, hier S. 314.
21 ***Erasmus Darwin***, Zoonomie oder Gesetze des organischen Lebens. Zoonomia or the Laws of Organic Life <dt.>, 4 Bde., Hannover 1795-1801.
22 ***Artur Schopenhauer***, Ueber das Sehn und die Farben, Leipzig 1816, S. 71.
23 Ebd. S. 77.
24 ***Artur Schopenhauer***, Ueber das Sehn und die Farben, 2. Aufl., Leipzig 1854, S. 5.
25 Ebd. S. 3.
26 ***Johann Evangelista Purkinje***, Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht, Prag 1819, S. 3-4.
27 ***Olaf Breidbach***, Transformation statt Reihung – Naturdetail und Naturganzes in Goethes Meta morphosenlehre, in: Naturwissenschaften um 1800. Wissenschaftskultur in Jena-Weimar, hrsg. v. Olaf Breidbach/Paul Ziche, Weimar 2001, 46–64.
28 Ich verstehe hier Ästhetik im Sinne Olaf Breidbachs als Theorie der Wahrnehmung. Siehe hierzu u.a.: ***Olaf Breidbach*** (Hrsg.), Natur der Ästhetik- Ästhetik der Natur (Ästhetik und Naturwissenschaften : Neuronale Ästhetik), Wien u.a. 1997, oder: ***Olaf Breidbach/Federico Vercellone***, Anschauung denken. Zum Ansatz einer Morphologie des Unmittelbaren, München [u.a.] 2011.

Manuskripteingang: 17.08.2016

Wege der Lichtwahrnehmung beim Menschen

Richard H. W. Funk

Im vorliegenden Beitrag wird zunächst auf die **Anatomie der Netzhaut** eingegangen dann wird dort über die Funktion tiefer in Richtung **Molekularbiologie** eingegangen. Die dort uns begegnenden Prozesse sind im Bereich der **Optik** wiederum stark von den **Nanostrukturen** abhängig. Hier sind wir bereits in einem Größenmaßstab in dem sich auch nicht klassische, **quantenmechanische Eigenschaften des Lichtes** auswirken. Schließlich wird der Lichteindruck von den Sehrezeptoren auf weitere **verarbeitende Nervenzellen** in der Netzhaut und über den Sehnerv in das Gehirn weitergegeben, wobei auf jeder Stufe schon Verarbeitungsprozesse stattfinden, die insgesamt dann den subjektiven Gesamteindruck ausmachen.

Anatomie der Netzhaut (Retina)
Die Netzhaut bei Säugetieren und natürlich auch dann bei Menschen ist invers aufgebaut, d.h. die Fotorezeptoren liegen vom Licht abgewandt. D.h. aber auch dass das Licht durch Nervenzellschichten gehen muss, bevor es an den lichtempfindlichen Teile der Fotorezeptoren (Außenglieder) ankommt. Bisher hat man gedacht, dass durch diese Anordnung das Licht sehr stark gestreut wird und eine Abbildung doch sehr unzureichend erfolgt. Seit einigen Jahren weiß man jedoch, dass Gliazellen innerhalb der Netzhaut (Müllerzellen) wie Lichtleiter das Licht von der inneren Seite der Netzhaut, die ja an den Glaskörper grenzt bis zu den Fotorezeptoren befördert.

Darüber hinaus sind evolutionär Mechanismen entstanden, die die Sehschärfe erheblich steigern, nämlich die Bildung sogenannter Makulae. Das sind Bereiche in denen die, den Fotorezeptoren vorgelagerten Verarbeitungszellen quasi zur Seite geräumt sind und in denen das Licht nun direkt auf die Fotorezeptoren trifft. Solche Makulae gibt es nicht nur bei hoch entwickelten Säugetieren wie Primaten und Menschen, sondern auch bei Raubtieren, die eine Beute exakt fixieren müssen.. Es ist nämlich an diesen Stellen die Sehschärfe absolut viel höher (100 %) als an den angrenzenden Stellen der Netzhaut, bei denen die Sehschärfe rapide auf nur noch wenige Prozent abfällt.

Was die Sehschärfe angeht, haben wir letztendlich einen Tunnelblick, wobei die peripheren Teile der Netzhaut dazu dienen, festzustellen ob z.B. ein schnell sich bewegendes Objekt in das Gesichtsfeld eintritt. In der Folge benötigt das Auge einen hoch entwickelten Bewegungsapparat, der nun ständig die Stelle des schärfsten Sehens auf passende Positionen des Sehfeldes einstellt. D.h. das Auge und die Netzhaut lässt sich nicht mit einem klassischen Foto- oder Videoapparat vergleichen, wobei die Netzhaut ist kein gleichmäßig aufgebauter lichtempfindlicher Chip ist, wie er in Videokameras zu finden ist. Das Auge gleicht vielmehr einem Scanner, der die Gegenstände im Blickfeld „abtastet“.

Molekularbiologie
Kommen wir nun zur Verarbeitung des Lichteindrucks über Nanostrukturen und damit zur Molekularbiologie der Außenglieder der Fotorezeptoren. Diese Außenglieder bestehen aus scheibenförmig angeordneten, dünnflüssigen Zellmembranen, die wie Scheiben (Diszi) über einander gestapelt sind (Abb. 1).

Die Diszi werden im Laufe von 10-14 Tagen vollständig neu synthetisiert und in der entsprechenden Geschwindigkeit abgestoßen. D.h. also es besteht ein andauernder Turnover dieses Membranmaterials. Warum ist das so? Es müssen die Membranen ständig „recycled“ werden, weil in den Membranen die eigentlich lichtempfindlichen Fotopigmente stecken, nämlich Rhodopsin bei Stäbchen und Jodopsin bei Zapfen. Darüber hinaus sind die Membranen durch die starke Lichteinwirkung - vor allem von Licht kürzerer Wellenlängen - Radikal- und Oxidationsprozessen unterworfen. Daher werden die Diszi von den außerhalb der eigentlichen Netzhaut gelegenen Pigmentzellen aufgefressen und verdaut, man spricht hier von einem Phagozytoseprozess. Trotz dieses ständigen Flusses von Membranmaterial werden in den Außengliedern die Abstände zwischen den Diszi bis auf den letzten Nanometer präzise aufrecht gehalten. Dazu dient eine dynamische und konzertierte Aktion bei der hunderte verschiedener Proteine präzise ineinandergreifen. Diese Proteine erhalten zum Beispiel den Abstand für die Scheibchen oder richten die Sehfarbstoffe aus.

Und – was die Farbempfindung angeht so werden bei den Zapfen drei spezifische spektrale Empfindlichkeiten durch die jeweils angehängten Opsine verursacht. So erklären sich die Rot, Grün und Blauzapfen. Eine etwas andere spektrale Empfindlichkeit (zwischen grün und blau) haben die Dämmerungs – empfindlichen Stäbchen über das Rhodopsin.

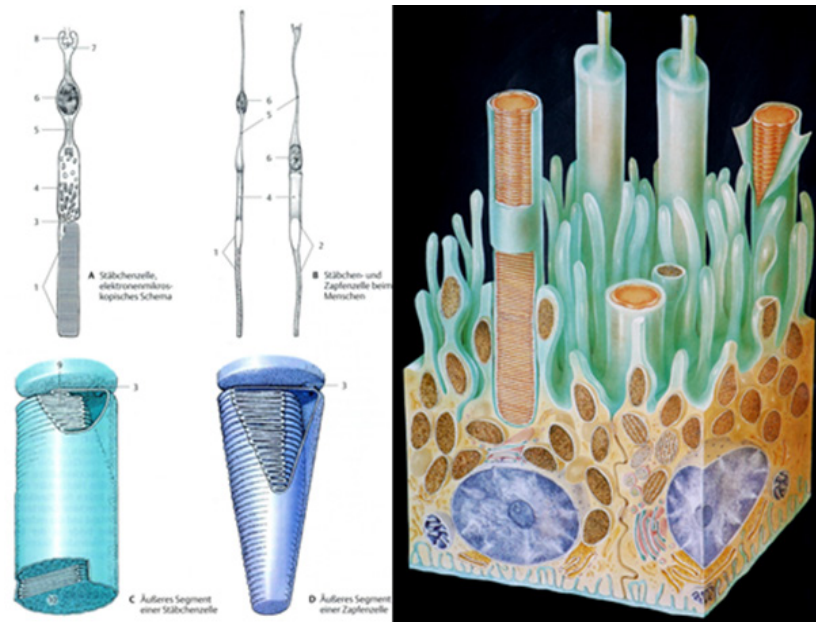


Abb. 1) Fotorezeptoren der menschlichen Netzhaut (li.); Beziehung der Außenglieder der Fotorezeptoren mit dem Pigmentepithel (re.).

Nanostrukturen – Optik
Es werden heute immer raffiniertere Techniken zur Darstellung der Netzhaut verwendet: neben der heute schon üblichen optischen Kohärenztomographie kommen immer mehr so genannte Wellenfront-Korrekturen zum Einsatz. Diese korrigieren optische Unebenheiten im Strahlengang durch das Auge. Auch konfokale Techniken mit geteiltem Strahlengang und nachfolgender Computerberechnung der Interferenzen kommen immer mehr zum Einsatz. Dabei bedient sich zum Beispiel die Multifotonen-Technik eines quantenoptischen Phänomens, nämlich dass bei extrem kurzer Aufeinanderfolge von zwei langweiligen Impulsen quasi ein kurzweiliger Exzitationspuls resultiert. Warum sollte die Natur alle diese quantenoptischen Phänomene gerade in der Beziehung zu der ausgefeilten Nanostrukturierung der Fotorezeptoren und anderer Zellen nicht ausnutzen?

Tatsächlich findet man auch in der Natur diese Phänomene wie z.B. bei Farberscheinungen, die durch Nano Strukturierung bei Insekten gefunden werden, (Schmetterlingsflügel, Oberflächen von schillernden Käfern). Der Mensch imitiert das auch via Nanostrukturierung (Abb. 2) z.B. bei Euroscheckkarten oder anderen fälschungssicheren Ausweisen, um farbig schillernde Pseudo- Hologramme zu erzeugen.

Auch bei der Farbwahrnehmung könnte eine solche Nanostrukturierung beteiligt sein. Bei den komplexen Augen der meisten Insekten liegen ja hinter jeder der vielen Linsen mehrere Fotorezeptoren, die auf unterschiedliche Lichtwellenlängen ansprechen – vom länger-welligen Licht bis hin zum UV-Licht. So hat man die ideale Gelegenheit in Abhängigkeit der Lichtwellenlängenempfindlichkeit auch die Nano- Strukturierung der Rezeptoren in ein und demselben Segment (Omatitium) zu studieren.

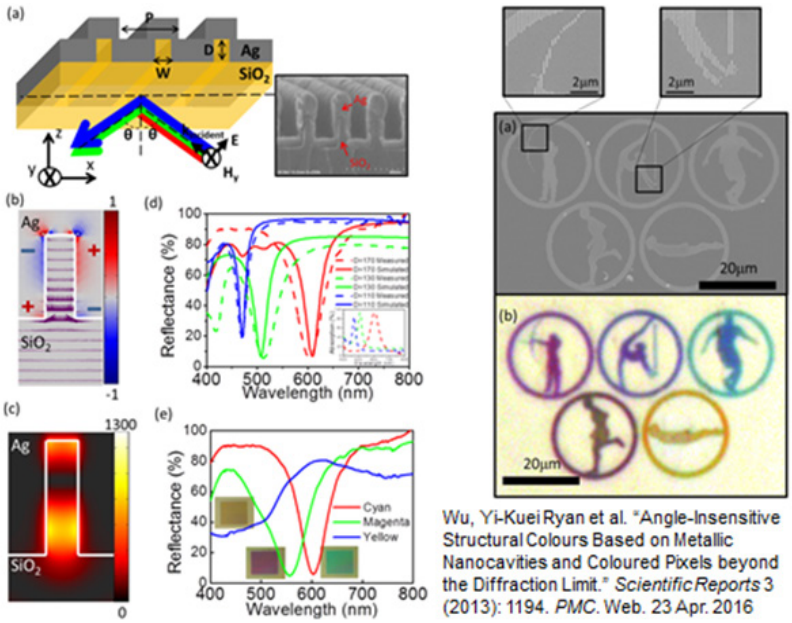
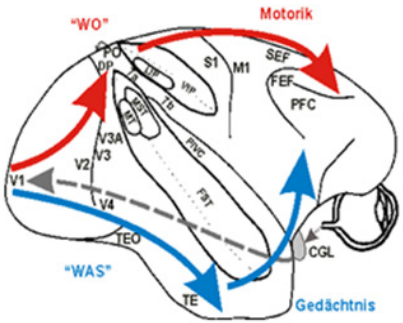


Abb. 2) Winkel – unempfindliche Farberscheinungen durch Nanostrukturierung metallischer Oberflächen.

Und tatsächlich, wie bei einem sogenannten Frequenzkamm liegen die Membran-Einfaltungen, die die eigentlichen Fotopigmente enthalten bei den in der Mitte gelegenen UV – empfindlichen Rhabdomeren (den Außengliedern der Fotorezeptoren bei den Wirbeltieren entsprechend) viel enger zusammen als bei den Rezeptoren für längerwelliges Licht. Und so könnten klassisch beschriebene molekularbiologische Wege der Licht- und Farbwahrnehmung auch durch Nano- bzw. Quantenphänome verstärkt oder ergänzt werden.

Neuronale Prozesse

Für alle Phänomene der Licht- und Farbwahrnehmung ist ein wichtiger Punkt im Auge zu behalten: eine 1 zu 1 Übertragung von Fotorezeptoren zum Gehirn gibt es nicht. In jeder Stufe von der Netzhaut, über den Kniehöcker (Corpus geniculatum) bis zur Hirnrinde gibt es eine Vielzahl von Verrechnungen, die horizontal und hin- und zurück laufen und quasi alles anpassen, relativieren, ständig Weißabgleich (und damit auch farbige Schatten und Nachbilder) durchführen und auch immer Bewegungen und „Besonderes“ detektieren. Was ist „Besonderes“: das sind „Herausrechnungen“ von wichtigen Konturen und Farbkonstellationen gegenüber dem Hintergrund, die sich im Laufe der Evolution als bedrohlich (Augen fremder Gegenüber) oder als „Schlüsselreize“ erwiesen haben. Dazu werden subjektiv z.B. Linien verzerrt oder graue Stellen als Weiß hervorgehoben, wenn sie in einem entsprechenden Hintergrundkontext stehen. Durch diese Mechanismen erklären sich auch die meisten sogenannten optischen Täuschungen, die ja nur überspitzte Situationen darstellen, um etwas hervor zu heben. Im natürlichen Seh-Raum und in der natürlichen Seh-Zeit spielen sie keine Rolle. Auch hier darf ich wieder auf die Phänomene wie Scannen mit der Augenbewegung, Zwinkern bei Seh – Sakkaden bzw. Nystagmus hinweisen. Neben dem blitzartigen Erfassen einer gesamten Sehsituation dauert es unter Zuhilfenahme von sehr vielen Zentren im Gehirn (bis zu 70% der Gehirnoberfläche können mit einer komplexen Sehsituation beschäftigt sein) 50ms, um erste Konturen, Formen und Farben nach 125ms bis 200ms, um Form, Farbe und Bewegung zu erfassen und 250ms, um die voll integrierte visuelle Gestalt zu erkennen (Abb. 3). Abgespeichert wird das in Zeitpaketen der subjektiven Gegenwart von etwa drei Sekunden.



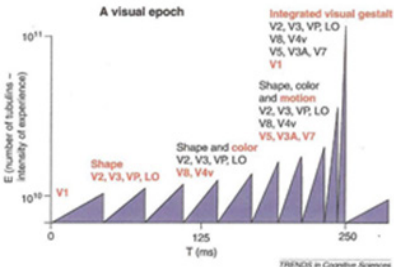


Abb. 3) Bei einem Sehprozess beteiligte Regionen der Hirnoberfläche (ausgehend vom primären Sehzentrum V1)(li.). Zeitliche Abfolge der Wahrnehmung von Komponenten des Seheindrucks in Millisekunden (re.).

Und doch: manchmal erfasst man momentan eine Gesamtsituation mit Einzelheiten (z.B. Personen), den Raumhintergrund, ja bis in die emotionelle „Stimmung“, die in einem Raum mit Personen herrscht. Wie da innerhalb kürzester Zeit alle Berechnungen im Gehirn ablaufen sollen, entzieht sich noch unserem wissenschaftlichen Verständnis. Denn nimmt man die Länge aller Wege der Bahnen im Gehirn, die über bis zu 70% der Oberfläche hin und her beschritten werden müssen und berechnet dann die Laufzeit der Aktionspotentiale auf den Bahnen, dann kommt man zu längeren Zeiten. Da sind bestimmt keine „übernatürlichen Phänomene“ zur Erklärung notwendig, sondern das zeigt nur, dass die bisher üblichen Methoden noch lange nicht subtil genug sind, um eventuelle beteiligte elektrische, quantenmechanische oder holographische (Holographie kann räumlich ja viel mehr Bits speichern als in klassischer Anordnung) Phänomene in den neuronalen Netzwerken zu erfassen.

Resümee

So gilt für diese Prozesse im Gehirn vermutlich die gleiche Annahme wie für den Sehprozess: ein „Deszensus“ von subtileren Prozessen, die allerdings „störbarer“ und „unsicherer“ sind, hin zu „fixierteren“ (biochemische prozessuale Ebene) zu „klassischen“ molekularen und morphologischen Ebenen wie z.B. Synapsenbildung. Beim Sehprozess wären dies u.a.: Quanteneffekte (tunnelnde Photonen etc.), dann Interferenz und andere nanooptische Phänomene und schließlich die morphologische Ebene (Opsine in den Zapfen und Neurone).

Manuskripteingang: 25.05.2016

Stehende Wellen, eine neue Theorie des Farbensehens

Alfred Knülle-Wenzel, Jörg H. Krumeich

Die Dreifarbentheorie nach Young und Helmholtz ist die in der wissenschaftlichen Gemeinde weit akzeptierte Theorie des Farbensehens beim Auge. Daraus resultierende unverständliche Fragen zum physiologischen Aufbaus des Auges führen nicht zur Kritik an der Theorie selbst, sondern werden als „Fehler der Evolution“ bezeichnet und akzeptiert.
Unser neuer Ansatz zum Verständnis des Farbensehens geht davon aus, dass der Aufbau des Auges, so wie er ist, optimal ist und auch genau so für die Funktion des Farbensehens erforderlich ist. Dadurch entsteht eine völlig neue Sichtweise auf die Bestandteile des Auges und deren Funktion für das Sehen. Lässt man sich auf diese neue Sicht ein, entsteht ein neues, einfaches und in sich schlüssiges Modell des Farbensehens.
Der inverse Aufbau der Netzhaut, so nennt man die Tatsache, dass die Rezeptoren nicht zum Licht hin, sondern von ihm weg gerichtet angeordnet sind, scheint die absurdeste Idee der Evolution zu sein. Betrachtet man jedoch diese Stellung der Rezeptoren als korrekt und wichtig für das Farbensehen, so muss die Farbinformation am Ort der Rezeptoren und in ihrer Ausrichtung optimal verfügbar sein.
Hier kommt das Konzept der stehenden Wellen zum tragen. Dazu muss die Originalwelle mit ihrer Reflexion überlagert werden. Hinter den Rektoren befindet sich zwar kein echter Spiegel, aber es gibt die Bruchsche Membran, die aus drei sehr glatten und optische dichten Schichten besteht (Abb. 1). Diese Membran spiegelt ähnlich wie die äußere Membran der Hornhaut. Fotografiert man ein Auge mit einem Blitz in der Nähe der Linse, wird deutlich, wieviel Licht an der Bruchschen Membran reflektiert wird.

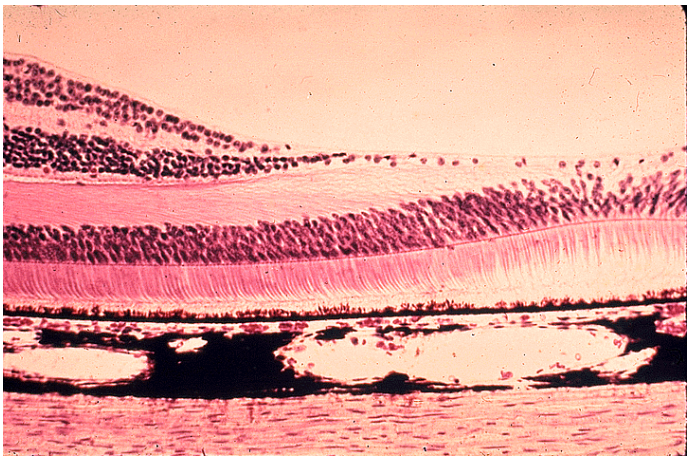


Abb. 1: Schnitt durch die Netzhaut im Bereich der Makula
Im Bereich der Makula gibt es nur die lichtempfindlichen Sensoren mit den Zellkernen. Im Bereich der Makula sind die Außenglieder deutlich länger als im Rest der Netzhaut. Unterhalb der Rezeptoren erkennt man die Bruchsche Membran und darunter die Aderhaut. Das Licht kommt in dieser Ansicht von oben.

Bei der stehenden Welle interferieren die hin- und die zurücklaufenden Wellen so miteinander, dass der Eindruck entsteht, die Welle würde stehen bleiben - daher die passende Bezeichnung. Im Abstand jeweils einer halben Wellenlänge entstehen sogenannte Knoten, an denen keine Wellenintensität messbar ist, da sich dort Wellenberge und Wellentäler jeweils auslöschen. An den sogenannten Bäuchen addieren sich jeweils die Wellenberge bzw. die Wellentäler, das führt zu einer erhöhten Wellenintensität (Abb. 2).
Stehende Wellen transformieren damit die zeitliche Periodizität der Welle in eine ortsfeste räumliche Periodizität von Knoten und Bäuchen. Die Rezeptoren der Netzhaut müssen in der Lage sein, diese stehende Welle in regelmäßigen Abständen in ihrer Intensität auszumessen.
Die Außenglieder der Rezeptoren bestehen aus einzelnen lichtempfindlichen Scheiben, die durch besondere Moleküle in einem konstanten Abstand angeordnet sind (Abb. 3). Der Abstand der Scheiben beträgt etwa 55nm, und ist damit genau passend für das sichtbare Licht im Bereich 750 - 400 nm geeignet. Nach dem Nyquist-Theorem sollen Strukturen mit mindestens zwei Messungen pro Periode gemessen werden. Unter Berücksichtigung des Brechungsindexes in der Netzhaut kommt man damit auf einen Maximalwert für den Abstand der Scheiben von ca 70 nm.

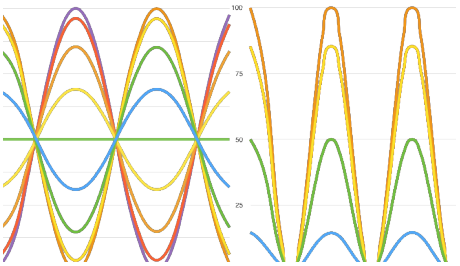


Abb. 2: Stehende Welle
Die Amplituden einer stehenden Welle sind zu verschiedenen Zeitpunkte in der linken Hälfte dargestellt. Auffällig sind Orte, an denen keine Schwingung stattfindet, die Knoten. Die Orte mit besonders intensiver Schwingung sind die Bäuche. Der Abstand der Knoten bzw. Bäuche ist gleich der halben Wellenlänge. Im rechten Teil ist die Amplitude, d.h. die vom Rezeptor wahrgenommene Helligkeit abgebildet.

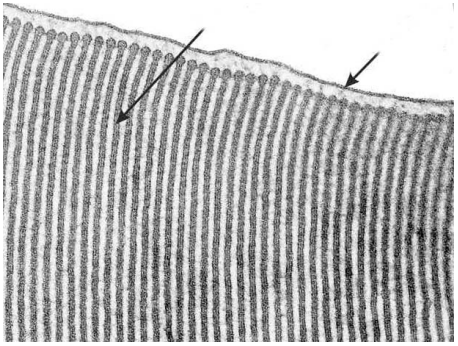


Abb. 3: Teilansicht eines Aussengliedes des Photorezeptors
Die Rezeptoren bestehen aus einer regelmäßigen Abfolge von Schichten, die das lichtempfindliche Rhodopsin enthalten. Die Verdickungen am Rand sind Moleküle die für einen konstanten Abstand der Scheiben sorgen. Nach außen wird das Aussenglied durch eine Membran abgeschlossen.

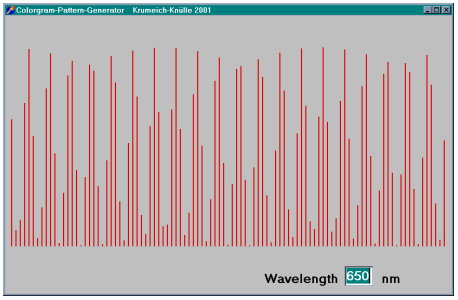


Abb. 4: Colorgramm für rotes Licht
In einem Colorgramm sind die Helligkeiten bei den verschiedenen Scheiben im Außenglied als Strichlängen dargestellt. Ein kurzer Strich entspricht niedriger Helligkeit, ein langer Strich bedeutet große Helligkeit.

Ein Rezeptor besteht aus ca. 500 Scheiben, in der Makula - dem Ort der höchsten Sehschärfe - sind die Rezeptoren etwa doppelt so lang, dort kann die Farberkennung damit noch differenzierter erfolgen. Die Intensitäten an den verschiedenen Scheiben ergeben ein Muster von unterschiedlichen Erregungen durch den Prozess der Lichtabsorbtion. Dieses Intensitätsmuster haben wir durch die unterschiedlichen Strichlängen in unseren Colorgrammen dargestellt (Abb. 4). Es zeigt sich, dass alle Farben mit unterschiedlichen Mustern codiert sind (Abb. 5). Mustererkennung ist eine besondere Begabung unseres Gehirns, was man bei Musik, Gerüchen und Gesichtern immer wieder eindrucksvoll bestätigt findet.
Ist die Reflektion der gespiegelten Welle in ihrer Intensität nur 20% Prozent des einfallenden Lichtes, geht die Intensität in den Knoten zwar nicht auf Null herunter, ein eindeutiges Muster bleibt aber dennoch erkennbar (Abb. 6).

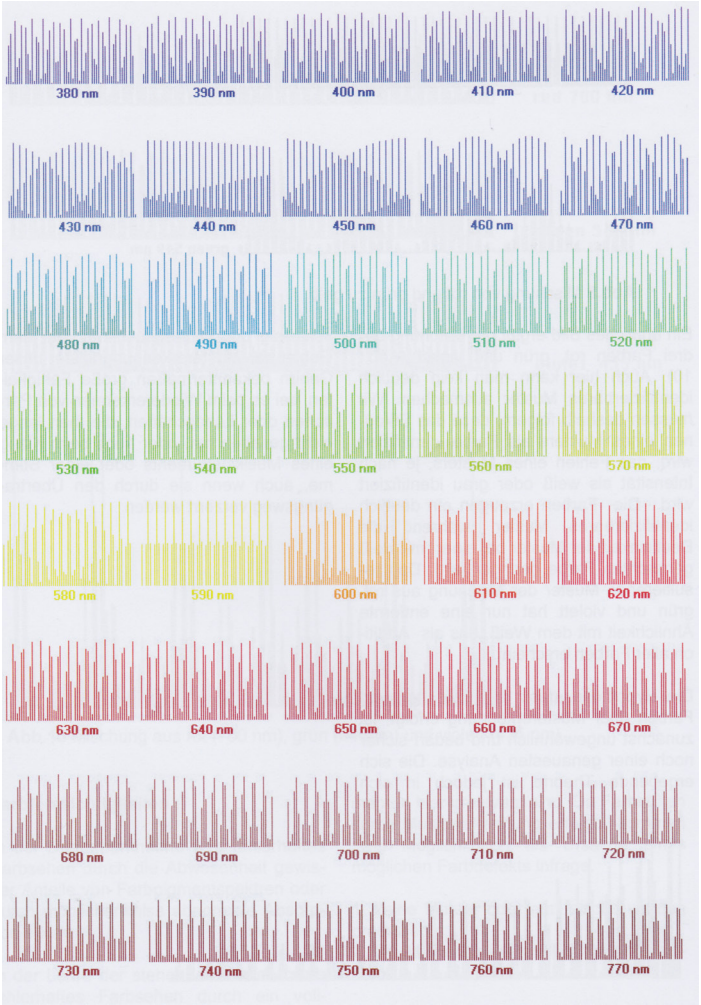


Abb. 5. Colorgramme für das gesamte Spektrum
Colorgramme für alle Farben des Lichtes erzeugen unterschiedliche Intensitätsmuster. Um eine Farbe zu „erkennen“ muss das Muster des Colorgramms identifiziert werden.

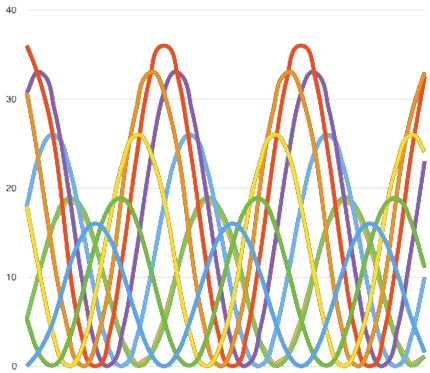


Abb. 6. Intensität bei 20% Reflektion an der Membran
Bei teilweiser Reflektion des Lichtes entsteht im eigentlichen Sinne keine stehende Welle mehr. Die Lichtintensität zeigt aber weiterhin deutlich erkennbare Knoten und Bäuche.

Der Sehfarbstoff in den Rezeptoren muss damit keine Farben unterscheiden, er sollte nur für alle Farben des Spektrums empfindlich sein. Die Evolution konnte mit der Erfindung eines Prozesses, der neben dem Licht, das untersucht werden soll, wenig zusätzliche Energie benötigt und keine Abfallstoffe erzeugt, die weitere Optimirung einstellen. Weitere Verbesserungen in Richtung Wellenlängenabhängigkeit ist bei den stehenden Wellen nicht nötig.

Für das Sehen bei niedrigen Intensitäten sind in der Dreifarbentheorie die Stäbchen zuständig, die im Gegensatz zu den Zapfen eher wie Zylinder aussehen. Bei guten Schnitten durch die Netzhaut kann man keine morphologischen Unterschiede bei den Rezeptoren feststellen. Es gibt sogar ein immer wieder zitiertes 80 jahre altes Diagramm, dass die Anzahl der Stäbchen und Zapfen in Abhängigkeit vom Abstand der Makula aufzeigt. Auch wenn in der Peripherie keine farbtüchigen Zapfen sein sollen, kann man eindeutig Farben auch in den Randbereichen des Gesichtsfeldes erkennen.
Bei der Theorie der stehenden Wellen verlieren die Intensitätsmuster bei niedrigen Intensitäten an Struktur, damit lassen sich zwar Helligkeite, aber keine Farben als Muster mehr erkennen (Abb. 7).

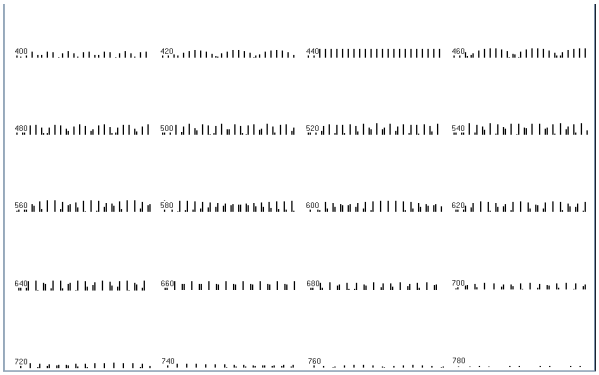


Abb. 7. Colorgramm für niedrige Intensitäten
Bei sehr niediger Intensität des Lichtes werden nur die intensivsten Amplituden ein Signal in den Scheiben erzeugen. Damit gehen die eindeutig erkennbaren Muster verloren, Helligkeit ist aber trotzdem noch erkennbar.

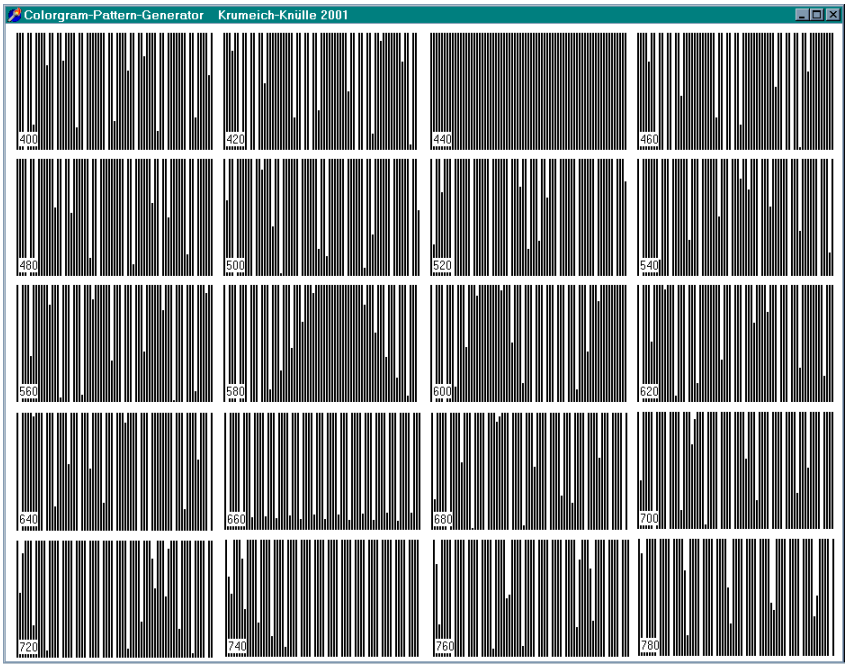


Abb. 8. Colorgramm für hohe Intensitäten
Bei sehr hoher Intensität des Lichtes werden auch die niedrigen Amplituden ein Signal in den Scheiben erzeugen. Da die hohen Amplituden aber die Scheiben bis zur Sättigung erregen, gehen die eindeutig erkennbaren Muster verloren.

Ein ähnlicher Effekt tritt bei hohen Lichtintensitäten auf, wenn fast alle Scheiben in den Rezeptoren ein Signal abgeben, funktioniert auch hier die Mustererkennung nicht mehr so gut (Abb. 8).
Farbfehlsichtigkeiten werden in der Dreifarbentheorie durch das Fehlen eines Rezeptortypen erklärt. Beim Rot-Grün-Blindheit (Deuteranomalie) fehlt dann der Zapfentyp für grünes Licht. Damit kann man zwar erklären, warum jemand rot und grün nicht unterscheiden kann, warum diese Person aber gelb - als Mischfarbe von rot und grün - von rot unterscheiden kann, ist nicht erklärt.
Bei der Theorie der stehenden Wellen kann man Farbfehlsichtigkeiten durch falsche Abstände der Scheiben erklären. Wie oben bereits erwähnt werden die Scheiben durch besondere Spacer im Abstand reguliert. Ist der Abstand der Scheiben anstelle des normalen Wertes auf 110 nm verdoppelt, ergeben unterschiedliche Wellenlängen gleiche Intensitätsmuster (Abb. 9). Damit sind die beiden Farben für das Gehirn identisch. Bei korrektem Abstand der Scheiben könnte diese Fehlsichtigkeit auch durch ein gemeinsames Summensignal von jeweils zwei benachbarten Scheiben erzeugt werden.

Bei der recht selten auftretenden totalen Farbblindheit (Achromatopsie) können Patienten nur vage Unterschiede zwischen den Farben angeben. SInd die Scheiben nur im Abstand von etwa 30nm angeordnet, ähneln sich die Muster aller Farben, es bilden sich keine deutlichen Muster mehr aus (Abb. 10). Damit kann das Gehirn keine, oder nur wenige Farben identifizieren.

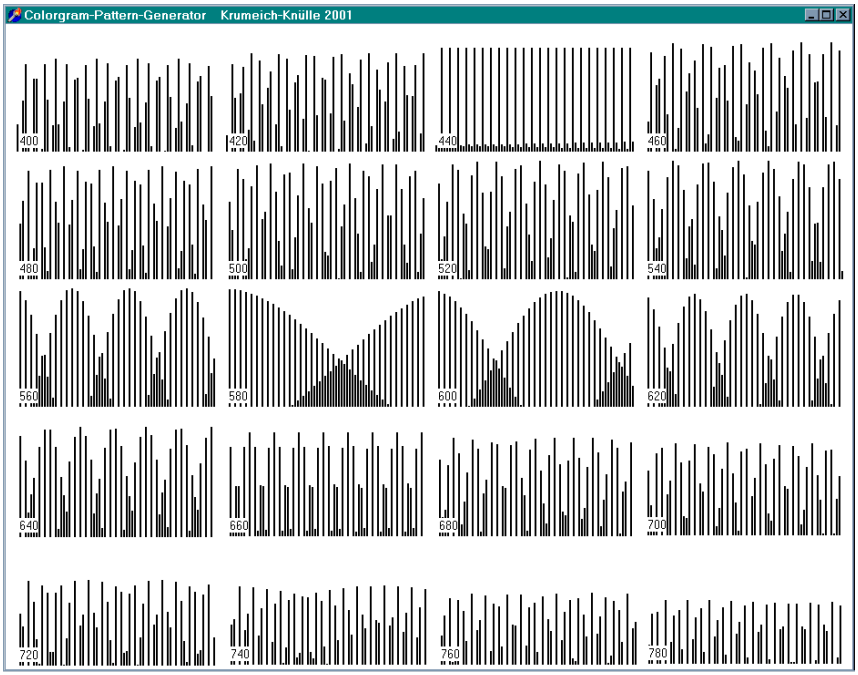
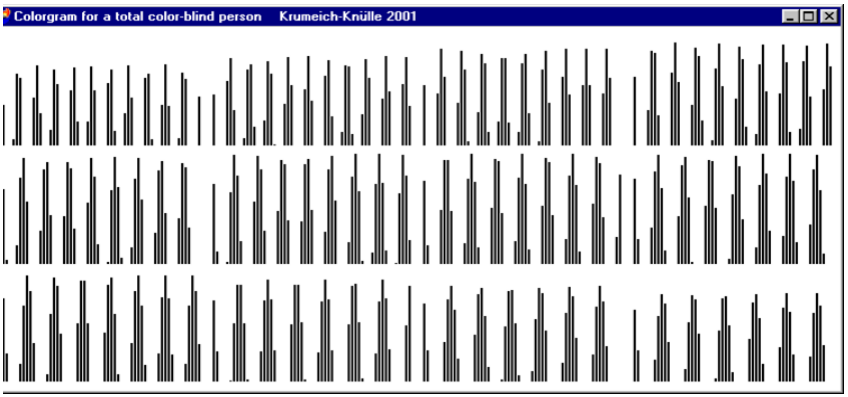


Abb. 9. Colorgramm für Rot-Grün-Blindheit
Beim doppelten Abstand der Scheiben erzeugen unterschiedliche Farben identische Muster. In diesem Beispiel gilt das für 560 und 620nm sowie 540 und 640nm. Da das Gehirn gleiche Muster empfängt, kann es diese Wellenlängen nicht unterscheiden.

Abb. 10. Colorgramm für totale Farbblindheit
Beim halbem Abstand der Scheiben erzeugen unterschiedliche Farben sehr ähnliche Muster. Da das Gehirn sehr ähnliche Muster empfängt, kann es diese Wellenlängen nur sehr schlecht unterscheiden.



Die Aderhaut (choroidia) die sich hinter der Bruchschen Memran befindet, dient in der gängigen Theorie der Ernährung der Rezeptoren. Das erscheint zweifelhaft, denn durch eine dichte, strukturlose Membran kann man zwar Wasserstoff und Sauerstoff diffundieren lassen, für größere Moleküle stellt sie aber eine undurchdringliche Barriere dar. Die Aderhaut ähnelt auch nicht den fein verästelten Kapillargefäßen, die normalerweise für die Ernährung zuständig sind. Die Gefäße sind zum Teil sehr groß und schwammartig, was eher zu der Vermutung führt, dass es sich um ein Kühlsystem für die empfindlichen Rezeptoren handelt. Auch wenn wenig Licht durch die Pupille ins Auge eindringt, kann die Fokussierung zu hohen Intensitäten pro Fläche führen und damit lokale Temperaturerhöhungen bewirken. Diese Erwärmungen kann die Choroidia - bis zu einem gewissen Grad - leicht abtransportieren.

Kommt es dagegen zu Schädigungen der Bruchschen Membran, bei denen der Kontakt zwischen der Netzhaut und der Membran verloren geht, ist das Sehvermögen sofort stark herabgesetzt. Erklärt wird dieser Vorgang durch die fehlende Ernährung. Dann müsste der Sehverlust aber langsam und nicht schlagartig einsetzen. Legt man die Netzhaut wieder an die Memran an, ist das Sehvermögen sofort wieder vorhanden. Läge es an der wieder einsetzenden Ernährung, müsste auch dieser Prozess langsam vonstatten gehen.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, dass der Aufbau des Auges starke Hinweise auf die Richtigkeit der Theorie der stehenden Wellen gibt. Alle uns bekannten Strukturen des Auges stellen keine Fehlkonstruktion dar, sondern sind notwendig um Farben durch die Muster der stehenden Wellen zu erklären.
Sicher ist noch viel Forschungsarbeit notwendig, um die Mechanismen der Informationsverarbeitung in der Netzhaut vollständig aufzuklären. Forscher sollten den Mut haben, sich von der historischen Dreifarbtheorie zu lösen und neue Ideen und Wege zu betreten.

Bochum, Juli 2016

Manuskripteeingang : 12.08.2016

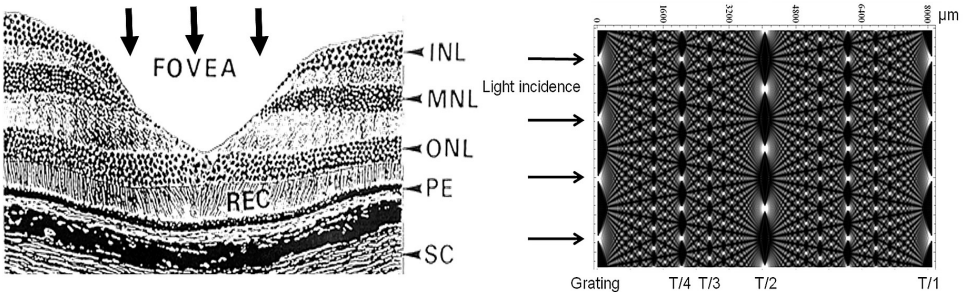
Die raumgitteroptische Struktur der Retina und das Farbensehen.

Norbert Lauinger

Arthur Schopenhauer [7] vertrat die Ansicht, die „Farben sind nur im Auge“ und „Die Farben sind ein Ergebnis der Tätigkeit der Retina“. Die Aussage „Die Farbe ist als Funktion des Auges von subjektiver Natur, sie gehört folglich diesem unmittelbar an und erst sekundär und mittelbar den Gegenständen“ stellt den Beitrag der Retina zum Farbensehen über denjenigen der Sehobjekte. Eine neue Interpretation der ‚invertierten‘ Retina des Auges [Lauinger, 4] bestätigt und ergänzt diese Auffassung.

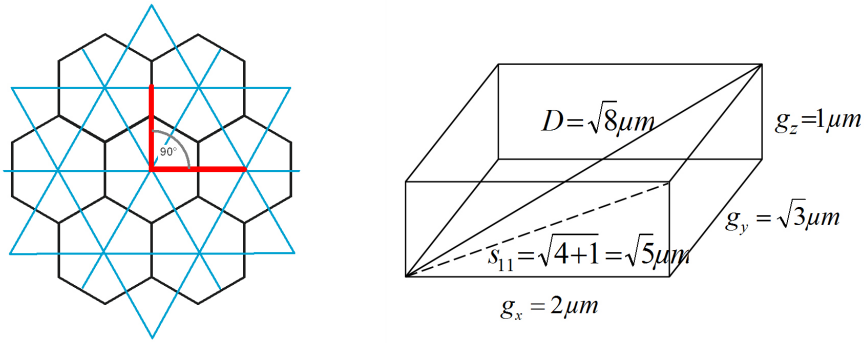
Die raumgitteroptische Struktur der Retina.
Die ‚invertierte‘ Retina ist eine ins Auge ausgelagerte Gehirnschicht (Abb.1, links) mit drei Körnerschichten, die durchgängig in der gesamten Netzhaut den Fotorezeptoren (Zapfen/Stäbchen) lichtwärts vorgelagert sind. In der Fovea – dem Ort des schärf-sten Tagessehens - liegt nur die dritte, die ONL-Schicht vor. Aus den ONL-Zellkörpern wachsen kurz vor der Geburt die Fotorezeptoren aus. Die Körner-schichten befähigen die Netzhaut zur schichtweisen Bildverarbeitung, die in kortikalen Sehzentren (CGL, V1) belegt ist. Die INL- und MNL-Schicht übernehmen Funktionalitäten, die bereits im Hell-Dunkel-Sehen verfügbar sind. Die ONL-Schicht wird als diffraktives Transmissions-Phasen-Raumgitter interpretiert, das für Licht völlig durchlässig ist. Die Gitterwirkung stützt es allein auf Brechungsindex-unterschiede zwischen Kern und Plasma der Zellkörper. Der ONL-Schicht kommt die Farbverarbeitung im Sehen zu. Ein diffraktives Gitter erzeugt Interferenzen im Fresnel-Nahfeld hinter dem Gitter (sog. Talbot-/Lau-Teppich mit Interferenzmaxima in T-Ebenen, Abbildung 1, rechts) [Tomandl, 8]. Beim Raumgitter wird der Lichtteppich zum Raumgitter stehender Lichtwellen (Abbildung 1).

Abbildung 1: (links) Die ‚invertierte‘ Retina mit ihren drei Körnerschichten (INL,MNL,ONL = inner, middle, outer nuclear layer)(PE = Pigmentepithel, REC = Fotorezeptoren, SC = Sclera) [Bargmann, 1]. (rechts) Fresnel-Interferenzen im Nahfeld eines einfachen Liniengitters (Gitterkonstante 50µm).



Die raumgitteroptische Fresnel-Nahfeld-Berechnung des Farbensehens.
An die Stelle einer einzigen Gitterkonstanten im Liniengitter tritt im ONL-Raumgitter eine hexagonale Raumgitterzelle mit drei Gitterkonstanten (Abbildung 2).

Abbildung 2: (links) Hexagonales Flächen-Gitter mit Gitterkonstanten $g_x; g_y$; (rechts) Hexagonale Raumgitterzelle mit drei Gitterkonstanten g_x, g_y, g_z und Diagonalen s_{11} und D.



Die Berechnung beruht auf dem Doppelkegel-Richtungskosinus in Gl. (1), der über je drei Winkel die in das Raumgitter einfallenden Lichtkegel (α°,β°,γ°) mit den Lichtkegeln der durch $h_1 h_2 h_3$ -Tripel ganzer Zahlen gekennzeichneten Beugungsordnungen (α,β,γ) verknüpft. Bei der Reduzierung auf einen senkrecht einfallenden Strahl entfallen in Gl. (2) die beiden ersten Glieder im Interferenzterm (Zähler), da α°= β°= 90° und ihr Cos = 0 wird.

$$\left(Cos\alpha - Cos\alpha^0\right)^2 + \left(Cos\beta - Cos\beta^0\right)^2 + \left(Cos\gamma - Cos\gamma^0\right)^2 = 1 \qquad (1)$$

$$\frac{2Cos\gamma Cos\gamma^O}{Cos^2\alpha + Cos^2\beta + Cos^2\gamma} = 1 \qquad (2)$$

Die hexagonale Geometrie der zellulären Dichtestpackung geht mit $g_x, g_y, g_z = 2:\sqrt{3}:1$ ein. Im Gegensatz zur von-Laue-Gleichung der Kristalloptik für das Fernfeld werden in Anlehnung an die Fresnel-Periodik T = g^2/λ die Cos-Glieder ‚reziprok' formuliert: $Cos\alpha = h_1 g_x / s$ usw. statt . Hieraus ergeben sich die Gln. (3-5).

$$Cos^2\alpha = \left(\frac{h_1 g_x}{s}\right)^2; Cos^2\beta = \left(\frac{h_2 g_y}{s}\right)^2; (Cos\gamma - 1)^2 = \left(\frac{h_3 g_z}{s} - 1\right)^2 \qquad (3)$$

$$\left(\frac{h_1 g_x}{s}\right)^2 + \left(\frac{h_2 g_y}{s}\right)^2 + \left(\frac{h_3 g_z}{s}\right)^2 - \frac{2h_3 g_z}{s} = 0 \qquad (4)$$

$$\frac{2h_3 g_z s}{h_1^2 g_x^2 + h_2^2 g_y^2 + h_3^2 g_z^2} = 1 \qquad (5)$$

Die Größe s in den Cos-Gliedern wird über den kristalloptischen Resonanzfaktor νλ [Ewald, 2] mit zwei reziproken Terms in Gl. (6) ermittelt.

$$\nu\lambda = \frac{2h_3 g_z}{h_1^2 g_x^2 + h_2^2 g_y^2 + h_3^2 g_z^2} \times \frac{h_1^2 g_x^2 + h_2^2 g_y^2 + h_3^2 g_z^2}{2h_3 g_z} = 1 \qquad (6)$$

Aufgelöst nach s ergibt Gl.(5) für $h_1h_2h_3 = 111$, dass s_{111} dem rechten Term der Gl. (6) entspricht und in Gl. (7) die Länge 4µm aufweist. s_{111} ist größer als jede der drei Gitterkonstanten und stellt ein erstes Produkt des Raumgitters im Fresnel-Raum dar.

$$s_{h1h2h3} = s_{111} = \frac{h_1^2 g_x^2 + h_2^2 g_y^2 + h_3^2 g_z^2}{2h_3 g_z} = \frac{4+3+1}{2} = 4\mu m \qquad (7)$$

Mit s_{111} im Interferenzterm $D_{111} = 2h_3 g_z s_{111}$ entspricht Gl. [5] dem kristalloptischen vλ-Resonanzterm und erfüllt den räumlichen Pythagoras $g_x^2 + g_y^2 + g_z^2 - 2g_z s_{111} = 0.$

Sender-Antenne, Raumwellen und Empfänger im Nahfeld-Übertragungssystem.
Das ONL-Raumgitter ist Teil eines diffraktiv-optischen Nahfeld-Übertragungs-systems, das aus einer Senderantenne, aus von ihr im Fresnel-Raum erzeugten Raumwellen sowie Empfänger-Antennen besteht. s_{h1h3} ist als Diagonale in der $g_x g_z$-Fläche ein zweites Produkt des Raumgitters. Nachrichtentechnisch stellen die $g_x g_z$-Gitterkonstanten die Sender-Antenne - einen optischen Winkel-Dipol im hexagonalen Schwingkreis, einer Stimmgabel vergleichbar - dar [Schilling, 8; Herter, 3]. Da die Gitterkonstante g_y im hexagonalen Gitter fest mit g_x verknüpft ist, sind lediglich die $g_x g_z$-Gitterkonstanten resonanzfähige Größen. Die Diagonale s_{h1h3} hat die Länge $s_{11} = \sqrt{g_x^2 + g_z^2} = \sqrt{5}\mu m$ und die Raumwelle die Länge $s_{h1h2h3} = 4\ \mu m$. Stimmt man s_{h1h2h3} auf die Grundwelle λ_{111} der Beugungsordnung $h_1h_2h_3 = 111$, so wird $s_{111} = s_{111}\lambda_{111} = 4\lambda_{111}$. Dies entspricht in Gl. (5) einer Transformation aller Gitterkonstanten im Raumgitter auf λ_{111}. Mit $s_{11} = s_{111}\lambda_{111} = 4\lambda_{111} = \sqrt{5}\mu m$ wird eine Gleichstimmung von Antenne und Raumwellen erreicht und es wird $\lambda_{111} = \sqrt{5}/4 = 0.559\mu m = 559nm$. Im vλ-Resonanzfaktor wird $s_{11}/s_{111}\lambda_{111} = \sqrt{5}/\sqrt{5} = 1.$

Aus Gl. (5) ergeben sich über die 24 -Tripel 111-333 im sichtbaren Spektralbereich (380 – 760nm) neben der Grundwelle lediglich zwei Oberwellen $h_1h_2h_3 = 123$ und $h_1h_2h_3 = 122$. Die Wellenlängen dieser Beugungsordnungen entsprechen den drei Gipfel-Wellenlängen der RGB-Kurven der spektralen Hellempfindlichkeit der Zapfen, die fotochemisch bei R = 0.570µm, G = 0.535µm und B = 0.445µm gemessen wurden [Rushton, 6].

$$R = h_1h_2h_3 = 111 : \lambda_{111} = \frac{2\times1\times1\times\sqrt{5}}{4+3+1} = \frac{2\sqrt{5}}{8} = \frac{\sqrt{5}}{4} = 0.25\sqrt{5} = 0.559\,\mu n$$

$$G = h_1h_2h_3 = 123 : \lambda_{123} = \frac{2\times3\times1\times\sqrt{5}}{4+12+9} = \frac{6\sqrt{5}}{25} = \frac{\sqrt{5}}{4.166} = 0.24\sqrt{5} = 0.53$$

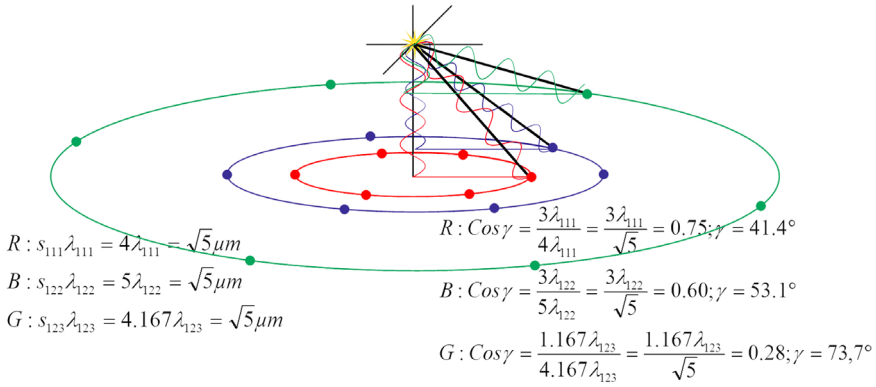
$$B = h_1h_2h_3 = 122 : \lambda_{122} = \frac{2\times2\times1\times\sqrt{5}}{4+12+4} = \frac{4\sqrt{5}}{20} = \frac{\sqrt{5}}{5} = 0.20\sqrt{5} = 0.447\,\mu$$

Sie erzielen im ONL-Raumgitter maximale interferenzoptische Transmission. Zusammen mit den Nano-Antennen der Rezeptoren-Außenglieder bilden sie ein RGB-Sender-Empfänger-Übertragungssystem.

Die Abb. 3 zeigt, dass die RGB-Fresnel-Interferenzen zu Interferenzmaxima auf drei konzentrischen, durch die Lichtkegel der RGB-Beugungsordnungen bestimmten Kreisen führen. Die Farbabfolge ist – von innen nach außen – die von R : B : G. Eine Überlappung der Beugungsordnungen findet nicht statt. Die Öffnungswinkel γ der RBG-Lichtkegel werden

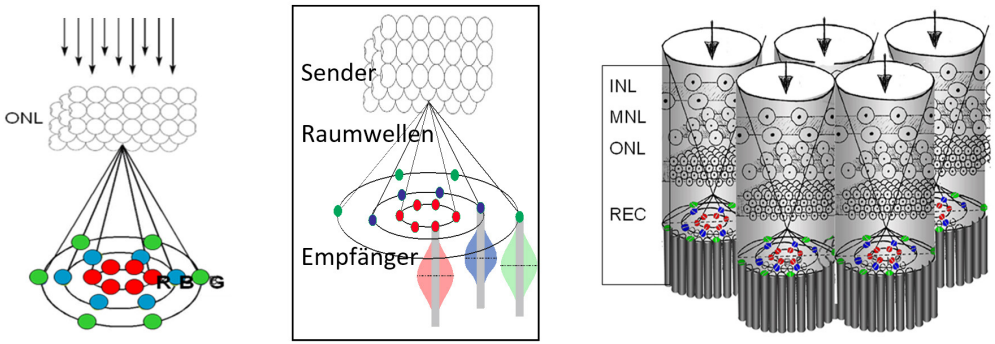
über das $(Cos\gamma - Cos\gamma^0)$-Glied in Gl. (3) berechnet, somit über das Verhältnis zwischen der Anzahl der R-,G-,B-Wellenlängen in z-Richtung und in Richtung der Raumwellen auf dem jeweiligen Kegelmantel. Die Identität der RBG-Raumwellen wird in der Größe $s_{h1h2h3}\lambda_{h1h2h3} = \sqrt{5}\mu m$ deutlich.

Abbildung 3: Drei RGB-Raumwellen mit je 6 Interferenzmaxima gewährleisten die raumgitteroptische Farbverarbeitung in RBG-Farbabfolge.



Die Abb.4 (links unten) illustriert die RBG-Interferenzmaxima im Fresnel-Nahfeld des ONL-Raumgitters. Sie zeigt (Mitte) das komplette RGB-Übertragungssystem mit dem Raumgitter als RGB-Sender, den RGB-Raumwellen und den Zapfenaußengliedern als RGB-Empfängern. Die diffraktive Fresnel-Optik gewährleistet die optische Programmierung der Fotopigmente in den Nano-Empfänger-Antennen der Zapfen. Sie zeigt (rechts), wie bei der mehrschichtigen Bildverarbeitung in lokalen – durch die Hierarchie der Körnerschichten oder/und durch Müller-Stützzellen ausgebildeten – optischen Säulen die retinale RGB-Farbverarbeitung stattfinden kann [Lauinger, 4].

Abbildung 4: Drei RGB-Beugungsordnungen im Fresnel-Raum (links) und RGB-Sender-Empfänger-Übertragungssystem (Mitte). Optische Abbildung in lokalen ‚optischen Säulen' (rechts).

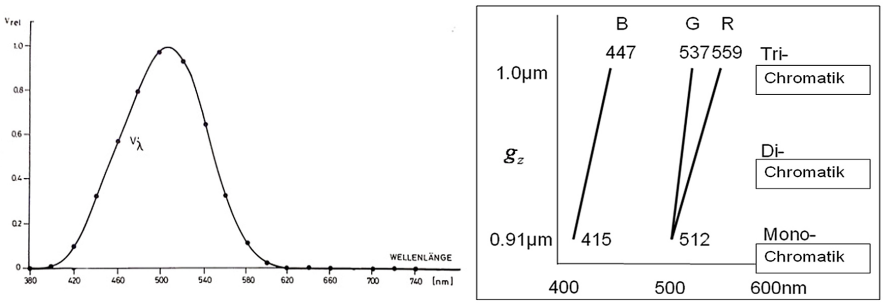


Die hexagonale Resonatorzelle im RGB-Übertragungssystem hat verschiedene adaptive Eigenschaften. Die γ-Winkel der Beugungsordnungen bleiben gleich, wenn man die Gitterzelle unter Beibehaltung der hexagonalen Gitterkonstantenrelationen ver-

größert. Bei 6-facher Vergrößerung erreichen die RGB-Raumwellen die Länge von $s_{h1h2h3}\lambda_{h1h2h3} = s_{h1h3} = 6\sqrt{5} = \sqrt{180}\mu m = 13.42\mu m$, bei der sie erstmals gemeinsam mit $R = 24\lambda_{111}; G = 25\lambda_{123}; B = 30\lambda_{122}$ ganzzahlig sind. Die γ-Winkel verkleinern sich, wenn man allein die Gitterkonstanten g_x, g_y vergrößert. Bei 6-facher Vergrößerung führen sie zu Winkeln für R = 7.21°, B = 9.53° und G = 14,25°. Auch lässt sich das Raumgitter auf andere Grundwellen als auf $\lambda_{111} = 0.559\mu m$ stimmen. Bei einer Stimmung auf $\lambda_{111} = 0.600\mu m$ wird $s_{h1h2h3}\lambda_{h1h2h3}$ gleich $\sqrt{5.76}\mu m = 2.4\mu m$ statt bisher $\sqrt{5}\mu m = 2.236\mu m$. Die Oberwellen liegen bei G = 0.576µm und B = 0.480µm. R und B sind wiederum ganzzahlig in 2.4µm. Eine chromatische Umstimmung kann dem Sehen im Sinne einer Adaptation an farbige Lichtquellen von Nutzen sein. Die Pigment-Umprogrammierung benötigt etwas Zeit.

Die raumgitteroptische Erklärung des Stäbchensehens und der Purkinje-Shift.
Die diffraktive Raumgitteroptik erklärt das Dämmerungssehen auf der Grundlage einer Fusion der R- und G- Beugungsordnungen bei 0.512µm = 512nm, also bei der Gipfelwellen-länge der spektralen Hellempfindlichkeitskurve im Dämmerungssehen. Die Abb.5 zeigt diese Kurve mit ihrem Gipfel bei ca. 510µm (links) und die raumgitteroptischen rechnerischen Ergebnisse (rechts). Reduziert man – was einer Adaptierung an ein niedrigeres Helligkeitsniveau entspräche – die Gitterkonstante g_z von 1.0µm auf 0.91µm, dann kommt es zur Fusion der G- und R- Beugungsordnungen bei 512nm und der Beitrag von B wird mit dem Gipfel bei 415nm vernachlässigbar. Die Purkinje-Shift beschreibt den Übergang vom farbigen Tages- zum farblosen Dämmerungssehen bei ab- bzw. umgekehrt bei zunehmender Helligkeit. Sie ist dafür verantwortlich, dass wir eine im Tagessehen blaue Blüte im Dämmerungssehen heller, eine rote Rose dunkler sehen. Verursacht die raumgitteroptische RG-Fusion diese Shift, dann programmiert auch hier die Optik die Pigmente der Stäbchen-Rezeptoren.

Abb.5: Spektrale Hellempfindlichkeitskurve der Stäbchen (links) und raumgitteroptische Fusion von G und R bei 512nm (rechts). Die Mono-Chromatik kann auch als A-Chromatik verstanden werden. Der Übergang zur Tri-Chromatik führt über die Blau-Gelb-Dichromatik.



Die gitteroptische Adaptation der lokalen Farbe an die Farbe der globalen Beleuchtung im Objektraum.
Die Retinex-Experimente von E. Land [3] belegten, dass das Auge beim Farbensehen das Lokale – die RGB-Werte am Bildort des einzelnen Seh-Objekts -, auf das Globale im Sehfeld bezieht, auf die RGB-Werte der Lichtverhältnisse im Objektraum. Experimente zu den ‚paradoxen' farbigen Schatten zeigen, dass das Auge beim Farbensehen die RGB-Summe der beiden Lichter des Zwielichts einrechnet, um zum farbigen Licht die Gegenfarbe am Ort desjenigen Schattens zu produzieren, den das weiße Licht bestrahlt. Die Farben die

wir sehen sind demnach nicht das alleinige Produkt des Auges, sondern auch das Produkt der Lichtverhältnisse im Objektraum. Die lokalen RGB-Werte am Bildort eines Objekts werden relativiert auf die globalen RGB-Werte der gesamten Strahlung, die zur optischen Abbildung beiträgt. Zu ihr gehört die direkte Strahlung der Selbststrahler und die indirekte Reflexion von Strahlung durch die Fremdstrahler im Objektraum. Hier gelten die Aussagen von Zernike [9] „The image that will be formed in a photographic camera is present in an invisible, mysterious way in the aperture of the lens, where the intensity is equal at all points“ und von J.J.McCann [5]: *„Human color vision is a spatial calculation involving the whole image“ und „The human eye exhibits considerable scatter“*. Die lokale/globale Korrelation der RGB-Werte kann wiederum gitteroptisch erfolgen, denn das Auge verfügt über lichtstreuende Gitter im Aperturraum (Pupillenbereich). Ob dabei die globale Information gestreut, in RGB gewandelt und den lokalen RGB-Werten überlagert wird oder ob der Blick vom lokalen Bildort durch die Apertur auf die Seh-Objekte diese Korrelation optisch vornimmt, mag unentschieden bleiben.

Zusammenfassung

Die diffraktive Fresnel-Nahfeld-Raumgitteroptik mit dem RGB-Übertragungssystem der ONL-Körnerschicht bestätigt, dass die Farben im Tagessehen ein Produkt der Retina darstellen und deshalb nur im Auge, nicht jedoch an den Sehobjekten selbst vorhanden sind. Sie erklärt auch die Purkinje-Shift im Dämmerungssehen und damit dieses selbst. Während die Raumgitteroptik die Transformation der zur optischen Abbildung beitragenden spektralen Komponenten in den RGB-Raum gewährleistet, bestimmt gleichzeitig die Gesamtlage der Selbst- und Fremdstrahlungen aus dem Objektraum die Farbwahrnehmung. Ihr Beitrag liegt im Aperturraum des Auges vor und auf ihn werden die RGB-Farben optisch relativiert. Damit werden die Aussagen Schopenhauers, die zu seiner Zeit nicht begründbar waren, durch die raumgitter-optischen Berechnungen als richtig bestätigt und ergänzt.

Literaturangaben

[1] Bargmann, W., Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1967.

[2] Ewald, P.P., Crystal optics for visible light and x-rays. Reviews of Modern Physics, 37 (1), 46-56, 1965.

[3] Land, E., The Retinex Theory of Color Vision, Scientific American Vol. 237, No.6, Dec.1977.

[4] Lauinger, N., The Human Eye: an Intelligent Optical Sensor (The Inverted Human Retina: a Diffractive-optical Correlator), IFSA Publishing, 2014.

[5] McCann, J.J., Color imaging systems and color theory: past, present and future. SPIE-Proceedings Vol.3299, 1998, 38-46.

[6] Rushton, W.A.H., Visual Pigments and Color Blindness, Scientific American, pp.64-74, 1975.

[7] Schopenhauer, A. Ueber das Sehn und die Farben: Eine Abhandlung. Brockhaus, Leipzig, 3/1870.

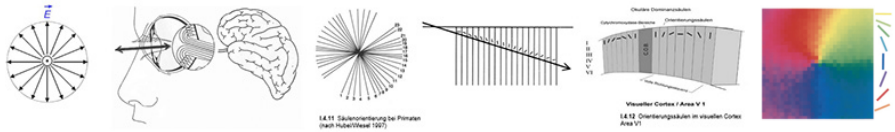
[8] Tomandl, M., Realisierung von optischen Talbot- und Talbot-Lau-Teppichen, Diploma Univ. Wien/Physik, 2010.

[9] Zernike, F. Diffraction and Optical Image Formation. Proc. Phys. Soc. London, Vol.61, 158-164, 1948.

Manuskripteingang: 17.06.2016

Gleiches erkennt Gleiches - Annäherungen an alternative Auffassungen zum Farbsehen.

Eckhard Bendin



Ausgehend von Schopenhauers Theorie der partitiv geteilten Tätigkeit der Retina werden Zusammenhänge zwischen den Schwingungsgestalten der eintretenden Lichtstrahlung, den anatomisch-physiologischen Dispositionen und der axialen, paarigen Struktur unserer gegenfarbigen Empfindungen betrachtet. Dabei drängt sich auf, dass neben der Frequenz und der Amplitude der Schwingungen die Bedeutung der den Gestalten inhärenten ‚Schwingungsebenen' bisher vielleicht zu Unrecht als dritte, möglicherweise ebenso relevante Größe der Farbdifferenzierung vernachlässigt wurde. Dies wird an Fragestellungen demonstriert, in die auch neuere Überlegungen zur Funktion anatomischer Gegebenheiten der Retina einbezogen werden (Krumeich/ Knülle-Wenzel 1992/ Lauinger 1996 und Franze et al. 1997). Unter der Annahme, dass unsere Farbempfindungen physiologisch geforderte, gegensätzlich-paarige Erscheinungen sind, die eine polar-axial-generierte Struktur bilden, lässt sich der Aufbau der inversen Retina durchaus auch interpretieren als für die Aufnahme komplexer Schwingungsmuster geradezu prädestiniert. Die Interpretation der Müllerzellen als Lichtleiter und an die Rezeptoren gekoppeltes zelluläre Raumgitter lässt bei abgeschwächter Totalreflexion evaneszente Felder zu. Die biaxial und bipolar organisierte Netzhautstruktur, ebenso die hexagonal verdichtete Packung aller Zellschichten lässt auf seine Funktion auch zur Aufnahme komplexer Reiz-Muster in Form von ‚Schwingungsgestalten' schließen. Dies legt strukturelle Analogien zwischen den Reizkonfigurationen als ‚Erkanntem' und den Verarbeitungsstrukturen als dem ‚Erkennenden' nahe und folgt der Erkenntnislehre des Empedokles (492-432 v. Chr.) „Gleiches wird durch Gleiches erkannt."

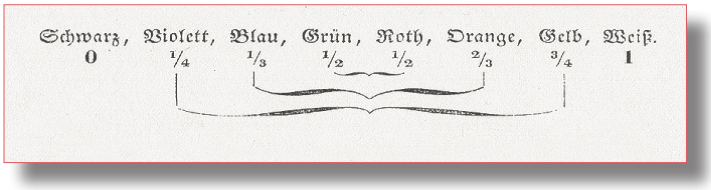


Abb. 1 Schopenhauers Schema zur Bipartion der Retinatätigkeit

Die Basis: Farbe als physiologisch geforderte gegensätzlich-paarige Erscheinung
Auf Goethes Erkenntnissen fußend und über sie teilweise hinausgehend interpretierte Schopenhauer 1816 die Gegenfarbenpaare als duale Einheiten einer partitiv geteilten Tätigkeit der Retina (Abb 1). Nach den Untersuchungen Chevreuls 1839 zum Simultankontrast sowie Herings Opponententheorie 1875 wurden antagonistische Prozesse bei der Reizverarbeitung als relevant angenommen. Auf der Grundlage der Dreifarbentheorie von Young/Helmholtz 1855 interpretierte man die Gegenfarben-Prozesse nach der Zonentheorie von v. Kries 1923 (weiterentwickelt durch Hurvich u. Jameson 1957) als relevant für die den Farbrezeptoren nachgeschaltete neuronale Reizverarbeitung in den Ganglienzellen der Netzhaut in Gestalt antagonistischen Erregungs- u- Hemmungsprozesse. (Abb. 2)
Auch ChristineLadd-Franklin stellte 1898 eine evolutionäre Theorie zur Diskussion, die eine stufenartige Rezeptorentwicklung vom Achromatischen zum Chromatischen annahm, 1926 aufgegriffen auch von Schrödinger. Eine ähnliche polar-komplementäre Stufenordnung brachte 1961 der Weizsäcker-Schüler Eckart Heimendahl mit energetischer Begründung vor. Besonders aber soll hier erwähnt werden, dass Wilhelm Wundt in Abgrenzung zu Helmholtz und Hering 1874 eine Stufentheorie entwarf, nach der sich achromatische und chromatische Erregungen in Abhängigkeit von der Amplitude der Lichtschwingungen stufenartig entwickeln und zu der er schlussfolgerte, dass es *„überhaupt keine fest begrenzte Zahl farbiger Sehstoffe (gibt), sondern diese bilden eine aus unbestimmt vielen Abstufungen bestehende Reihe.“ [Wundt 1910]* (Abb. 3)

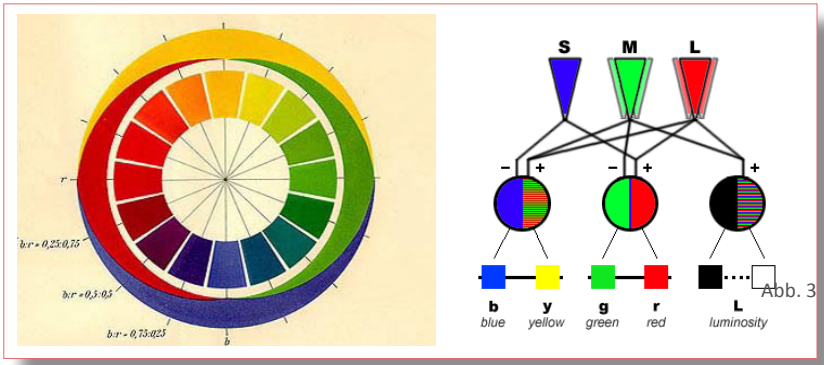


Abb. 3

Abb.2

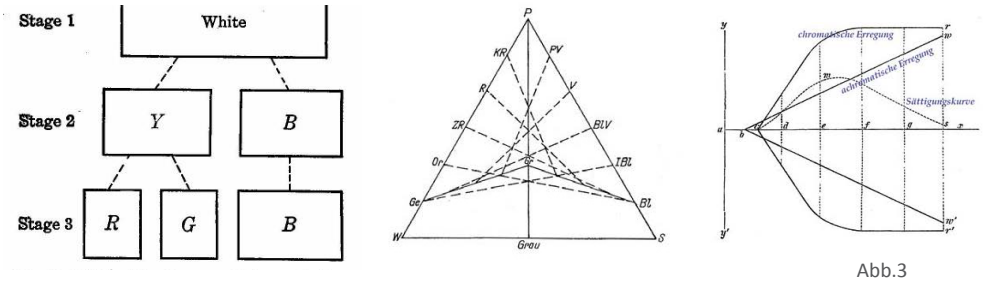


Abb.3

Abb.2: Farbkreis von Hering (linka), Schema zur Zonentheorie nach. B. MacEvoy (rechts)
Abb.3: Evolutions-Schema von Ladd-Franklin (links), Komplementäres Schema von Heimengahl (mitte), Schema zur Stufentheorie von Wundt (rechts)

Aus der von Schopenhauer postulierten physiologischen Äquivalenz der Gegenfarben ließ sich eine spezifische Axialität ableiten, wie sie - zunächst 1868 in einer Farbenlehre von Guido Schreiber aufgegriffen und von Adolf Hölzel um 1914 in seinem zwölfteiligen chromatischen Farbkreis bezugnehmend auch auf Wilhelm v. Bezold angeboten- schließlich 1930 von der Hölzel-Schülerin Carry van Biema quantitativ analog zu Schopenhauers Bipartion schematisch vorgestellt wurde. (Abb. 4)

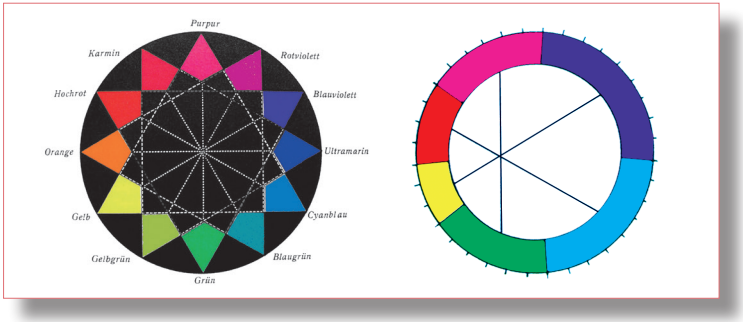


Abb.4: Chromatischer Farbkreis nach Hölzel (links), Äquivalentenkreis von C. van Biema (rechts)

Fragestellung 1: Farberscheinungen als Ausdruck signifikanter Prägung durch inhärente Axialität der Schwingungsgestalten?

In den seltensten Fällen ist unser Auge monochromatischem Licht ausgesetzt. Unser Auge nimmt zumeist zusammengesetzte Lichtstrahlung unterschiedlicher ‚spektraler Verteilung' auf, d.h. es handelt sich bei den ‚Resultanten' um ‚komplexe Muster' aus punktspiegel-drehsymmetrischen Operationen. Elektromagnetische Wellen sind komplexe Schwingungsgestalten (Abb.5). Deren Frequenz und Amplitude können zwar als signifikante Merkmale angesehen werden, nicht zwingend aber als allein hinreichende Ursachen für die Prägung der Farberscheinung [Bendin 1991], denn die ‚Gestalt' der Welle wird auch durch die Axialität u. Lage ihrer Schwingungsebenen bestimmt. Diese sind polar-axial ausgerichtet, wobei die elektrischen und magnetischen Feldebenen senkrecht zueinander stehen. Bei Rotationsdispersion an Quarz gibt es z.B. eine auffallend symmetrische Spreizung der Polarisationsfarben nach Bendin 1991/2010 (Abb.6). Auch Stehende Wellen und Interferenzfarben resultieren aus differenzierten Schwingungsgestalten infolge Superposition und Phasenverschiebung (Abb 7).

Abb.5 Elektromagnetische Schwingungsgestalten

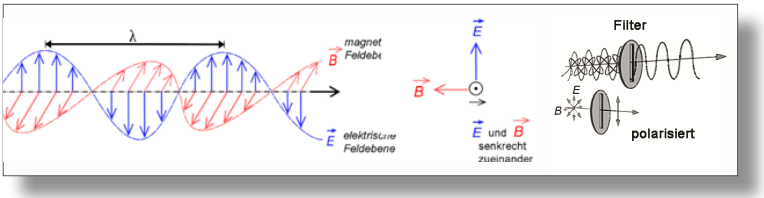
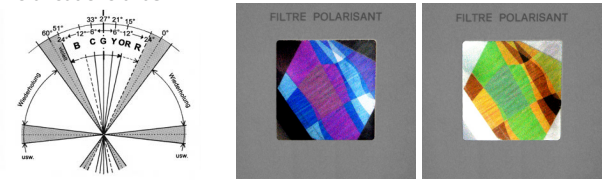


Abb.6 Polarisationsfarben



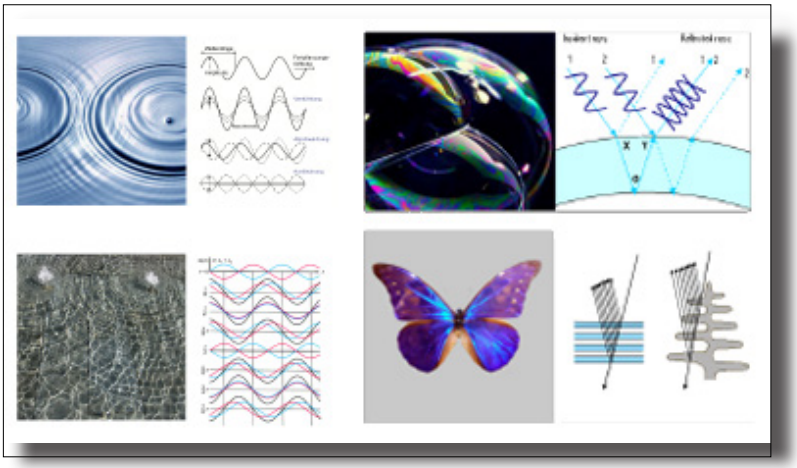


Abb.7 Interferenz und stehende Wellen

Zudem gibt es eine auffällige Axialität bei Farbfehlsichtigkeiten, welche die Natur der Farberscheinungen als generative Struktur aus polar-axialen Einheiten nahelegt. Die Ermittlung der Fehlsichtigkeiten auf der Grundlage des Farnsworth-Munsell 100 Hue Test ergibt sowohl für die Blau-Gelb-Schwäche (Tritanopie) als auch für die Rot- und Grünschwäche (Protanopie bzw. Deuteranopie) eindeutige axiale Ausfälle.

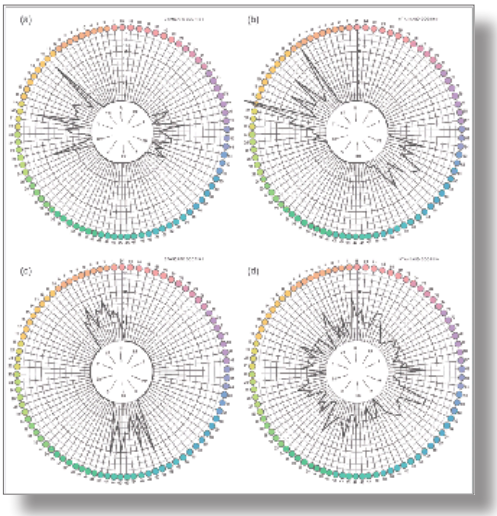


Abb. 8
Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Standard Results for: (a) protan, (b) deutan, (c) tritan, (d) undefined (M. F. Ferreira 2017)

Es gibt also offensichlich eine Reihe von Entsprechungen, die zur Fragestellung herausfordern: Könnte die der elektromagnetischen Struktur von Schwingungsgestalten inhärente symmetrische Axialität (z.B. Schwingungsebenen bei Polarisationsfarben, Phasenlagen bei Interferenzfarben) nicht auch Einfluß auf die physiologische Signalverarbeitung haben? Dies legt auch die Frage nahe, die Richard Funk in seinem Beitrag stellte: *„Warum sollte die Natur die quantenoptischen Phänomene gerade in der Beziehung zu der ausgefeilten Nanostrukturierung der Fotorezeptoren und anderer Zellen nicht ausnutzen?“*

Fragestellung 2: Ist eine Rezeption stehender Wellen (z.B. SWA- Colorgramme nach Krumeich/Knülle) als signifikante Schwingungsgestalten vorstellbar?

Es gibt eine auffällige morphologische Analogie zwischen der Nanostruktur der sogen. ‚Schillerschuppen' beim ‚Morpho Rhentenor' und den ‚Disci' (den Außengliedern der Rezeptoren), die eine Rezepzion stehender Wellen in Verbindung mit der inversen Funktion der Retina unter Annahme der Bruchchen Membran als Reflektor durchaus plausibel erscheinen läßt (Abb. 9). Der Abstand der Scheiben der Disci beträgt etwa 55 nm, wodurch sich nach Krumeich/Knülle stehende Wellen bilden und als ‚SWA-Colorgramme' registriert werden könnten.

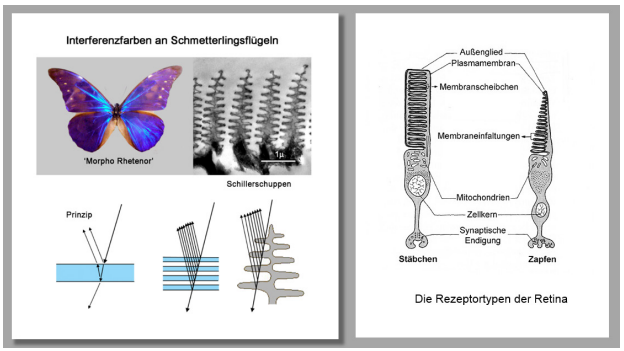
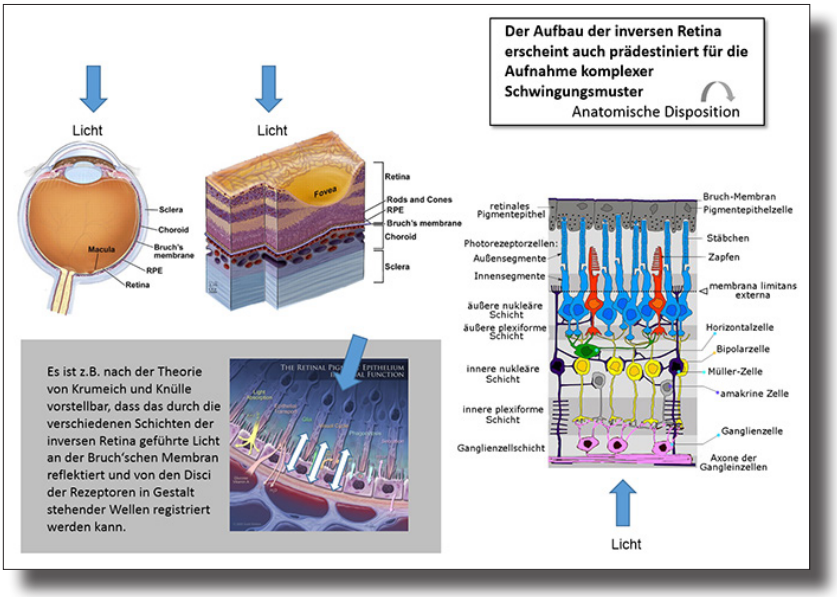


Abb. 9 Morphologische Analogie zwischen ‚Schillerschuppen' und den Disci

Der inverse Aufbau der Retina erscheint als ideale anatomische Disposition zur Aufnahme komplexer Schwingungsmuster. Nach der Theorie von Krumeich und Knülle ist vorstellbar, dass das durch die verschiedenen Schichten der inversen Retina geführte Licht an der Bruch'schen Membran reflektiert und von den Disci der Rezeptoren in Gestalt stehender Wellen registriert werden kann. (Abb 10 u.11)

Abb. 10 Anatomische Disposition durch Aufbau der inversen Retina



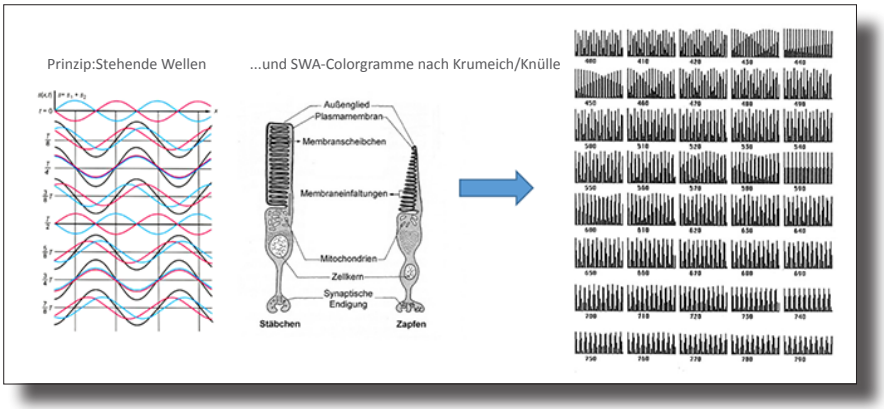


Abb. 11

Bestärkt werden kann diese Annahme durch den Nachweis der Funktion der Ganglienzellen (Müllerzellen) als Lichtleiter. Durch Totalreflexion erfolgt der Lichttransport praktisch ohne Kapazitätsverlust (Abb. 12)

Fragestellung 3: Inwiefern bedeutet die nachgewiesene Funktion der Müllerzellen als Lichtleiter eine Erweiterung der anatomische Disposition?

2007 wurde an Meerschweinchen die Funktion der Müllerzellen als Lichtleiter, als eine Art „lebendes Glasfaserkabel“, entdeckt [Franze et al. 2007]. Meerschweinchen haben die gleichen Müllerzellen wie der Mensch. Die Müllerzelle durchwächst ein zelluläres ‚Raumgitter‘ [Lauinger 1994/96]. Als eng an die Rezeptoren gekoppeltes Gitter ermöglichen sie eine exakte Datenwiedergabe.

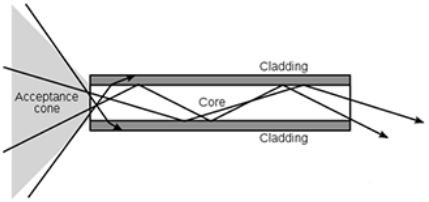


Abb 12
Prinzip des Lichtleiters:
Durch Totalreflexion erfolgt der Lichttransport ohne Kapazitätsverlust

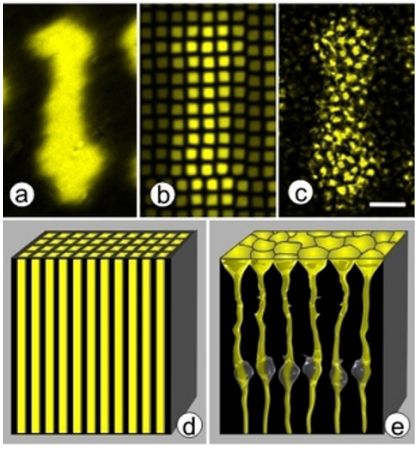
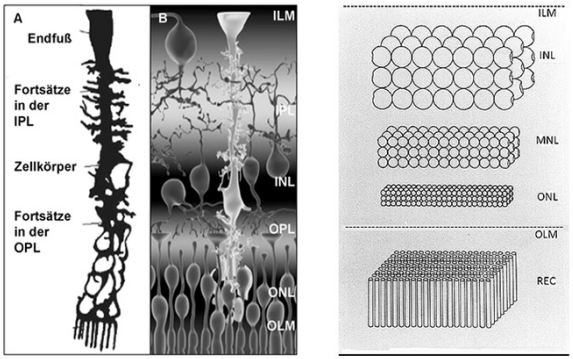


Abb 13
Müllerzelle und kommerzielle Lichtleiter
a) Das Bild eines winzigen Buchstabens, der zum einen auf einen kommerziellen Lichtleiter, zum anderen auf die Retina eines Meerschweinchens projiziert wird.
b) Wiedergabe des Buchstabens mit kommerziellem Lichtleiter.
c) Wiedergabe des Buchstabens mit den Müllerzellen des Meerschweinchens. Zum Vergleich: Der kleine weiße Strich ist 2 Hundertstelmillimeter lang.
d) Schematische Darstellung des Lichtleiters (Querschnitt)
e) Schematische Darstellung der Müllerzellen in der Retina des Meerschweinchens. Die schwarzen Zwischenräume sind gefüllt mit Nervenzellen.

Nach der Auffassung von Lauinger (1994/96) wirkt das zelluläre Raumgitter als Resonator und optischer Korrelator. Die drei zellulären Schichten (Zellkern und Zellplasma als Elemente des Phasengitters) liegen lichtwärts unmittelbar vor der Photorezeptoren (REC), die also im Nahfeld hinter dem zellulären Raumgitter stehen (Abb 14). Die hierarchische Geometrie des retinalen Raumgitters ist hexagonal, mit nach vorn größeren und nach hinten kleineren Gitterkonstanten. Zur Peripherie der Netzhaut hin werden die Gitterkonstanten im vorderen Gitter (ONL) zunehmend größer. Die hexagonale Struktur stellt somit ein polares Gitter dar mit radialkonzentrischer Ordnung auf der Mantelfläche eines Rotationsellipsoids (Innenauge). Lauinger geht von einer *"‚optischen Stimmung' von lichtbeugenden Gittern und ihrer spektralen Resonanz"* aus. Das bedeutet, dass spezifische Beugungsbilder an hexagonalen Gittern auch die Auslöser der Farbinformationen sein können. *„An die Stelle der Summierung von Intensitäten tritt in der Interferenzoptik die Aufteilung bzw. Umverteilung des Lichts in die Polarität von Hell und Dunkel, Licht und Finsternis, Maxima und Minima der Intensitäten. Zwischen beiden Extremen liegt die Gleichgewichtslage von Hell und Dunkel im Mittelwert des kontrastlosen Grau."[Lauinger 2014]*

Abb 14
Müllerzelle und zelluläres Retina-Raumgitter nach Norbert Lauinger 1994/96



Fragestellung 4: Sind analog zur optischen Sensorik auch in der Retina evaneszente Wechselwirkungen vorstellbar bei abgeschwächter Totalreflexion?
Es stellt sich die Frage, welche Interpretationen das Durchwachsen der Müllerzellen durch das zelluläre Retina-Raumgitter als polare, hexagonale Struktur weiterhin zuläßt? Sind hier z.B. evaneszente Wechselwirkungen denkbar, wie sie in der Sensorik genutzt werden, da auf diese Weise sehr empfindliche Änderungen im evaneszenten Feld gemessen werden

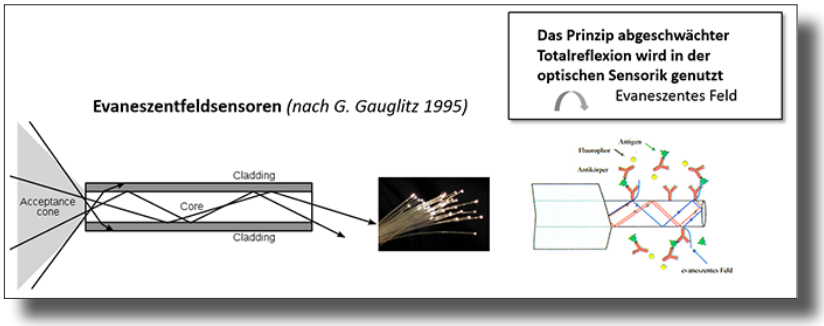


Abb. 15: Optische Sensorik: Evaneszenz bei Lichtleitern nach Gauglitz 1995

können [nach Gauglitz 1995]? Wenn also Strahlung aus dem bzw. in den Wellenleiter (Müllerzelle) aus- bzw. einkoppeln kann,- abhängig vom Brechungsindex des Mediums, von dem das Gitter umspült wird - ist durchaus vorstellbar, dass nach diesem Prinzip auch in der Retina feinste Differenzierungen registrierbar werden, denkbar auch als interferenzoptische Informationen in Gestalt von Mustern (Abb.16 rechts).

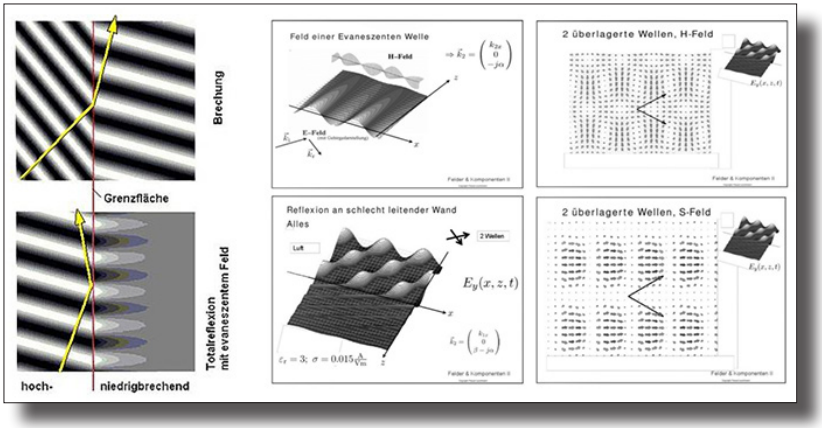


Abb. 16: Evaneszente Wellen und Felder
Schemata nach wikipedia.org/wiki/Evaneszenz und nach P. Leuchtmann, ETH Zürich

Fragestellung 5: Wie signifikant sind die axialsymmetrischen Verhältnisse der elektromagnetischen Schwingungen für die Reizverarbeitung?

Seit der Beschreibung des differenziellen Interferenzkontrastes sowie der Entwicklung des Phasenkontrastes in den 50er Jahren durch Normanski bzw. Zernike sind Analogien zwischen Schwingungsgestalt, Phasenmustern u. Beugungsbildern an hexagonalen Gittern strker von Interesse. Auch zum axialen Schema der ‚Dominanzsäulen' im visuellen Cortex/ Area V1 [Hubel/Wiesel 1962/63] gibt es Entsprechungen. Es wäre von Interesse, ob die axialsymmetrische Ausrichtung der Phasenmuster und Beugungsbilder für einen Zusammenhang von Reiz- u. Verarbeitungsstrukturen spricht, der in neuronaler und kortkaler Verarbeitung zur Mannigfaltigkeit der Helligkeits- u. Farbinformationen beiträgt.

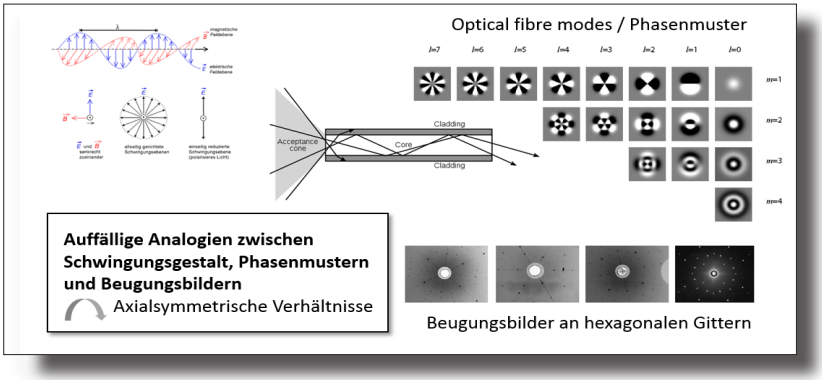
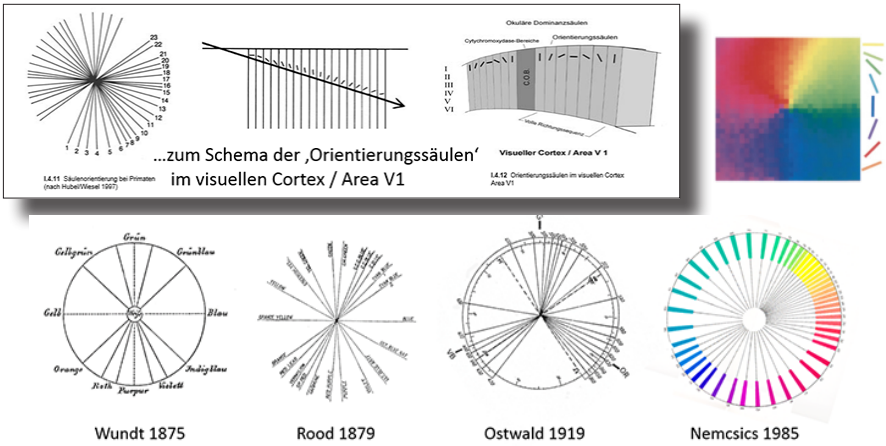


Abb. 17

In Bezug auf die Reizverarbeitung im visuellen Cortex gibt es auch eine interessante Analogie der in den okulären Dominanzsäulen der Area V1 an Primaten nachgewiesenen richtungsabhängigen Antworten von Neuronen der Sehrinde (von Hubel und Wiesel 1997 - im Kreis dargestellt als eine symmetrisch gespreizte Axialität jener ‚Orientierungssäulen' - mit adäquaten Strukturen der Farbtonachsen in Farbtonkreisen mehrerer Autoren (Abb.18).

Abb. 18 oben li: Schema der Orientierungssäulen in Area V1 / re: Farb-Mappe zur Orientierungspräferenz nach Purves et.al. 2004 / darunte: Farbkreise von Wundt, Rood, Ostwald u. Nemcsics



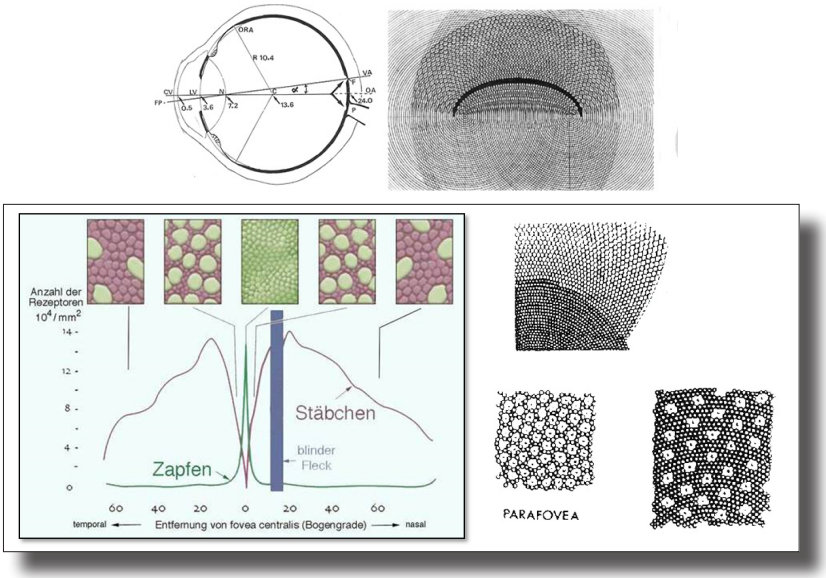
Die Annahme wird noch gestützt durch die unmittelbare Kopplung der Orientierungssäulen mit den Cytochromoxydase-Bereichen (COB), denen die Verarbeitung von Farbinformationen zugeschrieben wird. Hinsichtlich der Orientierungspräferenz im visuellen Kortex faßt Lauinger z.B. das Geschehen im Zellgitter der Netzhaut als *„spiralartige Windung des Lichts"* auf und setzt es mit einer entsprechenden Verarbeitung im visuellen Cortex in Beziehung: *„Das interferenzoptische Geschehen gleicht weitgehend einer spiralartigen Windung des Lichts durch das Mehrschichtengitter, wie sie auch der Struktur der ‚orientation pinwheel centers' in ocular dominance columns im visual cortex V1 zugrunde zu liegen scheint." [Lauinger 2014, S.272]*

Fragestellung 6: Unterstützt auch die Rezeptorverteilung in der biaxial und bipolar organisierten Netzhautstruktur die Annahme einer anatomischen Disposition zur Aufnahme komplexer ‚Schwingungsgestalten' (Mustern)?

Jedes einzelne Auge besitzt zwei Achsen, die unter einem Winkel von 5 - 7° zueinander geneigt sind: eine sog. Augenachse und eine Sehachse. Die biaxiale Anlage des Auges wird ergänzt durch eine bipolare Konstruktion des Zentralgebiets. Die differenzierte Besetzung der Retina mit spezifischen Sensoren und deren abgestimmtes Zusammenwirken ist am Einfachsten vorstellbar - sowohl evolutionär, ontogenetisch als auch hinsichtlich eines aktuellen Wahrnehmungsaktes - als Summe und Ergebnis selbstregulierender Vorgänge in Abhängigkeit von den Lichtverhältnissen und Sehleistungen. Die Verteilung der Zapfenstandorte entspricht einem geometrischen Evolventen-Muster aus zwei gegeneinander verschränkten Spiralen mit peripherer Zunahme der sie umgebenden Stäbchenanzahl. In deren gitteroptischer Interpretation erweist sich nach Lauinger, dass in den Körnerschichten der Retina ganz bestimmte Funktionalitäten bereits optisch erarbeitet werden, dass zelluläre optische Gitternetze und optische Säulen die Information bereits pixel-übergrei-

fend vorstrukturieren, also ein einzelnes Ganzes separieren können. Danach würde eine schichtenweise visuelle Informationsbearbeitung bereits in der invertierten Netzhaut einsetzen.

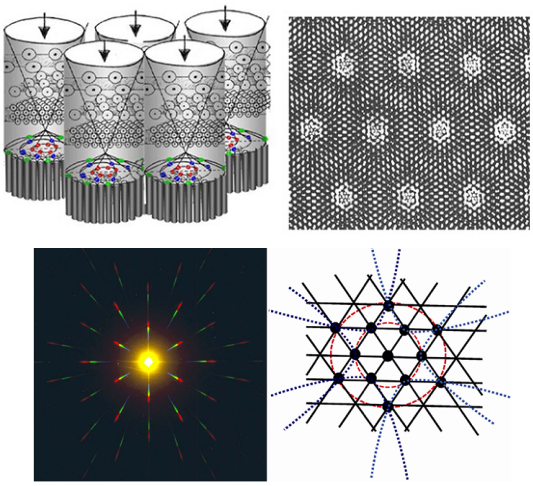
Abb.19: Verteilungsmuster der Rezeptoren in verschiedenen Netzhautzonen mit Lageorten in den Schnittpunkten dreier unter 60° kreuzenden Hyperbelschalen (nach Lauinger 2014 u. 1996)



In Abb. 20 sind lokale gitteroptische Metapixel dargestellt. Konzentrische RGB-Beugungsordnungen im Fresnel-Nahfeld hinter den zellulären diffraktiven Gittern stehen lokalen Gruppen von Fotorezeptoren zur Verfügung. Die rechte Abb. zeigt eine Aufsicht auf die interferenzoptische Struktur der Fresnel-Ebene hinter zwei hexagonalen Gittern (Gitterkonstante im 1. Gitter ca. 80µm, im 2. Gitter ca. 20µm) [Lauinger 2014]

Abb. 20 oben links:
Lokale gitteroptische Metapixel
rechts: Interferenzoptische Struktur der Fresnel-Ebene hinter zwei Gittern

unten links: Fraunhofer-Beugungsbild im Fernfeld hinter einem hexagonalen Gitter bei Verwendung von weißem Licht.
unten rechts: Die weiße 0. Beugungsordnung liegt im Zentrum und die chromatischen 1. u. 2. Ordnung liegen in Schnittpunkten zwischen versetzten Parallelen- u. Hyperbelscharen sowie auf Kreisen um den Mittelpunkt. (Lauinger 2014)



Fragestellung 7: Inwieweit wird unser Sehen durch holistische und synchronisierende Ansprüche nach Ganzheit bestimmt?

Lauinger hat zu dieser Frage einige Aspekte neu ins Feld geführt: *„Die geometrische Abbildungsoptik überträgt jedes Objekt als Ganzes in einer globalen optischen Säule, einem achsenzentrierten Rotationskörper, in sein Bild im Bildraum des Auges. Ein sichtbares Objekt wird also ‚holistisch' - als Ganzes - übertragen. Das einzelne Objekt ist somit zuallererst optisch ein Ganzes.*

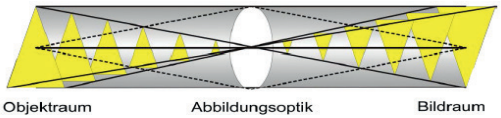


Abb. 21 Globale optische Säule nach Lauinger 2014

Stehende optische Interferenzfelder ordnen eine Vielzahl von zellulären Elementen zu quasikristallinen hexagonalen Dichtestpackungen und bewirken ein ‚optical binding' der Zellen im elektromagnetischen Feld, wie Burns et al. ...eindrücklich demonstriert haben. Es gibt genügend Hinweise, dass auch - trotz schichten- und säulenweiser neuronaler Weiterverarbeitung - in der Netzhaut und in visuellen Zentren des Gehirns ein Objekt weiterhin als Ganzes zusammengehalten wird. Dem ‚optical binding' kann so unmittelbar das ‚neuronal binding' folgen. Prominente Gehirnforscher stellen ein „Feuern im Gleichtakt" der Nervenzellen dann – und nur dann - fest, „wenn das dargebotene Muster optisch wie ein einziges Objekt erscheint". Neuronen im visuellen Cortex von Katzen synchronisieren ihre Oszillationen über räumlich getrennte Bereiche, „wenn Neuronengruppen durch Reize stimuliert werden, die gemeinsame Eigenschaften haben, z.B. alle zu einer zusammenhängenden Figur gehören" [Singer 1990] Durch die Synchronisation in gekoppelten harmonischen Oszillationen bleibt ein Objekt mit seinen Teilen auch in den kortikalen Säulen und weit auseinanderliegenden Rezeptiven Feldern des Gehirns als synchrones Ganzes erhalten. [Lauinger 2014, S. 262]

Auch Krumeich u. Knülle-Wenzel gelangten zur Annahme, dass ihre musterartigen ‚Colorgramme' als Ganzes synchron übertragen werden können: *„Das Bild der Umgebung, das spiegelartig zur Verfügung steht, wird...reflektiert....Wir glauben, dass dieser Prozess mit einem Spiegel vergleichbar ist, der vor uns bewegt wird, oder ähnlich, dass wir vor dem Spiegel bewegt werden und somit ein ..reflektiertes Bild wahrnehmen."* Diese Vorstellung korrespondiert mit der Annahme von Funk, dass unsere Augen wie Scanner funktionieren könnten, die das Blickfeld abtasten.

Auch die auf das Symmetrieprinzip sich stützende ‚Farbgestalt-Hypothese' des Autors geht in ähnlicher Weise davon aus, dass sich das aufgenommene elektromagnetische Reizprofil unter Mitwirkung aller Schwingungsebenen jeweils als Ganzes gestalthaft in eine sinnesphysiologische Synchronisation einbringt Abb. [Bendin 1991].

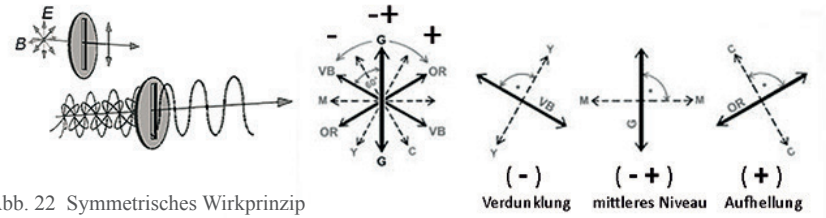


Abb. 22 Symmetrisches Wirkprinzip nach Bendin 1991

Fragestellung 8: Erlauben die neuen Ansätze auch eine erweiterte Interpretation der bisher angenommenen örtlichen Aufteilung der Signalverarbeitung nach verschiedenen Qualitäten des Sehens (Farb-, Form-, Tiefen- u. Bewegungssehen)?

Wenn in der invertierten Retina des Auges eine optische Vorstrukturierung des Sichtbaren und eine interferenz-optische Informations-Vorverarbeitung stattfindet und auf ihr aufbauend eine schichtenweise neuronale Weiterverarbeitung, dann müssen beide aufeinander abgestimmt und miteinander verschränkt sein. Da derzeit aber die Art der Verknüpfung der optischen mit einer - bisher nur in Teilen aufgeklärten - neuronalen Vorstrukturierung u. -verarbeitung nur in Ansätzen beschreibbar ist, wird es weiterer Forschungsarbeit bedürfen, das Zusammenwirken gezielt zu untersuchen. Nach der Einschätzung von Funk z.B. zeigt sich, *„dass die bisher üblichen Methoden noch lange nicht subtil genug sind, um eventuelle beteiligte elektrische, quantenmechanische oder holographische ...Phänomene in den neuronalen Netzwerken zu erfassen."* [Funk 2016] Wie sich aber in einigen neuen Denkansätzen 100 Jahre nach Schopenhauers Schrift ‚Über das Sehn und die Farben' bereits gezeigt hat, sind alternative Erklärungsmodelle zu den bisherigen Annahmen nicht nur vorstellbar, sondern könnten durchaus zum Überdenken auch der bislang allgemein noch angenommenen Separierung des Farb-, Form-, Tiefen- u. Bewegungs-Sehens führen. Insbesondere der Kern der SWA-Theorie [Krumeich/Knülle 1992], dass durch Reflexion des Lichtes an der Bruchschen Membran die Außenglieder der Rezeptoren stehende Wellen direkt aufnehmen und in Muster (Colorgramme) umwandeln könnten, hätte im Zusammenwirken mit der Aufdeckung der Funktion der Müllerzellen als Lichtleiter [Franze et.al. 2007] und dem einleuchtenden gitteroptischen Drei-Schichtenmodells auf der Grundlage der biaxial und bipolar ausgerichteten Rezeptorverteilung [Lauinger 1994/96/2014] das Potential zu neuen Einsichten in die inverse Funktion der Retina. Möglicherweise könnte dies auch zu einem Korrektiv werden für bisherige Interpretationen der nachgeschalteten Signalverarbeitungen in der Netzhaut, im CGL und in der Area V1. Angesichts der evolutionär begründeten, fortwährend aber auch ontogenetischen Selbstorganisation während der plastischen Lernphase des Sehens erhielte dann auch Wilhelm Wundts frühe Vision zu Art und Struktur der Rezeptoren als *„einer aus unbestimmt vielen Abstufungen bestehende(n) Reihe.* [Wundt 1910] *"* einen neuen Stellenwert. All dies legt strukturelle Analogien zwischen den Reizkonfigurationen als ‚Erkanntem' und den Verarbeitungsstrukturen als dem ‚Erkennenden' nahe entsprechend der Prämisse der Erkenntnislehre des Empedokles (492-432 v. Chr.): *„Gleiches wird durch Gleiches erkannt."* Dass jene Entsprechungen aus biologischen Sicht stets auch selektiver Dynamik unterliegen, machte Andrè Karlicek in seinem Einführungsbeitrag deutlich: *„Ein ernsthafter Diskurs über Farben kann auch in Zukunft nur auf der Basis einer kritischen Ästhetik geführt werden, die dann aber gleichermaßen ontogenetische und evolutive Elemente zu berücksichtigen hat."*[Karliczek 2016]

Referenzen:

***Bendin (1991)**: Bendin, E., Symmetrieprinzip, Mischprinzip und Reizprofil – Prinzipielle Anmerkungen zur Theorie der Farbentstehung/Farbempfindung. In: Wiss.Z. Techn. Univ. Dresden 40 (1991) H.1, S 137-144*

***Bendin (2010a)**: Bendin, E., Polarität, Symmetrie und Morphogenese. Morphogene Aspekte der Farbe. In: Bendin, E.: Zur Farbenlehre. Studien, Modelle, Texte. Dresden 2010, S. 54-63 (ISBN 978-3-94418-42-5)*

***Bendin (2010b)**: Bendin, E., Zur Farbrezeption als Stufenmodell. Ein Rückgriff auf Wilhelm Wundts Stufenthorie. In: Bendin, E: Zur Farbenlehre. Studien, Modelle, Texte. Dresden 2010, S.104-108 (ISBN 978-3-94418-42-5)*

Birbaumer/Schmidt (1990)*: Birbaumer, N., Schmidt, R.F., Biologische Psychologie. Berlin, Heidelberg, New York 1990*
Franze et al. (2007)*:Franze K, Grosche J, Skatchkov SN, Schinkinger S, Foja C, Schild D, Uckermann O, Travis K, Reichenbach A, Guck J., Müller cells are living optical fibers in the vertebrate retina. Proc Natl Acad Sci U S A. 104(20):8287-8292., 2007 (u.a. auch auf der Titelseite des PNAS Journals sowie im IOVS (Investigative Ophtalmologie & Visual Science > siehe auch: Agte et al., Müller Glial Cell-Provided Cellular Light Guidance through the Vital Guinea-Pig Retina, Biophysical Journal (2011) www.0095.info/de/index_thesende3_menschundkultur_inverseretina.html*
Funk (2016)*: Funk, R., Wege der Lichtwahrnehmung beim Menschen. In: Bendin, E. (Hg.) Schopenhauer-Gedenkschrift 2016 - Über das Sehn und die Farben. edition bendn, Dresden 2019, S.18ff*
Hubel und Wiesel (1962/63 u. 1987)*: Hubel, D.H., Wiesel,T.N., Die Verarbeitung visueller Information. In: Wahrnehmung und visuelles System. Heidelberg 2. Aufl. 1987,S.44*
Karliczek *(2016): Karliczek, A., Wahrnehmung, Farbe und Erkenntnis - Artur Schopenhauers physiologische Theorie der Farbe. In: Bendin, E. (Hg.) Schopenhauer-Gedenkschrift 2016 - Über das Sehn und die Farben. edition bendn, Dresden 2019, S.6ff*
Krumeich und Knülle (1992)*: Jörg H. Krumeich, Alfred Knülle, Standing wave analysis, a new vision of color. Zülpich 1992 (unter Schirmherrschaft des Inst. f. Physiologie der Universität Witten-Herdecke) sowie die deutsche Textfassung u. deren 2. Aufl. mit Textkorrekturen (ISBN 3-92-4469-79-2)*
Krumeich/ Knülle-Wenzel (2016): *Krumeich, J.H., Knülle-Wenzel, A., Stehende Wellen, eine neue Theorie des Farbensehens. In: Bendin, E. (Hg.) Schopenhauer-Gedenkschrift 2016 - Über das Sehn und die Farben. edition bendn, Dresden 2019, S.24ff*
Lauinger (1994)*: Lauinger, N., Two axes of the human eye and inversion of the retinal layers: the basis for the interpretation of the retina as a phase-grating-optical, cellular 3D chip.In: Journal of Biological Physics 19: 243-257, 1994*
*La**uinger (2014)****: Lauinger, N., The Human Eye: an Intelligent Optical Sensor (The Inverted Human Retina: a Diffractive-optical Correlator), IFSA Publishing, 2014.*
Lauinger (2016): *Lauinger, N., Die raumgitteroptische Struktur der Retina und das Farbensehen. In: Bendin, E. (Hg.) Schopenhauer-Gedenkschrift 2016 - Über das Sehn und die Farben. edition bendn, Dresden 2019, S.32ff*
Purves et.al. (2004)*: D. Purves, G.J. Augustine, D. Fitzpatrick, WC. Hall et al. (Editors), Neuroscience. Sinauer Assoc., 3/2004, Chap.11*
Singer (1990): *W. Singer. Search for Coherence: a basic principle of cortical self-organization. Concepts in Neuroscience, Vol.1, No.1, 1990, pp. 1–25.*
Wundt (1910): *Wilhelm Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. 6. Aufl. Bd. II, Leipzig 1910, S. 251ff*

Dresden, 13.09.2016

Anhang

Arthur Schopenhauer
Biografische und bibliografische Hinweise zur Farbenlhre

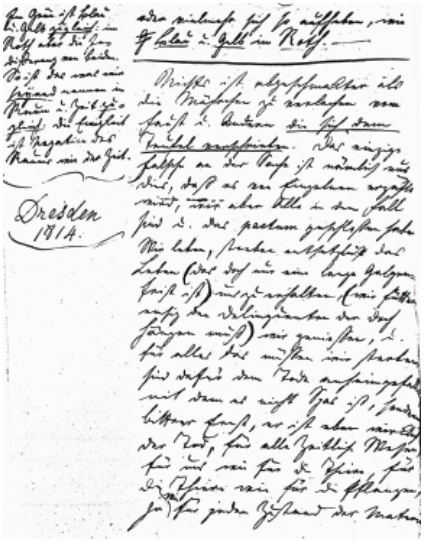
Eckhard Bendin

„Schopenhauer, der Begründer der Willensmetaphysik, gehört zu den populärsten deutschen Philosophen. Seine Lehre wirkte über die Grenzen der Philosophie hinaus in der Literatur, Musik und Psychologie. ... Seine Philosophie prägt bis heute die Diskussion über die fundamentalsten Fragen.“ (Ulfig 2000)

Abb.1 Porträt Schopenhauers nach Ludwig Sigismund Ruhl um 1815

Bevor der junge Arthur Schopenhauer sich während seines Studiums zwischen 1809 und 1811 in Göttingen der Philosophie zuwandte, besuchte vor allem naturwissenschaftliche Lehrveranstaltungen. Einer seiner wichtigsten Lehrer war dort der namhafte Göttinger Naturforscher Johann Friedrich Blumenbach. Auch nach der Entscheidung für eine Laufbahn als Philosoph führte Schopenhauer die in Göttingen begonnenen naturwissenschaftlichen Studien in Berlin weiter. Sein Interesse an den Naturwissenschaften, insbesondere der Physiologie, sollte man als einen wichtigen Schlüssel zum Verständnis auch seiner Philosophie verstehen.

So wählte J. W. v. Goethe 1813 in Weimar den 25-jährigen, frisch promovierten Dr. Schopenhauer nicht ohne Grund aus, um ihn in seiner Farbenlehre persönlich zu unterweisen. Ihm lag daran, seine Denk- und Forschungsweise auf einen jungen Schüler und Mitarbeiter zu übertragen. Im Frühjahr 1814 verlässt Schopenhauer allerdings Weimar, um nach Dresden zu gehen. Einerseits hinreichend durch Goethe geschult, aber auch angefüllt mit Beobachtungen und Ideen, die von denen Goethes etwas abweichen, trägt er sich mit dem Gedanken, diese in einer eigenen Abhandlung darzulegen. Schopenhauer nimmt in Dresden seine Wohnung in der Großen Meißenschen Gasse 35. Die vier Dresdner Jahre bezeichnet er später als die produktivsten seines Lebens: *„Wann...durch welche günstigen Umstände die Stunde herbeigeführt wurde, wo das Gehirn die höchste Spannung hatte; so mochte mein Auge treffen auf welchen Gegenstand es wollte, - er redete Offenbarungen zu mir.“* Das ganze System sei, schreibt er in einem Brief der letzten Jahre *„gewissermaßen ohne mein Zuthun ...strahlenweise wie ein Krystall zu einem Centro konvergierend (zusammengeschossen), so wie ich es sofort im ersten Band meines Hauptwerkes niedergelegt habe.“*



Ueber
das
Sehn und die Farben,
eine Abhandlung
von
Arthur Schopenhauer.
Leipzig, 1816
bei Johann Friedrich Hartknoch.

Abb 2: Eigenhändige Notizen Schopenhauers zur Farbenlehre (Dresden 2014) und Titelblatt der Erstausgabe ‚Über das Sehn und die Farben', Leipzig 1816

(gemeint ist hier sein Hauptwerk ‚Die Welt als Wille und Vorstellung').
Im Sommer 1815 schickt er auch das inzwischen fertige Manuskript seiner Abhandlung an Goethe in der Hoffnung auf einen Kommentar. Dieser jedoch kann sich nicht dazu entschließen und so kommt es 1816 zur Veröffentlichung der Schrift ohne eine empfehlende Anmerkung Goethes. Nach einer lateinischen Ausgabe....wendet sich Schopenhauer erst 40 Jahre später wieder seiner Lehre ‚von der qualitativ geteilten Tätigkeit der Retina' zu, indem er sie nur um weniges verbessert neu auflegt (1854).

Arthur Schopenhauer geht von der graduellen Verschiedenheit der ‚intensiven Teilbarkeit der Tätigkeit der Retina' aus, von der ‚vollen Tätigkeit' bis zur ‚Untätigkeit'. Danach bestimmt er die Zustände:

Volle Tätigkeit - Licht - Weiß
Halbschatten - Grau
Untätigkeit - Finsteniß - Schwarz

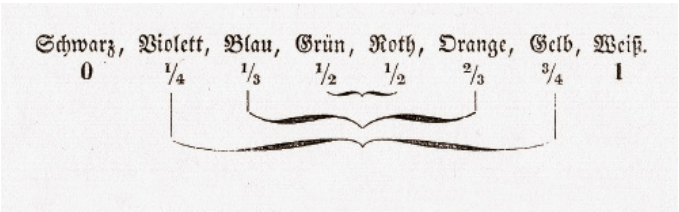
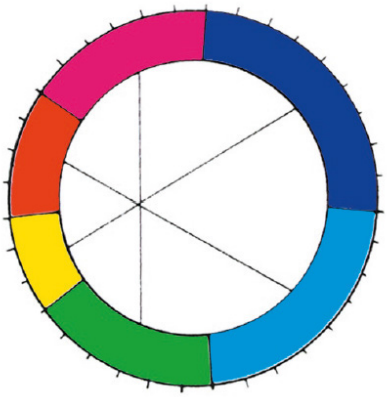


Abb 3: Schopenhauers Bruchteile der Retinatätigkeit
zwischen den Polen der Hellikeitsempfindung Schwarz- u- Weiß

Eine besondere Leistung Schopenhauers für die Farbenlehre ist das paarweise Einbeziehen der Komplementärfarben und ihrer spezifischen Helligkeiten. Er unterscheidet die Funktionen der verschiedenen Buntheiten für die Tätigkeit der Retina: Durch Weiß wird ‚die volle Tätigkeit der Retina' entfaltet, während die bunten Farben bestimmte Bruchteile dieser Tätigkeit hervorrufen. In der komplementären Ergänzung addieren sich dann diese partiellen Tätigkeitsgrade, die den Farbhellengrößen entsprechen, zur vollen Tätigkeit. Nur zwei Farben - Grün und Rot - induzieren einen ertwa gleich großen Grad der Tätigkeit, und zwar jede von beiden die halbe. Für jede Qualität gibt Schopenhauer einen bestimmten Tätigkeitsgrad in Bruchteilen an (Abb. 3)

Abb. 4: ‚Äquivalenten-Farbkreis' nach Schopenhauers Theorie der qualitativ geteilten Tätigkeit der Retina (C. v. Biema 1930), zurückgehend auf G. Schreiber 1868 und A. Hölzel 1914

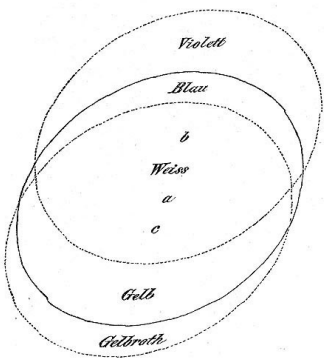


„Die wahre Farbentheorie", so sagt Schopenhauer,
„hat es ... stets mit Farbenpaaren zu tun, ... die Farbe erscheint immer als Dualität, da sie die qualitative Bipartion der Tätigkeit der Retina ist. Chromatologisch darf man daher gar nicht von einzelnen Farben reden, sondern nur von Farbenpaaren, deren jedes die ganze, in zwei Hälften zerfallende Tätigkeit der Retina enthält. Die Teilungspunkte sind unzählig, und, als durch äußere Ursachen bestimmt, insofern für das Auge zufällig. Sobald aber die eine Hälfte gegeben ist, folgt ihr die andere, als ihr Komplement, notwendig."

Angemerkt werden muß hier eine frühere Arbeit des Chemikers Joh.Gottfr. VOIGT (1796 veröffentlicht), in der für die wichtigsten Farben ebenfalls Proportionswerte zu einer konstanten Summe angegeben werden.
Schopenhauers Theorie hat zu Unrecht eine entsprechende Würdigung bislang kaum gefunden, obwohl er vermutlich als erster erkannte, daß der Schlüssel für jede psychologische Farbenordnung in der Einheit und Paargestalt des Komplementären und deren spezifi scher Helligkeitsskala liegt. Hierbei sei von Wilhelm OSTWALD und Eckart HEIMENDAHL einmal abgesehen, die seine Leistung ausdrücklich würdigten und seine Vorleistung z.T. in ihre eigenen Theorien einbezogen (z.B. Ostwalds Lehre vom ‚Farbenhalb'). Erwähnt werden soll hier noch Schopenhauers ‚Theorie der farbigen Ränder', die auf eine Korrektur der Goethe'schen nur in dem Punkte hinausläuft, dass er den Gedanken einer Trägheitsreaktion bei plötzlicher Veränderung ins Zentrum stellt und hier auch die Analogie zur

Polarisation stärker betont. Zu den Anfängen der Rezeptionsgeschichte gehört auch die hohe Würdigung noch zu Lebzeiten Schopenhauers durch den Dresdner Maler und Kunstprofessors Johann Karl Bähr (1801-1869), - einem Nachfahren von George Bähr - der sich in seinem weiten Freundes- und Bekanntenkreis sowie in Vorträgen und Veröffentlichungen für der Theorie Schopenhauers einsetzte.

Abb 5: links: Schopenhauers Darstellung der bipolaren Farbdifferenzierung infolge sich überlagernder Bilder nach Durchgang eines Lichtbündels durch ein Prisma. Daneben zum Vergleich: Fotografische Aufnahme der Farbdifferenzierung auf einem Schirm nach Durchgang eines kreisförmigen Lichtbündels durch ein Prisma. In den Zwickeln: Grün aus Überlagerung von Cyanblau und Gelb
(Foto: E. Bendin 2010)



Quellenhinweise

Bähr, Carl Johann: Der dynamische Kreis. Die natürliche Reihenfolge der Elemente und zusammengesetzten Körper als Resultat der Beobachtung ihrer dynamischen Wirksamkeit. Lieferungen 1-6, Dresden 1860

Schemann, Ludwig (Hg.): Gespräche und Briefwechsel mit Arthur Schopenhauer. Karl Bähr. Aus dem Nachlasse. Leipzig 1894

Ostwald, Wilhelm: Goethe, Schopenhauer und die Farbenlehre. Leipzig 1918, zit. nach 2., durchges. Aufl. 1931, S.71ff

ders.: Die Farbenlehre in fünf Büchern. 1. Buch: Mathetische Farbenlehre. Leipzig 1918, S.122-123

Safranski, Rüdiger: Der streitsüchtige Stammgast im ‚Chiappone'. In: Kleine Bettlektüre für alle, die das schöne Dresden lieben. Bern; München; Wien 1996, S.40-53

Heimendahl, Eckart: Licht und Farbe, Ordnung und Funktion der Farbwelt. Berlin 1961, S.46ff

Ulfig, Alexander (Hg.): Arthur Schopenhauer. Hauptwerke Bd. 1, Köln 2000

Baum, Günter: Schopenhauer und die Künste. Göttingen 2005

Bendin, Eckhard: Eine offene Frage? Von Itten über Goethe zu Voigt und Schopenhauer...In: A.Schwarz (Hg.): Farbe interdisziplinär. Jahrbuch 2006, Essen; Berlin , S. 97-99

Stollberg, Jochen: Arthur Schopenhauers lebenslanger Versuch, Goethes Farbenlehre zu vollenden. In: Scheurmann, Konrad (Hg.): color continuo 1810...2010...System und Kunst der Farbe. Dresden 2009, S. 66-75

Stollberg, J, Böker, W.(Hrsg): „...die Kunst zu sehen" Schopenhauers Mitschriften der Vorlesungen J.F. Blumenbachs (1809-1811), Schriften der Göttinger Universitätgeschichte, Hannover 2013

Stollberg, Jochen, Arthur Schopenhauers Büchlein „Über das Sehn und die Farben" - ein Beitrag zur Geschichte und zur Rezeption eines Theorieentwurfs. In: Bendin, E. (Hg.): Schopenhauer-FGedenkschrift 2016. edtion bendin, Dresden 2019

Biografische Daten

1788 am 22. Februar wird Arthur Schopenhauer in einer patrizischen Kaufmannsfamilie in Danzig geboren
1805 Abbruch seiner Kaufmannslehre in Hamburg und Übersiedelung zur Mutter nach Weimar
ab 1809 Studium der Naturwissenschaften in Göttingen
ab 1811 Studium der Philosophie in Berlin / Dissertation 1813 in Jena ‚Ueber die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde'
1813 Unterweisungen zur Farbenlehre durch J. W. v. Goethe in Weimar
1814 Übersiedlung nach Dresden, Studien in den Sammlungen und Bibliotheken der Stadt, u.a. Begegnung mit dem Maler Ludwig Sigismund Ruhl
bis 1818 Aufenthalt in Dresden, Entwurf der Farbenlehre und des philosophischen Hauptwerkes
1816 Erstveröffentlichung der Schrift ‚Ueber das Sehn und die Farben' bei Hartknoch in Leipzig
1819 erscheint ‚Die Welt als Wille und Vorstellung' bei F.A. Brockhaus in Leipzig
1820 Italienreise / Habilitation in Berlin / Versuch einer Lehrtätigkeit an der Universität
1830 erscheint bei L. Voss in Leipzig eine lateinische Ausgabe seiner Farbenlehre
ab 1831 zurückgezogenes Leben als Privatgelehrter in Frankfurt / M.
1851 erscheint Kap. VII ‚Zur Farbenlehre' in den ‚Parerga u. Paralipomena' bei Brockhaus in Leipzig
1854 erscheint in Leipzig die zweite, vermehrte Auflage ‚Ueber das Sehn und die Farben'
1860 stirbt Schopenhauer am 21. September in Frankfurt / M. im Alter von 72 Jahren

Schriften Schopenhauers zur Farbenlehre

1. Über das Sehn und die Farben. Hartknoch Leipzig 1816
2. Pererga und Paralipomena. Kleine philosophische Schriften. 2. Bd., Kap VII ‚Zur Farbenlehre'. In: Schoph. Sämtl. Werk. Brockhaus Leipzig 1851
3. Commentatio undecima exponens Theoriam Colorum Physiologicam, eandemque primarum. In: Radius, J.(Ed.),Scriptores ophthalmologici minores. Vol. 3, Voss Leipzig 1830
4. Über das Sehn und die Farben. Zweite, verb. und verm. Aufl., Hartknoch Leipzig 1854

Über das Seh‘n und die Farben.

Schopenhauer-Gedenkkolloquium 2016 an der TU Dresden

Tagungsbericht

Mit einem Gedenkkolloquium an der Sammlung Farbenlehre würdigte das 10. Dresdner Farbenforum der TU Dresden am 29. April 2016 Arthur Schopenhauers vor 200 Jahren in Dresden entstandene Abhandlung „Ueber das Sehn und die Farben“ als bedeutende Vorleistung der modernen Farbenlehre.

Arthur Schopenhauer (1788-1860), einer der populärsten deutschen Philosophen, wirkte in seiner Lehre über die Grenzen der Philosophie hinaus und prägt bis heute die Diskussion über fundamentalste Fragen. Nur wenigen ist bekannt, dass Schopenhauer in seiner Dresdner Zeit zwischen 1814 und 1818 - die er später als die produktivste seines Lebens bezeichnete - mit seiner Abhandlung ‚Ueber das Sehn und die Farben‘ - 1816 veröffentlicht bei Hartknoch in Leipzig – auch einen frühen sinnesphysiologischen Denkanstoß zum grundlegenden Phänomen der Physiologie des Farbsehens gab.

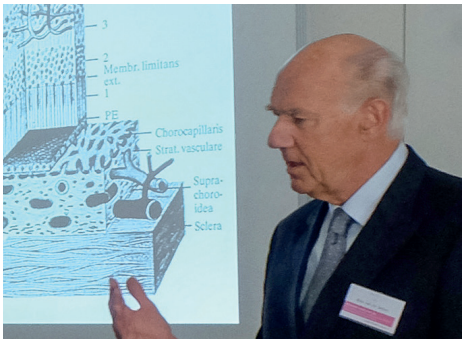
Die 1814/15 in Dresden entstandene Abhandlung ist eine Darlegung von Beobachtungen und Ideen, die von denen J. W. v. Goethes etwas abweichen, der den frisch promovierten Dr. Schopenhauer in Sachen Farbenlehre 1813 in Weimar persönlich unterwiesen hatte. Nach Schopenhauers Theorie der „partitiv geteilten Tätigkeit der Retina“ erscheint Farbe immer als qualitative Bipartion der Tätigkeit der Retina. Chromatologisch dürfte man daher gar nicht von einzelnen Farben reden, sondern nur von Farbenpaaren, deren jedes die ganze, in zwei Teile zerfallene Tätigkeit der Retina enthält. Von Wilhelm Ostwald und Eckart Heimendahl abgesehen, die erst 100 bzw. 150 Jahre später Schopenhauers Leistung ausdrücklich würdigten und dessen Vorleistung z.T. in ihre eigenen Theorien einbezogen (z.B. Ostwalds Lehre vom ‚Farbenhalb‘), hat Schopenhauers Theorie zu Unrecht kaum entsprechende Würdigung erfahren, obwohl er vermutlich als Erster erkannte, dass der Schlüssel für jede psychologische Farbentheorie in der Einheit und Paargestalt des Komplementären und deren spezifischen Helligkeitswerten liegt. Bezugnehmend auf jene denkwürdige, vor 200 Jahren erschienene Abhandlung wollte das Kolloquium angesichts einer Reihe neuerer sinnesphysiologischer Erkenntnisse dazu beitragen, weiterführende Überlegungen zum Verhältnis von Reizbeschaffenheit, Perzeption und Apperzeption sowie neue Fragestellungen zur Funktion der inversen Retina in Verbindung mit funktionellen Strukturen des visuellen Cortex aufzugreifen und zu erörtern.

In seinem Grußwort dankte der Präsident der Schopenhauer-Gesellschaft und Leiter der Schopenhauer-Forschungsstelle an der Universität Mainz, Prof. Dr. Matthias Koßler den Veranstaltern dafür, dass sie naturwissenschaftliche Kompetenz und Interesse an der Philosophie Schopenhauers zusammengebracht haben und damit in würdiger und angemessener Weise dem 200-jährigen Bestehen der Schrift am Ort ihres Entstehens

gedenken. Auch der Vorsitzende des Deutschen Farbenzentrums, Prof. Dr. Axel Büther hob in seinem Grußwort hervor, dass die Darstellung und Würdigung der Leistungen Arthur Schopenhauers zur Farbtheorie ein lange überfälliges Unternehmen sei, da hierdurch nicht nur Wissenschaftsgeschichte vervollständigt, sondern auch eine wichtige Leistung der nachkantianischen Erkenntnistheorie ans Licht treten würde. Dieser Einschätzung schloss sich Dr. Konrad Scheurmann als Koordinator des BMBF-Verbundforschungsprojektes „Farbe als Akteur und Speicher / FARBAKS“ und Förderer der Gedenkveranstaltung an, indem er auf den enormen Bedeutungszuwachs grundlegender biopsychologischer Sachverhalte für unseren heutigen lebensweltlichen Umgang mit Farbe verwies. Das vom Gründer des Dresdner Farbenforums und der Sammlung Farbenlehre Eckhard Bendin moderierte Gedenkkolloquium lotete die inhaltliche Spannweite zum Frühwerk Schopenhauers mit Vorträgen in drei Themenblöcken aus.

Im Eröffnungsvortrag hob Prof. Dr. Bruno Haas (Stiftungsprofessur für Philosophie und Kunstgeschichte am Institut für Philosophie der TU Dresden) Schopenhauers Auseinandersetzung mit dem Goetheschen Urphänomen als einen interessanten Beitrag zum Verständnis chromatischer Funktionalität hervor. Die Entstehungs- und Wirkungsgeschichte der Abhandlung Schopenhauers stand auch im Fokus des Vortrages von Dipl.-Bibl. Jochen Stollberg (Dresden, Mitglied des Herausgebergremiums „Schopenhauer digital“ und ehemaliger Leiter des Archivzentrums der Universitätsbibliothek Frankfurt/ a. M.). Den ersten Themenblock beschloss Dr. Andrè Karliczek (WMA am Institut für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik - Ernst Haeckel Haus, FSU Jena) mit Betrachtungen zur Bedeutung der Theorie Schopenhauers aus physiologie- und wissenschaftshistorischer Perspektive.

Aktuellen Aspekten der Theorieerweiterung in der Netzhaut- und Hirnforschung waren im zweiten Themenblock die Vorträge von Prof. Dr. med. Richard H.W. Funk (Inhaber des Lehrstuhls für Anatomie an der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus Dresden), Dr. med. Jörg H. Krumeich (Bochum, Klinik und Laser Vision Center) und Dipl.-Phys. Alfred Knülle-Wenzel (Bochum) sowie Dr. Norbert Lauinger (Institut für Optosensorik Wetzlar) gewidmet. Im einleitenden Beitrag über die Wege der Lichtwahrnehmung beim Menschen verglich der Netzhautforscher Richard Funk die Aufnahme und Weiterleitung der Informationen über das Auge an unterschiedlichste Gehirnzentren mit Scan-Vorgängen und schloss angesichts neuerer Erkenntnisse theorieerweiternde Interpretationen unseres Sehvorganges nicht aus. Zwei derartige Interpretationen wurden im Anschluss vorgestellt: Der Physiker Alfred Knülle-Wenzel zeigte an seiner gemeinsam mit dem Augenarzt Jörg H. Krumeich 1992 veröffentlichte Analyse des Aufbaus der Retina, dass in der Netzhaut alle Voraussetzungen zur Erzeugung und Ausmessung von stehenden Wellen angelegt sind. Als Reflektor dient die Bruchsche Membran, deren optische Funktion bisher nicht beachtet wurde. Besonders die als „inverser Aufbau der Retina“ bekannte Tatsache, dass die Rezeptoren nicht zum Licht hin schauen, wird im Lichte jener Theorie eine grundsätzliche Notwendigkeit. Anstelle der Messung von drei Farbintensitäten können Farben bei stehenden Wellen durch Mustererkennung - eine besonders ausgeprägte Fähigkeit unseres Gehirns - identifiziert werden. Der Optosensoriker Norbert Lauinger erläuterte in seinem Beitrag, dass die hexagonale Dichtestpackung von Zellen in der ONL-Körnerschicht der invertierten Retina - die die Zellkörper der Fotorezeptoren enthält und durchgängig vorliegt - ein optisches Phasengitter darstellt und als diffraktives Raumgitter behandelt werden kann. Aus kristalloptischen Berechnungen der im Nahfeld hinter dem Gitter erzeugten Fresnel-Interferenzen ergeben sich drei Beugungsordnungen im sichtbaren Spektrum, die den Gipfelwerten der spektralen RGB-Hellempfindlichkeitskurven der Zapfen entsprechen.

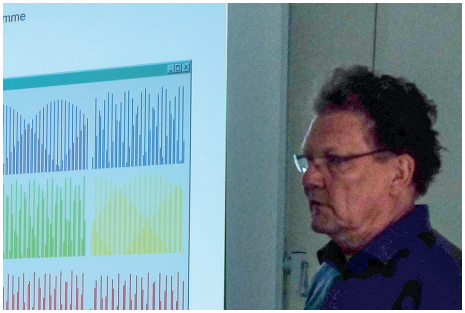


10. Dresdner Farbenforum
an der TU Dresden, Sammlung Farbenlehre
29. April 2016

Schopenhauer-Gedenkkolloquium
‚Über das Sehn und die Farben‘

von links nach recht
und
von oben nach unten:

Andrè Karliczek, Jena (li)
Jochen Stollberg, Dresden (re)
Richard H. W. Funk, Dresden
Alfred Knülle-Wenzel, Bochum
Eckhard Bendin, Dresden (li)
Norbert Lauinger, Wetzlar (re)



Im dritten Themenkomplex wurden weitere Aspekte angesprochen, die sich angesichts Schopenhauers Theorie der „partitiv geteilten Tätigkeit der Retina“ heute stellen. Die Leipziger Physikerin Dr. Eva Lübbe ging in ihrem Beitrag ‚Vom Netzhautbild zur räumlichen Vorstellung der Welt‘ auf die Probleme der Farbmessung ein, z. B. auf das noch ungelöste Problem, dass wir die Farbe immer im Kontext der Umgebung wahrnehmen, das Messgerät jedoch im Allgemeinen nur das Infeld misst. Auch der Münchener Farbkünstler Martin Minde machte aus anderer Perspektive auf jenes Dilemma infolge der konstruktiven Funktion unserer Wahrnehmung aufmerksam und hob die phänomenale Basis als anschaulichen Aspekt jeder Farbentheorie hervor. In der Tradition von Josef Albers veranschaulichte er mit seinen seriellen Arbeiten zur simultanen Interaktion der Farbe die physiologisch bedingten Wahrnehmungskontraste und Möglichkeiten gestalterischer Nutzung. Im abschließenden Beitrag des Kolloquiums betrachtete Eckhard Bendin analoge Zusammenhänge zwischen den Schwingungsgestalten der ins Auge eintretenden Lichtstrahlung, den anatomisch-physiologischen Dispositionen und der axialen, paarigen Struktur unserer gegenfarbigen Empfindungen. Die biaxial und bipolar organisierte Netzhautstruktur, ebenso die hexagonal verdichtete Packung aller Zellschichten lässt auf seine Funktion auch zur Aufnahme komplexer Reiz-Muster in Form von ‚Schwingungsgestalten‘ schließen. Dies lege strukturelle Analogien zwischen den Reizkonfigurationen als ‚Erkanntem‘ und den Verarbeitungsstrukturen als dem ‚Erkennenden‘ nahe im Sinne der frühen Erkenntnislehre des Empedokles: „Gleiches wird durch Gleiches erkannt.“

Das Schopenhauer-Gedenkkolloquium 2016 an der Sammlung Farbenlehre machte deutlich, dass die in Dresden von Schopenhauer vor 200 Jahren erbrachte Vorleistung bis heute weiterwirkt und wohl noch Generationen nach uns zu innovativen Antworten anregen dürfte.

Eckhard Bendin, Dresden, 14.08.2016

Martin Minde (2. v.r.) bei der Demonstration seines homogenen Farbenraumes im Studio der Sammlung Farbenlehre

Verzeichnis der Autoren

Jochen Stollberg
Dipl.-Bibl., Jahrgang 1944, lebt in Dresden
Ehemals Wissenschaftlicher Bibliothekar in Dresden und Frankfurt/ a.M.,
u. a. von 1995 als Leiter des Archivzentrums der Universitätsbibliothek Frankfurt/ a. M., Mitglied des Herausgebergremiums „Schopenhauer digital“
Kontakt: jochen-stollberg@t-online.de (www. schopenhauer-dresden.de)

Andrè Karliczek
Dr. rer. nat., Jahrgang 1979, lebt in Jena
Seit 2009 WMA am Institut für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik - Ernst Haeckel Haus, FSU Jena, dort seit 2014 WMA am BMBF-Verbundforschungsprojekt ‚Farbe als Akteur und Speicher‘ (FARBAKS) > www.farbaks.de
Kontakt: andre karliczek@uni-jena.de

Richard H. W. Funk
Prof. Dr. med., habil., Jahrgang 1953, lebt in Dresden
Seit 1994 Inhaber des Lehrstuhls für Anatomie und Direktor des gleichnamigen Instituts an der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus Dresden. Spezialforschungsgebiet u.a. Netzhautforschung, 2000 – 2006 Präsidium der Anatomischen Gesellschaft. 2004 – 2012 Panelgutachter bei der DFG.
Kontakt: richard.funk@tu-dresden.de

Jörg H. Krumeich
Dr. med., Jahrgang 1936, lebt in Bochum
Seit 2002 eigene ambulante Klinik und Laser Vision Center in Bochum
1986 -2014 diverse Entwicklungen/ Methoden:
u.a. ‚Standing Wave Analysis‘ (1992, mit A. Knülle-Wenzel)
Kontakt: jk@krumeich.de (www.praxis.krumeich.eu)

Alfred Knülle-Wenzel
Dipl.-Phys., Jahrgang 1949, lebt in Bochum
Bis 2014 Gymnasiallehrer Mathematik, Physik, Informatik
Seit 2007 Oberstufenkoordinator
Kontakt: a_k_w@gmx.net

Norbert Lauinger
Dr. phil., Jahrgang 1935, lebt in Wetzlar
Bis 2012 Inhaber/GF der CORRSYS-Firmen (gitteroptische Korrelatoren für berührungslose Fahrzeugdynamik-Vermessung CORREVIT®), heute Firmen Kistler/Winterthur CH und Hasler-Rail/Bern CH.
2006-2012 BMBF-Projekt NAMIROS (Nano- und Mikro-Raumgitter für die optische Sensorik), Privates Institut für Optosensorik Wetzlar.
Kontakt: norbert@lauinger-web.de

Eckhard Bendin,
PD Dipl.Ing., Jahrgang 1941, lebt in Dresden
emer. Privatdozent für Gestaltungslehre am Inst. Grundlagen d. Gestaltung u. Darstellung,
Fak. Architektur, TU Dresden, seit 1991 Publikationen zur Farbenlehre,
Gründer des Dresdner Farbenforums (1992) und der Sammlung Farbenlehre (2005),
bis 2016/17 deren ehrenamtliche Betreuung, seit 2014 Herausgeber ‚edition bendin‘
Kontakt: eck.ben@online.de (www.bendin-color.de/edition bendin)

Impressum

Eckhard Bendin (Hg.)
Über das Sehn und die Farben.
Schopenhauer-Gedenkschrift 2016

Mit ausgewählten Beiträgen
zum Gedenkkolloquium des 10. Dresdner Farbenforums 2016.
edition bendin, Dresden 2019
ISBN 978-3-00-064700-0

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek abrufbar über:
http//:dnb.d-nb.de

© edition bendin 2019
c/o Eckhard Bendin, Keplerstrasse 66, D-01237 Dresden
www.bendin-color.de

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Verwertungen außerhalb des Urheberrechtsgesetzes sind unzulädsig
u. bedürfender Zustimmung des Urhebers.

Edition, Redaktion und Gestaltung: Eckhard Bendin
Redaktionsschluss: 31.12. 2016
Herstellung: Pro BUSSINESS digital printing Deutschland, Berlin

Eckhard Bendin (Hg.)

Über das Sehn und die Farben

Schopenhauer-Gedenkschrift 2016

Mit ausgewählten Beiträgen
zum Gedenkkolloquium
des 10. Dresdner Farbenforums 2016
von

Eckhard Bendin
Richard H. W. Funk
Andrè Karlicek
Alfred Knülle-Wenzel
Jörg H. Krumeich
Norbert Lauinger
Jochen Stollberg

edition bendin, Dresden 2019
ISBN 978-3-00-064700-0