

# Ästhetik und Naturwissenschaft

Dietrich Zawischa  
Vorlesungen am Fachbereich Physik  
der Universität Hannover  
WS 2002/03 und WS 2004/05



## Vorwort

Im Jahre 1959 veröffentlichte C. P. Snow (Physiker und Schriftsteller) ein Buch unter dem Titel "The Two Cultures", das die Kluft zwischen den Naturwissenschaften einerseits und der „literarischen Intelligenzia“, den Geisteswissenschaften und Künsten auf der anderen Seite, konstatierte und heftige und langandauernde Diskussion auslöste. Diese Kluft besteht darin, daß Erkenntnisse auf der einen Seite von der anderen Seite kaum wahrgenommen werden, und äußert sich in dem oft mit trotzigem Stolz oder auch mit Bedauern verbundenen Eingeständnis, von Physik, Mathematik ... garnichts zu verstehen.

Wie kommt ein Naturwissenschaftler dazu, über Ästhetik zu sprechen? Kann man denn ohne genaue Kenntnis des umfangreichen Schrifttums über das Thema relevante Aussagen machen?

Solche Einwände setzen die oben erwähnte Kluft als unabänderliche Gegebenheit voraus. Wenn es aber auf naturwissenschaftlicher Grundlage Erklärungen für ästhetische Fragen geben sollte, kann man dann erwarten, ohne diese Grundlagen die richtigen Einsichten zu gewinnen?

Das folgende ist das Ergebnis des Versuches, den Blick über das eigene Fachgebiet hinaus auf andere Bereiche zu lenken und damit vielleicht auch einen Beitrag zur Verständigung zu leisten.

## Inhalt

Vorwort . . . . .	1
Einleitung . . . . .	3
Grundlage: die Evolutionstheorie . . . . .	4
Kleine Farbenlehre . . . . .	7
Farbsysteme . . . . .	9
Verschiedene Effekte, Farbkonstanz . . . . .	13
Der Mechanismus des Farbensehens . . . . .	18
Mensch und Farbe . . . . .	28
Wann sehen wir welche Farben? . . . . .	31
Farben mischen . . . . .	32
Psychologische Aspekte . . . . .	42
Gedanken zur bildenden Kunst . . . . .	51
Zeichnen . . . . .	51
Malerei . . . . .	65
Plastik . . . . .	66
Kriterien für Schönheit . . . . .	67
Gefühl oder Verstand? . . . . .	71
Malerei und Zeichnung nach der Erfindung der Fotografie . . . . .	75
Kurzer Überblick über die Richtungen der „Modernen Kunst“ . . . . .	75
Die bildende Kunst der Gegenwart . . . . .	81
Der Kunstmarkt und seine Akteure . . . . .	83
Die anderen Künste (Musik und Literatur) . . . . .	88
Musik . . . . .	88
Literatur, Sprache . . . . .	89
Typographie . . . . .	91
Was macht ein gut gelungenes Schriftstück aus? . . . . .	92
Einteilung der Schriften . . . . .	96
Schriftproben . . . . .	97
Die Merkmale eines Buchstaben . . . . .	107
Mikrotypographie . . . . .	109
Satz mathematischer Formeln . . . . .	113
Die Schriftfamilie Computer Modern . . . . .	118

## Einleitung: Begriffsbestimmung und historischer Überblick

Ästhetik [zu griech. *aisthanesthai* „(durch die Sinne) wahrnehmen“], – i.w.S. Theorie, die das Schöne in seinen beiden Erscheinungsformen als Naturschönes und als Kunstschönes zum Gegenstand hat, i.e.S. Theorie der Kunst.

So ähnlich findet man es im Lexikon. Dort (Brockhaus-Enzyklopädie) findet man dann noch die feinere Unterteilung der Disziplin nach detaillierteren Fragestellungen und Methoden, auf die ich hier nicht eingehen möchte, und auch einen knappen Überblick über die Geschichte (im abendländischen Kulturraum).

Bei Platon findet man als wichtiges Kriterium bei Kunstwerken die getreue Wiedergabe (Nachahmung, *Mimesis*) der Vorbilder. Die Schönheit an sich aber wird mit metaphysischen und religiösen Vorstellungen in Verbindung gebracht und erweist sich letztlich als nicht faßlich.<sup>1</sup>

Als eigenständige philosophische Disziplin gilt die Ästhetik erst seit A. G. Baumgartens Werk „*Aesthetica*“ (1750–58). Nach Immanuel Kant (*Kritik der Urteilskraft*, 1790) ist . . . das Schöne (definiert als Zweckmäßigkeit des Gegenstandes ohne Zweck, Symbol des Sittlichguten) Gegenstand des Gefühls, nicht der Erkenntnis.

Was G. W. F. Hegel meint, wenn er das Schöne als das „sinnlich Scheinen der Idee“ bestimmt, bleibt mir verschlossen. Dagegen wundere ich mich nicht über K. Marx' Meinung, daß auch die Kunst (wie die anderen Überbau-Erzeugnisse Recht und Religion) das Eigeninteresse der jeweils herrschenden Klasse als vorgebliches Allgemeininteresse ausdrückt.

Nur noch eine Blüte: M. Heidegger löst die ästhetische Fragestellung auf, wobei das Kunstwerk „das sich ins Werk Setzen der Wahrheit des Seienden“ wird. – Selbst in der knappen Zusammenfassung des Lexikons fängt das Wortgeklingel an, zu stören.

Für Kant ist Schönheit allein eine Sache des Gefühls, aber ich möchte

---

<sup>1</sup>Für einen Überblick empfehle ich das Buch: Michael Hauskeller, „Was das Schöne sei“ *Klassische Texte von Platon bis Adorno*. Deutscher Taschenbuch-Verlag, München 1094

im folgenden zeigen, daß es durchaus möglich ist, auch in diesem Bereich den Verstand einzusetzen.

Mein Ziel ist es, Sie soviel mit ästhetischen Fragen zu beschäftigen und Denkanstöße zu geben, daß Sie sich nicht mehr für inkompetent halten, sich ein eigenes Urteil zutrauen und dies anderen gegenüber auch vertreten können.

Beispiele für die Auswirkung von ästhetischem Empfinden auf das Leben gibt es genug: die ganze Werbebranche lebt davon.

Und außerdem: die Frage, ob etwas „schön“, oder gar „Kunst“ ist, betrifft uns immer wieder unmittelbar. – „Ja, die Bilder gefallen mir gut, aber ich verstehe nichts von Kunst, ich weiß nicht, ob sie gut sind . . .“ – müssen wir wissen, was Professor X in Y meint, bevor uns etwas gefallen darf?

## Grundlage von Erklärungsversuchen: die Evolutionstheorie

Was ist schön? Nach Platon und Plotin entspricht die Schönheit der Wahrheit, ein schönes Kunstwerk ist ein wahres Abbild der Natur. Diese „mimesis“, getreue Nachbildung, nimmt heute nicht mehr die zentrale Stellung ein wie ehemals. Baumgarten definiert das Schöne als etwas, das gewisse Kriterien der Vollkommenheit aufweist; Kant stellt fest, daß das Schöne ein Lustgefühl im Sinne eines Wohlgefallens weckt – aber alle diese Gedanken der Philosophen geben keine Antwort auf die Frage, *warum* wir etwas schön finden.

### Warum?

Wenn wir uns den Menschen als „fertig erschaffenes Wesen“ denken, dann scheint mir keine Antwort auf die Frage möglich.

Wenn wir aber berücksichtigen, daß wir eine lange Reihe von Ahnen haben, und daß im Laufe der Entwicklungsgeschichte der Menschheit ein (genetisch oder in der Anlage fixiertes) „gesundes Schönheitsempfinden“ einen

Überlebensvorteil bedeutet haben dürfte – oder, genauer gesagt, einen Fortpflanzungsvorteil, dann erscheint es plausibel, daß man die Ursachen für Schönheitsempfinden ausfindig machen kann.

Die Frage, warum langwelliges Licht (rot) genau diese Empfindung in uns auslöst, wird wahrscheinlich nie beantwortbar sein – aber das ist bei anderen Sinneseindrücken (Geschmacks-, Geruchsempfindungen) genauso. Die Frage, warum uns etwas gefällt (z.B. eine Blüte), etwas anderes nicht, läßt sich dagegen in einfachen Fällen durchaus beantworten, zumindest teilweise. Schönheitsempfinden ist nicht so elementar wie der unmittelbare Sinneseindruck („rot“).

Ich will also versuchen, auf der Grundlage der Evolutionstheorie plausible Erklärungen für ästhetische Phänomene zu finden. Sie wissen: die Evolutionstheorie, nach Charles Darwin (“The Origin of Species”) oft vereinfachend Darwinismus genannt, wurde und wird vielfach angefeindet. Buchveröffentlichungen in neuerer Zeit, insbesondere Richard Dawkins’ “The Selfish Gene” und “The Blind Watchmaker” haben zur Popularisierung der Evolutionslehre beigetragen, aber auch die Anfeindungen neu angefacht.

Die Einsicht, daß nicht nur körperliche, sondern auch seelische Eigenschaften genetisch bedingt sind und vererbt werden, mindestens teilweise oder in der Anlage, läßt Erklärungen für vielerlei zu, was sonst unerklärt bliebe.

Auf der Zeitskala der Menschheitsentwicklung sind allerdings die paar tausend Jahre geschichtlicher Zeit nur ein winziger Bruchteil der Zeitspanne seit der Menschwerdung, ein verschwindender Bruchteil, wenn man die vormenschliche Zeit mit einbezieht. In Anbetracht dieses Sachverhalts, und angesichts des sehr langsamen Ablaufs der evolutiven Weiterentwicklung müssen wir davon ausgehen, daß unsere emotionale Ausstattung für das Leben, wie es sich in vorgeschichtlicher Zeit abspielte, optimiert ist, das Leben als Sammler und Jäger.

Beispiele für die Allgegenwart atavistischer Verhaltensweisen erkennt man leicht, wenn man sich vergegenwärtigt, wie unsere Vor-Vorfahren die längste Zeit gelebt haben: überwiegend in kleinen Gruppen in „unendlich“ ausgedehnter, waldreicher Umgebung. Sie aßen, was sie gesammelt oder erbeutet haben – Beeren, Früchte, junge Pflanzentriebe und Blätter, kleinere

und größere Tiere (Heuschrecken, Wildschweine, ... ). Sie haben das, was sie nicht mehr brauchten, einfach fallengelassen oder in den Wald oder nächsten Bach geschmissen, und sie haben absichtlich Spuren hinterlassen, z.B. Felswände mit Ritzzeichnungen versehen.

Über den Zweck der Spuren in der Frühzeit können wir Mutmaßungen anstellen, aber das „Spuren hinterlassen“ wird von vielen sehr ernsthaft als Lebenszweck verstanden, als wichtigste Tätigkeit nach den unmittelbar dem Lebenserhalt oder Lebensunterhalt dienenden.

Innerhalb der Gruppe gab es eine Rangordnung, ähnlich wie heute bei den anderen Primaten oder im Hühnerhof („Hackordnung“), diese beruhte primär auf körperlicher Kraft, aber auch andere besondere Fertigkeiten oder Eigenschaften konnten für die Rangordnung wichtig sein.

Wir werden noch auf die große Bedeutung der Nachahmung zu sprechen kommen. Wer sich in der Gruppe anpaßt, das Verhalten der Mehrheit oder der in der Rangordnung hochstehenden nachahmt, vermeidet auf diese Weise, ausgelacht zu werden oder noch Schlimmeres.

Ich möchte Sie jetzt nicht mit der Aufzählung der Parallelen dazu in der heutigen Gesellschaft langweilen, das kann jeder für sich tun; aber ich werde im folgenden gelegentlich darauf zurückkommen.

Wenn wir einsehen können, warum bestimmte Empfindungen einen evolutiven Vorteil ausmachen, dann haben wir einen Grund gefunden, warum sich diese Empfindungen so und nicht anders entwickelt haben. Wichtig ist nur, anzuerkennen, daß nicht nur die sichtbaren körperlichen Eigenschaften durch Vererbung weitergegeben werden und der Evolution unterliegen, sondern auch die unsichtbaren seelischen. Letztlich beruhen diese ja auch auf der Funktion des Gehirns.

## Kleine Farbenlehre

Weil die Farbe große Bedeutung für die Empfindung von Schönheit hat, wollen wir mit einer kleinen Einführung in die Farbenlehre beginnen und dabei schon die Tauglichkeit unseres Erklärungsansatzes erproben.

Man kann die Farben, die wir sehen, auf verschiedene Weise kennzeichnen oder zahlenmäßig erfassen. Ich kann hier auf die Farbmétrie zwar nicht eingehen, möchte aber an plausiblen Beispielen die wichtigsten Sachverhalte vorstellen.

Die Farbe wird von Licht „getragen“, aber die Farbempfindung unterliegt vielen verschiedenen Einflüssen, was die quantitative Beschreibung sehr erschwert. Ein Beispiel: ein hellgrünes Auto im Schein der untergehenden Sonne erscheint uns immer noch hellgrün, und wir nehmen auch wahr, daß es rötlich beleuchtet ist. Wenn wir durch eine Pappröhre schauen, so daß weder die Umgebung gesehen wird, noch, daß es sich um einen Teil des uns bekannten Autos handelt, würden wir den gleichen Farbreiz eher als Lachsrosa wahrnehmen.

Für die Messung verwendet man daher gerne sogenannte „freie Farben“, z.B. einen durch eine Sichtblende begrenzten Ausschnitt einer (weißen) Leinwand, die mit verschiedenen Lichtquellen beleuchtet wird. Die Farbmessung wird auf den Vergleich der Hälften eines geteilten Gesichtsfeldes zurückgeführt. Eine Hälfte des Gesichtsfeldes ist in der zu bestimmenden Farbe beleuchtet, die Farbe der anderen Hälfte kann variiert werden und wird so eingestellt, bis beide Hälften gleich erscheinen und die Grenzlinie verschwindet.

### **Welche Eigenschaften charakterisieren einen Farbreiz?**

Da ist zunächst die Helligkeit. Das Auge kann sich über einen weiten Bereich an die Helligkeit anpassen. Bei freien Farben ist die Helligkeit nach oben unbegrenzt, aber es kommt zu Blendung, wenn sie zu groß

ist. (Beispiel: Blickt man bei Dunkelheit auf das rote Licht einer Verkehrsampel, so erscheint das Rot an den helleren Stellen nicht ganz gesättigt. Bei hellem Tageslicht erscheint dasselbe Licht tiefrot.)

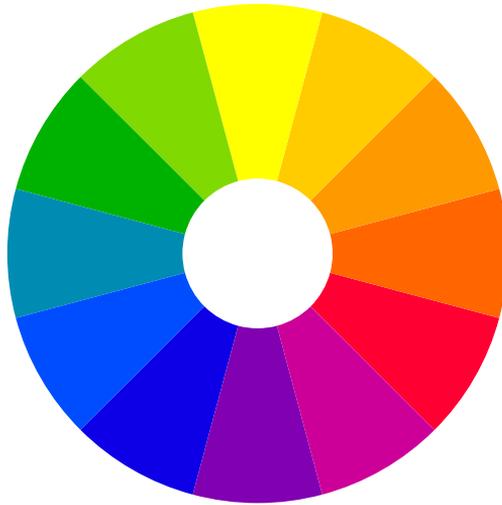


Bild 1: Zwölfteiliger Farbkreis nach Johannes Itten (Schweizer Maler und Kunstpädagoge, lehrte am Staatlichen Bauhaus in Weimar).

Bei Körper- oder Oberflächenfarben ist die maximale Helligkeit durch die Beleuchtung vorgegeben. Maximale Helligkeit entspricht idealem Weiß, hundertprozentigem Reflexionsvermögen im ganzen sichtbaren Bereich. Reales Weiß – z.B. Titandioxid als Pulver – absorbiert immer noch ein paar Prozent, aber unabhängig von der Wellenlänge des Lichts.

Jetzt können wir versuchen, alle möglichen Farben in ein Schema einzuordnen.

Einen ersten Versuch in dieser Art unternimmt jedes Kind, das einen Kasten mit Buntstiften hat: es ordnet die bunten Farben in einer Reihe an – die Anordnung läßt sich zu einem Farbkreis schließen. Die Farben Weiß, Schwarz, Grau, Rosa, Braun, Olivgrün, wenn vorhanden, bleiben dann über. Die Reihe der bunten Farben hat Ähnlichkeit mit dem Spektralfarbenzug; darauf kommen wir noch zurück.

Die gesuchte Anordnung wurde natürlich schon vor uns von anderen realisiert. Ich möchte das wesentliche nur an einigen wenigen bekannten Beispielen aufzeigen. Einen umfassenderen Überblick über die Geschichte der Farbsysteme findet man im Internet<sup>2</sup>.

## Farbsysteme

Der Maler **Philipp Otto Runge** (1777–1810) ordnete die Gesamtheit der Farben in einer Kugel<sup>3</sup> an, diese Kugel wurde durch Goethes Korrespondenz mit ihm weithin bekannt, bekannter als die Farbsysteme seiner Vorläufer Tobias Mayer (ein Prisma mit dreieckiger Grundfläche, 1758) und Johann Heinrich Lambert (Farbpyramide, 1772).

Der deutsche Chemiker **Wilhelm Ostwald** entwarf 1916 seinen Farbkörper als Doppelkegel. Die intensivsten realisierbaren Farben (durch Pigmente angenähert) werden Vollfarben genannt und am äußeren Umfang des Doppelkegels angeordnet, wo wir den Farbkreis wiederfinden. Eine beliebige Oberflächenfarbe läßt sich nach Ostwald durch ihren Vollfarbanteil  $V$ , ihren Schwarzanteil  $S$  und ihren Weißanteil  $W$  kennzeichnen, wobei

$$V + S + W = 1 \tag{1}$$

gilt. Der Farbton selbst wird durch eine Nummer gekennzeichnet, (1 für Gelb, 5 für Rot 9 für Purpur (Magenta), 13 für Blau, 17 für Grün-

---

<sup>2</sup>z.B. <http://www.colorsystm.com>,

<http://www.uni-mannheim.de/fakul/psycho/irtel/colsys.htm>

<sup>3</sup><http://www.uni-mannheim.de/fakul/psycho/irtel/colsys/RungeKugel.html>

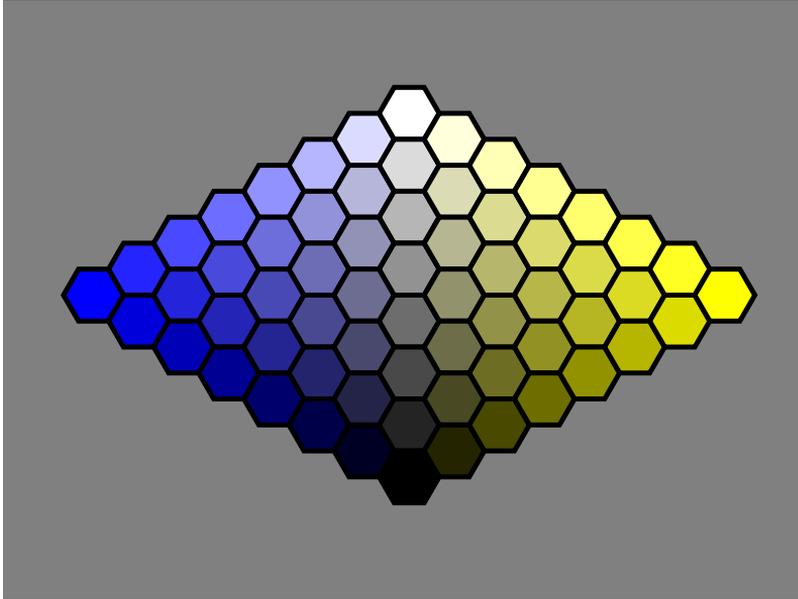


Bild 2: Ein Schnitt durch den Ostwaldschen Farbkörper. Das Blau links hat die Nummer 13, rechts das Gelb die Nummer 1.

blau (Cyan), 21 für Grün, 24 ist dann Grünlichgelb und der Kreis schließt sich).

Zur Ermittlung der Ostwaldschen Farbmaßzahlen eignet sich der Farbkreis sehr gut.

Gegenfarben nennt man ein Paar von Farben, die sich mit dem Kreis zu Grau, „Unbunt“, mischen lassen; sie sind so angeordnet, daß sie auf dem Farbkreis, der den Rand des Ostwaldschen Farbkörpers bildet, genau gegenüber liegen. Mischt man die beiden in den äußersten Feldern in Bild 2 gezeigte Farben mit dem Farbkreis, so erhält man das Grau des Bildhintergrundes, nicht, wie mancher vielleicht vermuten würde, Grün.

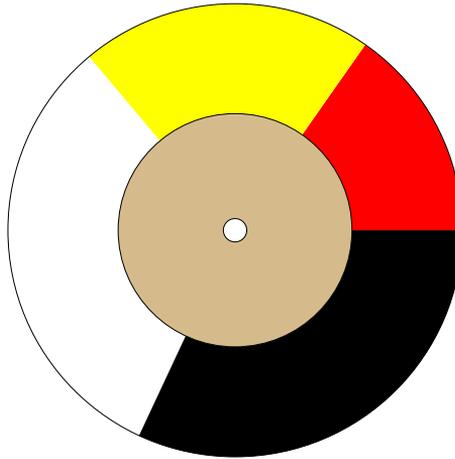


Bild 3: Farbmischung und -Messung mit dem Farbkreis. Die verschiedenfarbigen Sektoren sind durch ineinandergesteckte, entlang eines Radius geschlitzte Kreisscheiben aus Papier realisiert. Dadurch sind die Winkel von  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  einstellbar. Die Größe der einzelnen Sektoren ist zu variieren, bis bei rascher Drehung die Mischfarbe außen mit der zu untersuchenden Farbe innen übereinstimmt. So ein Fall ist hier wiedergegeben.

**Albert Henry Munsell**, ein amerikanischer Maler, veröffentlichte 1915 das „Munsell Book of Color“ (das seitdem mehrfach überarbeitet und neu aufgelegt wurde), in dem die Farben durch die drei Angaben

hue	...	Farbton
value	...	Helligkeit
chroma	...	Farbtiefe

gekennzeichnet sind. Die Auswahl der Proben erfolgte so, daß subjektiv gleiche Abstufungen von Helligkeit und Farbtiefe bei gleichem Farbton angestrebt wurde.

Die **DIN Farbkarte** schließlich stellt ein Ordnungssystem dar, das auf empirisch gefundenen und daher komplizierten Formeln für Hellig-

keit und Sättigung aufbaut, um gleichabständig wirkende Sättigungs- und Schattenreihen zu gewinnen (DIN 6164). Die DIN-Nummern 1 bis 24 für den Farbton erinnern noch an den Vorläufer, den Ostwaldschen Farbkörper.

Das wichtigste Ergebnis, das sich aus allen Farbschemata ablesen läßt, ist der Sachverhalt, daß ein dreidimensionaler Farbkörper alle möglichen Farben enthält. Daraus folgt, daß genau drei Maßzahlen eine Farbe vollständig festlegen. Ostwald kennzeichnet die Farben durch Nummern, zwischen denen auch Interpolation zulässig ist. Die Maßzahlen sind also z.B. die Farbnummer  $F$ , der Schwarzanteil  $S$  und der Weißanteil  $W$ .

So selbstverständlich dies scheint – man könnte sich auch etwas anderes vorstellen: ausgehend von vier Grundfarben, etwa Rot – Gelb – Grün – Blau, könnte der Farbraum ja auch vierdimensional sein. Wenn die „Mischung“ von Rot und Grün eine ganz neue Farbe, verschieden von Orange, Gelb oder Braun gäbe, und gleichermaßen Gelb und Blau zusammen etwas ganz anderes als Weiß oder Grün, dann ließen sich die bunten Farben nicht mehr in einem Farbkreis anordnen, sondern nur noch auf einer zweidimensionalen Fläche; dem Farbkreis würde die Farbkugel entsprechen. Der Spektralfarbenzug wäre eine Kurve auf dieser Kugel, und die weitaus meisten bunten Farben wären in den Spektralfarben nicht enthalten. Der Gesichtssinn der Vögel scheint von dieser Art zu sein.

## Verschiedene Effekte, Farbkonstanz

Zu Beginn dieses Kapitels habe ich darauf hingewiesen, daß die Farbpfindung nicht nur von der spektralen Zusammensetzung und Intensität des wahrgenommenen Lichtes abhängt. Beispiel: von einem schwarz eingefärbten Blatt Papier im Sonnenlicht gelangt mehr Licht ins Auge als von einem weißen Papier im Schatten, trotzdem erscheint uns das eine schwarz, das andere weiß.

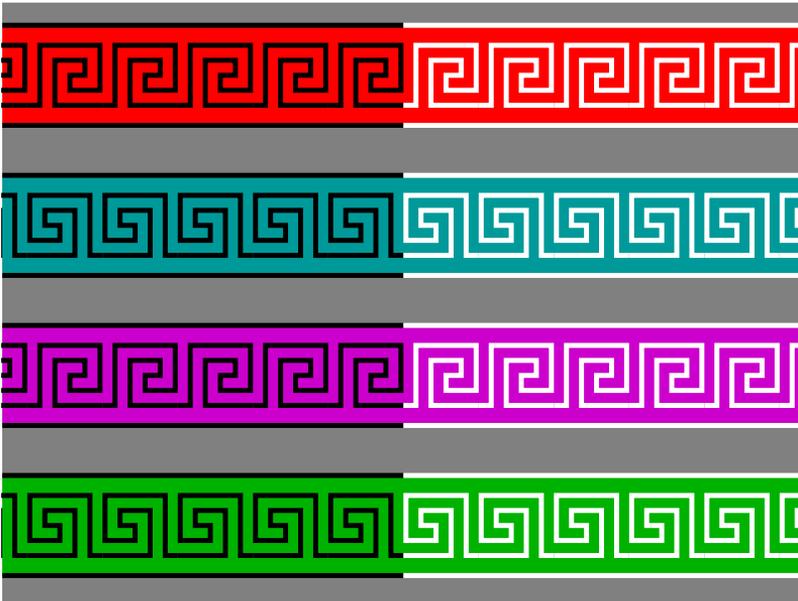


Bild 4: Ein weißes Muster läßt die Untergrundfarbe heller, verweißlicht erscheinen (Assimilation, Überflutung), während sie durch ein schwarzes Muster satter wirkt.

Es ist klar, daß die Zusammensetzung des von einem Gegenstand ins Auge reflektierten Lichts ganz wesentlich von der Art der Beleuchtung abhängt; dieses jedoch fällt uns nur in Extremfällen deutlich

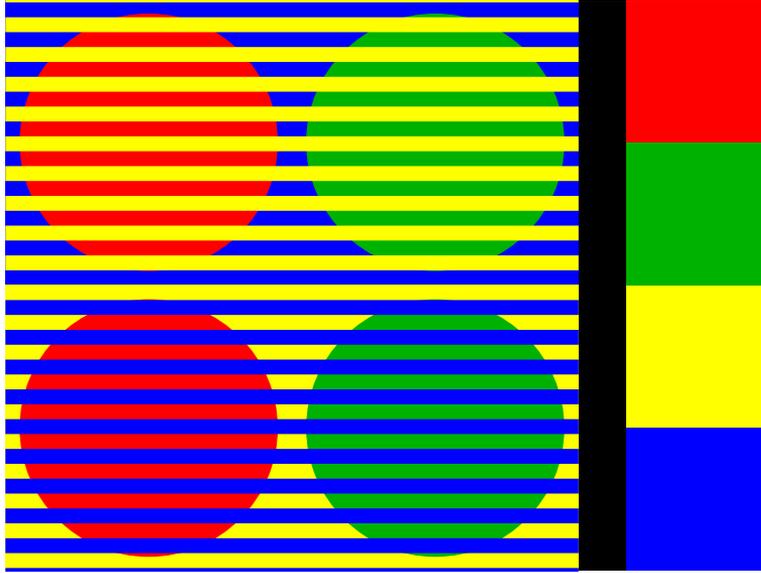


Bild 5: Überflutung (Assimilation) bei bunten Farben. Die vier verwendeten Farben sind rechts großflächiger zu sehen. Betrachtet man das Bild aus geringem Abstand, sind die verwendeten Farben noch recht deutlich zu erkennen. Bei großem Abstand tritt dann die Überflutung ein und die Farben verändern sich scheinbar.

auf (Alpenglühen im Abendrot). Die Art der Beleuchtung wechselt im Tagesverlauf stark und hängt vom Wetter ab. Der Nutzen des Farbsehens liegt aber nicht im Wohlgefallen an einem Sonnenuntergang, einem schönen Regenbogen oder anderen farbprächtigen Phänomenen, sondern darin, daß wir Dinge durch ihre Farbe – und das bedeutet hier: charakteristische Eigenschaften des Reflexionsvermögens – unterscheiden können, und daß wir Dinge an ihrer Farbe wiedererkennen können, auch wenn sich die Beleuchtung ändert.

Das bedeutet: schon in der Netzhaut des Auges und erst recht dann im Gehirn werden von den Farbreizen verursachten Erregungen einer

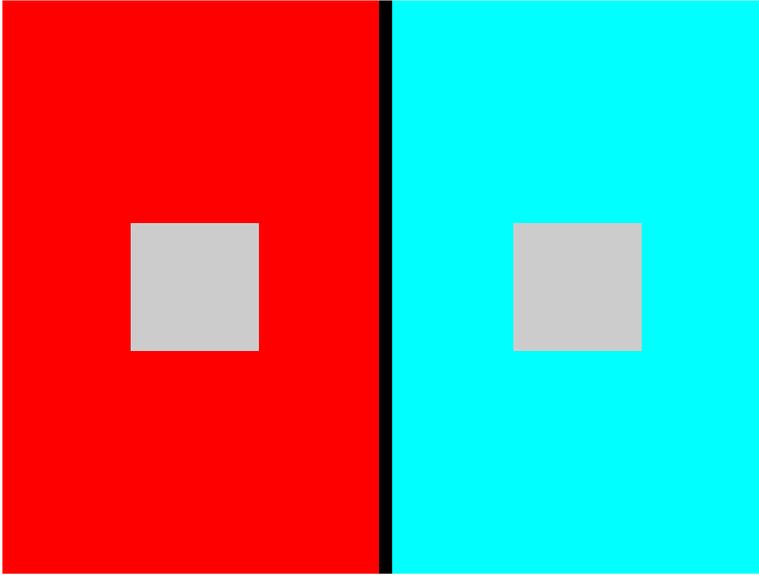


Bild 6: Die zwei grauen Quadrate sind gleich

aufwendigen Datenverarbeitung unterworfen, um Empfindungen zu erzeugen, die möglichst eng an das Reflexionsvermögen der Gegenstände gekoppelt sind und möglichst unabhängig von sonstigen Einflüssen.

Störende Einflüsse sind zahlreich vorhanden, und entsprechend vielfältig sind die Korrekturverfahren, die die optischen Daten „reinigen“, ehe sie ins Bewußtsein gelangen.

Das Einstellen des Auges auf die herrschende Beleuchtung nennt man Adaptation (Helligkeitsanpassung) und Farbumstimmung. Letztere entspricht dem, was in der Film- und Fernsehtechnik „Weißabgleich“ genannt wird.

Die Bilder 4 und 5 demonstrieren die sogenannte Assimilation, die gegenseitige „Überflutung“. Ich weiß nicht, wie sich hierbei ein einfaches physikalisches Phänomen, hervorgerufen durch die Trübe von

Linse und Glaskörper, gegen das abgrenzen läßt, was während der Verarbeitung der Reize entsteht (die Weiterleitung der Farbinformation mit geringerer Auflösung als die der Helligkeitsinformation).

Der Assimilation entgegengesetzt ist die Kontrastwirkung. Man unterscheidet Simultan- und Sukzessivkontrast. Beispiel: Simultankontrast. Ein graues Quadrat in roter Umgebung wirkt grünlich, das gleiche in grüner Umgebung rötlich, Bild 6. Was gerne als optische Täuschung angesehen wird, zeigt eine Facette der Datenverarbeitung. Ursache des Fehlers ist, daß die Bilder flach sind. Wäre die rote Umgebung des grauen Quadrates z.B. ein roter Kasten, dann würde der Widerschein des Roten den Farbreiz ins Rötliche verschieben. Diese Verschiebung wird abgeschätzt und rückgerechnet.

Beispiel: Nachbilder. Schaut man längere Zeit starr auf ein stark buntes Bild, z.B. den Mittelpunkt des Farbkreises Bild 1 und dann auf eine weiße Fläche, dann sieht man für einige Zeit das Bild in „Komplementärfarben“. Daß aber die Nachbilder nicht notwendig in den Komplementärfarben erscheinen, zeigt das überraschende Nachbild einer kleinen weißen Fläche auf großem gelben Hintergrund.

Sukzessivkontrast und Nachbilder hängen zusammen. Meist mit Ermüdung der entsprechenden Rezeptoren erklärt. Aber: bei hellem Tageslicht sind noch ca. 50 % des für das Nachtsehen benötigten Sehpurpurs vorhanden (Netzhaut ist rosafarben), trotzdem ist der skotopische Sehmechanismus *völlig* abgeschaltet.

Es ist zu vermuten, daß auch den Nachbildern – neben der Ermüdung – eine *aktive* Leistung von Retina/Gehirn zugrundeliegt. (Nach Blendung besteht die Leistung darin, das Nachbild zum Verschwinden zu bringen.)

Ein besonderer Nachbildeffekt soll hier noch vorgestellt werden, der bestimmt auf keinerlei Ermüdung beruht: der nach seiner Entdeckerin C. McCullough benannte Effekt der verknüpften Nachbilder. Man betrachte zunächst ca. 10–15 Minuten lang Bild 7, und dann das folgende. Man sollte dann die horizontal- und vertikal gestreiften Bereiche in etwas verschiedenen Farben sehen.

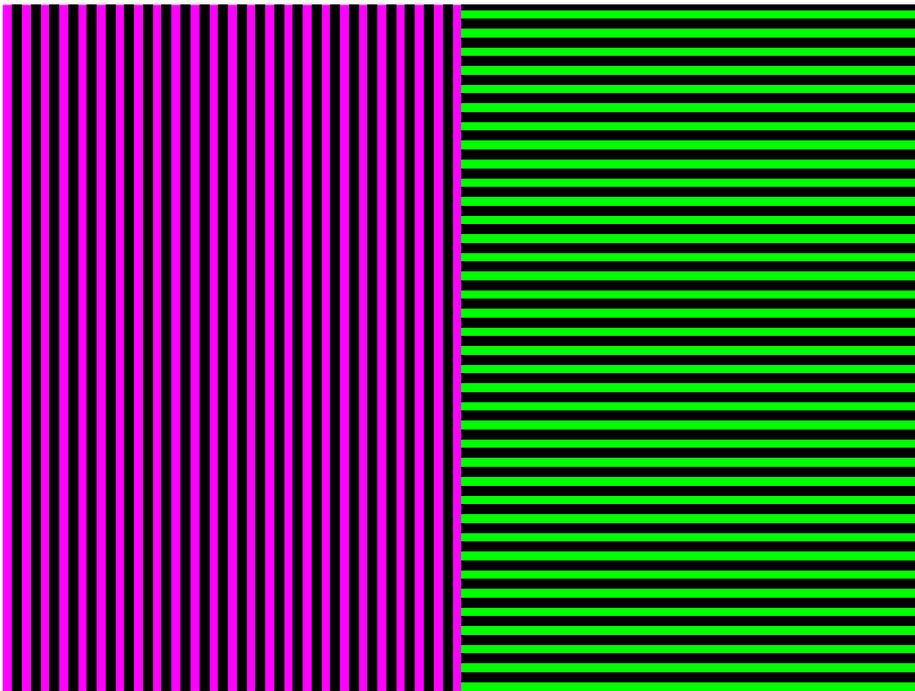


Bild 7: Zur Demonstration des McCullough–Nachbildeffektes: man vergrößere dieses Bild so, daß es möglichst den ganzen Bildschirm einnimmt, und betrachte es dann ca. 10 bis 15 Minuten.

Dieser subtile Effekt ist ein weiteres Beispiel dafür, daß zwischen Farbreiz im Auge und Farbempfindung ein beträchtlicher Aufwand an Datenverarbeitung liegt.

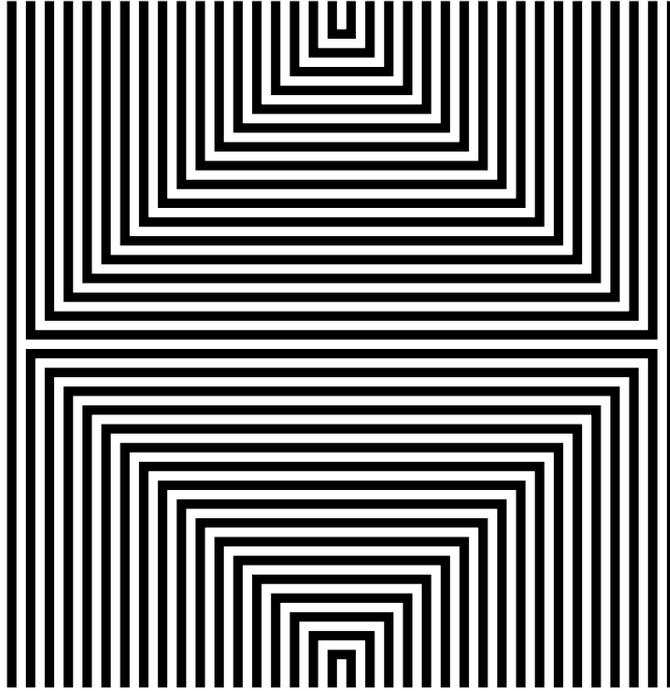


Bild 8: Testbild zur Demonstration des McCullough-Nachbildeffektes, möglichst in der gleichen Vergrößerung wie das vorige zu betrachten. Falls der Effekt nicht wahrgenommen wird, kann es helfen, den Kopf um  $90^\circ$  zur Seite zu neigen.

## Der Mechanismus des Farbensehens

Auffällig ist, daß die Helligkeiten der Farben auf dem Farbkreis bzw. dem Umfang des Ostwaldschen Farbkörpers nicht gleich sind. Während ein Helligkeitsvergleich zwischen Rot und Grün schwierig ist, ist der Helligkeitsunterschied zwischen Blau und Gelb sehr deutlich zu sehen.

Läßt sich ein Grund dafür finden, daß Blau so dunkel ist? (Gemeint ist ein reines Blau ohne Weißanteil. Himmelblau läßt sich mit dem Farbkreisel aus Dunkelblau und Weiß ermischen.) Man findet in den verschiedenen Farbenlehren allenfalls den Sachverhalt vermerkt, der als naturgegeben akzeptiert wird. An einer Stelle habe ich etwas mehr darüber gefunden: Eckart Heimendahl hat 1957 an der philosophischen Fakultät der Universität Hamburg mit einer Dissertation über Licht und Farbe promoviert, die in erweiterter Form 1961 als Buch erschien. Dort finden wir den Begriff der psychophysischen Energie eingeführt, und:

„Nimmt die psychophysische Energie mit der physikalischen Energie der Teilchen<sup>4</sup> zu? Offensichtlich ist das doch *nicht* der Fall. Ist *Rot* (Lichtkraft) nicht gerade eine energiestarke Farbe gegenüber Gelb und Grün, und die physikalisch energiereiche blaue Strahlung nicht psychophysisch schwach?

Für die psychophysikalische Beurteilung ist maßgebend, welches quantitative Verhältnis Lichtwahrnehmung und Lichtenergie zueinander haben. Dabei zeigt sich, daß sich physikalische und psychophysische Energie gerade umgekehrt proportional zueinander verhalten.

Nimmt die physikalische, elektrische Energie *zu*, so nimmt die psychophysische Energie *ab*: Das physikalisch energieschwache Rot ist psychophysisch stark, oder anders ausgedrückt: Nimmt die physikalische Energie pro Teilchen zu – Gelb – Grün – Blau – so nimmt die psychophysische *ab*.“

In meinen Augen ist das keine Erklärung. Ein neuer, nicht quantitativ faßlicher Begriff (psychophysische Energie) wird eingeführt, ein gesetzmäßiger Zusammenhang (umgekehrte Proportionalität) wird aus der Luft gegriffen. Das Phänomen ist allen sicherlich vertraut, daß Rot mehr auffällt als Grün oder Blau, und daß Blau dunkel, „licht-

---

<sup>4</sup>Gemeint sind die Lichtquanten (Photonen), deren Energie proportional zur Frequenz ist und damit umgekehrt proportional zur Wellenlänge.

schwach“, erscheint. Auf die Auffälligkeit von Rot werden wir später zu sprechen kommen, bleiben wir zunächst bei der Frage: warum ist Blau so dunkel?

Anders ausgedrückt: Welchen Vorteil hat man (im Sinne der Evolutionslehre) davon, daß man gerade die energiereichsten Lichtquanten nur relativ „dunkel“ wahrnimmt, daß also die Wahrnehmung von „blauem“ (kurzwelligem) Licht fast nicht zur Helligkeitsempfindung beiträgt? Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir zunächst die Wirkungsweise des Farbensehens kennen.

### **Historische Entwicklung der Theorie**

Als Newton in der zweiten Hälfte des 17. Jh. die Aufspaltung des weißen Lichts in ein farbiges Spektrum (d. h. Erscheinung, Gespenst) fand, ordnete er den Strahlen, je nach der Farbe, die sie hervorriefen, verschiedene Brechungsindizes zu. In seinem Farbkreis benennt er sieben Farben (Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett), denen er verschieden große Anteile zuordnet. Newton untersuchte die additive Farbmischung, ließ es aber bei der unendlichen Vielfalt der Farbtöne bewenden und wandte sich mehr der Optik zu.

Im 18. Jh. gewann die Auffassung an Boden, daß es nur drei Grundfarben im Licht gebe, und zwar Rot, Grün und Violett. Als Beispiel dafür wird eine von Goethe seiner Farbenlehre beigegebene Tafel gezeigt, mit der er eine (in der Allgemeinen Litteratur Zeitung, No. 31, Jena) 1792 erschienene Entgegnung auf seine „Beiträge zur Optik“ illustriert hat. Gegenübergestellt ist ein schematisches Bild dessen, was man beim Betrachten eines weißen Streifens auf schwarzem Grund durch ein Prisma sieht, mit zwei Erklärungen aus der damaligen Zeit. Die eine stammt von Green in Halle und basiert auf den Newtonschen Vorstellungen; die andere, von Wünsch in Frankfurt/Oder, benutzt nur die drei Grundfarben Rot, Grün und Violett. Die in den Kästchen stehenden Farben sind in den waagrechten Reihen additiv zu überla-

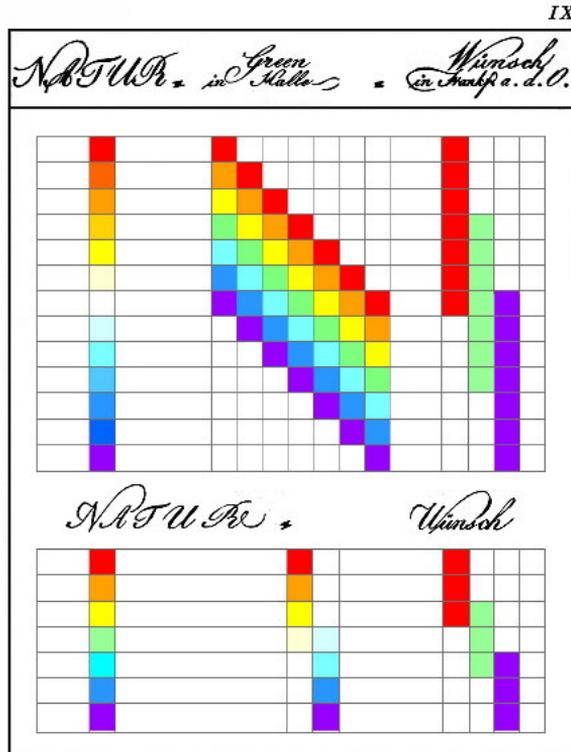


Bild 9: Eine Tafel aus Goethes Farbenlehre. Gegenübergestellt sind Goethes Beobachtungen, was man beim Betrachten eines breiten (oben) und eines schmalen (unten) weißen Streifens auf schwarzem Untergrund durch ein Prisma sieht, mit einer Erklärung durch Green auf der Basis von Newtons Vorstellungen, und einer von Wunsch aus dem Jahre 1792, die von den drei Grundfarben Rot, Grün und Violettblau ausgeht. (Das Bild basiert auf einer Kopie des Originals, wurde aber überarbeitet, um die Darstellung auf dem Bildschirm zu verbessern.)

gern. Dabei sollte man sich den Hintergrund aber schwarz, nicht weiß vorstellen.

Daß diese drei Farben nicht eine besondere Eigenschaft des Lichts sind, sondern durch unsere Sinnesorgane hervorgerufen werden, wurde von George Palmer noch früher, nämlich 1786, ausgesprochen, fand aber keine Beachtung (G. Walls 1956).

Th. Young, der englische Arzt und Naturforscher, vertrat 1807 diese Ansicht erneut. Zuvor (1802) hatte er als Grundempfindungen noch Rot, Gelb und Blau angenommen. Vielleicht fand er nur deshalb mehr Gehör, weil er zugleich Interferenzexperimente behandelte, die die Wellennatur des Lichts bewiesen. Damit konnten die Physiker seiner Zeit wesentlich mehr anfangen. Wegen der Wellennatur des Lichts nannte Young die entsprechenden Sinnesorgane Resonatoren, und er forderte drei Typen davon, die für rotes (d. h. langwelliges), grünes und violetteres Licht maximal empfindlich sein sollten: „From three simple sensations, with their combinations, we obtain several primitive distinctions of colours; but the different proportions, in which they may be combined, afford a variety of tints beyond all calculation. The three simple sensations being red, green and violet, the three binary combinations are yellow, consisting of red and green; crimson, of red and violet; and blue, of green and violet; and the seventh in order is white light, composed of all three united“ (Young 1807).

(Aus drei einfachen Empfindungen und ihren Kombinationen erhalten wir einige einfache Farbunterscheidungen; aber die verschiedenen Verhältnisse, in denen sie kombiniert werden können, haben eine unendliche Vielfalt von Farbarten zur Folge. Die drei einfachen Empfindungen sind Rot, Grün und Violett, die drei Zweierkombinationen sind Gelb, das aus Rot und Grün besteht, Karmin, aus Rot und Violett, und Blau, aus Grün und Violett: und die siebente Farbe in der Reihe ist weißes Licht, das aus allen dreien gemeinsam besteht.)

Diese Erklärung entspricht in ihren wesentlichen Zügen der heutigen Auffassung.

Allgemeine Verbreitung erlangte die Youngsche Hypothese erst durch die quantitative Beschreibung von Farbmischungsexperimenten durch Helmholtz (1852) und später Maxwell (1860), die im Lichte der Youngschen Erklärung sofort plausibel sind.

In der zweiten Hälfte des 19. Jh. erkannte man die unterschiedlichen Aufgaben von Zapfen und Stäbchen in der Retina, und konnte bald auch den dem Stäbchensehen zugrundeliegenden Farbstoff isolieren, der in verhältnismäßig hoher Konzentration vorhanden ist (Kühne 1878).

Die Zapfen beherbergen also die Youngschen „Resonatoren“, unter denen man sich Licht absorbierende Substanzen, also Farbstoffe, vorzustellen hat.

Die Frage, der sich um die Jahrhundertwende (19./20. Jh.) viele Forscher zuwandten, war die Bestimmung der spektralen Empfindlichkeitskurven für die drei Youngschen Rezeptortypen. Ohne auf die Details eingehen zu können, sei nur gesagt, daß sie sich aus den an einer großen Zahl von Versuchspersonen gesammelten colorimetrischen Daten nicht eindeutig bestimmen lassen.

Es war Arthur König, der hier den Ausweg aufzeigte: Er nahm an, daß den Rot-Grün- und den Blau-Gelb-Blinden jeweils einer der drei Farbstoffe fehle, und daß zweitens die beiden verbleibenden Farbstoffe mit denen von Normalsichtigen übereinstimmen (König & Dieterici 1892). Aus der Youngschen Theorie folgt mit den Annahmen von König, daß es zwei Arten von Rot-Grün-Blindheit geben solle, und dies wird tatsächlich beobachtet. (Von beiden Formen der Farbblindheit ist jeweils etwa ein Prozent der männlichen Bevölkerung betroffen. Totale Farbenblindheit durch Ausfall zweier oder aller Zapfenarten wird sehr selten ebenfalls beobachtet.) Heute nennt man die drei Arten von Farbfehlsichtigkeit, bei denen der auf lang-, mittel- und kurzwelliges Licht empfindliche Rezeptortyp ausfällt, Protanopie, Deutanopie, Tritanopie (wissenschaftsgriechisch: erste, zweite, dritte Blindheit).

Wegen der individuellen Unterschiede auch bei Farbnormalsichtigen, die auf unterschiedlicher Pigmentierung, vielleicht sogar auf dem Vorkommen geringfügiger Unterschiede in den Rezeptorfarbstoffen selbst beruhen, sind allerdings die Ergebnisse der Untersuchungen an Farbenblinden nicht so eindeutig, wie es wünschenswert wäre; so blieb ein gewisser Spielraum für die Vorliebe der einzelnen Forscher.

### **Die Grundempfindungskurven**

Wir müssen zwischen dem Sehen bei Helligkeit (Tagessehen, photopisches Sehen) und dem bei sehr schwachem Licht (Nachtsehen, skotopisches Sehen) unterscheiden. Die Sinneszellen für das Sehen bei Nacht sind die Stäbchen in der Netzhaut. Diese werden bei Helligkeit abgeschaltet, sie liefern keinen Beitrag zum Farbsehen. Bemerkenswert ist, daß sich die relative Helligkeitsempfindung für die verschiedenen Farben beim Nachtsehen deutlich von der des Tagessehens unterscheidet. Bei sehr schwacher Beleuchtung (wenn keine Farben mehr gesehen werden) erscheint z.B. Dunkelblau heller als ein leuchtendes Orange (Purkinje-Effekt).

Inzwischen weiß man sehr viel über die Lichtrezeptoren in der Netzhaut. In den Stäbchen wird das Licht durch einen Farbstoff, den Sehpurpur, absorbiert, der so reichlich vorhanden ist, daß die Netzhaut rosafarben erscheint. Der farbgebende Teil des Sehpurpurs ist Retinal, das an ein Eiweiß (Opsin) gebunden ist. Die Absorption eines Lichtquants durch ein Retinalmolekül führt zunächst zu einer Formänderung des Moleküls, die am Anfang einer Kette von chemischen Reaktionen steht, die schließlich einen Nervenimpuls auslöst. Die Absorptionskurve des Retinals stimmt gut mit der Empfindlichkeitskurve für das skotopische Sehen überein.

Nach dem heutigen Stand der Erkenntnis leiten sich die in den drei Zapfenarten vorhandenen Farbstoffe alle vom Retinal ab, das an Eiweißstoffe gebunden ist, wobei die verschiedenen Arten der Einbin-

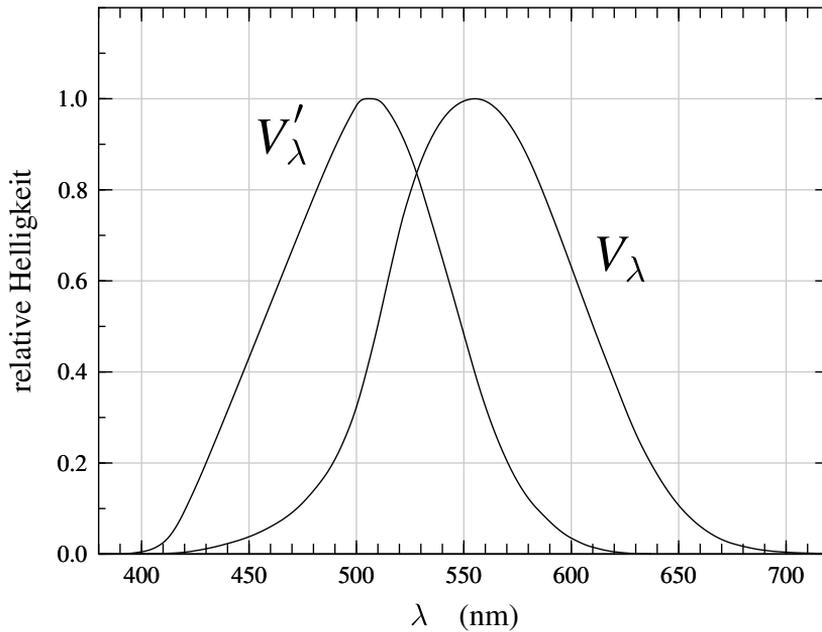


Bild 10: Die relative Helligkeitsempfindlichkeit für Tages- und Nachtsehen

ding die Ursache für die verschiedenen Resonanzfrequenzen sind. Allem Anschein nach sind die Empfindlichkeitskurven, genauer: die Lage der Maxima, im Zuge der Evolution optimiert worden.

Bild 11 zeigt die Empfindlichkeitskurven der drei Zapfenarten in der Netzhaut des menschlichen Auges. Die drei Kurven wurden aus den Norm-Spektralwertkurven mit Hilfe von zusätzlichen Daten über Farbenblindheit errechnet. Sie können als Mittelwerte gelten, genommen über eine große Anzahl von Versuchspersonen.

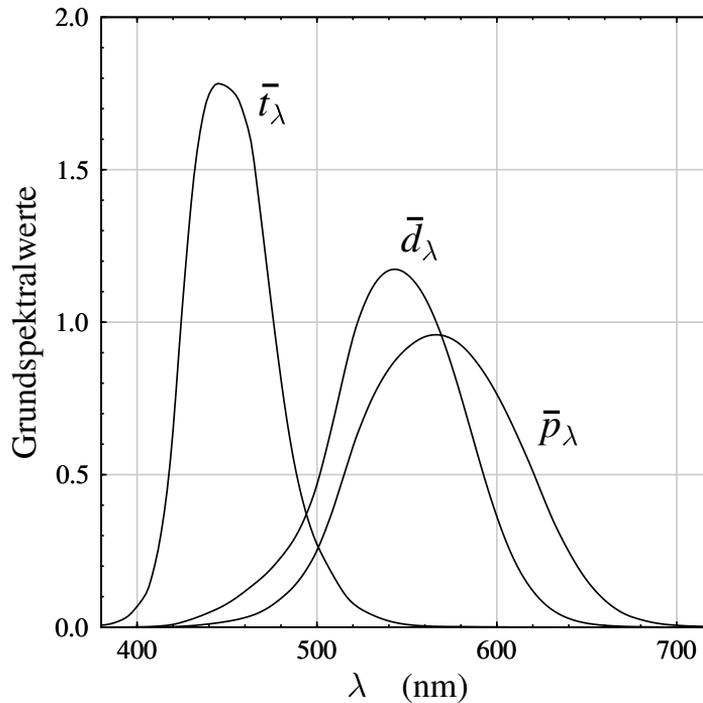


Bild 11: Die Empfindlichkeitskurven der drei Zapfenarten in der menschlichen Retina.

Für den Unvoreingenommenen ist dieses Bild zunächst einmal überraschend. Man hätte drei voneinander deutlich getrennte Glockenkurven erwartet (wie man sie auch bei Karpfen und Karauschen vorfindet), statt dessen überlappen sich die den Eindruck „Rot“ vermittelnde p-Empfindlichkeitskurve mit der „Grün“ vermittelnden d-Kurve sehr stark. Die „Blau“ vermittelnde t-Kurve ist von den beiden anderen deutlich getrennt. Was ist der Vorteil dieser Anordnung gegenüber der zunächst plausibleren?

Teilt man die Helligkeits-Empfindlichkeitskurve  $V_\lambda$  (mit dem Maximum von 1) auf die drei Mechanismen auf, so findet man, daß die Maxima der drei Anteile 0,54 (rot, p), 0,58 (grün, d) und 0,018 (blauviolett, t) betragen (Wald 1946). Daraus kann man ablesen, daß die rot- und grünvermittelnden Zapfen ungefähr gleich stark zur Helligkeitsempfindung beitragen, die blauviolett-vermittelnden aber nur etwa mit zwei Prozent! Warum so wenig?

Der Grund für die Unterdrückung des Blauviolett-Beitrags zur Helligkeit dürfte der gleiche sein, der einen nur geringen Unterschied zwischen  $p_\lambda$  und  $d_\lambda$  zum Vorteil macht, nämlich die Farbfehler in Hornhaut und Linse. Wegen dieser Farbfehler ist Scharfeinstellung exakt nur für eine Wellenlänge möglich. Der Unterschied in der Brechkraft von Hornhaut und Linse zusammen für 578 nm und für 450 nm beträgt ziemlich genau eine Dioptrie! (Wyszecki & Stiles 1967).

Es mag erstaunen, daß die Farbfehler existieren, denn man nimmt sie normalerweise nicht wahr. Aber Auge und Gehirn tun ihr bestes um alle störenden Einflüsse vom Bewußtsein fernzuhalten. In seinen berühmten Brillen-Experimenten hat Ivo Köhler in den Fünfziger- und Sechzigerjahren des vorigen Jahrhunderts Versuchspersonen mit Prismenbrillen ausgestattet, die alle Gegenstände mit Farbsäumen erscheinen ließen (nach Brillen, die das Bild auf den Kopf stellten und solchen, die links und rechts vertauschten). Auch an diese Brillen konnten sich die Versuchspersonen nach einiger Zeit gewöhnen und sahen dann keine Farbsäume mehr. Doch nach dem Abnehmen der Brillen waren die Farbsäume – jetzt umgekehrt – wieder da.

Man kann die Farbfehler sichtbar machen, wenn man ihr Erscheinungsbild verändert: deckt man mit der dicht vors Auge gehaltenen Hand den größten Teil der Pupillenöffnung ab, so wirkt der Randbereich von Hornhaut und Linse wie ein Prisma, das das Licht aufspaltet. Betrachtet man auf diese Weise einen auf eine Leinwand projizierten Lichtstreifen (oder ein anderes geeignetes Objekt), so sieht man an

dem Streifen auf einer Seite einen schmalen rot-gelben, auf der anderen einen schmalen dunkelblau-hellblauen Saum.

Wegen dieser Farbfehler ist es günstig, wenn die Maxima von  $\bar{p}_\lambda$  und  $\bar{d}_\lambda$  nicht weit auseinanderliegen, dann ist eine mittlere Einstellung für beide Mechanismen gut, nicht aber für den t-Mechanismus. Das blauviolette Netzhautbild ist daher zu unterdrücken, wenn die Bildschärfe nicht beeinträchtigt werden soll, denn bei Scharfstellung für p und d ist es unscharf! Die Eigenschaft von Violettblau, dunkel, und von Gelb (gleich Weiß minus Violettblau), hell zu sein, kann man somit aus der Wirkungsweise unserer Augen als vorteilhaft einsehen.

## Mensch und Farbe

### Die einzelnen Farben

Die Eigenschaften der Farben, wie sie der Maler kennt, sind viel weniger Eigenschaften der Farbstoffe als des Gesichtssinnes, die sich in unseren Empfindungen äußern.

Der auffallend enge Farbbereich des Gelben sowohl in einem durch Mischung erzeugten, empfindungsmäßig gleichabständigen Farbkreis als auch in dem Spektralband hat seine Ursache in den physiologischen Gegebenheiten: Gelb ist die Verschlüsselung für „keine oder geringe Erregung der Blauviolett-Rezeptoren, Erregung der Rot- und Grün-Rezeptoren gleich stark (d. h. wie bei Weiß)“, die Verschlüsselung für „Weiß minus Blau“ sozusagen. Die Empfindung „Grün“ dagegen bedeutet: „Die Erregung der Rezeptoren für mittlere Wellenlängen überwiegt die beiden anderen“, und dies ist natürlich in verschiedenen Verhältnissen möglich, während Gleichheit nur bei einem Verhältnis, 1:1, gegeben ist.

Genau genommen gilt die oben geforderte Gleichheit nur näherungsweise. Die Empfindung „reines Gelb“ wird ausgelöst, wenn die Remission einer betrachteten Fläche im kurzwelligen Bereich klein ist,

aber im längerwelligen Bereich nahezu hundertprozentig, wie im Fall von Weiß. Da sich die Empfindlichkeitskurven der drei Zapfenarten überlappen, bedeutet dies aber auch für die grün-vermittelnden Zapfen eine Einbuße, wenn der kurzwellige Bereich ausfällt.

Wird dagegen von einer Fläche nur Licht kurzer Wellenlängen ins Auge reflektiert, so daß die blauviolett-vermittelnden Zapfen etwa gleich stark wie bei Weiß erregt werden, die anderen beiden Arten dagegen nur schwach, so ist die Empfindung „Blau“. Wegen der Überlappung der Empfindlichkeitskurven werden dabei aber die grünvermittelnden Zapfen doch schon nennenswert mitangeregt. Blau ist sozusagen „Violettblau mit etwas Grün“. Die Empfindung, die einer Erregung der t-Zapfen allein entspricht, ist sehr selten, kommt unter natürlichen Gegebenheiten praktisch nie vor. Es wäre für jeden Organismus unzweckmäßig, eine nicht vorkommende Farbe als Ur-Farbempfindung zu haben, wenn wir unterstellen, daß den Urfarben besonders gute Erkennbarkeit zukommt.

Die Urfarben Gelb und Blau sind komplementär (d. h. die additive Mischung gibt Weiß, oder die Mischung mit dem Farbkreisel neutrales Grau). Die Urfarben Rot und Grün dagegen sind kein komplementäres Paar. Ihre Mischung mit dem Farbkreisel kann in keinem Verhältnis auf Neutralgrau führen.

Gelb nimmt unter den „subtraktiven Primärfarben“ Gelb, Grünblau und Purpur eine Sonderstellung ein, indem es einmütig von allen als Grundempfindung anerkannt wird, da es keine Ähnlichkeit mit Rot und Grün hat. Dagegen ist bei Grünblau und Purpur die Zwischenstellung empfindungsmäßig selbstverständlich.

## Subjektive Unterschiede

Bei der Besprechung der Farben sollten wir aber nie vergessen, daß es sich um sehr subjektive Phänomene handelt, trotz vielfacher Übereinstimmung in ihrer Beurteilung. Die fruchtlose Auseinandersetzung, ob eine bestimmte Farbe ein grünliches Blau oder eher Blaugrün ist, kann ihre Ursache in verschieden starker Gelbfärbung der Linse haben.

Josef Albers<sup>5</sup> zeigte sich enttäuscht darüber, daß in seinen Malklassen so schlechte Ergebnisse beim Helligkeitsvergleich verschiedener Farben erzielt wurden (60% „falsche“ Antworten). Der Maler zeigt sich enttäuscht, aber dem Physiker sind die gleichen Schwierigkeiten wohlbekannt. Die Enttäuschung des Malers rührt von der Annahme her, daß es hier eine objektiv richtige Antwort gäbe; die Physiker haben schon lange resigniert und die Vielfalt von in ihrem Urteil voneinander abweichenden Beobachtern für farbmetrische (und photometrische) Zwecke durch einen fiktiven Normalbeobachter ersetzt. Dessen Helligkeits„empfindung“ ist genau festgelegt und entspricht etwa dem Mittelwert von wirklichen Beobachtern, sein Auge erfährt keine Farbumstimmung im Gegensatz zu allen anderen, für die der Helligkeitsunterschied verschiedener Farben von der momentanen Disposition des Auges abhängt, die wiederum durch das Betrachten großflächiger bunter Papiere beeinflusst wird. Außerdem hat natürlich auch die Beleuchtungsart ihren Einfluß.

---

<sup>5</sup>1888–1976; Maler und Kunstpädagoge. 1923 bis zur Schließung 1932 Lehrer am Bauhaus, 1933–49 am Black Mountain College in Ashville (N.C.), ab 1950 an der Yale University

## Wann sehen wir welche Farben?

Wir kennen nun die Empfindlichkeitskurven der Zapfen in der Netzhaut. Bild 12 zeigt schematisch idealisiert, wie Remissionskurven aussehen, die so geartet sind, daß jeweils die Anregung einer Art von Zapfen die der anderen stark überwiegt. Wird von einer Oberfläche das Licht in kurz- und mittelwelligen Bereich absorbiert, das im langwelligen Bereich jedoch zurückgeworfen (remittiert, Remission = diffuse Reflexion), dann sehen wir diese Oberfläche rot. (Im folgenden wird vorausgesetzt, daß keine anderen Hinweise auf die Art der Farbe wahrgenommen werden, und daß die Beleuchtung dem Tageslicht entspricht oder ähnlich ist.) Entsprechend erhalten wir den Sinneseindruck „Grün“, wenn im mittelwelligen Bereich das Licht zurückgeworfen, im lang- und im kurzwelligen Teil des sichtbaren Bereiches jedoch absorbiert wird (grüne Kurve in Bild 12). Entsprechendes gilt für die blau gezeichnete Kurve.

Man beachte, daß beim Sinneseindruck Blau die grünvermittelnden d-Zapfen auch schon merklich zum Farbeindruck und zur Helligkeitsempfindung beitragen. Werden wirklich nur die t-Zapfen angeregt, dann entsteht der Eindruck „Violettblau“ mit geringer Helligkeit.

Wann entsteht nun aber der Sinneseindruck „Gelb“? Bestimmt nicht dann, wenn nur der im Spektrum des Lichts gelb erscheinende Wellenlängenbereich remittiert wird. Dieser Bereich von 570 nm bis 585 nm ist so klein, daß wir eine sehr dunkle Farbe sehen müßten. Gelb ist aber hell!

Man kann qualitativ das Remissionsvermögen von Farbpapier prüfen, indem man einen schmalen Streifen davon auf eine schwarze Unterlage legt und ihn durch ein Prisma betrachtet. Im Vergleich mit einem Streifen aus weißem Papier stellt man fest, daß die Remission von Gelb und Weiß sich nur im kurzwelligen, „blauen“ Bereich unterscheidet. Gelb ist gewissermaßen Weiß minus Blau (siehe Bild 13).

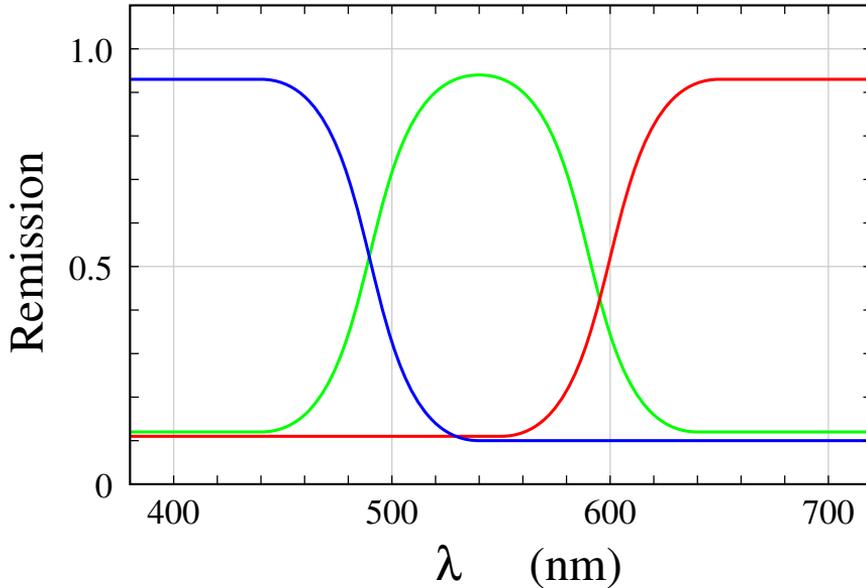


Bild 12: Drei Remissionskurven (schematisch), die den Oberflächenfarben Blau, Grün und Rot entsprechen

## Farben mischen

Die meisten von uns wissen aus früher Kindheit, daß gelbe und blaue Farbe zusammengemischt grüne Farbe ergibt. Das wird vereinfacht zu „Gelb und Blau gibt Grün“ verallgemeinert.

Die Mischung von Substanzfarben ist schwierig exakt quantitativ zu erfassen, aber zum Glück ist das Ergebnis in den meisten Fällen ähnlich dem, das man beim Hintereinanderlegen von Farbfiltern erhält. Diese Art von Farbmischung nennt man **subtraktive Mischung**; durch subtraktive Mischung aus drei Grundfarben Grünblau

(Cyan), Purpur (Magenta) und Gelb, jeweils in verschiedener Konzentration, wird z. B. beim Farbfilm die ganze Vielfalt der wiedergegebenen Farben erzeugt. Auch beim Vierfarbendruck werden die gleichen Grundfarben verwendet (die vierte Farbe ist Schwarz); die übereinandergedruckten Farbschichten wirken wie Filter.

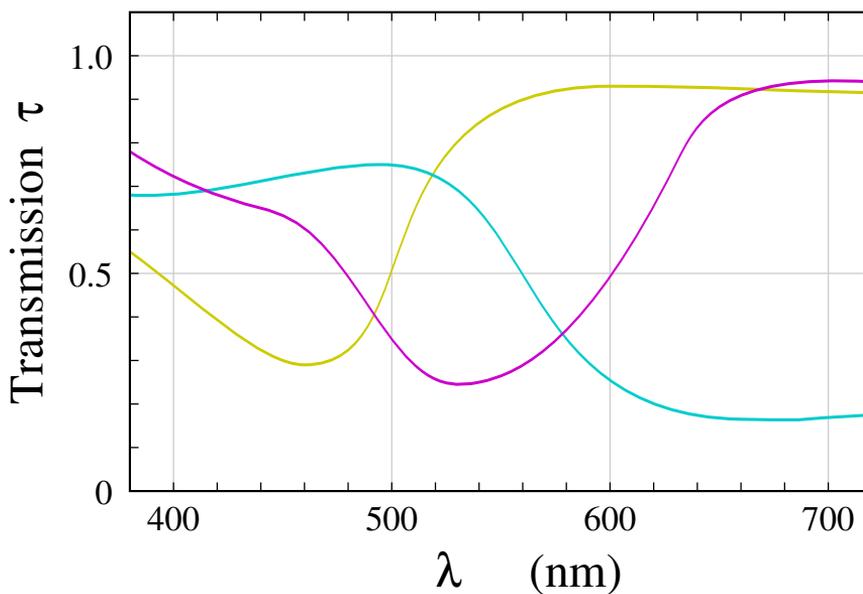


Bild 13: Transmissionskurven (Durchlässigkeitskurven) der Farben, die im Drei- und Vierfarbendruck verwendet werden (subtraktive Primärfarben).

Anhand von typische Durchlässigkeitskurven von Farbfiltern lassen sich die Ergebnisse des subtraktiven Mischens leicht veranschaulichen.

An die subtraktive Farbmischung aus der eigenen Erfahrung gewöhnt, wird mancher vom Ergebnis der Mischung von Gelb und Blau mit dem Farbkreis überrascht sein.

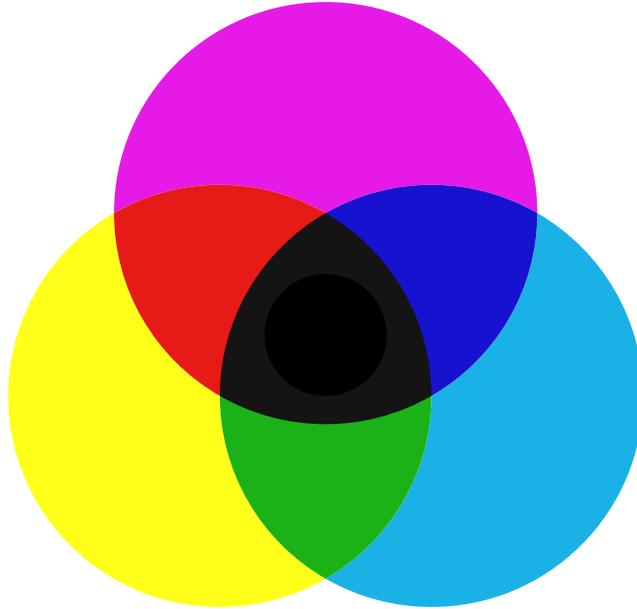


Bild 14: Durch Hintereinanderlegen von Farbfilttern in den Farben Cyan (Grünblau), Magenta (Purpur) und Gelb, oder durch Übereinanderdrucken der entsprechenden Druckfarben erhält man als Mischfarben Rot, Grün und Blau.

Das Auge löst die in rascher Aufeinanderfolge eintreffenden Farbreize nicht mehr auf, sondern nimmt den Mittelwert wahr; man spricht daher von **Mischung durch Mittelung**. Auch hier läßt sich das Ergebnis mit typischen Remissionskurven plausibel machen. Mischung durch Mittelung tritt auch auf, wenn die Farben in kleinen Bereichen nebeneinanderliegen und aus größerer Entfernung betrachtet werden.

Die theoretisch am einfachsten zu behandelnde Art von Farbmischung, die **additive Mischung**, finden wir heute an Fernseh- und Computerbildschirmen allenthalben. Betrachten Sie an einem Com-

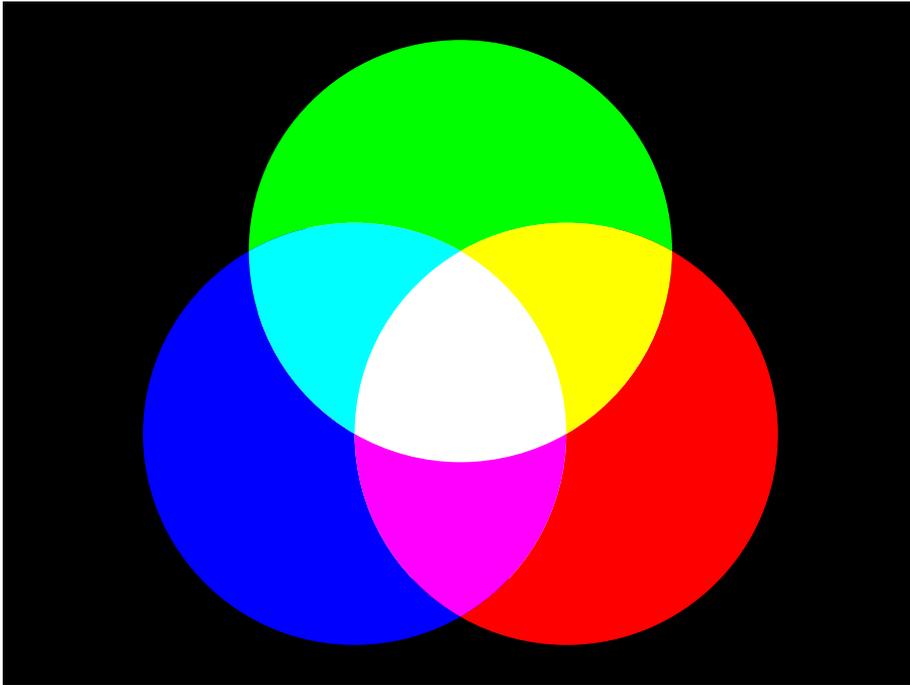


Bild 15: überlagert man durch Übereinanderprojizieren Rot, Grün und Blau, so erhält man bei geeignet gewählten Intensitätsverhältnissen als Mischfarbe Weiß. Dort, wo sich nur Rot und Grün addieren, entsteht Gelb.

puterbildschirm eine weiße Fläche aus der Nähe mit einer starken Lupe! Sie finden ein Raster aus roten, grünen und blauen Punkten oder Streifen. Die Intensität von Rot, Grün und Blau läßt sich unabhängig voneinander einstellen. Die maximalen Helligkeiten der drei Farben sind so aufeinander abgestimmt, daß sich Weiß ergibt, wenn alle drei Farben mit voller Stärke angeregt werden.

Nachdem wir die Gesetzmäßigkeiten des Farbensehens und des Farbmischens kennengelernt haben, scheint ein Rückblick auf den Farb-

kreis des Malers und Kunstpädagogen Johannes Itten lohnend.



Bild 16: Der Farbkreis von Johannes Itten mit eingezeichnetem Schema von Grund- und Mischfarben.

In der Gefolgschaft von Mayer, Lambert, Runge und Goethe wählt Itten Rot, Gelb und Blau als Grundfarben und gewinnt daraus durch Mischen die anderen. Diese Grundfarben stimmen nicht mit den für subtraktive Mischung optimalen überein, und entsprechend sind die Mischfarben stumpfer, weniger brillant. Grün steht auf einer Stufe wie Orange und Violett, was den physiologischen Gegebenheiten nicht entspricht.

Itten war 1923–26 Lehrer am Staatlichen Bauhaus in Weimar und wurde als Lehrer und Farbtheoretiker bekannt. Klee, Kandinsky und Josef Albers zeigen sich von ihm beeinflusst; Josef Albers wiederum, der

1920 bis 23 am Bauhaus studierte und dann bis zur Schließung 1933 dort lehrte, wanderte nach den USA aus und übte dort, besonders durch seine theoretischen Schriften, einen nachhaltigen Einfluß auf die Entwicklung der abstrakten amerikanischen Malerei aus.

Zurück zur additiven Farbmischung:

Die Anregungsstärken der drei Primärvalenzen **R**, **G**, **B** kann man als Maßzahlen zur Kennzeichnung der Farbe verwenden<sup>6</sup>. So lautet z.B. der Befehl zur Einstellung der Farbe Rot in der Druck-Seitenbeschreibungssprache PostScript: „1 0 0 setrgbcolor“. Die drei Zahlen sind der Reihe nach *R*, *G* und *B*, 1 bedeutet maximale Helligkeit (100%). Wenn  $R = G = B$  ist, so liegt die unbunte Farbe Grau vor.

Betrachtet man die Farbmaßzahlen als Koordinaten in einem rechtwinkligen Koordinatensystem, so ergibt sich als Farbkörper der auf dem Bildschirm darstellbaren Farben ein Würfel. Es ist aber daran zu erinnern, daß nicht alle vorkommenden Farben auf dem Bildschirm reproduziert werden können.

Man kann das RGB-Schema der Farbdarstellung auf dem Bildschirm zum Studium der additiven Farbmischung benutzen. Dabei ist allerdings ein wesentlicher Punkt zu beachten, den ich am Beispiel der Herstellung einer möglichst gleichmäßig abgestuften Grauskala illustrieren möchte: die zur Füllung der elf Felder der in Bild 17 benutzten Farben wurden mit den folgenden Anweisungen erzeugt: 0 setgray, 0.1 setgray, 0.2 setgray . . . 1 setgray. Die dem Kommando „setgray“ vorangestellte Zahl gibt den Weißanteil an, „0.2 setgray“ ist gleichbedeutend mit „0.2 0.2 0.2 setrgbcolor“. Bild 18 zeigt im übrigen genau dieselbe Abstufung, diesmal vor einem schwarzen Hintergrund.

Versucht man, eine gleichmäßige Grauskala mit dem Farbkreislauf zu erzeugen und wählt eine gleichmäßige Zunahme des Weißanteils, so ergibt sich folgendes Bild 19: links die Scheibe in Ruhe, der Weißan-

---

<sup>6</sup>Diese Maßzahlen sind zwar sehr bequem, aber dadurch wird eine Farbe nicht eindeutig gekennzeichnet, denn das Ergebnis der Wiedergabe ist geräteabhängig

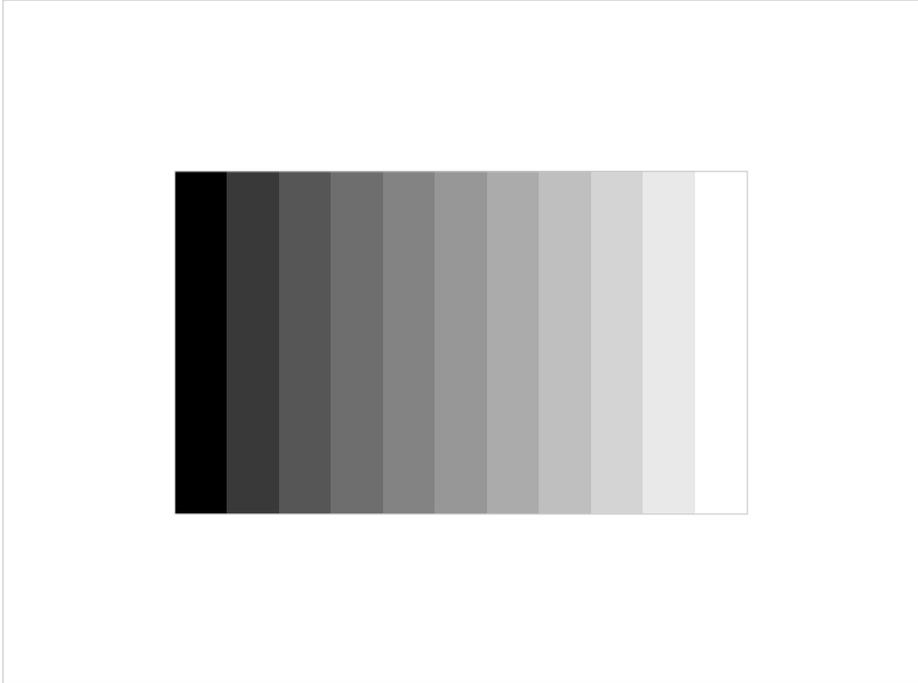


Bild 17: Grauskala: von einem Feld zum nächsten nimmt der Weißanteil um 10% zu.

teil nimmt von innen nach außen in Schritten von 0,2 zu, rechts das Erscheinungsbild der Scheibe, wenn sie sich schnell dreht.

Daraus können wir entnehmen, daß die Maßzahlen  $R$ ,  $G$  und  $B$  nicht proportional sind zu den Intensitäten der Grundfarben, gemessen in physikalischen Einheiten (etwa Lumen pro Quadratmeter) oder in den trichromatischen Maßzahlen der Farbmatrik, auf die ich hier nicht eingehen kann<sup>7</sup>, sondern so gewählt sind, daß die Maßzahlen den empfundenen Helligkeiten entsprechen.

---

<sup>7</sup>Der Farbmatrik ist ein eigener Aufsatz gewidmet.

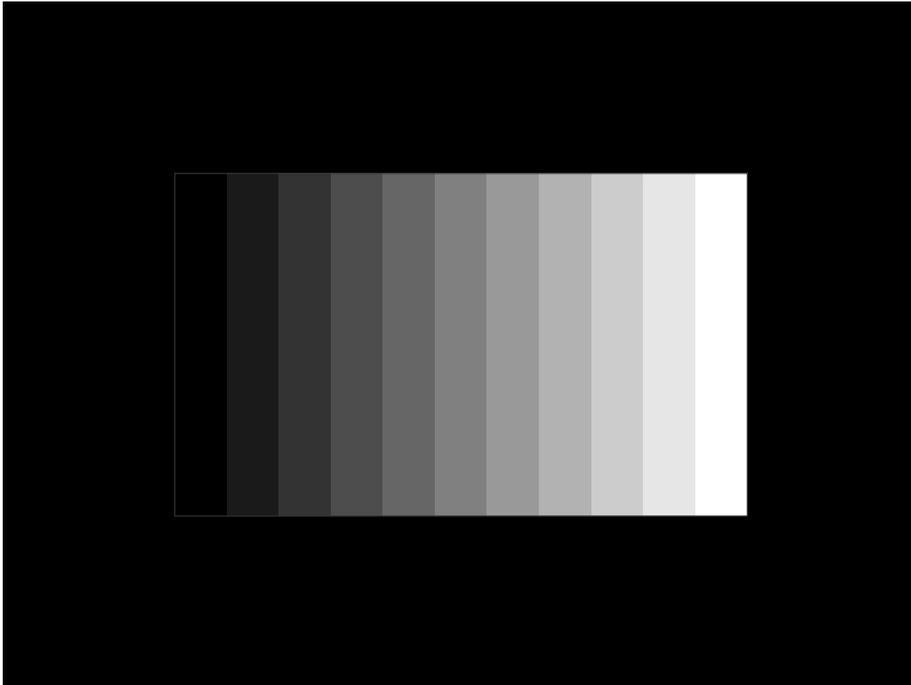


Bild 18: Dieselbe Grauskala vor schwarzem Hintergrund. Damit sich der Hintergrund auswirken kann, sollte man dieses Bild zur Betrachtung am Bildschirm vergrößern, bis es den ganzen Schirm ausfüllt.

Wie der Zusammenhang zwischen Reiz und Empfindung ist, haben Weber und Fechner als erste beschrieben: sie fanden, daß (innerhalb gewisser Grenzen) die Empfindung dem Logarithmus der Reizstärke entspricht.

Um gleichabständig wirkende Grauskalen zu erhalten, muß sich die Helligkeit von einem Feld zum anderen jeweils um den gleichen Faktor ändern. Dies gilt allerdings nicht unbegrenzt: Für Oberflächenfarben ist nach oben bei 100% Remission ohnehin Schluß. Auch nach un-

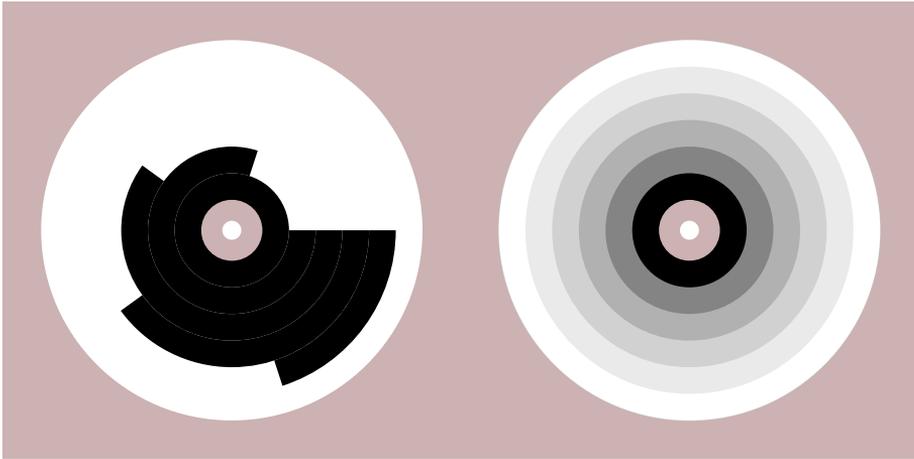


Bild 19: Gleichmäßige Zunahme des Weißanteils in den Kreisringen des Kreisels führt bei Drehung zu einer ungleichstufig erscheinenden Grauskala.

ten ist bald ein Ende erreicht. Hierfür sind verschiedene Ursachen zu finden, die je nach den sonstigen Begleitumständen einzeln oder im Zusammenwirken die Skala nach unten begrenzen.

Bei der Mischung von Grau mit dem Farbkreis ist das untere Ende erreicht, wenn die ganze Kreisfläche schwarz ist. Das schwarze Papier wirft aber immer noch um die zehn Prozent des einfallenden Lichtes zurück: eine geringere Helligkeit als diese ist nicht einstellbar, und die Remission des schwarzen Sektors muß bei Messungen mit dem Farbkreis berücksichtigt werden.

Die schwarze Fläche auf dem Computerbildschirm erscheint nicht schwarz, wenn Sie sie durch eine ans Auge gehaltene Pappröhre betrachten. Durch die Umgebungsbeleuchtung und das von anderen Teilen des Schirms kommende Licht wird ein Schwellenwert festgelegt, bis zu dem alles als Schwarz wahrgenommen wird. Dieses Phänomen ist bei Blendung ganz besonders deutlich (und störend). Dieser Schwellen-

wert ist im allgemeinen weit von der echten Empfindlichkeitsschwelle entfernt und sehr variabel. Das hat zur Folge, daß eine unter bestimmten Bedingungen als gleichmäßig empfundene Abstufung unter anderen Bedingungen unbefriedigend erscheinen kann.

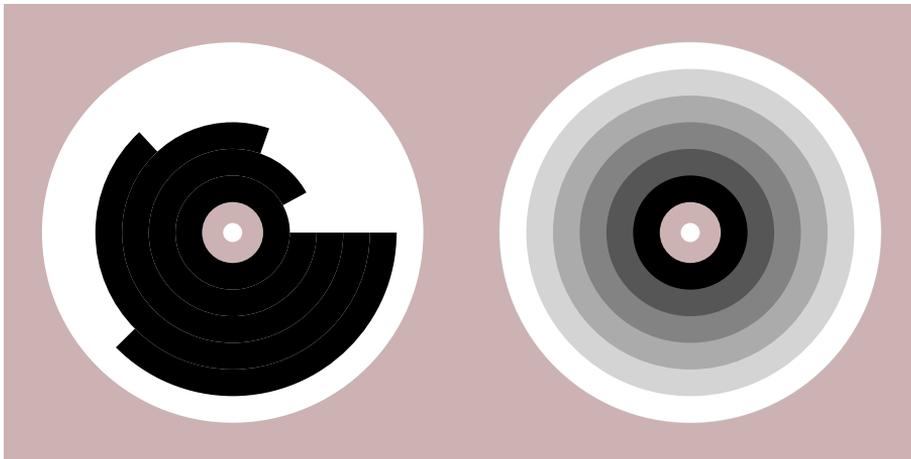


Bild 20: Abstufung des Weißanteils nach dem Weber-Fechnerschen Gesetz und die daraus resultierende Grauskala. Zur Berechnung der Winkelanteile wurde als „Remission“ des Schwarzanteils  $r_S = 0.143$  ( $= 1/7$ ) angesetzt.

Eine mit dem Farbkreis unter Berücksichtigung des Weber-Fechnerschen Gesetzes erstellte Grauskala ist in Bild 20 zu sehen.

## Psychologische Aspekte

Niemand wird bestreiten, daß wir von Farben beeinflusst werden. Am eindringlichsten ist dies vermutlich bei der allgemeinen Raumbeleuchtung zu beobachten, weil durch sie die gesamte Umgebung und auch die Mitmenschen in ihrem Aussehen betroffen werden. Bei Tagesbeleuchtung ist es neben der Helligkeit in erster Linie der Warm-Kalt-Kontrast, der den Unterschied zwischen den Lichtverhältnissen bei Schön- und Schlechtwetter, zwischen einem Zimmer nach Norden und einem sonnigen nach Süden gerichteten ausmacht.

Aber auch farbige Oberflächen können uns beeinflussen, sofern ihnen in unserer Umgebung ein genügendes Gewicht zukommt, wie beispielsweise bei Tapeten oder Möbeln. Hierzu sei **Goethe** zitiert: „Die Farben von der Plusseite sind Gelb, Rotgelb (Orange), Gelbrot (Mennig, Zinnober). Sie stimmen regsam, lebhaft, strebend (Absatz 764). Dies wird für die einzelnen Farben weiter ausgeführt. Gelb: besitzt eine heitere, muntere, sanft reizende Eigenschaft . . . macht warmen und behaglichen Eindruck . . . – Aber: Diese Farbe . . . macht eine sehr unangenehme Wirkung, wenn sie beschmutzt oder einigermaßen ins Minus gezogen wird. Durch eine geringe und unmerkliche Bewegung wird der schöne Eindruck des Feuers und Goldes in die Empfindung des Kotigen verwandelt und die Farbe der Ehre und Wonne zur Farbe der Schande, des Abscheus und des Mißbehagens umgekehrt. Gelbrot (d. h. Rot, im Gegensatz zu Purpurrot); . . . Das angenehme Gefühl, das uns das Rotgelbe noch gewährt, steigert sich bis zum unerträglich Gewaltigen im hohen Gelbroten . . . kein Wunder, daß energische, gesunde, rohe Menschen sich besonders an dieser Farbe erfreuen.“ „Die Farben von der Minusseite sind Blau, Rotblau und Blaurot. Sie stimmen zu einer unruhigen, weichen und sehnenenden Empfindung (Absatz 777).

Und über die grüne Farbe schreibt Goethe: „Unser Auge findet in derselben eine reale Befriedigung . . . so ruht das Auge auf diesem

Gemischten wie auf einem Einfachen. Man will nicht weiter und man kann nicht weiter. Deswegen für Zimmer, in denen man sich immer befindet, die grüne Farbe zur Tapete meist gewählt wird“ (Absatz 802).

Diese Aussagen Goethes wurden vielfach weiterüberliefert, sicher auch deswegen, weil diese Aussagen die Empfindung derer, die sie wiedergeben, gut beschreiben. Außerdem dürfte Goethe selbst natürlich auch auf die allgemeine Meinung geachtet und sie berücksichtigt haben. – Es findet sich in dem Abschnitt „Sinnlich-sittliche Wirkung der Farbe“ so viel über die Eigenschaften der Farben, daß ein paar Zitate nur einen unzureichenden Eindruck vermitteln können.

Man wird bemerken, daß sich der Zeitgeschmack seit Goethe geändert hat, z. B. in Hinblick auf das „beschmutzte“ Gelb, sei es grünlich-gelb, oliv oder ockerfarben. Grüne Tapeten werden seltener gewählt. Bei Grün sollte unterschieden werden: Das Grün der Wälder und Wiesen ist viel weniger intensiv als das einiger synthetischer Farbstoffe; der Ausdruck „Giftgrün“ deutet nicht gerade auf eine reale Befriedigung hin.

Goethe gibt seine Beobachtungen als allgemein und immer gültig. Wir haben aber schon davon gesprochen, daß die Vorliebe für bestimmte Farben sich ändern kann, was durch wechselnde Mode, Erlebnisse oder intensive Beschäftigung mit bestimmten Farben gefördert wird. So erscheint es nicht unwahrscheinlich, daß auch der Einfluß der Farben auf uns nicht absolut feststeht, sondern von unserer Stimmung abhängt und wohl auch von der Gewöhnung durch häufigen Anblick.

Ich glaube, daß man zwischen der Wirkung, die die Farbe auf einen Menschen ausübt, und der Bevorzugung einiger Farben einen Zusammenhang annehmen darf. Etwa derart, daß in ausgeruhter, gutgelaunter und tatendurstiger Verfassung Orange und Rot wegen der Übereinstimmung mit der Gefühlslage angenehm empfunden werden, Blau und Grün vielleicht als langweilig, während bei innerer Unruhe und Erschöpfung ruhig stimmende, allgemein dunklere Farben bevorzugt

werden und man meint, grelle Farben würden einen nur noch „kribbeliger“ oder nervöser machen.

Darüberhinaus kann die Vorliebe für oder Abneigung gegen gewisse Farben von Assoziationen geprägt sein, die bewußt oder nur noch unbewußt nachwirken.

Aber lassen wir neben Goethe zunächst noch andere Autoren zu Wort kommen (in allen Fällen stark gekürzt oder sinngemäß zitiert):

Zu Anfang des 20. Jahrhunderts führte **F. Stefanescu-Goanga** experimentelle Untersuchungen über die Gefühlsbestimmung der Farben durch. Dabei wurden den Versuchspersonen Farben in großer Ausdehnung durch transparente Filter gegenübergestellt, wobei auch Atmung und Herztätigkeit kontrolliert wurden. Die Ergebnisse (nach Heimendahl 1961) lauten:

- Purpur: Anregend, warm, würdig, stolz-erregend
- Rot: stark erregend, erwärmend, belebend; meist mit Lust, aber auch mit Unlust empfunden. Erweckt Assoziationen von Feuer, Glut, seltener Blut.
- Orange: anregend, lebhaft, heiter, erregend, warm, freudig. Heiteres Lustgefühl.
- Gelb: erregend, warm, heiter.
- Grün: beruhigend, sanft, freundlich, ruhig. Weniger einheitliche Wirkung als die anderen Farben.
- Blau: beruhigend, etwas deprimierend, friedlich, ruhig, ernsthaft, auch schwermütig, träumerisch.
- Violett: deprimierend, sehnsüchtig, traurig, sehr melancholisch.

Die Verbindung mit Lust oder Unlust erwies sich als variabel und auch für den einzelnen Beobachter gelegentlich verschieden. Die Assoziationen schienen von den Gefühlen ausgelöst und nicht umgekehrt.

Der Maler **Kandinsky** schreibt über Farben 1911/12:

- Weiß: ...ein Schweigen, welches nicht tot ist, sondern voll Möglichkeiten ...
- Rot: erweckt Kraft, Energie, Streben, Entschlossenheit, Freude, Triumph
- Orange: Beiklang des Ernstes ... einem von seinen Kräften überzeugtem Menschen ähnlich
- Gelb: ... verglichen mit dem Gemütszustand des Menschen, könnte es als die farbige Darstellung des Wahnsinns wirken, aber nicht der Melancholie, Hypochondrie, sondern des Wutanfalls, der blinden Tollheit, der Tobsucht ...
- Grün: Absolutes Grün ist die ruhigste Farbe, die es gibt: Sie bewegt sich nach nirgends hin und hat keinen Beiklang der Freude, Trauer, Leidenschaft, sie verlangt nichts, ruft nirgends hin. Diese ständige Abwesenheit von Bewegung ist eine Eigenschaft, die auf ermüdete Menschen und Seelen wohltuend wirkt, aber nach einiger Zeit des Ausruhens leicht langweilig werden kann
- Blau: die typisch himmlische Farbe. Sehr tiefgehend entwickelt das Blau das Element der Ruhe
- Grau: klanglos und unbeweglich ... trostlos, je dunkler Schwarz: wie ein Nichts ohne Möglichkeit, wie ein totes Nichts nach dem Erlöschen der Sonne, wie ein ewiges Schweigen ohne Zukunft und Hoffnung klingt innerlich das Schwarz.

Der amerikanische Farbpsychologe **Faber Birren** beschreibt die von Farben bei den Versuchspersonen ausgelösten Empfindungen und somatischen Wirkungen (1950):

- Rot: Steigerung von Blutdruck, Pulsfrequenz und Körpertemperatur. Empfindungen: Farbe der Leidenschaft, Aufregung, Aktivität, Anspannung, Wut, Raubgier, Wildheit.
- Orange: Heiterkeit, Lebhaftigkeit, Energie, Kraft, Frohsinn, Fülle, Klebrigkeit
- Gelb: froh, inspirierend, lebhaft, himmlisch; Höhe, Gesundheit, Geist
- Grün: beruhigend, erfrischend, friedlich. Farbe des Wachstums, aber auch des Grausens, von Krankheit, Entsetzen und Schuld.
- Blau: in seiner Wirkung auf den Körper Gegenspieler von Rot. Dämpfend, Farbe der Melancholie, Besinnlichkeit, Nüchternheit, des Trübsinns, der Furcht und der Heimlichkeit.
- Violett: Würde, Pomp, Trauer, Geheimnis, Einsamkeit, Verzweiflung

Vergleichen wir die Aussagen der verschiedenen Autoren über die psychische und psychosomatische Wirkung der Farben, so finden wir in den wesentlichen Punkten allgemeine Übereinstimmung.

### **Das Leben in der Wildnis**

Wir konnten früher sogar einsehen, daß es einen biologischen Vorteil bedeutet, Blauviolett dunkel und Gelb hell zu sehen.

Die Behauptung der Psychologen, daß die Bedeutung der Farben für den Menschen und ihre Wirksamkeit auf ihn weitgehend unabhängig von Rasse und Kultur ist, läßt uns vermuten, daß sich diese

beinahe reflexartige Reaktion auf Farben schon vor langer Zeit ausgebildet hat und nicht durch die Flut von farbigen Reizen, die heute auf uns einwirken, bestimmt ist.

In der Zeit, als eine angemessene Reaktion auf Farben, die sie in der Natur gesehen wurden, für das Leben und Überleben so viel Bedeutung hatte, daß ihr eine Auslesefunktion zukam, konnte sich eine einheitliche Beziehung zwischen Farbempfindungen und Gefühlen entwickeln, und so könnte die erstaunlich einheitliche Reaktion auch des Körpers auf Farben eine Folge einer Anpassung sein, deren Zweckmäßigkeit heute allerdings nicht mehr augenfällig ist.

Daher müssen wir unsere Aufmerksamkeit auf die Lebensbedingungen der Vergangenheit richten, auf die vorgeschichtlichen Zeiträume, ja sogar auf die vormenschlichen Entwicklungsstadien, auf die im Vergleich zur historischen Zeit unermesslichen Zeitspannen von -zig Millionen Jahren seit der Entwicklung des Farbsehens im Menschen und Affen-Vorfahren. Dies soll nicht heißen, daß nicht vielfach heute ganz ähnliche Erfahrungen gemacht werden können, Erfahrungen, die die Entwicklung der gleichen gefühlsmäßigen Beziehungen auch heute noch begünstigen, da sich manche Bedingungen eben seit -zig Millionen Jahren nicht wesentlich geändert haben.

In welcher Form hatte nun der Ur- oder Vormensch auf Farbreize zu reagieren? Farbreize wurden z. B. von Blüten geboten; aber die Blütenfarben haben sich in Wechselwirkung mit dem Farbsinn der Insekten (und teilweise der Kolibris) entwickelt und enthalten keine an den Menschen oder an Säugetiere gerichtete gezielte Aufforderung. Dagegen die Farben der Früchte, die die Handlung des Pflückens, des Hinlangens und Fressens auslösen sollen, damit die Samen verbreitet werden. Auch die Buntheit der Beeren und anderen Früchte hat sich nicht wegen des Farbsinns der Vorfahren des Menschen und durch ihn ergeben, aber wir profitieren hier von der Farbtüchtigkeit der Vögel, und vielleicht auch der Saurier, denen zuliebe das reife Obst sich auffällig bunt darbot.

Die Farben reifer Früchte sind Gelb, Orange, Rot, seltener Schwarz, Violett-bläulich, Gelbgrün. Daher kommt vor allem den zuerst genannten drei Farben ein Aufforderungscharakter zu, der dem Grün, besonders dem dunkleren Grün der Blätter, fehlen muß. Jemand, auf den die Blätter einen gleich starken Empfindungsreiz ausüben wie die roten Erdbeeren, ist bei der Erdbeersuche benachteiligt.

Aber das Rot tritt nicht nur als Farbe reifer Früchte auf! Auch unter den jetzt lebenden Affen beobachtet man die Aufnahme gemischter Kost, also auch von Fleisch als Nahrung. Das Blut der erbeuteten Tiere, das den Erfolg des Jägers zeigt, bedeutet Jagd, Kampf, Anstrengung; das Blut der Artgenossen bedeutet Aggression, Kampf mit größtem Einsatz, oder auch, dem, der sich dem Kampf nicht gewachsen fühlt, stärkste Aufforderung zur Flucht. Noch für den Steinzeitmenschen war das Erschlagenwerden die häufigste Todesursache, die ihn meist schon in jungen Jahren ereilte! Kein Wunder also, wenn Herztätigkeit und Atmung und Anspannung hormonell gesteigert werden. Kein Wunder, wenn Rot polyvalent auf uns wirkt, aber immer Aktivität fordert. Und in guter körperlicher und seelischer Verfassung erfolgt sicherlich leichter die Identifikation mit dem Jäger, der das Rot angenehm erlebt; fühlt man sich schwach, dann eher mit dem Gejagten, der es flieht.

Da Rot auf jeden Fall Beachtung auf sich zieht, liegt sein Einsatz zur Übermittlung oder Steigerung sexueller Reize nahe.

Die sehr gegensätzlichen Assoziationen des Blutes entfallen bei den Farben Gelb und Orange, die Aufforderung des Gelben ist daher viel milder, und ebenso die von Orange. Denn wenn auch das Herz beim Anblick eines reifen Bananenbüschels jauchzt, so ist dies für Puls und Blutdruck längst nicht so eine Situation wie die unter Rot beschriebenen.

Grün, die Farbe der Blätter, ist von der Pflanze her für niemand als Lockmittel gemeint, sondern durch das bei der Nutzbarmachung der Sonnenenergie benötigte Blattgrün bedingt. Es wäre unzweckmäßig,

wenn in einer rundherum grünen Umgebung jedes Fleckchen Grün die Aufmerksamkeit auf sich zöge, gar als eine Aufforderung verstanden würde, wenn die Umgebung einen ununterbrochenen Einfluß ausüben sollte. Ein solcher Reiz müßte letztlich doch zur Abstumpfung führen. Daher müssen wir Laubgrün, Dunkelgrün, Bläulichgrün als ruhig, uns in Ruhe lassend empfinden.

Blau wieder entspricht einer anderen Situation: Wer sich, auf einer Wiese liegend, die Sonne auf den Bauch scheinen läßt, ist entspannt, zufrieden. Der Vormensch wird das ähnlich empfunden haben. Man sieht den blauen Himmel über sich, den äther in der Sprache der Romantik, sieht Wolken ziehen, überlegt vielleicht, wo sie hinziehen, wie es hinter den blauen Bergen aussieht, und ob die Welt dort überhaupt weitergeht. Wenn das Denken dem Vormenschen nicht so leicht fiel wie uns, bedurfte es für die ersten tieferen Gedanken vielleicht dieser entspannten Rückenlage, in der sich, eben im Anblick des blauen Himmels, Besinnlichkeit, geistige Tätigkeit wie von selbst einstellt, vielleicht auch „ein weiches und sehndes Empfinden“. So wichtig es fürs Überleben ist, seine Kräfte voll anspannen zu können, so wichtig ist es, um gesund zu bleiben, die Spannung auch wieder abklingen zu lassen; die Natur hat den Menschen Farben als auslösende Empfindungen zu Hilfe nehmen lassen, um beide Vorgänge zum jeweils entsprechenden Zeitpunkt zu fördern.

Dunkelblau: Abenddämmerung, Umstellung des Körpers auf Nachtruhe

Braun ist in der natürlichen Umgebung häufig. Als Erdfarbe, Hautfell- oder Haarfarbe, Farbe des Herbstlaubes, aber auch der Fäulnis und des Kotes. Dem Farbton nach ist es ein schwärzliches Orange. Während aber schwärzliches Blau oder Grün immer noch als Blau oder Grün empfunden wird, ist es – wegen der Häufigkeit einerseits, und wegen der meist gegebenen Ungenießbarkeit der natürlich vorkommenden braunen Dinge – zweckmäßig, Dunkelorange völlig anders zu empfinden als das auffordernde Orange. Braun wirkt also ähnlich ru-

hig wie Grün. Da es eine warme Farbe ist, gemütlich; vielleicht infolge der Ur-Erfahrung der Erdhöhle entspricht es dem Gefühl der Geborgenheit. Je nach den Assoziationen, die es sonst noch hervorruft, und die von der genauen Farbart und Helligkeit abhängen dürften, wirkt es anheimelnd, abstoßend oder neutral.

Farbzusammenstellungen: Die Reaktion auf „schwarz-gelb gestreift“ ist „Vorsicht, wegbleiben!“, so wie man schwarz-gelb gestreifte Insekten lieber nicht anfäßt. Die Signalwirkung der der Kombination unterscheidet sich erheblich von der der einzelnen Farben, und dies ist wohl das deutlichste Beispiel dafür, daß die emotionalen Qualitäten sich nicht einfach aufaddieren müssen, sondern in gewissen Fällen in ganz andere umschlagen.

Wir wollen diese Ideen hier nicht weiter ausspinnen, obwohl es ganz reizvoll sein könnte.

## Gedanken zur bildenden Kunst: Zeichnen

Wir haben uns in den zurückliegenden Abschnitten mit dem Sehen von Farben befaßt, jetzt wenden wir uns der gesehenen Form zu.

Zu den ältesten Überlieferungen aus der Frühgeschichte der Menschheit gehören Zeichnungen. In Stein geritzt oder mit Holzkohle und Erdfarben auf Höhlenwänden gezeichnet haben sie die Jahrtausende überdauert.

Der Fähigkeit, zu zeichnen, haftet seit alters her etwas Magisches an. Dies äußert sich auch heute noch in manchen Wendungen: „etwas aufs Papier zu *bannen*“. Auch das im Ersten Gebot (2. Mose 20) ausgesprochene Verbot „Du sollst dir kein Bildnis noch irgend ein Gleichnis machen, weder des, das oben im Himmel, noch des, das unten auf Erden, oder des, das im Wasser unter der Erde ist“ belegt, daß in Bildern (auch körperlichen Bildern, also Plastiken) mehr als nur ein schlichtes Abbild gesehen wurde. Wie tief dies in unserer Seele verankert ist, illustriert ein von Ernst Gombrich (*The Story of Art*) gegebenes Beispiel: Versuchen Sie, eine Zeichnung eines Ihnen nahestehenden Menschen anzufertigen. Dann stellen Sie sich vor, Sie müßten mit einer Nadel die Augen des Bildes durchstechen. Könnten Sie das ohne inneres Widerstreben durchführen?

Man vermutet, daß schon die Höhlenbilder kultischen Zwecken gedient haben.

Durch Zeichnen und Malen wird eine Art von „optischer Täuschung“ hervorgerufen. Manchmal, besonders im Fall von Scheinarchitektur auf glattem Mauerwerk, sehr echt wirkend. Meist aber keine Täuschung in dem Sinn, daß wir wirklich getäuscht werden; doch die Linien und Farbeindrücke haben soviel Ähnlichkeit mit den Eindrücken, die wir von wirklichen Gegenständen empfangen, daß wir im Geist die gemeinten Gegenstände rekonstruieren, (wieder-) erkennen.

Die Anfänge der Schrift gehen auf vereinfachte Bilder zurück. Wieder ist der Bezug zur Magie unübersehbar: In unserem Raum wurden

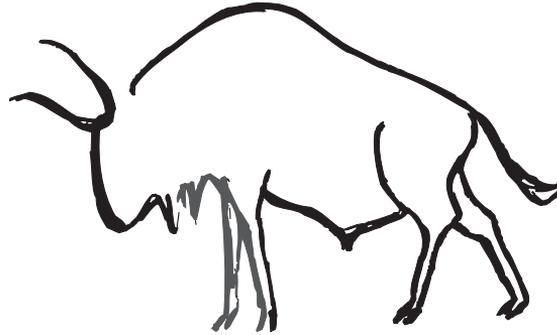


Bild 21: Wenige Linien reichen aus um den Betrachter das gemeinte Objekt erkennen zu lassen.

die Runen für Wahrsagerei und Zauberei verwendet; das Wort „spell“ im Englischen bedeutet sowohl buchstabieren als auch Zauber.

Die Fähigkeit, zu zeichnen, ist nicht allen gegeben. Auch dies mag dazu beigetragen haben, daß die Zeichenbegabung von denen, die sie nicht hatten, als etwas Übernatürliches angesehen wurde.

(Man sagt, daß jeder zeichnen lernen kann; aber manchem fällt es leichter als anderen (wie Klavierspielen), und einige lernen es von selbst.)

### **Warum fällt es schwer, das zu zeichnen, was man sieht?**

Der Gesichtssinn arbeitet nicht wie ein Fotoapparat oder eine Fernsehkamera. Letztere erzeugen zweidimensionale Bilder; was wir wahrnehmen, ist aber dreidimensional. Was ich meine, möchte ich durch ein Erlebnis illustrieren, das ich mit einem meiner Neffen hatte:

Mein Neffe, er war damals höchstens fünf Jahre alt, jedenfalls ging er noch nicht zur Schule, zeichnete. Er war unzufrieden und kam zu mir: „Kannst du mir einen schiefen Strich zeichnen?“ „Zeichne dir doch selber einen schiefen Strich!“ Da wurde er ärgerlich und deutlicher:

„Wenn ich einen Tisch zeichne, dann wird das so:

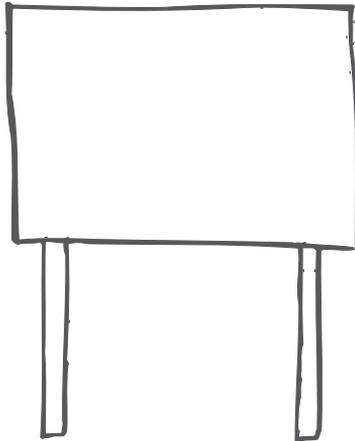


Bild 22: Ein Tisch

Ich will aber, daß es so aussieht, wie wenn der Strich in das Papier hineingeht ...“

Jetzt verstand ich: er wollte wissen, wie man perspektivisch zeichnet. Und in diesem Augenblick verstand ich endlich, was unser Klassenlehrer, der uns im Gymnasium in Darstellender Geometrie unterrichtete, meinte, als er behauptete, unser Gesichtssinn würde nicht wie ein Fotoapparat arbeiten, jedenfalls wäre das nicht die volle Wahrheit.

Vor ich dann einen Tisch perspektivisch einigermaßen korrekt zeichnete, machte ich meinen Neffen darauf aufmerksam, daß ein Tisch vier Beine hat, sein gezeichneter aber nur zwei. Daraufhin vervollständigte er sein Bild, und das Ergebnis war wieder sehr interessant:

Das Netzhautbild ist zwar zweidimensional, aber auf die von der Netzhaut aufgenommenen Informationen stürzt sich ein mächtiger Datenverarbeitungs-Apparat.

Von der den Gesichtssinn unterstützenden aufwendigen Datenverarbeitung haben wir schon beim Farbsehen gesprochen, als wir die

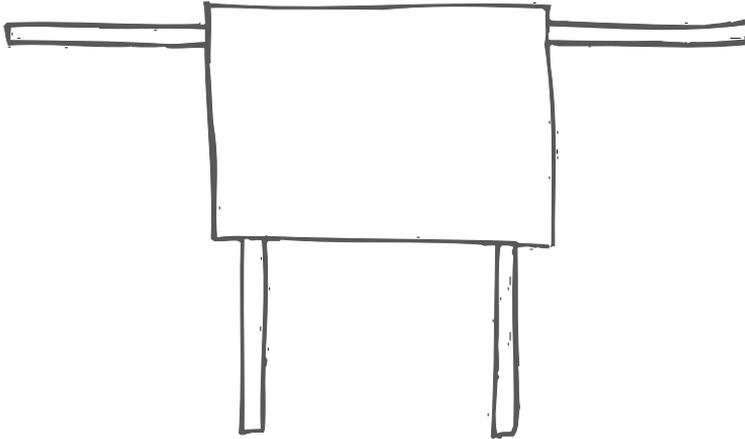


Bild 23: Ein Tisch, jetzt mit vier Beinen.

„Farbkonstanz“ von Oberflächenfarben bei verschiedener Beleuchtung behandelten (und die damit zusammenhängende Schwierigkeit, Farben aus dem Gedächtnis exakt zu reproduzieren).

Wie läuft der Sehvorgang ab, wenn ich z.B. einen Würfel sehe und als solchen erkenne? Auf dem Netzhautbild treten Flächen verschiedener Helligkeit und Farbe auf, die aneinander grenzen. Daraus werden Konturen und Kanten extrahiert.

Wenn man dem Auge gleich das „Zwischenprodukt“, – gezeichnete – Konturen und Kanten, darbietet, wird das akzeptiert und die nachfolgende Datenverarbeitung wird auch durchgeführt. Es ist fast unmöglich, Bild 25, das nur eine unregelmäßig gezackte Linie zeigt, nicht als menschliches Profil wahrzunehmen.

Die Bilder 26 und 27 veranschaulichen, mit welcher Stärke die Datenverarbeitung im Gehirn eine räumliche Deutung des zweidimensionalen Bildes zu erzwingen sucht. Es wird als quälend empfunden, wenn dies nicht widerspruchsfrei gelingt.

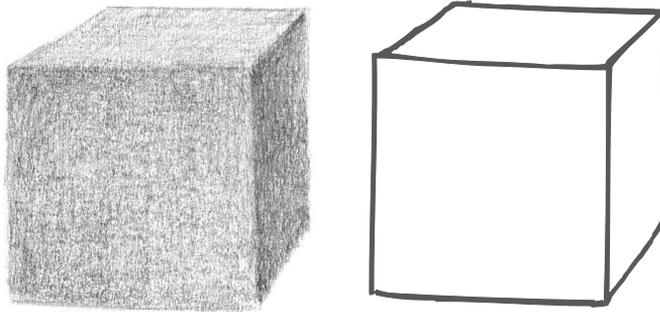


Bild 24: Links: Eine realistische Zeichnung dürfte keine Konturen und keine Kanten zeigen, sondern nur Flächen verschiedener Helligkeit (und Farbe). Fast der gleiche Eindruck von räumlicher Tiefe wird erreicht, wenn man statt dessen die Kanten zeichnet (rechts), dem Gesichtssinn gewissermaßen ein Zwischenprodukt der Datenverarbeitung zur Weiterverarbeitung anbietet.



Bild 25: Eine unregelmäßig gezackte und gewellte Linie.

Eine wichtige Beobachtung soll festgehalten werden: die gezeichnete Form muß nicht besonders genau stimmen, um erkannt zu werden (d.h. in dem gewünschten Sinn gedeutet). Der Grund für diese „Großzügigkeit“ des Gesichtssinnes liegt in der Notwendigkeit derselben Großzügigkeit unter fast allen Bedingungen des Sehens auch: wir

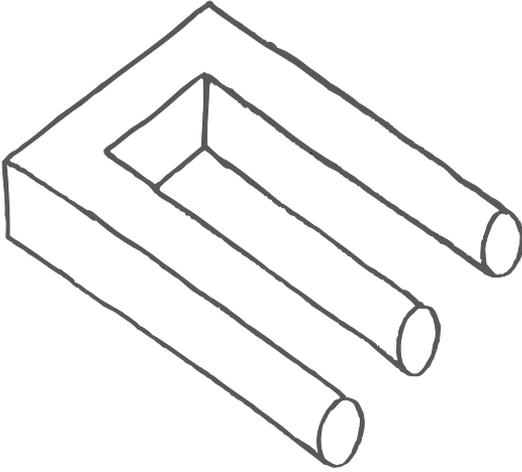


Bild 26: Die unmögliche Gabel

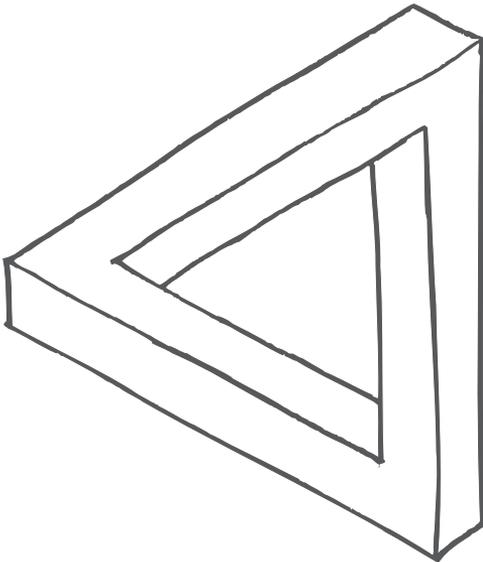


Bild 27: Ein Dreieck im Raum mit drei rechten Winkeln?

erkennen einen Menschen wieder, auch wenn er das Gesicht verzieht oder sich bewegt. Daß dies wichtig ist, leuchtet unmittelbar ein; ohne diese Fähigkeit hätten wir große Schwierigkeiten, uns zurechtzufinden.

Es sind eigentlich zwei verschiedene Fähigkeiten, die hier eine Rolle spielen: (1.) die Fähigkeit zu zeichnen und (2.) die Fähigkeit, etwas Gezeichnetes zu erkennen.

Von diesen beiden erscheint mir die zweite die erstaunlichere. Erkennt ein Hund eine Linienzeichnung eines Hundes? Ich glaube nicht, mir sind jedoch keine einschlägigen experimentellen Untersuchungen bekannt. Aber jedes Kind weiß, was gemeint ist, wenn man ihm ein Strichmännchen aufzeichnet.

Beim Betrachten einer Zeichnung ist die Toleranz geringer Genauigkeit in fast allen Fällen gefordert. Nehmen wir als Beispiel eine perspektivische Zeichnung. (Gemeint ist die Zentralperspektive, an die wir durch die Fotografie gewöhnt sind.) Eine perspektivische Zeichnung – oder ein Foto – erscheint nur von einem ganz bestimmten Blickpunkt aus so wie die Vorlage. Trotzdem wirken die Bilder auch unter anderen Beobachtungsbedingungen natürlich – manchmal allerdings auch nicht.

Ich bitte Sie um die Antwort auf eine Frage, bevor Sie weiterlesen: Wie sieht das perspektivische Bild einer Kugel aus? (Überlegen Sie sich die Antwort, dann lesen Sie weiter!) – Als Beispiel möchte ich einen Typ von Foto anführen, den man in Illustrierten öfters zu sehen bekommt. Eine Gruppe von Menschen in einem geschlossenen Raum. Der Fotograf mußte ein kurzbrennweitiges Objektiv verwenden, damit der Bildausschnitt nicht zu klein wird. Damit die Perspektive stimmt, müßte man man mit dem Auge ziemlich nahe an das Blatt heran. Allenfalls in jungen Jahren sieht man das Bild dann noch scharf. Achten Sie auf die Köpfe der Personen nahe dem Bildrand: bei normaler Betrachtung aus größerem Abstand erscheinen sie verzerrt. Eine Kugel hat in korrekter perspektivischer Wiedergabe einen elliptischen Umriß,

nur wenn sie sich (auf einem Foto) genau in der Bildmitte befindet, erscheint sie als Kreis.

Von der geometrischen Konstruktion her ist die Perspektive identisch mit dem Schattenwurf. Niemand wundert sich darüber, daß der Schatten einer Kugel im allgemeinen elliptisch ist.



Bild 28: Ein Holzschnitt von Albrecht Dürer, der die mühsame Aufnahme eines perspektivischen Bildes einer Laute zeigt. Der Schnittpunkt des Fadens mit der Bildebene wird durch Messen festgehalten, dann wird die Zeichenfläche nach vorne geklappt und der Punkt übertragen. Das entstehende Bild ist streng genommen nur für den Fall korrekt, daß sich das Auge des Betrachters an der Stelle der Öse an der Wand befindet.

Auf Gemälden wird man kaum je solche verzerrten Randfiguren finden. Das heißt aber, daß in Gemälden wie etwa dem Letzten Abendmahl nicht durchgängig eine einheitliche perspektivische Darstellung beibehalten wurde.

Nach dem Gesagten sollte zu akzeptieren sein: die exakt zentralperspektivisch korrekte Zeichnung – insbesondere die fotorealistische Wiedergabe – ist nicht die einzige „richtige“ Möglichkeit zu zeichnen. Bei technischen Zeichnungen und Bauplänen, wo es auf die genaue Angabe der Form ankommt, wird die Perspektive nicht verwendet.

Betrachten wir noch einmal die beiden Zeichnungen eines Tisches, Bild 23 und Bild 29. Auf Karton angefertigt, könnte man den kindlich wahrgenommenen Tisch mit den nach den Seiten abstehenden Beinen ausschneiden, die Beine nach unten klappen und hätte ein dem Vorbild sehr ähnliches Modell. Denn die Beine sind, so gut es eben geht, senkrecht auf die Tischplatte angeordnet. Nur die Illusion, daß die Linien „ins Papier hineingehen“, wird nicht erreicht.

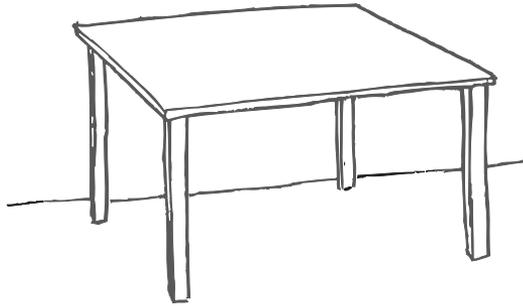


Bild 29: Ein Tisch, gezeichnet von einem Erwachsenen, der die Tricks kennt.

Ähnlich getreue Wiedergabe finden wir in Zeichnungen aus dem alten Ägypten, dazu nur ein Beispiel (Bild 30).

Bleiben wir noch bei der „korrekt“ perspektivischen Zeichnung, die wir heute von unzähligen Fotografien her gewohnt sind und daher gerne als die naturgetreue Darstellung ansehen.

Beim Zeichnen ist etwas dreidimensionales auf zwei Dimensionen zu reduzieren. Das könnte einfach sein, denn das Netzhautbild ist zweidimensional; aber es ist nicht einfach, denn die nachgeschaltete



Bild 30: Der Garten von Nebamun, Wandmalerei aus einer Grabstätte in Theben, ca. 1400 v. Chr., ca. 64 × 74.2 cm. Das Original befindet sich im Britischen Museum in London; diese Abbildung ist dem Buch „The Story of Art“ von Ernst H. Gombrich entnommen.

Datenverarbeitung macht aus dem zweidimensionalen Bild wieder etwas dreidimensionales. Wir sehen ja nicht das Netzhautbild, sondern projizieren unsere Wahrnehmung wieder nach außen, wo sie sich, unterstützt durch die anderen Sinne, mit der tastbaren Wirklichkeit zur Deckung bringt.

Von Dürer sind Holzschnitte überliefert, die in vielen Büchern immer wieder reproduziert werden, und die auch heute noch zum Erfassen der Perspektive hilfreich sein könnten (Bild 28 und 31).



Bild 31: Der Zeichner des liegenden Weibes hat vor sich einen mit Fäden bespannten Rahmen aufgebaut; das von den Fäden gebildete quadratische Raster findet sich als Linienraster auf seinem Zeichenblatt wieder. Eine Visiereinrichtung ermöglicht es, das Auge immer wieder in dieselbe Position zu bringen (Holzschnitt von Albrecht Dürer 1538).

Die geometrische Konstruktion des perspektivischen Bildes von einfachen Körpern mit geraden Kanten ist nicht schwer. Es sind die Bilder der Ecken zu ermitteln, die dann wieder durch gerade Strecken zu verbinden sind. Beim Freihandzeichnen wird aber nicht konstruiert.

Man kann sich darin üben, das zweidimensionale Bild als Zwischenstufe in der Bildverarbeitung wahrzunehmen. Hilfreich ist dabei die Vorstellung einer Glasplatte, die sich zwischen Zeichner und Objekt befindet – die entspricht Dürers fädenbespanntem Rahmen –, auf der man im Geist die Figur nachzeichnet und das Ergebnis dann auf das Papier überträgt. Es ist zweckmäßig, dazu ein Auge zu schließen, um das stereoskopische Sehen auszuschalten. Man kann in dieser am besten im Abstand einer Armeslänge gedachten Ebene die Proportionen ausmessen; der Künstler macht das, indem er mit ausgestrecktem Arm den Bleistift als Maßstab benutzt.

Mit zunehmender Übung kann die Vorstellung der gedachten Glasplatte entfallen, aber beim Messen von Strecken und Winkeln mit Bleistift und ausgestrecktem Arm achte man darauf, daß der Bleistift immer in der „Zeichenebene“ liegt.

Es gibt eine Reihe von Übungen, die hilfreich sind, die richtige Perspektive sehen zu lernen – das sind genau die Übungen, die auch in guten Zeichenkursen am Anfang stehen, siehe z.B. das Buch von Betty Edwards, „Garantiert zeichnen lernen“ (als Taschenbuch im Rowohlt-Verlag, Hamburg).

- Eine Zeichnung (menschliche Gestalt) abzeichnen, die auf dem Kopf steht. Dadurch, daß die Zeichnung verkehrt herum liegt, wird das Erkennen der Einzelheiten erschwert und die Aufmerksamkeit mehr auf die Linien in der Papierebene konzentriert.

Betty Edwards behauptet, daß bei solchen Übungen die rechte Gehirnhälfte tätig ist, und sie schreibt vieles, was unsere New-Age-bewegten Zeitgenossen bereitwillig aufnehmen, wie eine geheime Anleitung, die zur Befreiung der in der rechten Gehirnhälfte verkümmerten Kreativität führt. Verbindungen zu fernöstlichen meditativen Praktiken (Zen) und zur modernen Gehirnforschung werden hergestellt, und schließlich wird ein für das Zeichnen wichtiger anderer „Bewußtseinszustand“ postuliert, bei dem die (sonst unterdrückte) rechte Gehirnhälfte die Herrschaft übernimmt.

Dazu ist folgendes zu sagen: Die „Beweise“ dafür, daß bei dem von ihr „R-Modus“ genannten neuen Bewußtseinszustand die rechte Gehirnhälfte dominiert, sind eher dürftig. Dagegen spricht, daß der Gesichtssinn auf beide Gehirnhälften verteilt ist, die linke Hälfte des Gesichtsfeldes rechts, die rechte Hälfte aber links verarbeitet wird. Es erscheint daher eher unwahrscheinlich, daß die Wahrnehmung und Analyse der zweidimensionalen Form in der einen, die Rekonstruktion des dreidimensionalen Bildes/Gegenstandes in der anderen Gehirnhälfte ablaufen sollte. Dann hätte nämlich die in der Sehnervkreuzung

(Chiasma) vorgenommene Aufteilung des Gesichtsfeldes auf die beiden Gehirnhälften gar keinen Sinn.

Abgesehen davon ist es eigentlich völlig unerheblich, welche Regionen im Gehirn besonders gefordert sind, solange wir nicht in der Lage sind, diese willentlich ein- oder auszuschalten, und selbst, wenn wir in einen „anderen Bewußtseinszustand“ geraten, bedeutet das nicht unbedingt, daß damit die rechte Gehirnhälfte die Kontrolle übernommen hat.

Das New-Age-konforme Gedankengut dürfte entscheidend zum Erfolg des Büchleins von Betty Edwards beigetragen haben. Die Übungen, die sie empfiehlt, sind allerdings auch ohne dieses nützlich und hilfreich, und insofern ist das Buch durchaus zu empfehlen. Etwas kritische Distanz erscheint mir allerdings angebracht.

Daher jetzt zu den weiteren Übungen:

- Nur die Umrisse eines dreidimensionalen Gegenstandes abzeichnen
- Konturen zeichnen, ohne aufs Blatt zu schauen. (Ein Auge zu schließen hilft, das Objekt flächig zu sehen.) Das Blindzeichnen hindert daran, zu zeichnen, „was man weiß“, man zeichnet dann eher, „was man sieht“, weil man viel genauer auf Winkel und Richtungen achten muß, wenn man die zu steuernde Hand nicht vor Augen hat. Als Erleichterung kann man einen Blick aufs Papier zulassen, wenn man den Stift neu ansetzen muß.
- Den umgebenden leeren Raum zeichnen (oft auch „negativer Raum genannt“).

Dies kann man zunächst beim Abzeichnen von Bildern (Fotos) üben. Zeichnet man den Gegenstand selbst, wird man unbewußt von der bekannten Form des Gegenstandes beeinflusst; man zeichnet dann z.B. horizontale Linien gerne horizontal. Konzentriert

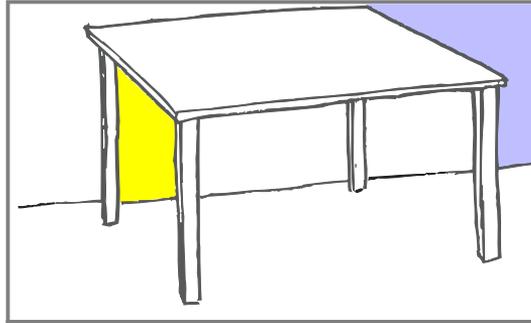


Bild 32: Richtet man die Aufmerksamkeit nicht auf den Gegenstand selbst, sondern auf die von den Konturen und anderen Kanten (Fußleiste) umschlossenen Flächen, so fällt es leichter, Winkel und Streckenverhältnisse zu übertragen. Mit Hilfe eines Rahmens kann man offene Flächen schließen (z.B. die hellblau unterlegte).

man die Aufmerksamkeit aber auf die den Gegenstand umgebenden oder von ihm (teilweise) umschlossenen Raumbereiche, so bereitet das Übertragen dieser Konturen weniger Schwierigkeiten, denn die Form dieser Bereiche ist nicht schon durch Vorurteil als Stereotyp bekannt. Bei dieser Übung und auch später beim Zeichnen kann es hilfreich sein, durch einen kleinen Rahmen zusätzliche Begrenzungslinien einzuführen, wodurch offene Flächen geschlossen werden.

- Beim Zeichnen: Winkel „nachmessen“, indem man den Bleistift horizontal oder vertikal hält und abschätzt, welchen Winkel die (in die vertikale Ebene projizierte) Kontur mit dem Bleistift bildet, um ihn in die Zeichnung zu übertragen.
- und schließlich das Messen der Proportionen mit dem als Maßstab dienenden Zeichenstift, der dabei aber immer in der gedachten vertikalen Zeichenebene bleiben muß.

Die Übungen, die im letzten Abschnitt zum Zeichnenlernen empfohlen wurden, dienen letztlich dazu, zu lernen, auf die Vor- und Zwischenstufen der beim Sehen ablaufenden Datenverarbeitung zu achten. Das Endergebnis des Wahrnehmungsprozesses im Beispiel „Tisch“ ist die rechteckige Platte mit darauf senkrecht stehenden Beinen; um jedoch die Illusion der Tiefe hervorzurufen, müssen wir das schiefwinklige Viereck zeichnen, das dem Bild auf der Netzhaut ähnelt, und dazu müssen wir es als schiefwinklig wahrnehmen.

Eine auf dem Kopf stehende Zeichnung bietet uns nicht die vertrauten Eindrücke der bekannten Details und zwingt uns so, genauer hinzusehen, statt das zu zeichnen, was wir auswendig wissen. In allen von uns stecken noch Reste vom Zeichenstil der alten Ägypter: die Dinge werden jeweils von der Seite dargestellt, von der man sie am deutlichsten erkennt. In den im Profil gezeichneten Kopf wird das Auge eingezeichnet, wie es von vorne gesehen wird, sozusagen das Symbol (Stereotyp) für das Auge.

Man kann davon ausgehen, daß solche Symbole oder Stereotype die Anfänge der Schrift waren, die ja zunächst eine Bilderschrift war, bis die Zeichen immer abstrakter wurden.

## Malerei

Die Probleme der Wiedergabe der Form sind bei der Malerei dieselben wie beim Zeichnen, wenn man davon absieht, daß der Maler primär flächig arbeitet, „das Volumen“ wiedergibt und sich die Konturen daraus ergeben, während der Zeichner von den Konturen ausgeht.

Früher meinte man, es sei unmöglich, eine sonnige Landschaft naturgetreu zu malen, weil die Palette des Malers für die nötigen Kontraste nicht reicht. Bis dann Maler auftraten, denen es doch gelang. Inzwischen hat die Farbfotografie und die Drucktechnik einen bewundernswert hohen Stand an Vollkommenheit erreicht, man denke an Bildbände und Kalender, die vor Augen führen, daß die Wiedergabe

einer sonnigen Landschaft sehr wohl möglich ist. Die Palette des Malers enthält alle drucktechnisch möglichen Farben und noch mehr; dies kann also nicht die Ursache der Schwierigkeiten sein.

Wir sind dieser Schwierigkeit schon begegnet, als wir von der Farbmessung gesprochen haben: beim Farbsehen kommt es darauf an, daß wir die Farbe eines Gegenstandes unter den verschiedensten Beleuchtungsbedingungen (wieder-) erkennen („Farbkonstanz“). Mit anderen Worten: auch dabei wird in großem Umfang Datenverarbeitung eingesetzt, meist ohne daß uns dieses bewußt wird. Ein Bild wirkt dann natürlich, wenn Auge und Gehirn nahezu dieselben Reize empfangen, wie es bei der Betrachtung des Sujets selbst der Fall wäre.

Will man ein solches Bild malen, muß man zunächst wahrnehmen, welche Reize dies im einzelnen sind. Dies wird dadurch erschwert, daß nicht die Flut von Reizen, sondern erst die Ergebnisse der genannten Datenverarbeitung in unser Bewußtsein dringen, daß insbesondere der Einfluß der Beleuchtung auf die Farben der gesehenen Dinge „rechnerisch“ fast völlig ausgeglichen wird. Wieder muß man versuchen, nicht das Endergebnis des Sehprozesses wahrzunehmen, sondern die Zwischenstufen.

## **Plastik**

Bei der Bildhauerei oder, allgemeiner, plastischen Darstellung, entfallen beide Probleme: Das Modell kann dreidimensional mit größter Genauigkeit nachgeformt werden, und auch in der farblichen Gestaltung wählt man „dieselben“ Farben, die man am Modell sieht, wenn größtmögliche Naturtreue angestrebt wird. Das mögliche Ausmaß dieser „Mimesis“ kann man in Wachsfigurenkabinetten bestaunen. Die Frage der getreuen Nachformung und richtigen Farbgebung ist ganz einfach zu beantworten, dagegen liegt die Kunst darin, dies mit dem gewählten oder vorgegebenen Material zu verwirklichen.

In den bisherigen Betrachtungen haben wir uns auf die Proble-

matik einer möglichst naturnahen Wiedergabe der Wirklichkeit mit den gegebenen Hilfsmitteln konzentriert. Wir haben dabei aber schon gesehen, daß bei Zeichnung und Malerei eine fotografisch getreue Wiedergabe meist nicht nötig ist, damit das Bild richtig gesehen werden kann. Entsprechendes gilt auch für die Bildhauerei. Darauf komme ich vielleicht später noch zu sprechen.

### **Kriterien für Schönheit (beim Bild)**

Kehren wir zurück zur Zeichnung. Können wir, nachdem wir ein bißchen über naturgetreue Wiedergabe nachgedacht haben, schon sagen, wann und warum uns ein bestimmtes Bild gefällt?

Beim Portrait (oder allgemeiner beim Versuch naturgetreuer Wiedergabe) ist ein wichtiges Kriterium die **Ähnlichkeit** (im Sinne guter Wiedererkennbarkeit). Das ist die *Mimesis* der alten Griechen, ein einfaches, plausibles Kriterium.

Aber die Ähnlichkeit ist bestimmt nicht alles. Was trägt noch zum Gefallen bei?

Raumaufteilung / Einteilung des Blattes

Bildwirkung durch Balance oder Spannungsverhältnis von hellen und dunklen Flächen oder von verschiedenfarbigen Bereichen; die „Komposition“

klare Linien (handwerkliches Können, das sich in der Sicherheit der Linien äußert)

Das Motiv

Widerspiegelung subjektiver Empfindungen

Farbgebung

Gewöhnung

Wird der Phantasie auch noch Spielraum gelassen? Wird die Phantasie angeregt?

Überhöhung

Entsprechung von Form und Inhalt

Ausnutzen der Möglichkeiten des zeichnerischen Mittels – beim Graphitstift z.B. die Verwendung kräftiger und zarter Linien, von Schraffuren oder ähnlichem, um Licht und Schatten anzudeuten

Bildwirkung, Aussage; gefühlsmäßige Stimmung, „atmosphärische Wirkung“

„persönliche Handschrift“, Stil

Wir stellen fest: nach den „einfachen“ Kriterien, die aber nicht ausreichen, wird es zunehmend schwieriger, auszudrücken, was einem an einem Bild gefällt. Von der Frage „warum?“ ganz zu schweigen.

### **Kriterien für Schönheit (allgemein)**

Vielleicht ist es an der Zeit, allgemeiner zu überlegen, was uns gefällt, was wir schön finden. Es könnte ja Bereiche geben, wo diese Frage leichter zu beantworten ist.

Machen wir einmal eine kleine Liste von Bereichen, in denen Schönheit gelegentlich als Kriterium dient:

- Menschen, Abbilder von Menschen, Puppen
- Tiere
- Pflanzen, Blumen
- Autos

- Landschaften (natürliche oder künstliche, wie Parkanlagen oder Kleingärten: Auswahl des schönsten Kleingartens in einer Kleingartenkolonie)
- Architektur
- natürliche oder künstliche Schauspiele (Feuerwerk)
- Elektrotechnik oder Installateurshandwerk: Wann ist eine Schaltung / Verdrahtung schön?
- Literatur
- Musik
- Mathematik

Ehe wir darangehen, Kriterien für Schönheit zu sammeln, die in einem oder mehreren der oben angegebenen Bereiche gelten, ahnen wir schon: es werden Widersprüche auftreten. Manche der Kriterien könnten sehr spezifisch sein, andere wieder für viele Bereiche anwendbar. Verschiedene Kriterien könnten sich – selbst innerhalb eines Bereichs – widersprechen. (Daran ist Platon gescheitert, der ein allgemeingültiges Kennzeichen für Schönheit suchte . . . ) Sie können auch der Mode / dem Zeitgeschmack unterworfen sein.

Wir könnten auch gleich versuchen, die Kriterien selbst zu klassifizieren: sind sie (vermutlich) ● angeboren, ● durch frühkindliche Prägung entstanden, ● anezogen, oder beruhen sie auf ● Gewöhnung, ● Nachahmung von Vorbildern, ● Einflüssen der Umgebung oder ● eigener Erfahrung oder eigenen Überlegungen?

Ich möchte jetzt nicht zu systematisch vorgehen, um unsere Suche nicht zu umständlich und langweilig werden zu lassen. Wir sollten aber im Kopf behalten, daß der Gültigkeitsbereich der Merkmale von Schönheit eingeschränkt sein kann, und daß die Merkmale hinsichtlich

der Tiefe der Verankerung in unserer Psyche sehr verschieden sein können.

**Merkmale, die zum Schönheitsempfinden beitragen können:**

Jugend (beim Menschen, bei Tieren)

Wohlproportioniertheit d.h. Nähe zum Mittelwert (beim Menschen)  
z.B. Nase nicht zu groß und nicht zu klein

Abweichung vom Mittelwert in positiv bewerteter Richtung, z.B.  
mehr Muskeln (beim Menschen)

Ordnung: regelmäßige Anordnung von (annähernd) gleichartigen Formen z.B. Mäander als Umrandung auf antiken Mosaiken, aus gefaltetem Papier geschnittene Kette von Figuren (das griechische Wort für Ordnung, Kosmos, bedeutet zugleich auch Schmuck)

Symmetrie z.B. aus gefaltetem Papier geschnittenes „Häkeldeckchen“, Blüten, Kaleidoskop

Übersichtlichkeit nicht vollkommene Symmetrie / gleichartige Wiederholungen, sondern Symmetrieverletzungen, die zusätzliche Anhaltspunkte zur Orientierung bieten

Auffälligkeit – etwas, was sich abhebt – durch Farbe, Symmetrie ...  
z.B. Blüten

Vielfalt z.B. bei Landschaft, Park ... freier Raum, Wasser, Blumen

Seltenheit

Farbenpracht

Anschein des Geheimnisvollen – tiefere, nur erahnbare Bedeutung

Größe, Erhabenheit

## Gefühl oder Verstand?

Oft sagt man „das gefällt mir“ oder „das gefällt mir nicht“, wenn man gar nicht die Schönheit meint, sondern eine *rasche* Beurteilung einer Situation vornimmt. Darüber hinaus ist festzustellen, daß die Kriterien, die wir gefunden haben, vielfach auch vom Standpunkt der praktischen Nützlichkeit die richtigen sind: Nehmen wir als Beispiel den Kleingarten: eine regelmäßige Anordnung der Beete, die Pflanzen in geraden Reihen, unkrautfrei – dies erleichtert die Bearbeitung und führt zu höherem Ertrag.

So eine Beurteilung läuft rasch ab, sozusagen unter Umgehung des rationalen Denkens, also „gefühlsmäßig“.

Ästhetisches Empfinden kann viele Wurzeln haben. Einige davon haben wir, glaube ich, jetzt ausfindig gemacht: primär ein angeborenes, sekundär ein anerzogenes oder durch Gewöhnung entstandenes Vorurteil. Es ist mit diesem Vorurteil wie mit anderen auch: es kann durch ein Urteil ersetzt werden, es kann sich durch Erfahrung, Gewöhnung ... verfestigen oder verändern; im Hinblick auf die Beurteilung von etwas neuem ist es aber immer ein Vorurteil, d.h. eine sehr schnelle Beurteilung, die unter Abwägung aller Für und Wider deutlich langsamer erfolgen würde.

Die gleichen Bewertungskriterien werden in einer Vielzahl von praktischen Situationen verwendet. Wir stellen fest, daß (fast?) alle der gefundenen Kriterien auch außerhalb des Bereichs der Ästhetik anwendbar sind, um die Nützlichkeit / Zweckmäßigkeit / Brauchbarkeit z.B. eines Gegenstandes zu beurteilen – und die gelegentlich eben auch in Fällen, wo offensichtlich kein praktischer Nutzen vorhanden ist, eingesetzt werden.

Erinnern wir uns an Kant, der Schönheit als „Zweckmäßigkeit des Gegenstandes ohne Zweck“ definiert!

Ordnung und Symmetrie lassen sich als Spezialfälle des allgemeineren Begriffs Übersichtlichkeit deuten. Daß Übersichtlichkeit seit jeher

positiv bewertet wird, ist klar: man will sich zurechtfinden. Wenn man etwas ähnliches schon öfter gesehen oder erfahren hat, dann fällt das sich Zurechtfinden leichter – die Rolle der Gewöhnung.

### **Nachahmung und Gewöhnung**

Wer sich in seiner Gruppe in Kleidung, Verhalten und Sprache an die Mehrheit angleicht, läuft nicht Gefahr, aufzufallen oder gehänselt zu werden. Auch Nachahmung eines in der Rangordnung / im Ansehen Hochstehenden ist ein guter Weg, Hänseleien zu entgehen. Vieles, was wir lernen (primär: die Sprache), lernen wir durch Nachahmung, wobei sich im günstigen Fall nach einiger Zeit tieferes Verständnis einstellt.

Das muß schon vor Urzeiten so gewesen sein, wahrscheinlich schon lange vor der Menschwerdung (Stichwort „Nachäffen“). Sich zu verhalten wie der Anführer der Gruppe oder wie die meisten anderen erspart eigenes Nachdenken. Denken ist anstrengend und wird daher tunlichst vermieden. Außerdem ist es ja unsicher, ob eigenes Denken zu den richtigen Ergebnissen führt. Nachahmung von bewährten Vorbildern ist da sehr viel sicherer.

Wir sind ja immer einer Flut von Reizen ausgesetzt, von denen die meisten nicht ins Bewußtsein dringen. Man kann sich z.B. beim Radfahren unterhalten, und das ganze komplizierte Regeln und Koordinieren der Bewegungen läuft sozusagen im Hintergrund ab. Wenn sich Entscheidungen unbewußt oder mit halbem Bewußtsein treffen lassen, dann geht das leichter. Daher ist es plausibel, daß das Nachahmen ebenfalls zweckmäßigerweise ohne großen Aufwand an Aufmerksamkeit oder Überlegung erfolgen sollte, und daß diese Fähigkeit (des unbewußt Nachahmens) einen evolutiven Vorteil ausmacht.

Was geht in uns vor, wenn wir unbewußt nachahmen? Ein Beispiel: Wir suchen unter verschiedenen Kleidungsstücken das aus, das uns am besten gefällt. Rationale Überlegungen fließen auch ein, der Verwendungszweck, die Qualität des Materials, aber was zu weit von

der gegenwärtigen Mode entfernt ist, gefällt uns nicht. Was uns gefällt, ist von dem, was wir immer wieder sehen, stark beeinflusst. Wir sind möglicherweise stolz auf unseren guten Geschmack, wenn wir treffsicherer modern von nicht mehr so modern unterscheiden können.

Im großen und ganzen scheint mir guter Geschmack darin zu bestehen, daß man in seinem Geschmacksurteil mit dem der tonangebenden Leute in der Gesellschaft übereinstimmt. Hinzu kommt wohl auch noch, daß das Schönheitsempfinden durch bewußte Überlegungen beeinflusst ist, während die unreflektierte Anwendung der angeborenen oder frühkindlich geprägten Kriterien eher den schlechten Geschmack ausmacht (z.B. Gartenzwerge – sprechen Kindchenschema an).

Das unbewußte Nachahmen wird durch die Ausrichtung des Schönheitsempfindens auf die nachzuahmenden Dinge bewirkt. Gewöhnung, Mode, Zeitgeschmack . . . – das sind die Wörter, die diesen Sachverhalt umschreiben.

### **Schönheitsempfindung**

Auch bei den anderen Kriterien, die wir gefunden haben, läßt sich leicht der damit verbundene Vorteil sehen, ich will daher auf weitere Erörterung im einzelnen zunächst verzichten. Es soll jedoch noch einmal darauf hingewiesen werden, daß die Kriterien verschieden tief in uns verwurzelt sind: einige scheinen „archaisch“ zu sein, sind also wahrscheinlich genetisch voreingestellt (Kindchenschema: niedlich), andere werden möglicherweise in frühkindlicher Phase fixiert, wieder andere schließlich sind und bleiben veränderlich.

Wenn unsere Sinneseindrücke dazu führen, daß die immer auf der Lauer liegenden Bewertungsinstanzen positive Rückmeldung geben, *ohne* daß eine Entscheidung zu treffen ist, dann haben wir – die Empfindung von zweckfreier Schönheit, gewissermaßen als erfreuliches Nebenprodukt eines sehr mächtigen Reizverarbeitungs- und Bewertungssystems. (Beispiele: Regenbogen, Sonnenuntergang.)

Wenn wir z.B. eine Waldlichtung sehen, mit einem Wasserlauf, in einiger Entfernung einen Hirsch, dann ist die Reaktion „wie schön“, auch wenn der Eindruck nicht durch die Wirklichkeit, sondern durch Farbe auf einer Leinwand hervorgerufen wird. Wenn durch geheimnisvolle Zeichen auch noch deutlich wird, daß es mit dem Tier eine besondere Bewandnis hat, dann kann die Wirkung auf den Betrachter noch gesteigert werden.

Ich habe den Anschein des Geheimnisvollen unter die zum Schönheitsempfinden beitragenden Merkmale eingereiht. Dafür gibt es einleuchtende Gründe: Versetzen wir uns in Gedanken in die Vorzeit. Das Wetter, Blitz und Donner kannte man, konnte es aber nicht verstehen. Was liegt näher, als auch das Wirken der Naturgewalten vermenschlicht zu sehen, als das Walten von Dämonen oder Göttern.

Üblicherweise ist bei Gefahr rasches Handeln nötig – also tut man irgendetwas in der Hoffnung, daß es die Geister besänftigt. Tatsächlich hört das Gewitter, nachdem lange genug gebetet, geopfert oder getanzt wurde, auf. Man wagt nicht, die Beschwichtigungsrituale zu unterlassen, aus Angst, daß es dann noch viel schlimmer kommt.

Ich denke, der Mensch ist seit Urzeiten emotional auf die Gegenwart von Geheimnisvollem, Unverstandenem, für magisch gehaltenem eingestellt. Die gewohnte Umgebung trägt zum Wohlbefinden bei, und so auch die empfundene Gegenwart von etwas Geheimnisvollem. Wie groß die Sehnsucht nach Geheimnis und Magie ist, sieht man in jeder Buchhandlung und bei vielen anderen Gelegenheiten.

Es könnte sein, daß die distanzierte Haltung vieler gegenüber den Naturwissenschaften von der unterschwelligem Befürchtung herrührt, daß durch zuviel Erkenntnis die Welt entzaubert (und so ihrer Heimeeligkeit beraubt) wird.

## Malerei und Zeichnung nach der Erfindung der Fotografie

Für die Werke der Vergangenheit (bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts) ist die Unterscheidung zwischen Kunst und Nicht-Kunst nicht strittig: die Zeit hat manche Mode verschwinden lassen, und was die Jahrhunderte überdauert hat heute noch bewundert wird, ist ohne Zweifel Kunst. Schwierig ist es dagegen bei der Gegenwart und der jüngsten Vergangenheit. Daher wollen wir uns der Gegenwartskunst zuwenden. Vorher aber möchte ich einen Überblick über die unmittelbar vorangegangene Epoche geben<sup>8</sup>. Besonders die Listen der jeweils genannten Vertreter der einzelnen Stilrichtungen sollen nur Beispiele geben, sind unvollständig und nicht als Wertungen gemeint.

Manche hielten das Ende der gemalten und gezeichneten Bilder für gekommen, nachdem die Fotografie erfunden und schrittweise verbessert worden war. Statt dessen nahm die Kunst – von der Aufgabe der bildlichen Dokumentation befreit – einen gewaltigen Aufschwung. Die größer gewordene künstlerische Freiheit offenbarte sich in den zahlreichen „-ismen“ der „Modernen Kunst“ (Ende des 19. Jahrhunderts bis erste Hälfte des 20. Jahrhunderts)<sup>9</sup>.

### Kurzer Überblick über die Richtungen der „Modernen Kunst“

**Realismus** (ca. 1850–1880): Im Wettstreit mit der Fotografie: emotionslose, exakte Wiedergabe (bekanntester Vertreter: Gustave Courbet)

**Impressionismus** (ab 1865 in Frankreich, bis Beginn des 20. Jahrhunderts): Freilichtmalerei, Festhalten des optischen Eindruckes.

---

<sup>8</sup>Mehr finden Sie bei E. H. Gombrich: „The Story of Art“, und einen Überblick bei W. Nerdinger (Herausgeber): „Elemente künstlerischer Gestaltung“

<sup>9</sup>„Moderne Kunst“ ist eine ziemlich unglücklich gewählte Bezeichnung: denn was kommt danach? Die Postmoderne? Und nach der Postmoderne?

Auflösung der Konturen, Versuch der optischen Farbmischung durch Nebeneinandersetzen der zu mischenden Farben. (Claude Monet, Camille Pissarro, Alfred Sisley, Berthe Morisot, Auguste Renoir, Edgar Degas) und

**Neo-Impressionismus, Pointillismus:** steigert die genannte Tendenz noch (Georges Seurat)<sup>10</sup>

**Fauvismus:** kurzlebige Bewegung zu Beginn des 20. Jahrhunderts, hatte Einfluß auf Expressionismus. Wilde, kräftige Farben, Flächige Darstellung. (Henri Matisse, André Derain, Maurice de Vlaminck, Kees van Dongen)

...

---

<sup>10</sup>Josef Albers: „Die Impressionisten stellen z.B. Grün nicht durch Grün dar. Anstatt aus Gelb und Blau gemischtes Grün zu gebrauchen, trugen sie Gelb und Blau in ungemischten kleinen Tupfen auf, so daß sie erst in der Wahrnehmung – als eine Impression – gemischt wurden ...“. – Hierzu empfehle ich Experimente mit dem Farbkreis.

Es ist heute kaum mehr nachzuempfinden, daß Edouard Manet wegen seiner angeblich zu groben Malweise 1863 von der offiziellen jährlich in Paris stattfindenden Kunstausstellung, Salon genannt, ausgeschlossen wurde, mit ihm die später als „Impressionisten“ verspottet. Der Ausschluß sorgte damals für Aufruhr, worauf die von der Jury ausgeschlossenen in einem „Salon der Zurückgewiesenen“ ausgestellt wurden. Kritiker schrieben Verrisse, und das Publikum ging hin, um über die Stümper zu lachen (Gombrich, *The Story of Art*).

Aber nun zurück zu den weiteren Stilrichtungen in dieser „Eruption“ der Moderne:

**Jugendstil** (französisch: Art nouveau, ca. 1890–1910): europäische Stilrichtung in Kunstgewerbe (Möbel), Architektur, Malerei, Graphik. Ornamente, florale Motive (als Beispiele nur die mir naheliegenden: Gustav Klimt, Egon Schiele, Alfons Mucha).

**Symbolismus** (um 1885 in Frankreich in Literatur und Malerei einsetzende Kunstströmung): gegen Historismus und gegen Realismus und Impressionismus, die nur das Sichtbare wiedergeben wollten. Themen: Liebe, Haß, Krankheit, Tod ... (Edvard Munch, James Ensor, Johann Heinrich Füssli, Arnold Böcklin)

Als herausragende Einzelpersonen, die großen Einfluß auf die folgende Entwicklung hatten, sind Paul Cézanne, Vincent van Gogh und Paul Gauguin zu nennen.

**Expressionismus** (hauptsächlich erste Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts, Wurzeln in den 80ern des 19. Jahrhunderts bei van Gogh, Gauguin): Reaktion auf die „Oberflächlichkeit des Impressionismus; suchte emotionale Wirkungen, Ausdruck seelischer Regungen und von Gefühlen durch Verzicht auf exakte Wiedergabe von Form und Farbe. (Künstlervereinigungen: München:

der Blaue Reiter – Kandinsky, Marc, Macke . . . , Dresden: die Brücke – Kirchner, Heckel, Otto Mueller . . . , Goya, van Gogh, Munch, Rouault, Schiele, Corinth, Beckmann, Jawlensky, Koschka, Nolde, Dubuffet, Bacon, Freud . . . )

**Kubismus** (gegründet von Pablo Picasso und Georges Braque um 1910, beeinflusst von Cezanne, afrikanischer Skulptur): Aufgabe der zentralperspektivischen Sicht und des festen Betrachterstandpunktes; Aufbau aus geometrischen Formen oder stereometrischen Gebilden. (Picasso, les demoiselles d'Avignon)

**Futurismus** (Italien, Rußland) Begeisterung für den Lärm der Stadt, Rausch der Geschwindigkeit – wirkt heute angestaubt.

**Konstruktivismus** (Rußland, „offizielle Kunst der sowjetischen Revolution“: Kasimir Malewitsch, Alexander Rodtschenko, El Lissitzky)

In West- und Mitteleuropa:

**De Stijl** (von Theo van Doesburg 1917 in Leiden gegründete Künstlervereinigung): Innenarchitektur, Malerei. Einfache Form- und Farbgestaltung. (Gerrit Rietveld (Architekt), Piet Mondrian)

**Bauhaus** (Weimar, dann Dessau)<sup>11</sup>: Architektur, bildende Künste, gestaltendes Handwerk. Klare, durch die Funktion bestimmte Formen. (László Moholy-Nagy, Josef Albers, Oskar Schlemmer, Kandinsky, Klee . . . )

---

<sup>11</sup>Das Staatliche Bauhaus wurde 1919 von Walter Gropius in Weimar durch Zusammenschluß der Hochschule für Bildende Kunst mit der Kunstgewerbeschule gegründet. 1925 als Hochschule für Gestaltung nach Dessau übersiedelt, 1932 geschlossen

**Dadaismus** (zwischen 1916 und 1925): „Antikunst“ mit der Sinnlosigkeit als Prinzip; Auflehnung gegen kulturelle Tradition und bürgerliche Konventionen; die Bewegung ging dann im Surrealismus auf. (Tristan Tzara (Literat), Marcel Duchamp (Ready-mades), Francis Picabia, Man Ray, Hans Arp, Max Ernst, Kurt Schwitters ...)

**Surrealismus** (zwischen den Weltkriegen): Unterbewußtsein, Traumwelt, Ausschalten der Kontrolle der Vernunft. Kein einheitlicher Stil. (Max Ernst, Salvador Dalí, René Magritte, Joan Miró, Paul Klee ... und viele Epigonen)

**Abstrakter Expressionismus** (englisch. Informel, französisch: Tachisme, zwischen 1945 und 1960 vorherrschende Richtung der europäischen und amerikanischen Malerei): (Jackson Pollock, Mark Rothko, Wols, Asger Jorn)

allgemeine Tendenz: statt naturgetreuer Wiedergabe – Wirkung auf den Betrachter

**Pop-art** (50er Jahre, England, USA; klang gegen Ende der 70er Jahre aus): Gegenposition zum abstrakten Expressionismus. Anklänge an Dada (readymades), Surrealismus (Richard Hamilton, Jasper Johns [Flaggen], Claes Oldenburg, Andy Warhol, Tom Wesselmann, George Segal, Edward Kienholz [Installationen], Roy Lichtenstein [Comic-artig mit Rasterpünktchen], David Hockney, Robert Rauschenberg, Allen Jones, Eduardo Paolozzi u.v.a.)

**Naturalismus** als „Durchläufer“ neben den anderen Richtungen, die naturnahe, realistische Darstellung.

Die Entwicklung wurde in Deutschland durch die Nationalsozialisten unterbrochen, und dies hatte Auswirkungen auf die gesamte

„westliche“ Welt. Eine das Germanen- und Heldentum idealisierende Variante des Naturalismus war zur Zeit des Dritten Reiches die verordnete Stilrichtung, vor allem der Expressionismus galt als „entartet“, und den „Entarteten“ wurde die Ausübung ihrer Kunst unmöglich gemacht.

Im kommunistischen Einflußbereich wurde der „sozialistische Realismus“ erzwungen, der die Arbeiterklasse und die Revolution zu verherrlichen hatte.

In beiden Fällen führte die massive staatliche Einmischung zu (in meinen Augen) „langweiliger“ Kunst.

Die Ablehnung der modernen Malerei im Dritten Reich und später im Ostblock dürfte einer der Gründe sein, daß nach dem Zweiten Weltkrieg der Naturalismus im Westen gering geachtet wurde und der „Abstrakte Expressionismus“ fast zum Dogma erhoben wurde – was seinerseits wieder als Reaktion die schreckliche Pop-Art auslöste.

Ich habe die vielen Stilrichtungen aufgezählt, um einen Eindruck von der schier grenzenlosen Freiheit und der raschen Entwicklung großer Vielfalt der „Moderne“ zu geben. Strömungen, die aus einer Protesthaltung dem Kunstbetrieb gegenüber entstanden, wurden vom Kunstbetrieb vereinnahmt: Inzwischen werden Dadaisten, Surrealisten und Pop-Artisten, die eigentlich die „Kunst“ ablehnten, zu Höchstpreisen gehandelt.

## Die bildende Kunst der Gegenwart

Die rasche Entwicklung und die Vielfalt der Moderne haben die nachfolgenden Generationen von Künstlern in eine schwierige Lage gebracht. Denn um ins Geschäft zu kommen, muß man *auffallen*. Wer aber heute ähnlich wie Picasso oder Beckmann malt, fällt nicht auf – ein Epigone unter vielen.

Eine Folge war die verbreitete antikünstlerische Einstellung der 70er und 80er Jahre. Joseph Beuys: „Jeder Mensch ist ein Künstler“, „Es geht um das Gesamtkunstwerk zukünftiger Gesellschaftsordnung“ – das hat nicht verhindert, daß sich der Kunstmarkt Beuys' bemächtigt hat, und es hat auch nicht dazu geführt, daß alle Produkte von Menschen als künstlerisch gleichwertig hoch angesehen werden.

Angesichts der Greuel des Zweiten Weltkrieges und anderer Kriege, des Elends der Menschheit, wurde insbesondere die Malerei schon oft für tot erklärt – trotzdem wird weiter gemalt. Allerdings werden idealisierende Darstellungen leicht als verlogen empfunden und als Kitsch abqualifiziert.

### Auffallen, um ins Geschäft zu kommen

Wie versucht der Künstler, zu erreichen, daß seine Werke auffallen und auf den Betrachter wirken? – Ich habe anfangs im Kapitel „Farbenlehre“ über Experimente der Psychologen mit Farben berichtet. Eine rote Briefmarke ruft keine besondere Reaktion hervor. Wenn aber der ganze Raum in rotes Licht getaucht ist ...

Wir haben auch die Größe (im wörtlichen Sinn) als eines der Merkmale von Schönheit herausgefunden. Daraus die praktische Nutzanwendung: Wenn auf einem Bild schon nichts Besonderes zu sehen ist, dann muß es zumindest sehr groß sein:

- Die Bilder werden immer größer

- Darstellung des Häßlichen, Obszönen, Ekelerregenden (um dem Kitschvorwurf zu entgehen)
- Statt Bilder: „Installationen“, die auch immer größer werden (Beispiel: Damien Hirst: “The Physical Impossibility of Death in the Mind of Someone Living”. Ein Aquarium  $213 \times 518 \times 213$  cm mit einem Haifisch in 5% Formaldehyd-Lösung, oder ein in Scheiben geschnittenes Rind, ebenfalls in Formaldehyd-Lösung.)
- Botschaften, die „die Gesellschaft verändern“ sollen, und
- Klamauk
- Magisch-mystische „Bedeutung“ wird dem Betrachter suggeriert (Beispiel: Anselm Kiefer, das Pyramidenbild mit der Aufschrift „Dein und mein Alter und das Alter der Welt“, oder die Zuordnung Pflanzen-Sterne.)

Man spricht von der **Postmoderne**, diese ist richtungslos, nicht wohldefiniert und enthält Elemente der modernen Stilrichtungen von Kunst und Antikunst.

Orientierungslosigkeit auch des Publikums. Der Sachverhalt, daß man mit dem Gesehenen nichts anfangen kann, wird eher dem eigenen fehlenden Verständnis angelastet als dem „Kunstwerk“, das ja offensichtlich von Experten, an deren Sachverstand man nicht zweifelt, geschätzt wird. „Ich verstehe nichts von Kunst“ wird eher als persönliches Defizit verstanden und möglichst nicht laut geäußert.

Nach den üblen Erfahrungen in den Diktaturen kam es im 20. Jahrhundert zu einer Erweiterung des Kunstbegriffes und zu großer, fast grenzenloser Toleranz. „Wenn ich auch nichts damit anfangen kann, so akzeptiere ich doch, daß andere etwas dafür empfinden“.

Darüber hinaus ist, als Spätfolge der fatalen Kunstpolitik des Dritten Reiches, die Kunstkritik hierzulande nachhaltig geschädigt und

kaum mehr in der Lage, negative Urteile abzugeben. Kritik an der Kunst konnte nach dem Krieg leicht durch Hinweis auf Nazizeit oder Nazimethoden mundtot gemacht werden. Diejenigen, die über Kunstförderung zu entscheiden hatten, ließen sich leicht von der abstrakten, ungegenständlichen Kunst überzeugen, und mit dem Eifer von Konvertiten ließen sie nun Gegenständliches überhaupt nicht mehr gelten.

## **Der Kunstmarkt und seine Akteure**

Auf einer Ausstellung von Hobbykünstlern sah ich neulich einige Porträtzeichnungen. Es waren ziemlich stümperhafte Arbeiten eines Schülers, und auf einer ausliegenden Liste konnte man lesen: „... Porträt 1: Wert 50,- DM, Porträt 2: Wert 40,- DM ...“. – Ja, wenn es so einfach wäre.

Um die ideellen Aspekte auszuklammern, spricht man lieber vom Marktwert; dieser läßt sich ermitteln, wenn eine größere Anzahl gleichartiger Objekte im Handel sind. Da heutzutage viele Künstler ähnliche Werke in großer Zahl herstellen, kann man auch vom Marktwert des Künstlers sprechen.

Nun ist die Kunstszene vielschichtig und nicht in wenigen Zeilen zu charakterisieren; was ins Bewußtsein der Öffentlichkeit dringt, sind die Meldungen von Rekordpreisen, die auf internationalen Auktionen erzielt werden, sowie die Auswahl von Werken der Gegenwartskunst in öffentlich zugänglichen Bereichen, Sammlungen und Museen.

Auffällig ist, daß nur eine relativ kleine Zahl von Gegenwartskünstlern in den Museen vertreten ist. Deren Werke erzielen hohe Preise. Wie kommt es dazu?

## **Die Akteure und ihr Zusammenspiel**

Künstler, Künstlervereinigungen, Galeristen, Auktionshäuser, die Medien Fernsehen, Zeitschriften und Zeitungen, Sammler, Kunstvereine,

Stiftungen, die Preise vergeben, öffentliche und private Museen, große Firmen und Banken sowie die öffentliche Hand spielen ihre Rolle auf dem Kunstmarkt.

Das Treiben auf dem Kunstmarkt, über das in den Medien berichtet wird, erweckt nicht den Eindruck, als wäre Kunstverständnis oder Liebe zur Kunst die leitende Kraft.

Meldungen der Art: „Käufer (eines teuren Objektes auf einer der großen Auktionen) war der Galerist Soundso. Man munkelt, daß er für einen potenten Kunden eine Sammlung aufbaut“ erwecken nicht gerade den Eindruck, daß der potente Kunde zu dem, was er sammeln läßt, eine tiefere Beziehung hat.

Konkretes Beispiel (aus dem Kunstmagazin „art“ vom August 2002, S. 113): Es ist von einer Ausstellung zeitgenössischer Kunst in Donaueschingen die Rede. „Der ungenannte Sammler hat Simon de Pury, den Chef des Auktionshauses Pury & Luxembourg, beauftragt, die Sammlung aufzubauen.“ Und was de Pury innerhalb von vier Jahren in Galerien, bei Künstlern und Sammlern erwarb, wird im gleichen Artikel als „Crème de la Crème der Kunst der achtziger und neunziger Jahre“ bezeichnet: Es sind Arbeiten von genau den bekannten auf dem Markt hoch gehandelten Stars der Gegenwart.

Der Galerist, der seine potenten Kunden mit dem Teuersten beliefert, was der Markt zu bieten hat, kann sich nicht blamieren. Darüberhinaus ist es für ihn von Vorteil, wenn die Objekte, die er verkaufen kann, teuer sind. Für den Galeristen ist die Kenntnis des Marktes und gute Kundenkontakte wichtig, Marketing ist sein Job, nicht Kunstkritik. Er muß abschätzen, was sich auf dem Markt lancieren läßt und was sich gut verkaufen läßt.

Die Galeristen finden die erfolgversprechenden Talente und bauen sie auf. Sie beraten Museen und beliefern diese auch gerne. Die Museumsleute bedienen sich des Sachverständs der Galeristen, so kommt es zur Zusammenarbeit zu beiderseitigem Nutzen. – Man könnte das

aber auch gehässiger formulieren<sup>12</sup>.

Der Staat übt über Kunstförderung aus öffentlichen Mitteln und durch die Ankaufspolitik der Museen Einfluß aus. Woran orientieren sich diejenigen, die über Kunstförderung zu entscheiden haben?

Über die Rolle der Museen und der Mäzene ist am 17. November 2001 in der Frankfurter Allgemeinen ein sehr lesenswerter Aufsatz von Eduard Beaucamp erschienen, Untertitel: Das Museum und die Sammler in Deutschland: Ob Segen oder Verhängnis für die Kunst, ist offen. Daraus nur einige Zitate:

„Der gesellschaftliche Ehrgeiz und Egoismus und ein spekulatives Denken grassieren auch auf dem Museumsterrain. Ein expandierender Markt beherrscht immer mehr den Kunstbetrieb. In den Sammlungen ist der lange Arm der Händler und ihrer Künstler-Klienten erkennbar. Manchmal lassen sich Museen in solches Management mit einbeziehen, mitreißen und sich mit den Methoden auch die Inhalte diktieren.“

„Der Markt beherrscht den Kunstgeschmack und drängt robust und nahezu ungefiltert in die Museen. Über dem ökonomischen und gesellschaftlichen Konsens hat sich auch ein zweifelhafter ästhetischen Konsens befestigt, der über Sponsoring und privates Sammelwesen die Museen in Beschlag nimmt. Die öffentlichen Häuser werden gern als vergrößertes Schaufenster und als Werbefläche genutzt. Manche Museumsausstellungen zeitgenössischer Künstler werden von Händlern und Sammleragenten in fast eigenmächtiger Regie in Szene gesetzt. Eine vorschnelle Musealisierung zeitgenössischer Kunst hat ihre Überschätzung und Verteuerung befördert.“

Aus dem Zusammenhang gerissen, könnten diese Zitate einen falschen Eindruck vermitteln. Beaucamp sieht durchaus die positiven Aspekte des Mäzenatentums, daneben aber auch die Gefahren der Globalisierung im Bereich der bildenden Kunst. „Der verbreitete Einheitsgeschmack bei weltweiter Vielfalt der Produktion gehört heute zu

---

<sup>12</sup>siehe z.B. Jürgen Weber, Das Narrenschiff, München 1994

den auffälligsten Bekundungen musealer Unsicherheit, ja Unmündigkeit.“

Der verbreitete Einheitsgeschmack – es ist eben einfacher, sich ein paar (nicht allzuviele) Namen zu merken, als sich (vielleicht sogar ohne Kenntnis des Namens des Urhebers) ein Urteil über ein Werk zu bilden.

Ist das, was da gesammelt und teuer bezahlt werden, wirklich Kunst – oder handelt es sich eher um moderne Reliquien? Die Bereitschaft, sich für Idole zu begeistern, scheint tief im Menschen zu stecken. Es dürfte auch zum Wesen der Idole gehören, daß es nicht zu viele sind.

Es ist überhaupt nichts dagegen einzuwenden, wenn Sammler die Bilder – oder allgemeiner, Kunstobjekte – erwerben, die ihnen zuzagen. Schon immer wurden die Künste auf diese Weise durch die Vorlieben der Mäzene mitbestimmt. Nur fürchte ich, daß dieser kunstsinnige Typ von Sammler und Liebhaber nicht der ist, der heute den Kunstmarkt dominiert, wie er sich in den Sensationsmeldungen der Medien offenbart.

Mit einer Sammlung von Kunst kann man in der Öffentlichkeit Aufsehen erregen, Ansehen gewinnen, die Sammlung kann schließlich, in einem eigenen Museum untergebracht, dem Spender ein bleibendes Denkmal setzen. Gegen all dies wäre nichts zu sagen, wenn nicht auch Steuergelder für diese Art von Denkmälern verwendet würden.

Ich wünschte mir, in Museen würden nur Stücke von Sammlern ausgestellt, die die Sammler über längere Zeit in den eigenen vier Wänden untergebracht hatten, um sich daran zu erfreuen. Daß dies bei dem Stapel von Brillo-Schachteln der Fall war, die in dem 2001 eröffneten Neubau des Kölner Museums Ludwig zu bewundern sind, kann ich mir nur schwer vorstellen, und bei vielen anderen Werken geht es mir ebenso.

Dank der Erweiterung des Kunstbegriffes und der nach dem Ende der Diktaturen ins grenzenlose gestiegenen Toleranz der erweiterten Kunst gegenüber scheint die folgende Einstellung weitverbreitet: „Ich

verstehe nichts von Kunst, mir gefällt das Ding auch nicht. Aber ich habe den Eindruck, daß andere sich dafür begeistern können, also laß ichs gelten.“

Kommt es den Sammlern in erster Linie darauf an, Stücke in der Öffentlichkeit zu präsentieren, von denen nur der Preis beeindruckt?

Warum ist der Kunstbegriff in der bildenden Kunst so erweitert worden? Manche Künstler haben das Spiel längst durchschaut und treiben ihren Scherz mit dem Publikum. Was ursprünglich als Protest und Antikunst gemeint war (Readymades wie Pißbecken und Flaschenständer) – die Kunstwelt hat es vereinnahmt. Carlo Manzoni signiert ein Aktmodell und erklärt es dadurch zum Kunstwerk – die Kunstwelt läßt's gelten. Er füllt „artist's shit“ in Dosen – die Kunstwelt läßt's gelten. (In einer Ausstellung der Sammlung Klewan in der Kestner-Gesellschaft Hannover war es mir vergönnt, dieses Kunstwerk zu bestaunen.)

Während viele bildende Künstler, deren Werke keinen Vergleich zu scheuen brauchen, nur dank eines Brotberufs überleben können, erzielen einige Stars mit Serienprodukten auf dem Markt hohe Preise. Es sind nicht allzu viele Namen, die hoch gehandelt werden, und die in den Sammlungen von Gegenwartskunst immer wieder auftauchen.

Die Situation hat Ähnlichkeit mit einer, die in der Physik (in der Feldtheorie und der Vielteilchenphysik) als „Spontane Symmetriebrechung“ bekannt ist. Bekanntestes Beispiel ist ein ferromagnetischer Kristall: Ohne äußeres Magnetfeld ist keine Richtung im Raum ausgezeichnet, und doch zeigen alle atomaren Elementarmagnete in einem kleinen Kristall aufgrund der Wechselwirkung untereinander in die gleiche Richtung.

Wenn aus tausenden von Kunstwerken einige wenige auszuwählen sind, bräuchte man Qualitätsmaßstäbe. Diese sind dem einzelnen aber abhanden gekommen. Wenn man dem eigenen Urteil daher nicht traut, ist es naheliegend, sich an Vorbildern, denen man vertraut, zu orientieren. Der bekannte Sammler X kauft ein Werk des Künstlers Y –

also muß an Y's Kunst doch etwas dran sein . . . – und wenn an dem Kunstwerk selbst nichts Beeindruckendes zu erkennen ist, so beeindruckt möglicherweise der Name des Künstlers, von dem man schon gehört hat, und der sich nun etwas tiefer einprägt. Einer guckt auf den anderen, erspart sich ein eigenes Urteil, und wird von wieder anderen als vertrauenswürdiger Experte angesehen.

## Die anderen Künste

### Musik

Ich habe mich bei der Suche nach den Wurzeln des ästhetischen Empfindens zunächst mit der Bildkunst beschäftigt, davon ausgehend dann mit dem Bereich der optischen Eindrücke allgemein. Im Gegensatz hierzu, wo Versuche von Harmonielehren nur wenig Erfolg hatten, ist die musikalische Harmonielehre wohletabliert, zumindest im abendländischen Kulturkreis. Ich möchte hierauf nicht eingehen, sondern nur kurz der Frage, warum Musik so stark auf unsere Seele einwirken kann, nachgehen.

Schon in der Steinzeit wurde Musik gemacht – durch Funde von Knochenflöten und anderen Überresten von Musikinstrumenten belegt. Sicherlich wurde alles, was beim Draufschlagen laut tönte, als natürliches Schlagzeug benutzt. Nichtverbale Lautäußerungen müssen der Sprache vorausgegangen sein, als Geschrei und sicherlich auch Gesang. Komplizierte Sachverhalte oder Gedankengänge lassen sich dadurch nicht vermitteln, aber Emotionen wohl doch. Daß nichtsprachliche akustische Signale immer noch auf uns wirken, sollte uns daher nicht wundern.

Musik kann unmittelbar unser ästhetisches Empfinden ansprechen und Wohlgefallen auslösen; sie kann – je nach Rhythmus – zum Tanzen oder Marschieren anregen, das Gemeinschaftsgefühl stärken und auf den Verstand fast wie ein Narkotikum wirken.

Auch im Bereich der Musik kann der Anschein des Unverstandenen, Geheimnisvollen positiv zum Schönheitsempfinden beitragen. Das fängt schon bei Schlagern an, wo es oft besser ist, den Text nicht zu verstehen (was hierzulande durch englische Texte erleichtert wird).

Sicherlich lassen sich noch mehr Parallelen zu dem finden, was wir uns am Beispiel der bildenden Künste überlegt haben; das soll hier jedoch nicht vertieft werden.

## Literatur, Sprache

Diesem Bereich wird in der Schule einige Aufmerksamkeit zuteil. Die Verbindung zwischen den ästhetischen Kriterien und der Zweckmäßigkeit ist hier offensichtlich. Der Redner möchte verstanden werden und überzeugen, der Schreibende möchte die Leserschaft in seinen Bann ziehen.

Es soll hier nicht untersucht werden, wie man gute Aufsätze schreibt. Ich möchte nur als Beispiel einige Stellen aus Jean Pauls<sup>13</sup> Vorschule der Ästhetik (1804, 2. Auflage 1813)<sup>14</sup> zitieren, die heute noch genau so aktuell sind wie vor zweihundert Jahren.

§ 84 befaßt sich mit Versuchen, die Zahl der Fremdwörter im Deutschen zu verringern.

Soll Volk-Bildung sich an der Verständlichkeit einer rein-deutschen Sprache erheben, wie Campe will: so wird dieses Glück durch unverständliche Übersetzungen verstandener Ausländer – z. B. Apostel, Prinz, Apotheke, Appetit, Kalender, Balbier – gerade verschoben . . .

Die neu-deutschen Wörter haben zwei große Fehler, erstlich daß sich selten Zeit-, Bei- und Zu-Wörter aus ihnen oder umgekehrt machen lassen – z. B. den Enden als Polen fehlt polar und polarisieren; dem Bewegungsmittel als Motiv fehlt motivieren; dem Reib-Feuer als Elektrizität fehlt elektrisch und elektrisieren –, Bürjas Wasserstandlehre als

---

<sup>13</sup>Jean Paul, eigentlich Johann Paul Friedrich Richter, 1763–1825

<sup>14</sup><http://projekt.gutenberg.de/jeanpaul/vorschul/vorschul.htm>

Hydrostatik fehlt hydrostatisch –; der zweite Fehler ist, daß das neue Wort nur den Gattung-Sinn, selten den abgeschnittenen individuellen lebendigen des alten zuträgt und daß es folglich dem Witze, dem Feuer und der Kürze den halben Wort-Schatz ausplündert. Z. B. etwas ‚Altertümliches‘ für ‚Antike‘ ist das Geschlecht statt der Unterart, ja statt des heiligen Individuums; und womit soll uns diese kostbare Anschauung erstattet werden?“

§ 85 enthält „Vermischte Bemerkungen über die Sprache“: „Sprachkürze muß dem Leser nicht längere Zeit kosten, sondern ersparen. Wenn man nach zwei schweren langen Sätzen hinschreibt: ‚und so umgekehrt‘, so hat sich der arme Leser wieder zurückzulesen und muß dann selber die Mühe des Umkehrens übernehmen. Nur unbedeutende kurze Umkehrungen drücke man so flüchtig aus. – Einen ähnlichen Zeitverlust erlitt ich im Lesen der trefflichen Biologie von Treviranus, welcher durch sein jener und dieser immer zurückzugehen zwang, indes zuweilen die Wiederholung des einsilbigen Wortes noch kürzer, wenigstens deutlicher gewesen wäre. Johnson sagte daher nie: der vorige, der letzte, und mied alle Parenthesen, deren kaum sechs in allen seinen Werken vorkommen. In der Tat kann der Leser nicht weich genug gehalten werden, und wir müssen ihn, sobald die Sache nicht einbüßt, auf den Händen tragen mit unsern Schreibfingern.“

Der letzte Satz scheint mir ein guter Standpunkt bei allen schriftlichen Bemühungen.

Nachdem wir uns lange genug in den lichten Höhen der großen Kunst aufgehalten haben, kehren wir in erdennähere Bereiche zurück. Man hat oft Gelegenheit, einen Text zu verfassen, der für die Öffentlichkeit bestimmt ist und der gewissen ästhetischen Kriterien standhalten sollte. Der Inhalt ist häufig vorgegeben, beim Stil kann man schon danebengreifen; aber auf Inhalt und Wortwahl wird üblicherweise geachtet. Dann muß das mühsam Erarbeitete zu Papier gebracht werden, das geschieht heute mit Hilfe von Computern am Schreibtisch. Was früher die Arbeit von Fachleuten war – Satz und Druck – wird dabei nebenbei von den Autoren der Texte auch erledigt, unterstützt von den Hilfsmitteln der modernen Technik. Diesem wichtigen Vorgang wollen wir uns im nächsten Abschnitt widmen.

## Typographie

Nach der Erfindung des Druckes mit beweglichen Lettern durch Johannes Gutenberg<sup>15</sup> stieg die Zahl der Druckerzeugnisse stark an. Eine weithin bekannte Schrift, die Garamond<sup>16</sup>, stammt aus dem 16. Jahrhundert und wurde in vielen Nachschnitten bis heute hergestellt und verwendet. Heute ermöglicht der Computer jedem, Schriftstücke herzustellen, die „wie gedruckt“ aussehen.

Man verwendet ein Textverarbeitungs- oder ein „Desktop Publishing“ Programm (DTP-Programm), das einem viele Schriftschnitte und -Größen zur Verfügung stellt, viele Möglichkeiten der Gestaltung bietet, den Anwender aber – abgesehen von einigen Gestaltungsvorlagen – sich selbst überläßt.

---

<sup>15</sup>eigentlich Johannes Gensfleisch zur Laden, geb. ca. 1400 in Mainz, gest. 1468 ebendort

<sup>16</sup>Claude Garamond, geb. um 1480 in Paris, gest. 1561 ebendort. Schriftgießer, Schriftentwerfer, Verleger. Die nach ihm benannte Schrift entstand zwischen 1530 und 1545

Die am weitesten verbreiteten Textverarbeitungsprogramme arbeiten nach dem Prinzip des WYSIWYG (What You See Is What You Get). Man sieht während des Schreibens schon, wie das Dokument aussehen wird. Dies wird als angenehm empfunden, aber es hat auch Nachteile, auf die wir später zu sprechen kommen werden.

Die Ergebnisse sind häufig schlechter, als es den technischen Möglichkeiten entspräche. Beispiele dafür sind zahlreich und leicht zu finden, ein Blick in das Vorlesungsverzeichnis unserer Universität oder in ihr Verkündungsblatt reicht, um zu sehen, wie man es *nicht* machen sollte. Schlecht lesbare Schrift, zu lange Zeilen, schlechte Einteilung des Blattes, und wenn man genauer schaut, findet man noch viel mehr zu beanstanden.

### **Was macht ein gut gelungenes Schriftstück aus?**

**Inhalt** – hier nicht das Thema.

**Gliederung:** eine gute Gliederung des Inhaltes ist durchaus eine Frage der Ästhetik.

**Stil** – ein weites Feld. Berücksichtigung der Zielgruppe, z.B. Kinder – Jugendliche – Erwachsene, schon in Wortwahl und Satzaufbau.

**Wortwahl,** Verzicht auf modische Fremdwörter, z.B. das Pidgin-Englisch der Werbung oder Soziologendeutsch

**Metaphern:** Verwendung von bildlichen Wendungen (Metaphern) belebt den Text, kann aber bei Übertreibung und insbesondere bei Verwendung widersprüchlicher Bilder lächerlich wirken

**Orthographie:** nach der sogenannten Rechtschreibreform scheint sich größere Fehlertoleranz einzustellen.

Alles, was darüber hinausgeht, ist Gegenstand der **Typographie**.

Hier sei der Leitsatz der Typographie (von Hermann Zapf) wiedergegeben: „Schrift ist die sichtbare Wiedergabe des gesprochenen Wortes. Ihre Aufgabe ist in erster Linie, daß ein Text ohne Mühe, ohne Umwege und ohne den Lesefluß hemmende unnötige Verzierungen dem Leser übermittelt wird.“

Es gibt eine Anzahl von überlieferten Regeln und Faustformeln, die auf Erfahrung und sinnvollen Konventionen beruhen. Man sollte sie kennen; man darf auch dagegen verstoßen, dies sollte aber nur nach reiflicher Überlegung und Abwägung der Vor- und Nachteile erfolgen.

Wie kommt es aber zu den als abschreckende Beispiele genannten Fehlleistungen?

Eine Fehlerursache sind automatische Abläufe in dem verwendeten Programm. Wenn z.B. in der Kopfzeile die Kapitelüberschrift wiederholt, aber in Versalien (Großbuchstaben) umgewandelt wird, kann als Folge schlechter Programmierung etwa aus einem „Grußwort“ ein „GRUßWORT“ werden.

Eine andere, sehr häufige Fehlerursache liegt in der Arbeitsteilung. Der eine schreibt einen Text und erwartet, daß dieser vor dem Druck noch überarbeitet wird, zumindest was die Typographie betrifft. Da aber das Ergebnis – von weitem gesehen – schon ganz gut aussieht, wird es im wesentlichen unverändert zum Druck weitergereicht.

Die Moral von der Geschichte' ist, daß der Schreibende in allen Fällen die wichtigsten Regeln der Typographie kennen und beherzigen sollte.

Vor man mit dem Aufschreiben beginnt, sollte man in Erfahrung bringen, ob für das Projekt schon Vorgaben, Vorlagen und Richtlinien bestehen, an die man sich halten muß oder soll. Dann sind gegebenenfalls einige der folgenden Schritte schon erledigt.

Die • Wahl des Papierformates (A4, B5, A5 oder ...), die • Festlegung des Satzspiegels und die • Wahl der Schrift müssen aufeinander abgestimmt erfolgen.

Für den Satzspiegel, also den auf einer Seite bedruckten Bereich, gibt es, wenn das Layout konventionell gestaltet werden soll, Faustregeln wie die in Bild 33 skizzierte. Die unbedruckten Ränder heißen in der Fachsprache Stege; man unterscheidet Innen-, Außen-, Kopf- und Fußsteg.

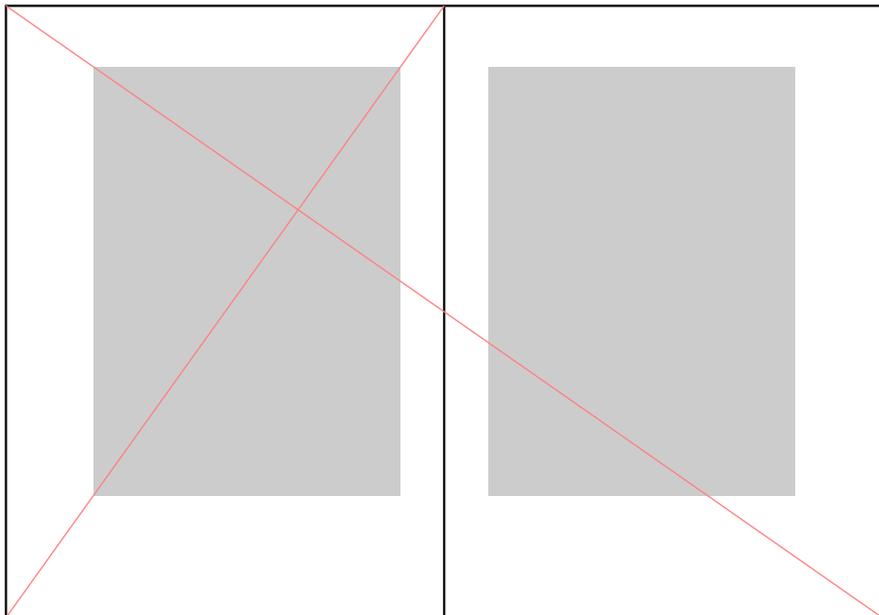


Abbildung 33: Ein aufgeklapptes Buch. Die grauen Rechtecke seien die bedruckten Bereiche. Drei Eckpunkte des linken Rechtecks liegen auf den eingezeichneten Hilfslinien; das rechte ist dazu spiegelbildlich. Die Zeilenlänge (Breite des Rechtecks) richtet sich nach der Schriftgröße

Am schmalsten ist der Innensteg – allerdings muß für einen Falzverlust beim Binden eine Zugabe erfolgen, die in der Skizze nicht berücksichtigt ist. Der Kopfsteg ist etwas breiter, der Außensteg noch breiter, der Fußsteg schließlich der breiteste. Man kann das Buch dann bequem halten, ohne Schrift zu verdecken.

Für einen optimalen Lesefluß, insbesondere bei umfangreichen Texten, sollte eine Zeile zwischen 45 und 65 Zeichen aufnehmen können, wobei Wortzwischenräume und Interpunktionszeichen auch zählen.

Eine noch einfachere Regel gibt für den Innensteg  $1/9$ , für den Außensteg  $2/9$  der Seitenbreite, für den Kopfsteg  $1/9$  und für den Fußsteg  $2/9$  der Seitenhöhe. Dies ist ein Spezialfall von dem in Bild 33 gezeigten.

Blocksatz oder Flattersatz? Bücher werden überwiegend im Blocksatz gedruckt. Bei kurzen Zeilenlängen gibt es dann manchmal keine Möglichkeit, zu einem guten Blocksatz zu kommen, als den Text umzuformulieren. Manche Textverarbeitungsprogramme fügen kleine Zwischenräume zwischen die Buchstaben ein. Dies sollte man vermeiden; es müßte sich abschalten lassen. Bei sehr kurzen Zeilen, etwa bei neben einem Bild plazierte Text, verzichte man auf den Blocksatz. Blocksatz erfordert mehr Trennungen als Flattersatz und erfordert auch bei deren Kontrolle mehr Aufwand.

Durch die modernen Textverarbeitungs- und DTP-Programme sowie die Grafik- und Bildbearbeitungsprogramme, die man bei der Gestaltung von Anzeigen, Handzetteln und Plakaten einsetzen kann, hat man heute eine Vielzahl von Schriften zur Auswahl. Die Qual der Wahl. Neben dem buchstäblichen Inhalt enthält jedes Schriftstück in der Wahl der Schrift, des Papiers, des Layouts zusätzliche Information. Ein Plakat, das für eine Ausstellung von altem Porzellan wirbt, wird in einer anderen Schrift zu setzen sein als eines, das ein Moto-Cross-Rennen ankündigt. Form und Inhalt sollen sich entsprechen.

## Einteilung der Schriften

Die DIN-Norm unterscheidet elf Schriftgruppen:

- I. Venezianische Renaissance-Antiqua – geringe Varianz der Strichstärken; Ansätze der Kleinbuchstaben meist schräg; der Querstrich beim ‚e‘ ist schräg und das Auge klein; Übergang der Serifen zum Schaft gerundet.
- II. Französische Renaissance-Antiqua – stärkere Unterschiede in den Strichstärken, sonst ähnlich. Querstrich beim ‚e‘ waagrecht, das Auge klein, wie auch der Bauch des ‚a‘. Beispiel: Garamond
- III. Barock-Antiqua – noch deutlicherer Kontrast zwischen Haar- und Schattenstrichen.
- IV. Klassizistische Antiqua – deutlicher Kontrast zwischen Haar- und Schattenstrichen, Serifen dünn, kaum gerundet. Anstriche und Endungen waagrecht. Beispiel: Bookman, auch New Century Schoolbook
- V. Serifenbetonte Linear-Antiqua, Egyptienne. Einheitliche Strichstärke auch in den Serifen; Serifen deutlich, mit oder ohne Abrundung angesetzt. Ähnlich der Courier (bekannte Schreibmaschinenschrift), jedoch Proportionalschrift.
- VI. Serifenlose Linear-Antiqua, Grotesk – fast einheitliche Strichstärke. Beispiele: Helvetica, Avant-Garde
- VII. Antiqua-Varianten – alle Antiqua-Schriften, die in keine der Gruppen I–VI passen. Zierschriften, Jugendstil-Schnörkel usw.
- VIII. Schreibschriften – der Handschrift nachgebildet.

- IX. Handschriftliche Antiqua – näher an der Druckschrift als die vorige; etwas unregelmäßig geformte Buchstaben suggerieren Handarbeit
- X. Gebrochene Schriften, Fraktur – wird als Werkschrift kaum noch verwendet
- XI. Fremde Schriften – wenn sie denn auch in diese Einteilung gepackt werden müssen.

Innerhalb einer Schrift gibt es Unterschiede in der Stärke (Gewicht): ultraleichte, leichte, normale („Buch“), halbfette fette und ultrafette, in der Breite (Weite): schmale (condensed), normale und breite (gedehnte) Schriften.

## Schriftproben

Die folgenden Proben zeigen einige der Schriften, die heute in fast allen PostScript-fähigen Laserdruckern vorhanden sind und auch mit Ghostscript (PostScript-Interpreter) kommen<sup>17</sup>.

### Times Roman:

I. Quamquam te, Marce fili, annum iam audientem Cratippum idque Athenis abundare oportet praeceptis institutisque philosophiae propter summam et doctoris auctoritatem et urbis, quorum alter scientia augere potest, altera exemplis, tamen, ut ipse ad meam utilitatem semper cum Graecis Latina coniunxi neque id in philosophia solum, sed etiam in dicendi exercitatione feci, idem tibi censeo faciendum, ut par sis in utriusque orationis facultate. Quam quidem

---

<sup>17</sup>PostScript ist eingetragenes Warenzeichen der Fa. Adobe; es ist eine Seitenbeschreibung-Programmiersprache; Ghostscript ist frei und wird am besten zusammen mit Ghostview installiert, das eine bequeme Benutzeroberfläche bietet und für alle gängigen Betriebssysteme erhältlich ist.

ad rem nos, ut videmur, magnum attulimus adiumentum hominibus nostris, ut non modo Graecarum litterarum rudes, sed etiam docti aliquantum se arbitrentur adeptos et ad discendum et ad iudicandum. Quam ob rem disces tu quidem a principe huius aetatis philosophorum et disces quam diu voles; tam diu autem velle debebis, quoad te quantum proficias non paenitebit.

### *Times Italic:*

*Sed tamen nostra legens non multum a Peripateticis dissidentia, quoniam utriusque Socratici et Platonici volumus esse, de rebus ipsis utere tuo iudicio nihil enim impedit orationem autem Latinam efficies profecto legendis nostris plenior.*

### **Times Bold:**

**Nec vero hoc arroganter dictum existimari velim. Nam philosophandi scientiam concedens multis, quod est oratoris proprium, apte, distincte, ornate dicere, quoniam in eo studio aetatem consumpsi, si id mihi assumo, videor id meo iure quodam modo vindicare. Quam ob rem magnopere te hortor, mi Cicero, ut non solum orationes meas, sed hos etiam de philosophia libros, qui iam illis fere se aequarunt, studiose legas, vis enim maior in illis dicendi, – sed hoc quoque colendum est aequabile et temperatum orationis genus.**

### *Times Bold Italic:*

*Et id quidem nemini video Graecorum adhuc contigisse, ut idem utroque in genere laboraret sequereturque et illud forense dicendi et hoc quietum disputandi genus, nisi forte Demetrius Phalcreus in hoc numero haberi potest, disputator subtilis, orator parum vehemens, dulcis tamen, ut Theophrasti discipulum possis agnoscere.*

## Helvetica:

Nos autem quantum in utroque profecerimus, aliorum sit iudicium, utrumque certe secuti sumus. Equidem et Platonem existimo si genus forense dicendi tractare voluisset, gravissime et copiosissime potuisse dicere et Demosthenem si illa, quae a Platone didicerat, tenuisset et pronuntiare voluisset, ornate splendide que facere potuisse; eodemque modo de Aristotele et Isocrate iudico, quorum uterque suo studio delectatus contempsit alterum.

## *Helvetica Oblique:*

*II. Sed cum stavissem scribere ad te aliquid hoc tempore, multa posthac, ab eo ordiri maxime volui, quod et aetati tuae esset aptissimum et auctoritati meae. Nam cum multa sint in philosophia et gravia et utilia accurate copioseque a philosophis disputata, latissime patere videntur ea quae de officiis tradita ab illis et praecepta sunt.*

## Helvetica Bold:

**Nulla enim vitae pars neque publicis neque privatis neque forensibus neque domesticis in rebus, neque si tecum agas quid, neque si cum altero contrahas, vacare officio potest in eoque et colendo sita vitae est honestas omnis et neglegendo turpitud.**

## ***Helvetica Bold Oblique:***

***Atque haec quidem quaestio communis est omnium philosophorum. Quis est enim, qui nullis officii praeceptis tradendis philosophum se audeat dicere? Sed sunt non nullae disciplinae, quae propositis bonorum et malorum finibus officium omne pervertant.***

## Avant Garde Book:

Nam qui summum bonum sic instituit, ut nihil habeat cum virtute coniunctum, idque suis commodis, non honestate metitur, hic, si sibi ipse consentiat et non interdum naturae bonitate vincatur, neque amicitiam colere possit nec iustitiam nec liberalitatem; fortis vero dolorem summum malum iudicans aut temperans voluptatem summum bonum statuens esse certe nullo modo potest.

## *Avant Garde Book Oblique:*

*Quae quamquam ita sint in promptu, ut res disputatione non egeat, tamen sunt a nobis alio loco disputata. Hae disciplinae igitur si sibi consentaneae velint esse, de officio nihil queant dicere, neque ulla officii praecepta firma, stabilia, coniuncta naturae tradi possunt, nisi aut ab iis, qui solam, aut ab iis, qui maxime honestatem propter se dicant expetendam.*

## Avant Garde Demi:

**Ita propria est ea praeceptio Stoicorum, Academicorum, Peripateticorum, quoniam Aristonis, Pyrrhonis, Erilli iam pridem explosa sententia est, qui tamen haberent ius suum disputandi de officio, si rerum aliquem dilectum reliquissent, ut ad officii inventionem aditus esset.**

## ***Avant Garde Demi Oblique:***

***Sequimur igitur hoc quidem tempore et hac in quaestione potissimum Stoicos, non ut interpretes, sed, ut solemus, e fontibus eorum iudicio arbitrioque nostro quantum quoque modo videbitur, hauriemus.***

## New Century Schoolbook Roman:

Placet igitur, quoniam omnis disputatio de officio futura est, ante definire, quid sit officium, quod a Panaetio praetermissum esse miror. Omnis enim, quae ratione suscipitur de aliqua re institutio, debet a definitione proficisci, ut intellegatur, quid sit id de quo disputetur.

III. Omnis de officio duplex est quaestio. Unum genus est, quod pertinet ad finem bonorum, alterum, quod positum est in praeceptis, quibus in omnes partes usus vitae conformari possit. Superioris generis huiusmodi sunt exempla, omniae officia perfecta sint, num quod officium aliud alio maius sit et quae sunt generis eiusdem.

## *New Century Schoolbook Italic:*

*Quorum autem officiorum praecepta traduntur, ea quamquam pertinent ad finem bonorum, tamen minus id apparet, quia magis ad institutionem vitae communis spectare videntur; de quibus est nobis his libris explicandum.*

## **New Century Schoolbook Bold:**

**Atque etiam alia divisio est officii. Nam et medium quoddam officium dicitur et perfectum. Perfectum officium rectum, opinor, vocemus, quoniam Graeci katóρθoma, hoc autem commune officium (kathekon) vocant.**

## ***New Century Schoolbook Bold Italic:***

***Atque ea sic definiunt, ut rectum quod sit, id officium perfectum esse definiant; medium autem officium id esse dicunt, quod cur factum sit, ratio probabilis reddi possit.***

## Bookman Regular Light:

Triplex igitur est, ut Panaetio videtur, consilii capiendi deliberatio. Nam aut honestumne factu sit an turpe dubitant id, quod in deliberationem cadit; in quo considerando saepe animi in contrarias sententias distrahuntur. Tum autem aut anquirunt aut consultant ad vitae commoditatem iucunditatemque, ad facultates rerum atque copias, ad opes, ad potentiam, quibus et se possint iuvare et suos, conducat id necne, de quo deliberant; quae deliberatio omnis in rationem utilitatis cadit. Tertium dubitandi genus est, cum pugnare videtur cum honesto id, quod videtur esse utile.

## *Bookman Regular Light Italic:*

*Cum enim utilitas ad se rapere, honestas contra revocare ad se videtur, fit, ut distrahatur in deliberando animus afferatque ancipitem curam cogitandi.*

## **Bookman Demi:**

**Hac divisione, cum praeterire aliquid maximum vitium in dividendo sit, duo praetermissa sunt. Nec enim solum, utrum honestum an turpe sit, deliberari solet, sed etiam duobus propositis honestis utrum honestius, itemque duobus propositis utilibus utrum utilius. Ita quam ille triplicem putavit esse rationem in quinque partes distribui debere reperitur.**

## ***Bookman Demi Italic:***

***Primum igitur est de honesto, sed dupliciter, tum pari ratione de utili, post de comparatione eorum disserendum.***

## Palatino Roman:

IV. Principio generi animantium omni est a natura tributum, ut se, vitam corpusque tueatur, declinet ea, quae nocitura videantur, omniaque, quae sint ad vivendum necessaria anquirat et paret, ut pastum, ut latibula, ut alia generis eiusdem. Commune autem animantium omnium est coniunctionis appetitus procreandi causa et cura quaedam eorum, quae procreata sint. Sed inter hominem et beluam hoc maxime interest, quod haec tantum, quantum sensu movetur, ad id solum, quod adest quodque praesens est, se accommodat, paulum admodum sentiens praeteritum aut futurum. Homo autem, quod rationis est particeps, per quam consequentia cernit, causas rerum videt earumque praegressus et quasi ante-cessiones non ignorat, similitudines comparat rebusque praesentibus adiungit atque adnectit futuras, facile totius vitae cursum videt ad eamque degendam praeparat res necessarias.

## *Palatino Italic:*

*Eademque natura vi rationis hominem conciliat homini et ad orationis et ad vitae societatem ingeneratque inprimis praecipuum quendam amorem in eos, qui procreati sunt, impellitque, ut hominum coetus et celebrationes et esse et a se obiri velit ob easque causas studeat parare ea, quae suppeditent ad cultum et ad victum, nec sibi soli, sed coniugi, liberis, ceterisque quos caros habeat tuerique debeat, quae cura exsuscitat etiam animos et maiores ad rem gerendam facit.*

## **Palatino Bold:**

**Inprimisque hominis est propria veri inquisitio atque investigatio. Itaque cum sumus necessariis negotiis curisque vacui, tum avemus aliquid videre, audire, addiscere cogni-**

tionemque rerum aut occultarum aut admirabilium ad beate vivendum necessariam ducimus.

### *Palatino Bold Italic:*

*Ex quo intellegitur, quod verum, simplex sincerumque sit, id esse naturae hominis aptissimum. Huic veri videndi cupiditati adiuncta est appetitio quaedam principatus, ut nemini parere animus bene informatus a natura velit nisi [praecipienti] aut docenti aut utilitatis causa iuste et legitime impetranti; ex quo magnitudo animi existit humanarumque rerum contemptio.*

### Utopia:

Nec vero illa parva vis naturae est rationisque, quod unum hoc animal sentit, quid sit ordo, [quid sit quod deceat, in factis dictisque] qui modus. Itaque eorum ipsorum, quae aspectu sentiuntur, nullum aliud animal pulchritudinem, venustatem, convenientiam partium sentit; quam similitudinem natura ratioque ab oculis ad animum transferens multo etiam magis pulchritudinem, constantiam, ordinem in consiliis factisque conservandam putat cavetque ne quid indecore effeminateve faciat, tum in omnibus et opinionibus et factis ne quid libidinose aut faciat aut cogitet. Quibus ex rebus conflatur et efficitur id, quod quaerimus, honestum, quod etiamsi nobilitatum non sit, tamen honestum sit, quodque vere dicimus, etiamsi a nullo laudetur, natura esse laudabile.

### *Utopia Italic:*

*V. Formam quidem ipsam, Marce fili, et tamquam faciem honesti vides, quae si oculis cerneretur, mirabiles amores, ut ait Plato, excitaret sapientiae'.*

## Charter:

Sed omne, quod est honestum, id quattuor partium oritur ex aliqua. Aut enim in perspicientia veri sollertiaque versatur aut in hominum societate tuenda tribuendoque suum cuique et rerum contractarum fide aut in animi excelsi atque invicti magnitudine ac robore aut in omnium, quae fiunt quaeque dicuntur ordine et modo, in quo inest modestia et temperantia. Quae quattuor quamquam inter se colligata atque implicata sunt, tamen ex singulis certa officiorum genera nascuntur, velut in ea parte, quae prima descripta est, in qua sapientiam et prudentiam ponimus, inest indagatio atque inventio veri, eiusque virtutis hoc munus est proprium. Ut enim quisque maxime perspicit, quid in re quaque verissimum sit quique acutissime et celerrime potest et videre et explicare rationem, is prudentissimus et sapientissimus rite haberi solet. Quocirca huic quasi materia, quam tractet et in qua versetur, subiecta est veritas.

## *Charter Italic:*

*Reliquis autem tribus virtutibus necessitates propositae sunt ad eas res parandas tuendasque, quibus actio vitae continetur, ut et societas hominum coniunctioque servetur et animi excellentia magnitudoque cum in augendis opibus utilitatibusque et sibi et suis comparandis, tum multo magis in bis ipsis despiciendis eluceat.*

## *Zapf Chancery:*

*Ordo autem et constantia et moderatio et ea, quae sunt bis similia, versantur in eo genere ad quod est adhibenda actio quaedam, non solum mentis agitatio. Is enim rebus, quae tractantur in vita, modum quendam et ordinem adhibentes, honestatem et decus conservabimus.*

*VI. Ex quattuor autem locis, in quos honesti naturam vimque divisimus, primus ille, qui in veri cognitione consistit, maxime naturam attingit humanam. Omnes enim trahimur et ducimur ad cognitionis et scientiae cupiditatem, in qua excellere pulchrum putamus, labi autem, errare, nescire, decipi et malum et turpe dicimus. In hoc genere et naturali et honesto duo vitia vitanda sunt, unum, ne incognita pro cognitis habeamus hisque temere assentiamur, quod vitium effugere qui volet – omnes autem velle debent – adhibebit ad considerandas res et tempus et diligentiam. Alterum est vitium, quod quidam nimis magnum studium multamque operam in res obscuras atque difficiles conferunt easdemque non necessarias.*

In den Schriftbezeichnungen steht Roman für aufrechte Schrift normaler Stärke, Book bedeutet normale Stärke, auch Light und Demi (= Demi Bold) sind Stärkeangaben. Der Text, der den Proben zugrundeliegt, stammt von Marcus Tullius Cicero (De officiis).

Den Schriftproben ist zu entnehmen, daß die Serifen (An- und Endstriche, „Füßchen“) keine überflüssigen Verzierungen sind, sondern die Lesbarkeit günstig beeinflussen, d. h., die Unterschiede zwischen den Buchstaben verdeutlichen.

## Die Merkmale eines Buchstaben

Die Bezeichnungen stammen noch aus der Zeit des Satzes mit materiellen Lettern.

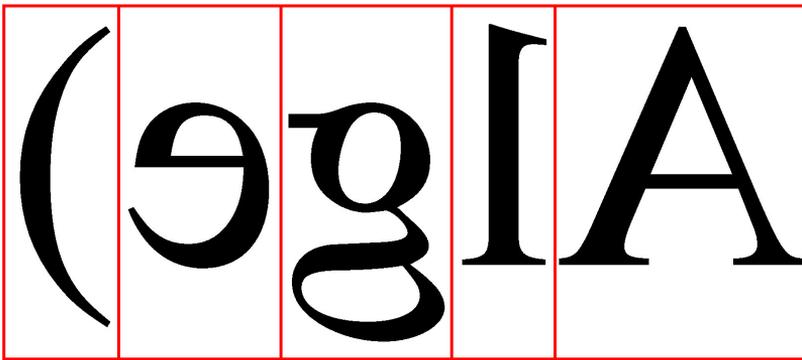


Bild 34: Fünf aneinandergelegte Typenkegel, von oben gesehen (schematisch). Die Umrisse der Kegel sind rot eingezeichnet; die Höhe der Rechtecke ist die Kegelgröße = Schriftgrad = Schriftgröße. Man sieht die den verschiedenen Buchstabenbreiten entsprechenden verschiedenen Dicken der Kegel (Breite der Rechtecke). Der einen Buchstaben umgebende Leerraum wird Fleisch genannt, die umschlossenen Bereiche Punzen.

Das im wesentlichen quaderförmige Stück Metall, auf dem der Buchstabe erhaben und spiegelbildlich sitzt, heißt in der Druckersprache Kegel. Entsprechend wird das Maß für die Schriftgröße (= Schrift-

grad) auch Kegelgröße genannt; die Breite des Kegels ist die Buchstabenbreite, vergrößert um eine geringe Vor- und Nachbreite und heißt Dichte. Die Kegelgröße wird nur von wenigen Zeichen ausgenutzt, die Höhe der Kleinbuchstaben (wie n, x) plus Ober- (b, f) und Unterlänge (g, p) müssen auf den Kegel passen; dazu kommt oben und unten noch eine kleine Zugabe. (Bild 34).

Da der Photosatz keine materiellen Lettern benutzt, wird dort als Schriftgröße (meist) die Höhe des Buchstabens  $H$  bezeichnet. In den für das „Desktop-Publishing“ eingesetzten Textverarbeitungs- und Grafikprogrammen kommen beide Varianten der Größenangabe vor.

Die Größenangaben selbst erfolgen meist nicht in Millimetern oder Zentimetern, sondern im traditionellen Punkt-System, von dem es aber verschiedene Varianten gibt.

Bezeichnung	Abk.	Umrechnung	Wert
Englisch-amerikanisches Pica-System:			
Punkt	pt		1 pt = 0,351 mm
Pica	pc	1 pc = 12 pt	
Zoll (inch)	in	1 in = 72,27 pt	1 in = 25,4 mm
big point	bp	72 bp = 1 in	1 bp = 0,353 mm
Deutsches Typographisches Punkt-System:			
Didôt-Punkt (alt)	dd		1 dd = 0,37606 mm
Cicero (alt)	cc	1 cc = 12 dd	
Didôt-Punkt (neu)		1 dd = $\frac{3}{8}$ mm	1 dd = 0,375 mm

Die zweite Spalte der Tabelle gibt die Abkürzungen der Einheiten an, so wie sie von dem Satzprogramm  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , auf das wir später noch genauer eingehen wollen, verstanden werden. ( $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  kennt darüberhinaus noch cm, mm, und den „scaled point“ sp, wobei 1 pt = 65 536 sp ist.)

Die Zeilenabstände werden von den meisten Textverarbeitungsprogrammen selbsttätig an die gewählte Schriftgröße angepaßt. Der

Durchschuß zwischen den Zeilen, das ist ursprünglich die Stärke des zwischen die Zeilen gelegten Blechstreifens als Abstandshalter, also der von Unter- und Oberlängen nicht erreichte Bereich zwischen zwei Zeilen, sollte dem mittleren Abstand zwischen zwei Wörtern entsprechen oder etwas größer sein. Für eine Zehn-Punkt-Schrift ergibt sich daraus ein Zeilenabstand (von Grund- zu Grundlinie) von 12–13 pt.

In längeren Schriftstücken gibt es Überschriften verschiedenen Ranges, die durch größere Schrift und auch andere Schriften hervorgehoben werden können; es ist aber darauf zu achten, daß auf einer Seite nicht zu viele unterschiedliche Schriften zu sehen sein sollen, möglichst nicht mehr als vier. Wichtig ist bei Überschriften ein großzügiger Umgang mit freien Flächen.

Beim Mischen von Schriften ist darauf zu achten, daß sich die Schriften deutlich genug unterscheiden, andererseits aber harmonisieren sollen.

Schließlich, wenn der Text geschrieben ist und das Layout festgelegt, ist der Zeilen- und der Seitenumbruch zu kontrollieren. Die letzte Zeile eines Absatzes auf einer neuen Seite heißt in der Drucker-Fachsprache Hurenkind (englisch widow = Witwe), die erste Zeile eines Absatzes als letzte auf einer Seite oder in einer Spalte wird Schusterjunge genannt (englisch orphan = Waise). Diese zu vermeiden erfordert gelegentlich etwas Tüftelei. Besonders bei Blocksatz sind beim Zeilenumbruch häufig Worttrennungen nötig. Automatische Trennalgorithmen arbeiten im Deutschen nicht fehlerfrei, daher sind die Trennungen unbedingt zu kontrollieren. Dies leitet über zum nächsten Abschnitt, denn es ist noch mehr zu beachten.

## Mikrotypographie

Die Vorschriften für den Satz, wie man sie z. B. im Duden findet, sind den meisten ziemlich fremd. Beim Schreiben mit der Hand braucht

man sie nicht zu kennen, beim Schreiben mit der Maschine konnte man sie nicht befolgen.

- Bei Verwendung von Fraktur (sie ist aus der Mode gekommen, aber für Überschriften wird sie noch gelegentlich verwendet) ist zu beachten, daß es für ‚s‘ zwei verschiedene Typen gibt, das ‚lange‘ und das ‚runde s‘. Das runde steht nur am Silben- oder Wortende; dadurch ergibt sich unterschiedliche Schreibung von ‚Häschen‘ (rundes s) und ‚Häscher‘ (langes s, im übrigen in Ligatur mit dem folgenden ch). (Diese Unterscheidung war früher auch in der Antiqua üblich.)
- Der Buchstabe ß, hervorgegangen aus einer Ligatur von langem und rundem s (Antiqua) oder langem s und z (Fraktur), hat keine Entsprechung bei Großbuchstaben (Versalien) und ist dort durch SS zu ersetzen.
- Falls die verwendete Schrift Ligaturen kennt – in der Antiqua ff, fl, fi, ffl, ffi –, ist zu beachten, daß keine Ligatur zwischen Wortstamm und Vor- oder Nachsilben oder in Zusammensetzungen über die Wortfuge hinweg gesetzt werden darf. Bei Wörtern wie höflich, Auflage, Schaffell, Schilfinsel muß die Ligatur unterbunden werden. Ausnahme: die Ligatur fi bei den kurzen, mit i beginnenden Nachsilben: höffig. Im Grunde ist die Aussprache entscheidend: hoffen wird anders gesprochen als Hoffenster. – In den gebrochenen Schriften (Fraktur) gibt es noch mehr Ligaturen: ch, ck, st, ll, sch, si, tt, st, ß, tz, und entsprechend weitere Ausnahmeregeln.
- Anführungszeichen: deutsch „so“ oder gelegentlich auch »so«, französisch «comme ça», englisch “like that”.
- Verschiedene Striche: Der Trenn-Strich (Divis) ist kurz und nicht als Gedankenstrich zu verwenden – letzterer hat die Breite des

Buchstaben n und wird von Zwischenräumen umgeben. Die Amerikaner—verwenden einen „em-dash“ ohne Zwischenräume.

- In der Bedeutung „bis“ zwischen Zahlen wird der Gedankenstrich ohne Zwischenräume verwendet, z.B. 9–11, in der Bedeutung „minus“<sup>18</sup> mit Zwischenräumen: 11 – 9 = 2, in der Verwendung als „gegen“ mit Zwischenräumen, z.B. Werder Bremen – Eintracht Frankfurt.
- Für die Hervorhebung einzelner Wörter (Schriftauszeichnung) bietet die Schreibmaschine das Unterstreichen an, das im Satz eher unüblich ist, sowie die Sper rung, von der auch abzuraten ist, weil die Ergebnisse meist unbefriedigend sind. Man verwendet zur Auszeichnung den Wechsel der Schrift *normal-kursiv*; besonders zur Kennzeichnung von Eigennamen werden gerne KAPITÄLCHEN eingesetzt. Dabei ist – laut Duden – die angehängte Endsilbe -sche in der Grundschrift zu setzen, nicht aber das Beugungs-s.
- Raumverteilung (Spati[on]ierung), gemeint ist die Verteilung von Zwischenräumen:
  - Auf die Interpunktionszeichen Punkt, Komma, Strichpunkt ... muß ein Zwischenraum folgen. Nach Punkt oder Komma auf das Leerzeichen zu verzichten, war schon beim Maschinenschreiben falsch.
  - Vor einer öffnenden und nach einer schließenden Klammer ist (im Textsatz) Leerraum zu setzen; *kein* Leerraum kommt nach der öffnenden und vor der schließenden Klammer.

---

<sup>18</sup>Es kann aber sein, daß der Mathematiksatz (z. B. bei T<sub>E</sub>X) ein vom Gedankenstrich etwas verschiedenes Zeichen vorsieht.

- Für Anführungszeichen gilt dasselbe wie für Klammern entsprechend.
- Dem Auslassungszeichen geht der regelmäßige Zwischenraum voraus, z. B. aber 's kam anders, so 'n Mann. Ausnahmen bilden nur die üblichen Verbindungen sich's, geht's usw., die als Ganzes verstanden werden.

Diese Aufzählung von Regeln ist zwar nicht erschöpfend, aber doch ermüdend. Ich hoffe, Ihre den Textsatz betreffende Empfindsamkeit zu steigern, damit Sie bemerken, wenn es häßlich zu werden droht. In Zweifelsfällen können Sie ja in der angegebenen Literatur<sup>19</sup> nachsehen, ich will diesen Abschnitt daher nicht weiter ausdehnen.

---

<sup>19</sup>Marion Neubauer, Mikrotypographie-Regeln, 1996–1997: im Internet

## Satz mathematischer Formeln

### Vorbemerkung

Das Computersatz-Programm  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , von Donald E. Knuth in den siebziger/achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts speziell für den Druck mathematisch-naturwissenschaftlicher Texte, die Formeln enthalten, entwickelt, hat von Stanford aus seinen Siegeszug um die Welt angetreten; Knuth hat es als kostenloses, frei verfügbares Programmpaket allen Interessenten zur Verfügung gestellt und ausführlich dokumentiert<sup>20</sup>. (Nach Angabe des Autors wird  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  so gesprochen, daß es sich auf das deutsche Wort Blech reimt: Es sind die zu den griechischen Buchstaben  $\tau, \epsilon$  und  $\chi$  gehörigen Großbuchstaben, die hier gemeint sind.)

$\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  bietet die Möglichkeit, Befehlsfolgen als Makros zu speichern.  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  selbst macht hiervon schon ausgiebig Gebrauch; das grundlegende Makropaket ist die Datei `plain.tex`. Bald waren Makropakete für die automatische Gleichungsnumerierung, bequeme Eingabe von Referenzen (Quellenangaben) und vieles mehr verfügbar; das erfolgreichste unter ihnen stammt von Leslie Lamport<sup>21</sup> und ist in der Version  $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$  heute Bestandteil jeder  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Distribution.  $\text{\LaTeX}$  enthält Standard-Layouts und Gliederungsbefehle und vereinfacht die Erstellung der Dokumente sehr.

---

<sup>20</sup>Donald E. Knuth: Computers and Typesetting. Volume A: The  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ book, B:  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ : The Program, C: The METAFONTbook, D: METAFONT: The Program, E: Computer Modern Typefaces; alle 1986. ( $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  ist eingetragenes Warenzeichen der American Mathematical Society, METAFONT Warenzeichen der Addison Wesley Verlagsgesellschaft.)

<sup>21</sup>Leslie Lamport:  $\text{\LaTeX}$ : A Document Preparation System, 1986

## Mini-Anleitung

Zunächst muß  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  installiert werden. Dies ist, dank der Vorarbeit von begeisterten  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ nikern und der Hilfestellungen von Benutzervereinigungen<sup>22</sup> und Universitätsinstituten, heute viel einfacher als noch vor wenigen Jahren. Man suche im Internet nach einer für das benutzte Betriebssystem erstellten  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Realisierung, lade sie auf den eigenen Rechner und befolge die Anleitung zur Installation. Diese erfolgt meist durch ein vorbereitetes Installationsprogramm, das man ablaufen läßt, und anschließend stehen einem mächtige Werkzeuge zur Verfügung. Um diese kennenlernen, verwenden und seinen Wünschen anpassen zu können, braucht man ein Handbuch<sup>23</sup>, das durch die hier gegebene kurze Einführung natürlich nicht ersetzt werden kann. Aber für einen Vorgeschmack – und den Vergleich mit dem bisher von Ihnen verwendeten Textverarbeitungsprogramm samt Formeleditor – könnte es reichen.

Die folgende Anleitung setzt voraus, daß  $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$  und dazu das Paket `german` verwendet wird. Viele der hier vorgestellten Kommandos gelten allerdings auch unter plain- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ .

$\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Dateien zeichnen sich dadurch aus, daß alle Anweisungen im Quelltext sichtbar sind. Zu diesem Ziel müssen einige Zeichen für besondere Aufgaben reserviert werden. Dies sind `\`, `$`, `&`, `%`, `~`, `{`, `}` und noch einige mehr.

Der „Rückstrich“ kann durch `\textbackslash` erzeugt werden, das Kommando `\backslash` ist nur im mathematischen Modus (siehe unten) erlaubt. Von den anderen reservierten Zeichen werden im Textmodus `$`, `&`, `%`, `{` und `}` durch einen vorangestellten Rückstrich erzeugt.

---

<sup>22</sup>Für den deutschsprachigen Raum: <http://www.dante.de>

<sup>23</sup>Walter Schmidt, Jörg Knappen, Hubert Partl, Irene Hyna:  $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ -Kurzbeschreibung, <ftp://dante.ctan.org/tex-archive/info/lshort/german/>, siehe auch die dort angegebene Literatur

- \ Der Rückwärts-Schrägstrich \ (backslash) bewirkt, daß die folgenden Zeichen nicht als Text, sondern als Anweisung interpretiert werden. Das nächste Leerzeichen oder Zeichen, das kein Buchstabe ist, beendet die Anweisung. Falls schon das erste Zeichen nach dem Rückstrich ein Sonderzeichen ist, dann ist die Anweisung mit diesem Zeichen zu Ende.
  
- % Das %-Zeichen leitet Kommentare ein. Es wird samt dem Rest der Zeile überlesen.
  
- \$ Mit Hilfe des \$-Zeichens wird zwischen Text-Modus und mathematischem Modus umgeschaltet. Zwei unmittelbar aufeinanderfolgende \$-Zeichen schalten ebenfalls in den mathematischen Modus, wobei die Formeln aber freigestellt werden, d. h. in eine Zeile zentriert gesetzt, mit etwas Zwischenraum zum vorausgehenden und nachfolgenden Text. Dieser Darstellungsmodus ist durch \$\$ zu beenden. Unter L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X sind die doppelten Dollarzeichen zu ersetzen durch `\begin{equation} ... \end{equation}` (wobei die Gleichung ohne weiteres Zutun numeriert wird), oder durch `\[ ... \]` (keine Numerierung).
  
- ␣ Das Leerzeichen zeigt einige Besonderheiten. Innerhalb des Textes wird es als normales Leerzeichen (Wortzwischenraum) gesetzt. Zwei oder mehrere Leerzeichen vergrößern diesen Zwischenraum jedoch nicht. Im mathematischen Modus wird es nicht gesetzt. Um ein Leerzeichen zu erzwingen gibt es das Kommando `\␣` „Rückstrich–Leerzeichen“.
  
- ~ Die Tilde in der Eingabe bewirkt ein Leerzeichen im Ausdruck. Es ist dies das geschützte Leerzeichen: an dieser Stelle kann kein Zeilenumbruch erfolgen, auch werden mehrere geschützte Leerzeichen hintereinander *nicht* auf eines reduziert.

⌞ Die Eingabetaste (Return, Wagenrücklauf–Zeilenvorschub bei der Schreibmaschine) wirkt, einmal gedrückt, wie ein Leerzeichen. Zwei (oder mehrere) Zeilenvorschübe hintereinander sind gleichbedeutend mit dem Kommando `\par`, „Absatz“.

`{...}` Eine wichtige Rolle spielen die geschlungenen Klammern. Sie werden nicht gesetzt (außer wenn ihnen ein Rückstrich unmittelbar vorangeht). Festlegungen (z. B. von Schriftart, Schriftgröße), die innerhalb der geschlungenen Klammern erfolgen, enden mit der schließenden Klammer. Mehrere Zeichen können mit `{...}` zu einer Gruppe zusammengefaßt werden.

$\TeX$  unterstützt Ligaturen! Das bedeutet, daß man in den Fällen, wo nicht ff, fi, fl, ffi, ffl sondern ff, fi, fl, ffi oder ffi, ffl oder ffl zu setzen ist, zwischen das nicht zu verschmelzende Buchstabenpaar das Kommando `\/` einfügen muß, z. B. `auf\/fliegen`, `stoff\/lich` ergibt „auffliegen, stofflich“.

Aber jetzt zu den Beispielen! Die Datei beginnt mit einer Präambel der Art

```
\documentclass[12pt]{article}
\usepackage{german}
\usepackage[cp437de]{inputenc}
\begin{document}
```

und endet mit `\end{document}`.

Wenn uns der Editor, den wir zum Schreiben verwenden, das Eintippen von oft wiederkehrenden, langen Kommandos nicht erspart, empfiehlt sich die Definition von Kürzeln, z. B.

```
\def\bq{\begin{equation}}      \def\ee{\end{equation}}
```

Dann kann man für die Energiedichte im strahlungsgefüllten Hohlraum

$$u(\omega) = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \frac{\omega^3}{\exp(\hbar\omega/k_B T) - 1},$$

schreiben, und dies wird im Ausdruck zu

$$u(\omega) = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \frac{\omega^3}{\exp(\hbar\omega/k_B T) - 1}. \quad (1)$$

Kurze, nicht zu numerierende Gleichungen wie  $\hbar = 1,054\,57 \cdot 10^{-27}$  erg s fügt man gern in den Text ein; dies wird durch Einschließen zwischen Dollar-Zeichen erreicht,

also  $\hbar = 1,054\,57 \cdot 10^{-27}$  erg s für den Zahlenwert der Planckschen Konstante.

Die Eingabe

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(\vec{x}, t) = H \psi(\vec{x}, t)$$

\quad mit \quad  $H = \frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\vec{x}),$

erzeugt die Schrödingergleichung für ein Teilchen:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(\vec{x}, t) = H \psi(\vec{x}, t) \quad \text{mit} \quad H = \frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\vec{x}), \quad (2)$$

die Fouriertransformation zwischen Orts- und Impulsraum wird wie folgt eingegeben

$$\langle \phi(\vec{p}) | \psi(\vec{x}) \rangle = (2\pi\hbar)^{-3/2} \int_{-\infty}^{\infty} \psi(\vec{x}) e^{-i\vec{p}\cdot\vec{x}/\hbar} d^3x, \quad \text{we}$$

und sieht dann so aus:

$$\phi(\vec{p}) = (2\pi\hbar)^{-3/2} \int_{-\infty}^{\infty} \psi(\vec{x}) e^{-i\vec{p}\cdot\vec{x}/\hbar} d^3x. \quad (3)$$

Niemals vergessen dürfen Sie, daß

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x, \quad \text{we} \quad (4)$$

während bei der folgenden Gleichung

$$\langle b | U^{(1)} | a \rangle = -i\hbar^{-1} \int_{t_0}^t d\tau e^{-iE_b^0(t-\tau)/\hbar} V_{ba}(\tau) e^{-iE_a^0(\tau-t_0)/\hbar} \quad \text{we}$$

$$\langle b | U^{(1)} | a \rangle = -i\hbar^{-1} \int_{t_0}^t d\tau e^{-iE_b^0(t-\tau)/\hbar} V_{ba}(\tau) e^{-iE_a^0(\tau-t_0)/\hbar} \quad (5)$$

wichtiger ist, zu wissen, wie sie zustande kommt und was sie bedeutet.

Dank der „sprechenden“ Bezeichnungen für die meisten Kommandos/Symbole ist es leicht, sie sich zu merken, und die Eingabe von Gleichungen ist dementsprechend sehr einfach. Anhand der Vorschau auf dem Bildschirm oder eines Probeausdruckes kann man im zweiten Schritt noch etwas Feinarbeit leisten, bis das Ergebnis wirklich zufriedenstellt. Man kann durch Einfügen von `\,`, bzw. `\;`, `\quad`, `\qquad` kleine, etwas größere ... Zwischenräume einfügen und durch `\!` Abstände verringern.

Wir haben früher gesehen, daß auch die Schriftart – manchmal vielleicht nur unterschwellig – den Eindruck, den ein Text macht, beeinflusst.

## Die Schriftfamilie Computer Modern

Die Schriftfamilie, die mit  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  standardmäßig verwendet wird, heißt „Computer Modern“, eine leichte klassizistische Antiqua. In Band E von Knuths Dokumentation wird sie im Detail beschrieben.

Der Name leitet sich von der Schrift ab, die als Vorbild diente: die Monotype Modern 8A. Aber auch die Modern der Firma Monotype<sup>24</sup> hat Vorbilder. Tatsächlich kann man in vielen Büchern, die vor dem Computerzeitalter gedruckt wurden, Schriften finden, denen die Computer Modern Schriftschnitte sehr ähnlich sehen. Leider sind darin kaum je Angaben über die Schrift, in der sie gedruckt sind, enthalten.

Ich habe als Reproduktion ein Schriftmuster der Bauerschen Gießerei<sup>25</sup> in Frankfurt am Main mit der Schrift „Volta mager 1956 Dr. Konrad F. Bauer und Walter Baum“ gefunden, mit der Erläuterung: „Die als Clarendon bezeichnete Schriftgattung wurde von englischen Schriftschneidern im 2. Viertel des vorigen [19.] Jahrhunderts entwickelt. Sie trägt ihren Namen nach der Druckerei der Universität Oxford, der Clarendon Press.“ Die Volta ist breiter; die Schrift „Imprimatur“ derselben Gießerei könnte dem Vorbild für die Computer Modern aber sehr nahe kommen.

Es sind jedoch auch Unterschiede zu sehen: die Lettern E, F, L, T und Z der Computer Modern Roman zeigen in ihren die horizontalen Linien abschließenden schrägen Serifen Anklänge an die Garamond.

---

<sup>24</sup>Die Lanston Monotype Corporation wurde 1897 in England gegründet. 1912 die erste Originalschrift für mechanischen Satz, 1932 die Times New Roman von Stanley Morison.

<sup>25</sup>Friedrich Friedl, Nicolaus Ott, Bernard Stein (Herausgeber): Typographie – wann wer wie. Könemann, Köln 1998

Bei den Clarendon-Schriften stehen diese Serifen senkrecht.

Der Name „Modern“ mag für das Vorbild der Schrift früher einmal (vor vielleicht 150 Jahren) zutreffend gewesen sein – heute wirkt sie eher zeitlos, vielleicht sogar ein bißchen altbacken. Es ist eine leichte Schrift (was sich auf die mittlere Strichstärke bezieht). Oft hätte man gerne eine etwas kräftigere, „schwerere“ Schrift. Das kann man haben.

### **Andere Schriften**

Für bloßen Text ist es mit  $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$  leicht, auf andere Schriften umzuschalten; die Anpassung der zum Formelsatz verwendeten Zeichen an diese Schriften war wesentlich aufwendiger. Ich möchte hier nur das Erweiterungspaket PSNFSS nennen, das die gängigen PostScript-Zeichensätze einbindet, und das Paket „concmath“, das eine etwas fettere „concrete“ Variante der Computer Modern nutzbar macht. Details und Hinweise zur Benutzung entnehme man der Online-Dokumentation.