

Die Elemente des Tripels:
Licht, Objekt und Betrachter



... Welche Farbe hat der Stuhl?
Das Tripel:
Lichtquelle - Betrachter - Objekt



Eine Lichtquelle, ein Objekt, zwei Betrachter!
Interpretation bedeutet: Jeder sieht in seinem
Kopf und auf seine Weise.

Kapitel 5

Das Tripel

Die Elemente des Tripels

Wir sind von Farben umgeben. Wohin wir auch schauen, überall nehmen wir Farben wahr. Aber was genau ist Farbe eigentlich?

Farbe ist keine physikalische Eigenschaft von Objekten, sondern eine Interpretation der Wahrnehmungen des Auges durch die Großhirnrinde.

Die Materie, die wir sehen, hat keine Farbe. Sie besitzt lediglich die Eigenschaft, elektromagnetische Strahlung durchzulassen oder zu reflektieren. Nur ein kleiner Teil der reflektierten und durchgelassenen Strahlung kann vom menschlichen Auge wahrgenommen werden: das Licht.

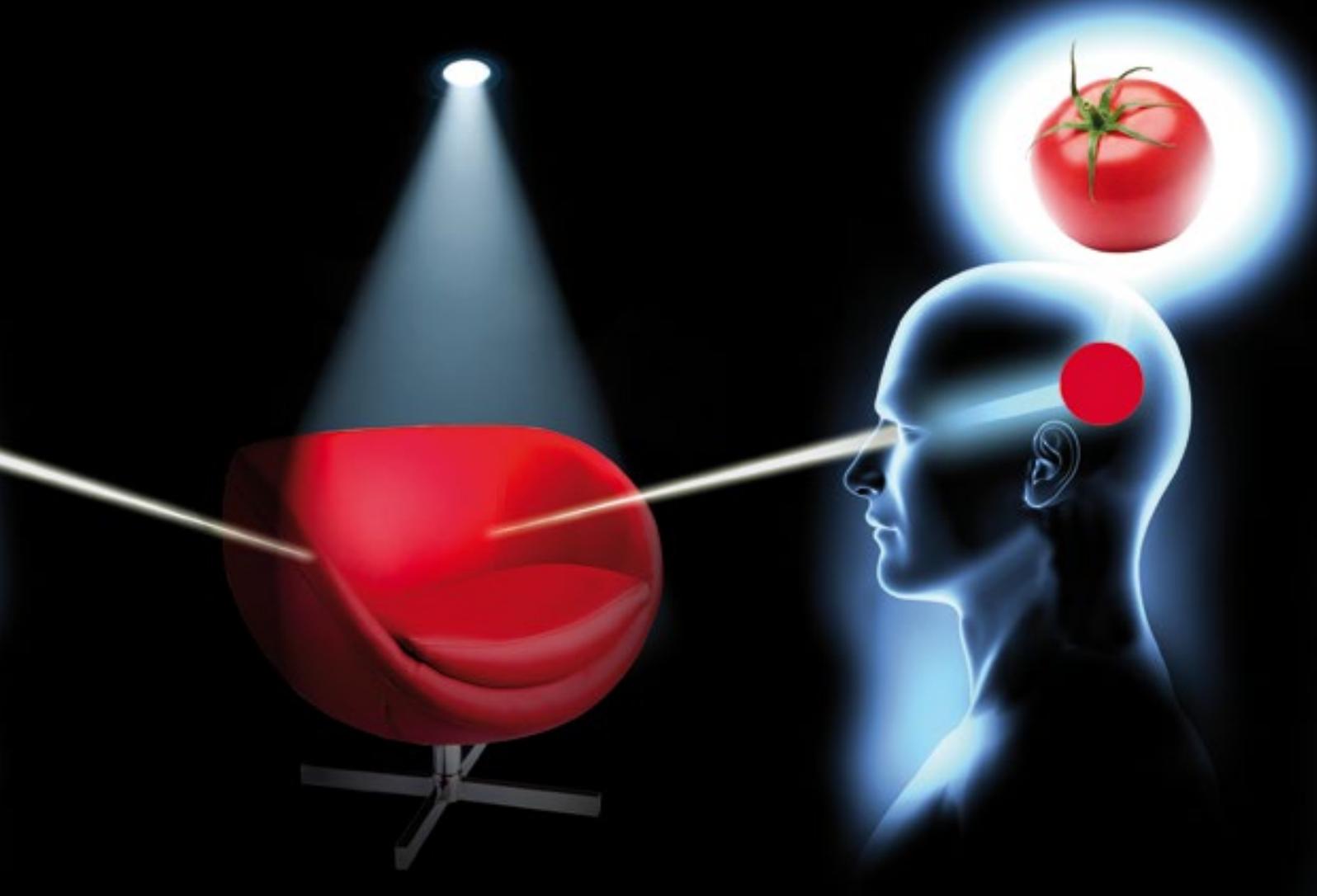
Farbe ist also elektromagnetische Strahlung (Licht), die von einer Materie (Objekt) reflektiert oder durchgelassen (transmittiert) und vom Menschen (Betrachter) wahrgenommen und interpretiert wird.

Das bedeutet: Beim Entstehen von Farbe sind drei Dinge immer vorhanden:

- eine Lichtquelle
- ein Objekt
- ein Betrachter

Fehlt auch nur ein Element aus dieser Reihe, so ist bei Körperfarben kein Farbeindruck möglich.

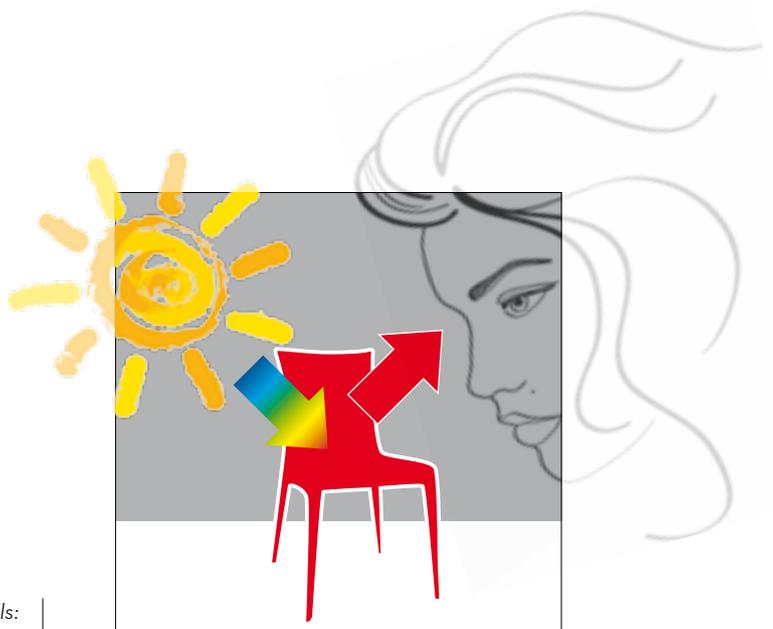
Sinneseindrücke sind subjektiv – jeder Mensch nimmt Farbe anders wahr. Physikalische, physiologische und psychologische Faktoren beeinflussen die Wahrnehmung. So kann ein Mensch ein und dieselbe Farbe z. B. durch unterschiedliche Gemütszustände anders wahrnehmen. Von daher stellt sich die Frage: **Lässt sich die visuelle Beurteilung durch einen menschlichen Betrachter in objektiven Zahlenwerten ausdrücken?**



Das genau ist das Ziel der Farbmessung!

Die Herausforderung dabei ist, die menschliche Interpretation von Farbe anhand der drei beteiligten Elemente – Lichtquelle, Objekt und Betrachter – zu standardisieren.

Schauen wir uns die 3 Elemente des sogenannten Tripels zunächst etwas genauer an.



Die 3 Elemente des Tripels:
Lichtquelle – Objekt – Betrachter

Das Licht – Die Lichtquellen

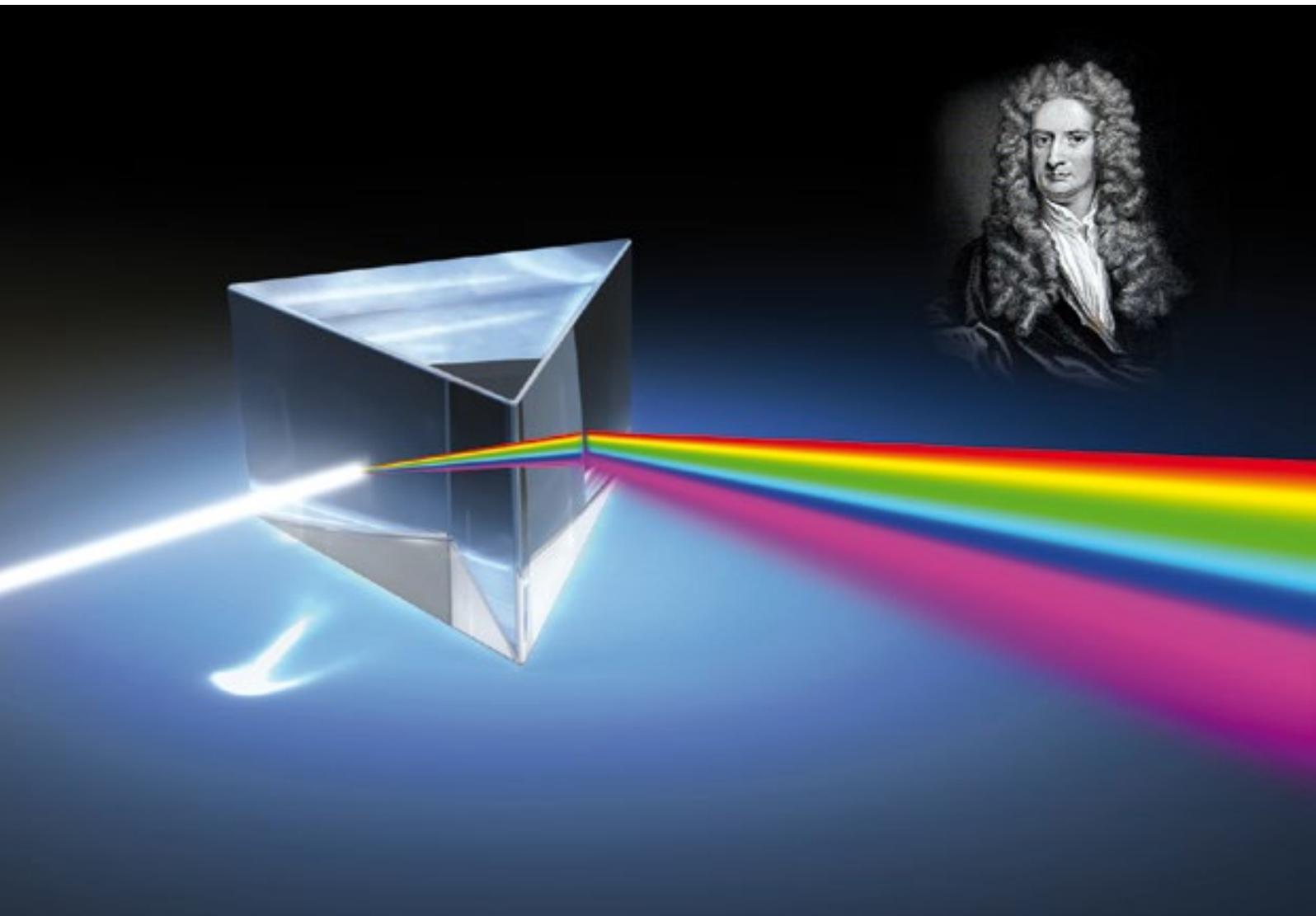
Das Zusammenspiel von Licht und Materie

Im Jahr 1666 experimentierte der Physiker Isaac Newton mit weißem Sonnenlicht. An einem sonnigen Tag erzeugte er durch ein Loch im Fensterladen (Blende) einen Lichtstrahl. Diesen schickte er durch ein Glasprisma und fing das dabei entstehende Lichtband auf einem Schirm auf. Dabei beobachtete er, dass sich das Licht in verschiedene Farben aufteilte, die identisch waren mit denen des Regenbogens.

Bis dahin ging man davon aus, dass man dem ursprünglich weißen Sonnenlicht eine Farbe hinzufügen muss, um einen farbigen Lichtstrahl zu erzeugen. Newton vermutete jedoch richtig, dass die einzelnen Farben Bestandteile des Tageslichts sein mussten.

Um auszuschließen, dass das Prisma dem Lichtstrahl Farben hinzufügt, separierte Newton einzelne Teile des Farbspektrums und schickte sie durch ein weiteres Prisma. Diese Lichtstrahlen wurden zwar durch das Prisma gebrochen, aber die Farbe veränderte sich nicht. Sein Experiment zeigte also, dass die Farben des Spektrums bereits im weißen Sonnenlicht enthalten sind.

Isaac Newton
charakterisierte
in Anlehnung an
die Musik sieben
farbliche Grundtöne.



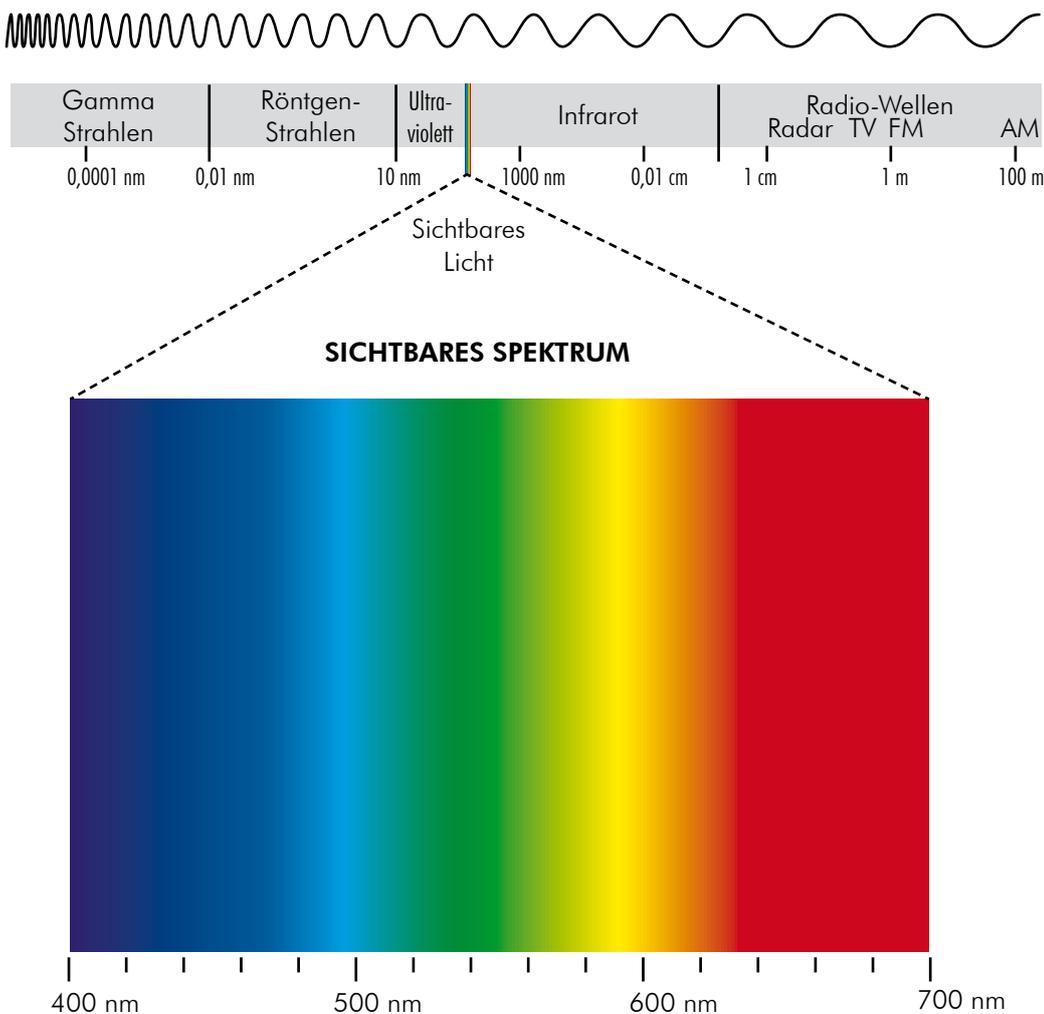
Im Jahr 1666 schickte der Physiker Isaac Newton weißes Sonnenlicht durch ein Prisma. Der Lichtstrahl wurde in seine Bestandteile zerlegt und es entstand ein Farbspektrum.

Nach unzähligen Experimenten charakterisierte Newton dann die farblichen Grundtöne Violett, Indigo, Blau, Grün, Gelb, Orange und Rot.

In der Folgezeit konnten zahlreiche Wissenschaftler nachweisen, dass Lichtstrahlen elektromagnetische Wellen sind, wie z. B. Röntgenstrahlen und Funkwellen. Sie können entweder über die Anzahl ihrer Schwingungen pro Sekunde, also der Frequenz in Hertz, oder über ihre Wellenlänge definiert werden. Die Charakterisierung über die Wellenlänge hat sich bis heute durchgesetzt. Die Maßeinheit für die Messung und Identifizierung der Lichtstrahlung ist der Nanometer (1 Nanometer = 1 Milliardstel Meter = 10^{-9} m).

Nur ein winzig kleiner Teil der elektromagnetischen Strahlungsarten entfällt auf das für das menschliche Auge wahrnehmbare Licht. Dieser Bereich liegt bei Wellenlängen zwischen 400 und 700 nm.

Der gesamte Bereich des sichtbaren Spektrums reicht von violett (400 - 450 nm) über blau (495 und 490 nm), grün (490 und 560 nm) und gelb (560 und 590 nm) bis rot (630 bis 700 nm). Direkt im Anschluss an das sichtbare Spektrum befindet sich im kurzwelligen Bereich das UV-Licht und im langwelligen Bereich das Infrarot-Licht.



Theorie der Elektromagnetischen Schwingung. Sie beinhaltet alle in der modernen Zivilisation gebräuchlichen Strahlungsarten.

Das Spektrum des für das menschliche Auge sichtbaren Lichts im Bereich von 400 - 700 nm.

Die Lichtquellen

Das erste Element unseres Tripels ist die Lichtquelle.

Licht kann man auf verschiedene Weise erzeugen. Zum Beispiel durch Erhitzen einer Materie bis zum Glühen (wie der Glühfaden einer Glühlampe). Oder durch die Stimulierung von Atomen oder Molekülen über einem Lichtbogen. Oder durch eine elektrische Entladung in einem Gas (wie zum Beispiel bei einer Xenon-Blitzlampe).

Die unterschiedlichen Lichtquellen haben eine unterschiedliche Lichtfarbe. Diese Lichtfarbe wirkt sich auf die Farbe der Objekte, die sie beleuchten, aus. Das Maß für den Farbeindruck einer Lichtquelle ist die Farbtemperatur. Sie wird in Kelvin (K) angegeben. Als Bezug für die Farbtemperatur dient der sogenannte Schwarze Körper (Planckscher Strahler).

Einen "Schwarzen Körper" gibt es in der Realität nicht. Er ist eine Modellvorstellung in der Physik und dient als Grundlage für theoretische Betrachtungen sowie als Referenz für praktische Untersuchungen elektromagnetischer Strahlung.

Ein Schwarzer Körper hat zwei sehr wichtige Eigenschaften:

- Er absorbiert die auf ihn fallende elektromagnetische Strahlung aller Wellenlängen vollständig und
- er gibt in jedem Spektralbereich eine größere Strahlungsleistung ab, als irgend ein anderer Körper bei der gleichen Temperatur.

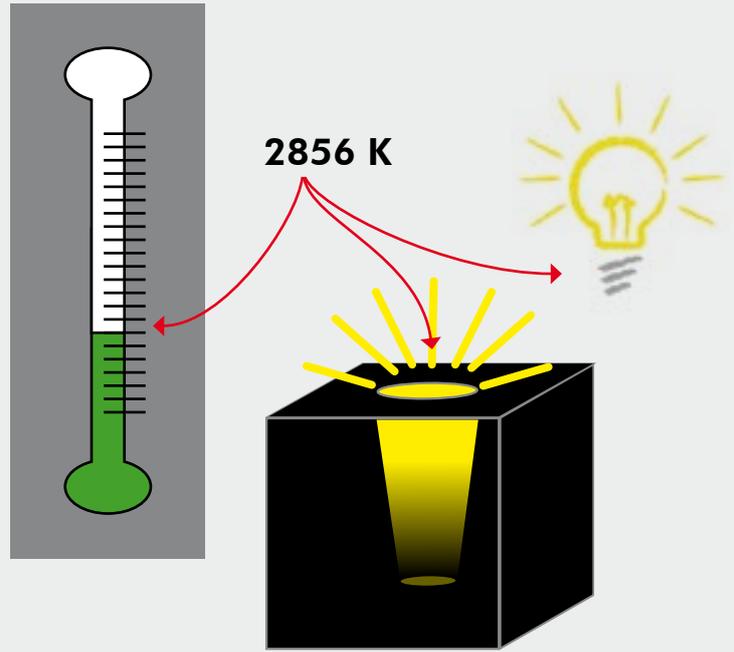
Um die Farbtemperatur einer Lichtquelle zu identifizieren, erhitzt man einen Schwarzen Körper so lang, bis dieser ein Licht gleicher Farbe wie die tatsächliche Lichtquelle ausstrahlt.

Die wichtigste natürliche Lichtquelle ist die Sonne.

In der Regel betrachten wir Farben bei Tag. Tageslicht besteht aus direktem Sonnenlicht und Licht, das von der Atmosphäre abgestrahlt wird. Der Spektralbereich des Sonnenlichtes reicht von 200 - 4000 K. Man kann ihn mit der Strahlung eines auf 5800 K erhitzten Schwarzen Körpers vergleichen. Die Qualität und Energie dieser Lichtquelle ist aber nicht konstant und variiert. Sonnenlicht wird beeinflusst durch Standort, Jahreszeit, Wetterbedingungen, Luftverschmutzung, Tageszeit und verändert sich entsprechend. Dadurch variiert die Farbtemperatur der Tagesbeleuchtung zwischen 4000 und 6500 K.

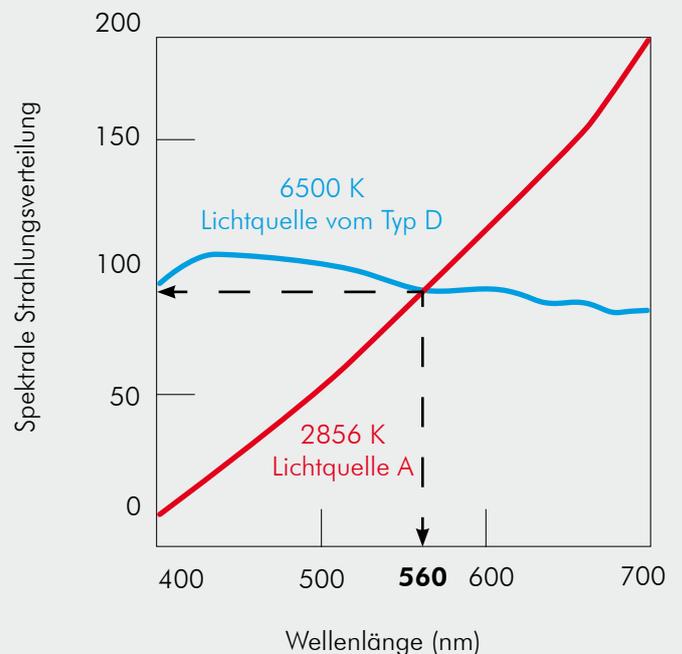
Für farbmetrische Berechnungen ist eine solche Lichtquelle nicht geeignet. Für die Farbmessungen musste die als Tageslicht bezeichnete Lichtquelle genormt werden, damit sie reproduzierbar und konstant ist.

Der Schwarze Körper



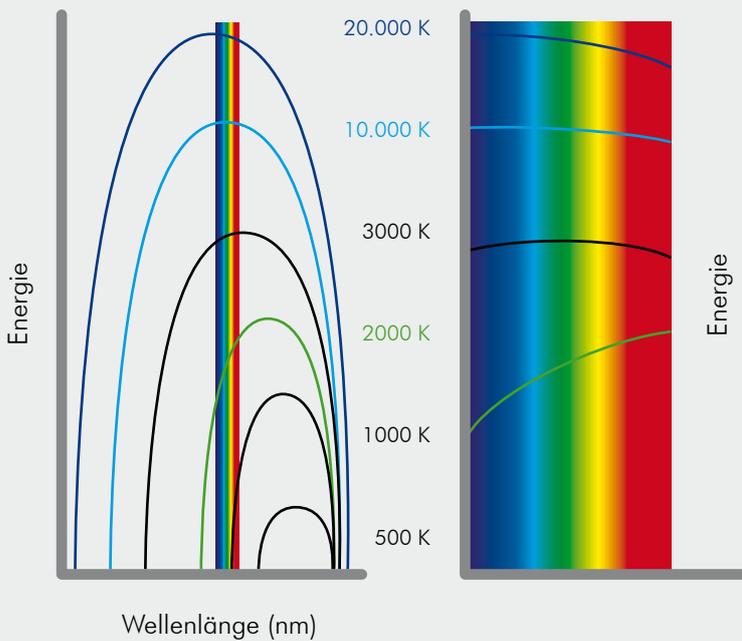
Die Farbtemperatur der Lichtart A (Glühlampe) entspricht der Lichtfarbe eines Planckschen Strahlers (Schwarzer Körper), der auf 2856° Kelvin (2856K) aufgeheizt wird.

Spektrale Strahlungsverteilung von 2 Lichtquellen



Bei 560 nm ist die Strahlungsenergie beider Lichtquellen gleich. Für die Normung definiert man die Strahlungsenergie bei 560 nm als 100% bzw. als identisch.

Die Farbtemperatur



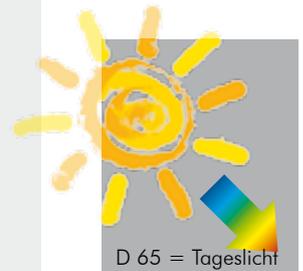
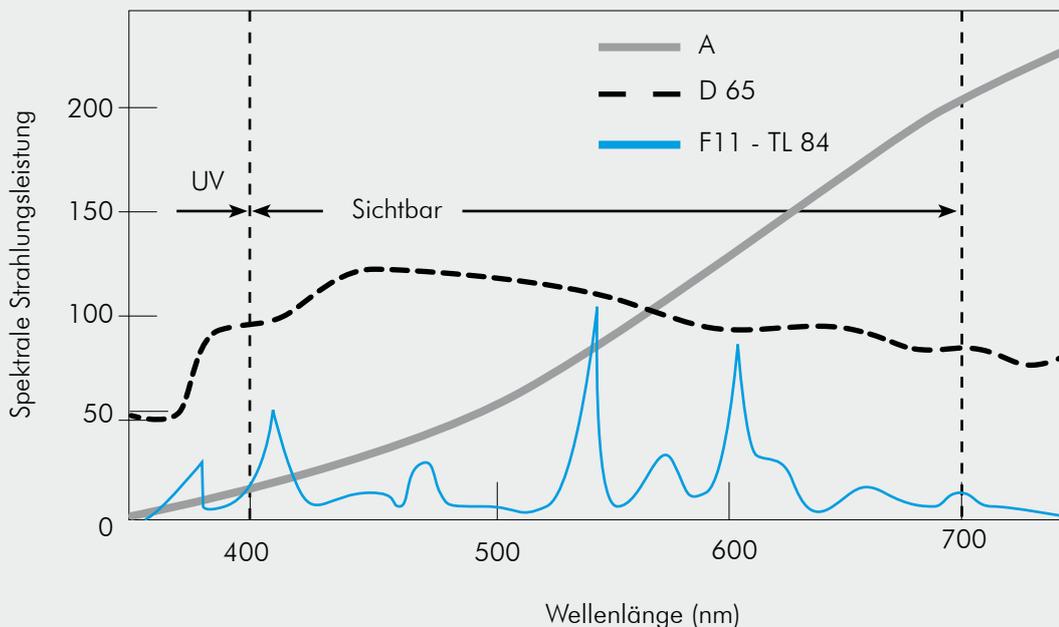
Die Lichtarten

Der Farbeindruck von Objekten erscheint mit verschiedenen Lichtquellen unterschiedlich, deshalb muss die Lichtsituation immer definiert werden.

Zur reproduzierbaren und konstanten Beschreibung einer Lichtquellenart hat die Internationale Beleuchtungskommission CIE* verschiedene Lichtquellen evaluiert und charakterisiert, um daraus verlässliche Industriestandards zu erstellen. Diese definierten Lichtquellen werden „Lichtarten“ genannt. Lichtarten sind keine physikalischen Lichtquellen. Die Lichtarten wurden so definiert, dass ihre spektrale Strahlungsverteilung denen der natürlichen Lichtquellen ähnelt. Die wichtigsten, von der CIE genormten Lichtarten sind D65 (Daylight, Tageslicht bei 6504 K), A (Glühlampenlicht) und F11 (z. B. Leuchtstoffröhre).

(* CIE: Commission Internationale de l'Éclairage = Internationale Beleuchtungskommission; gegründet 1913; einzige internationale Organisation für die Empfehlung und Normung von Beleuchtung, Farbe und Farbmessung.

Lichtarten A, D65, F11 - TL 84



Die wichtigsten Normlichtarten: D65, A und F11

Das Objekt – Die Materie

Das Zusammenspiel von Licht und Materie

Das zweite Element in unserem Tripel ist das Objekt.

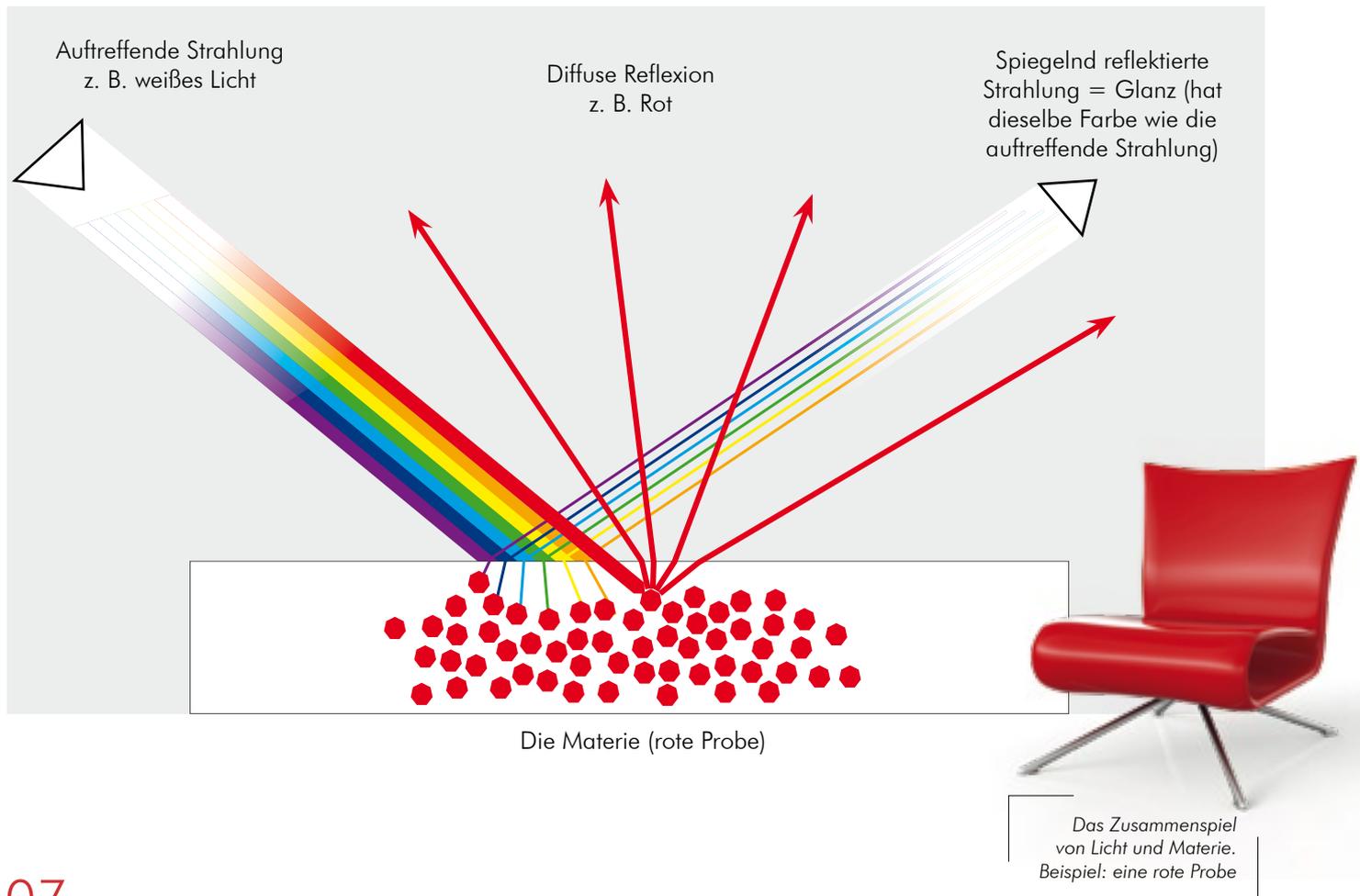
Damit ein Objekt vom Auge wahrgenommen werden kann, muss es mit Licht in Wechselwirkung treten. Die Wahrnehmung und damit der visuelle Eindruck, den wir von diesem oder jenem Objekt haben, wird bestimmt durch die Art und Weise, wie die Eigenschaften des Objekts bzw. seiner Oberfläche das auftreffende Licht verändern.

Jedes Objekt oder jede Oberfläche hat bestimmte, individuelle Eigenschaften. Diese wirken sich auf die Art und Weise aus, wie einstrahlendes Licht reflektiert oder absorbiert wird. Man unterscheidet zwischen

- Opaken bzw. undurchsichtigen Objekten: Licht wird zum Teil absorbiert und zum Teil reflektiert
- Transparenten Objekten: Licht wird zum Teil reflektiert, zum Teil absorbiert und zum Teil ungestreut hindurch gelassen
- Transluzenten Objekten: Licht wird zum Teil reflektiert, zum Teil absorbiert, zum Teil gestreut hindurch gelassen.

Materie hat also die Eigenschaft, elektromagnetische Strahlung mehr oder weniger stark zu reflektieren.

Der visuelle Eindruck der verschiedenen Materialien wird bestimmt durch die unterschiedlichsten Faktoren, u. a. auch durch die Eigenschaften des Materials selbst. So erscheint **die Farbe einer glänzenden Probe** deutlich intensiver und kräftiger als die gleiche Farbe einer matten Oberfläche. **Durch die getrennte Analyse der Farbeigenschaften (Farbe) und der geometrischen Merkmale (Glanz, Form, Textur) kann man dieses Problem vereinfachen, indem man die von der Materie abgegebene Strahlung (Farbe) von der spiegelnd reflektierten S trahlung (Glanz) trennt.** Die Trennung dieser beiden Strahlungsarten macht die Bestimmung jeder einzelnen Komponente möglich. Auf das hierfür zu verwendende Messgerät und die entsprechende Analyseverfahren gehen wir im Kapitel 12 (Messtechnik in der Farbmessung) näher ein.

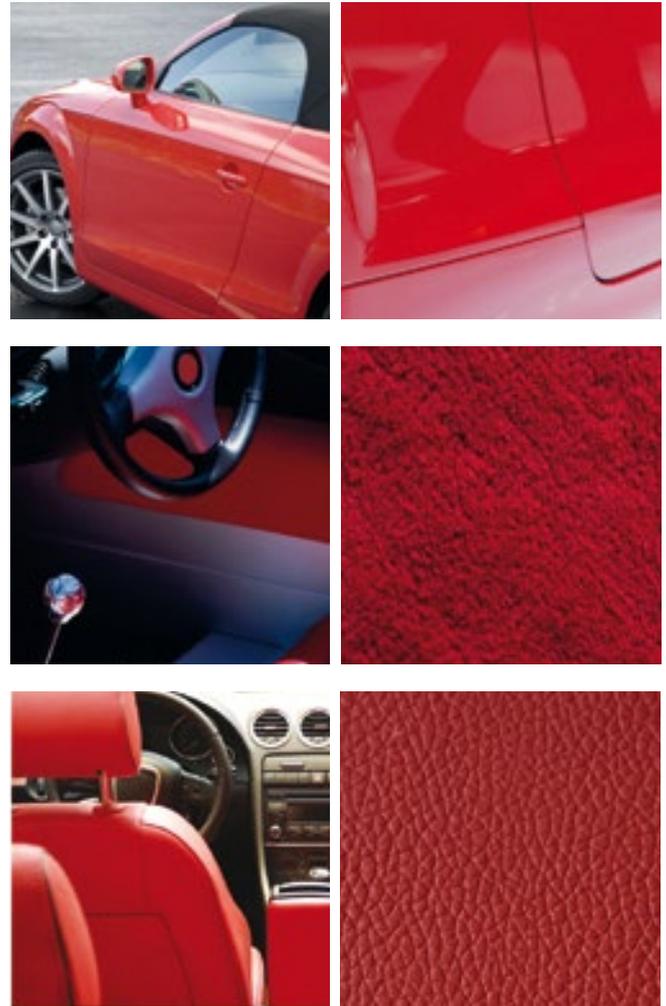


Die durch die spiegelnd reflektierte Strahlung erzeugte Reflexion ist dafür verantwortlich, dass ein Objekt glänzend, halbmatt oder matt erscheint. Metalle sind allgemein durch eine stärker spiegelnde Strahlung charakterisiert als andere Produkte, glatte Oberflächen erscheinen in der Regel glänzender als raue Oberflächen.

Die diffuse Strahlung ist ein Merkmal der Materie, seiner Farbe und seiner Zusammensetzung.

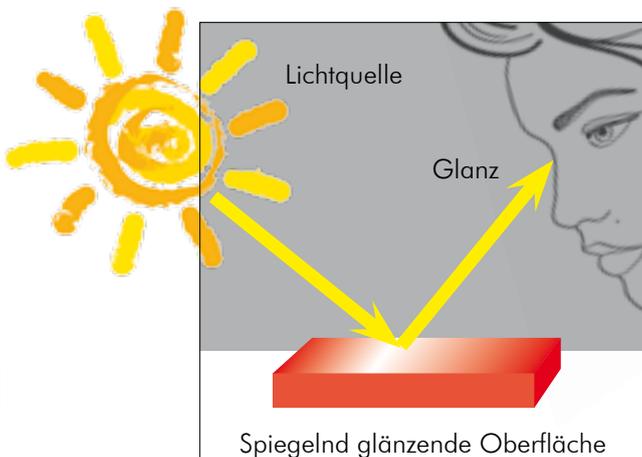
Farbe entsteht, wenn Licht auf ein Objekt trifft, ein Teil des Lichts reflektiert wird und dieser Teil in das menschliche Auge trifft. Die selektive Absorption von Licht bestimmt also unsere Farbwahrnehmung. Je mehr Licht absorbiert wird, umso weniger intensiv sind die entstehenden Farben. Wird alles Licht absorbiert, nehmen wir die Farbe schwarz wahr. Wird alles Licht reflektiert (100 %), sehen wir die Farbe weiß.

Abstrahlung oder Absorption des Lichtes (spiegelnd reflektierende Strahlung, reflektierte diffuse Strahlung, durchgelassene reguläre Strahlung, durchgelassene diffuse Strahlung) sind also verantwortlich für Farbe und Aussehen der meisten Objekte. Die Bestandteile dieser Phänomene können mit Hilfe spektralphotometrischer Messungen physikalisch analysiert werden (in einigen Sonderfällen auch goniophotometrische Messungen). Das Ergebnis dieser spektralphotometrischen Messungen sind die sogenannten spektralen Strahlungsverteilungen oder Spektralkurven. Sie stellen die von einem Objekt reflektierte oder durchgelassene Lichtstrahlung bei jeder Wellenlänge dar. Die Spektralkurven beschreiben die Farbe und das Aussehen eines Objektes.

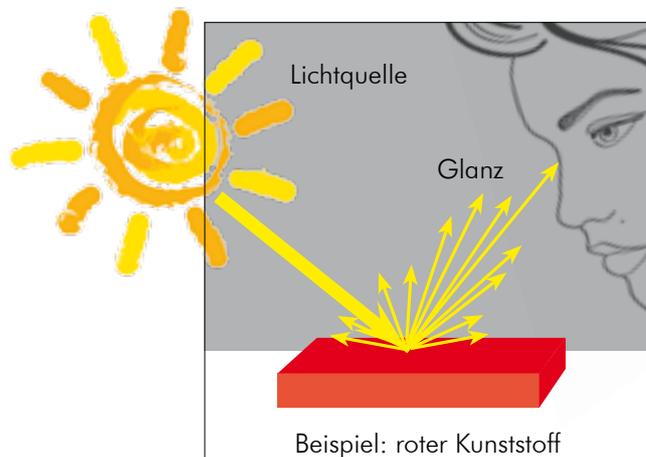


Absorption, Streuung und Glanz sind verantwortlich für das Aussehen eines Produktes.

Glanz bei einer spiegelnden Oberfläche



Glanz bei strukturierter Oberfläche



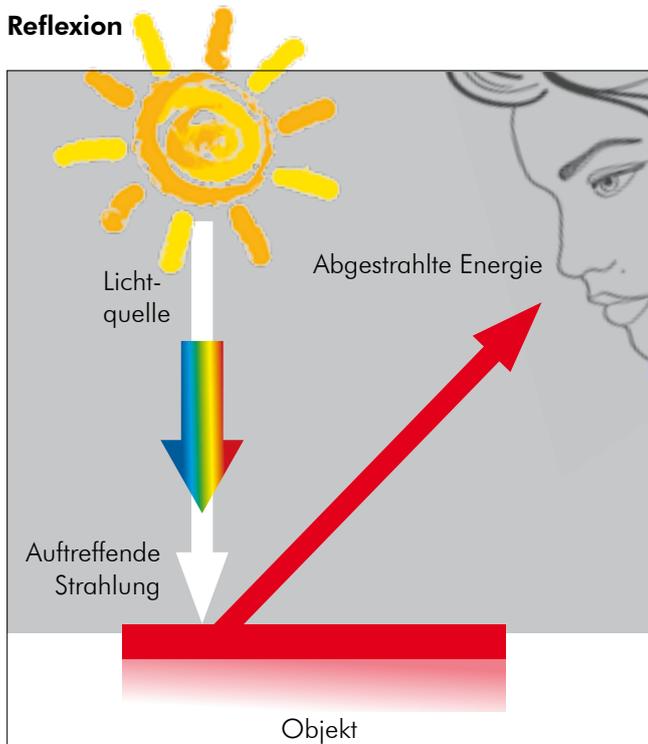
Die Farbeigenschaften der Materie – Die Physik der Farben

Wie wir bereits wissen, beruht Farbe auf elektromagnetischen Wellen und auf deren Strahlungsverteilung im sichtbaren Spektralbereich.

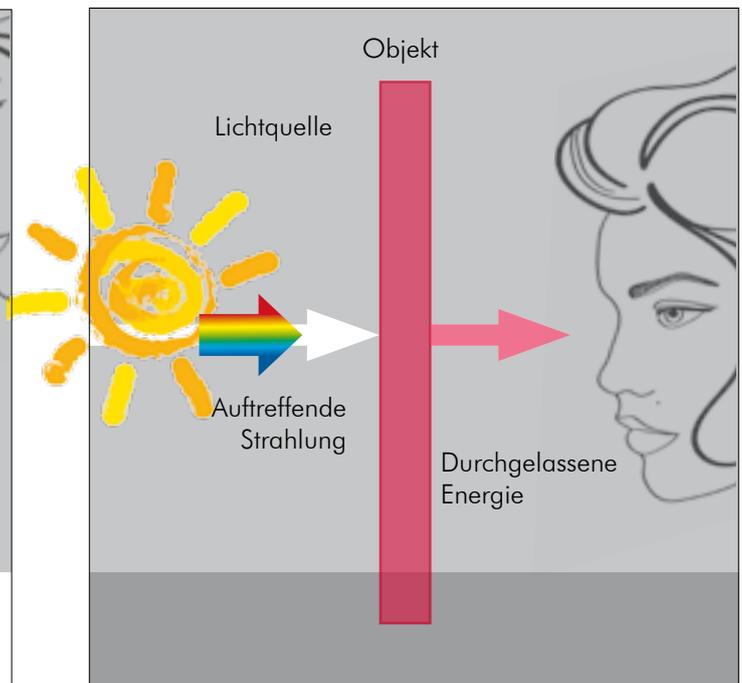
Die Wellenlängen der Strahlungen im sichtbaren Spektralbereich liegen zwischen 400 und 700 nm. Die Farbe eines Objektes entsteht durch das Auftreffen von Licht auf der Objekt Oberfläche. Ein Teil der Strahlung wird absorbiert, ein Teil reflektiert bzw. durchgelassen. Der reflektierte und durchgelassene Teil der Strahlung kann vom Auge wahrgenommen und im Gehirn zum Farbeindruck verarbeitet werden.

Ein gelbes Objekt absorbiert Licht im Blaubereich. Rote Objekte absorbieren Licht im Blau-, Grün- und Gelbbereich. In der Physik spricht man von der spektrophotometrischen Lichtverteilung eines Objektes. Durch diese Eigenschaft wird die Farbe eines Objektes festgelegt und dargestellt. Sie ist die repräsentative, graphische Darstellung des reflektierten oder durchgelassenen Anteils der auftreffenden Lichtstrahlung, in Abhängigkeit von der Wellenlänge, für den sichtbaren Spektralbereich von 400-700 nm.

Reflexion



Transmission



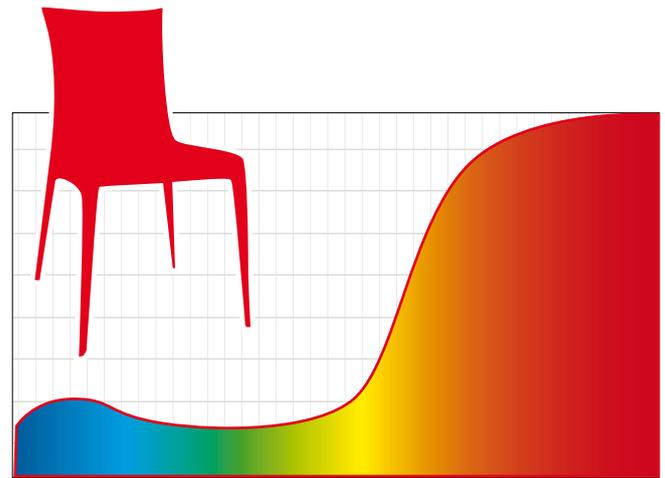
$$\text{Reflexions-} \\ \text{verhältnis} \\ R\% = \frac{\text{reflektierte Lichtenergie} \\ \text{pro Wellenlänge}}{\text{auftreffende Lichtenergie} \\ \text{pro Wellenlänge}} \times 100$$

$$\text{Transmissions-} \\ \text{verhältnis} \\ T\% = \frac{\text{durchgelassene Lichtenergie} \\ \text{pro Wellenlänge}}{\text{auftreffende Lichtenergie} \\ \text{pro Wellenlänge}} \times 100$$

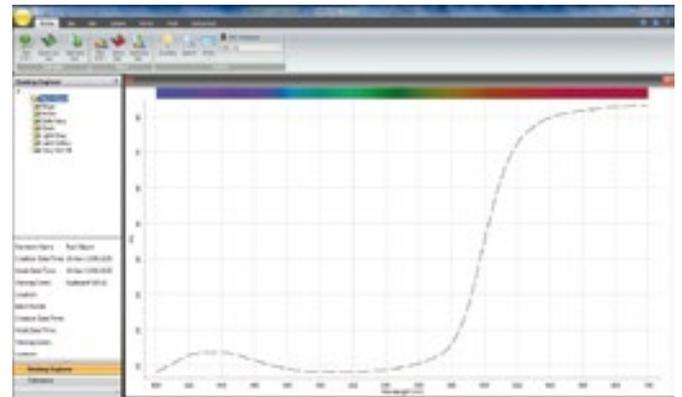
Die Reflexionswerte in % (R %) ergeben sich durch das Verhältnis von auftreffender Lichtenergie zu reflektierter Lichtenergie pro Wellenlänge. Dies gilt in gleichem Maße für die Transmission, wo die auftreffende und abgehende Strahlung die Transmissionskurve beschreiben. Die Reflexions- bzw. Transmissionskurve ist eine Materialeigenschaft. Sie ist unabhängig von der verwendeten Lichtquelle. Voraussetzung ist, dass die verwendete Lichtquelle in allen Bereichen des sichtbaren Lichtes Energie aussendet.

In dem nachfolgenden Beispiel finden Sie die Reflexionskurve einer roten Probe. Diese Reflexionskurve beschreibt die Materie und die Farbe der Probe, sie ist der „Abdruck dieser Farbe“.

Wellenlänge (λ in nm)	Reflexionswert (R in %)
400	8,17
410	10,47
420	12,87
430	13,67
440	13,76
450	12,92
460	11,46
470	10,11
480	9,10
490	8,40
500	8,12
510	8,14
520	8,25
530	8,45
540	8,84
550	9,50
560	10,63
570	12,36
580	15,97
590	26,40
600	45,11
610	62,43
620	72,43
630	77,21
640	79,64
650	81,01
660	81,81
670	82,30
680	82,64
690	83,01
700	83,19



Reflexionskurve der roten Probe
„Der Abdruck dieser Farbe“



Glänzende rote Probe: Messung mit
spiegelnd reflektiertem Licht (Glanz)

Das Auge – Der Betrachter

Der Mensch als Betrachter – Das Farbsehen

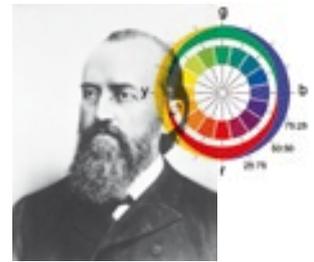
Das 3. Element unseres Tripels ist der Betrachter bzw. der Wahrnehmungsapparat des Menschen (Auge und Großhirnrinde).

Das von einem Objekt reflektierte oder von einer Lichtquelle direkt abgestrahlte Licht wird vom Auge aufgenommen und von den Sehzellen auf der Netzhaut umgewandelt. Unser Großhirn interpretiert diese Information und erzeugt den Farbeindruck.

Je nach Wellenlänge weist das Auge im sichtbaren Spektralbereich unterschiedliche Empfindlichkeiten für die Helligkeit des Lichtes auf (siehe Kapitel 9). Wir nehmen Licht in verschiedenen Helligkeitsstufen wahr (Hell-Dunkel-Sehen), sehen aber auch die Farbeigenschaften (Buntton und Sättigung) und ordnen die Farben in ein dreidimensionales System ein.

Voraussetzung für diese Dreidimensionalität des Farbsehens ist das Vorhandensein von 3 verschiedenen Rezeptortypen im menschlichen Auge. Das ist der Wissenschaft schon sehr lange bekannt. Das Verständnis des menschlichen Farbwahrnehmungsprozesses begann, als Newton 1666 seine Arbeiten über die Aufteilung von weißem Licht mit einem Glasprisma veröffentlichte. Die wichtigsten Erkenntnisse und Fortschritte erzielte man aber erst, als es möglich war, Messungen hinsichtlich der Empfindlichkeit der Farbrezeptoren im Auge durchzuführen.

Im Jahre 1801 entwickelte der englische Augenarzt und Physiker Thomas Young die sogenannte Dreikomponenten-Theorie. Sie besagt, dass die menschliche Farbwahrnehmung nur auf drei verschiedenen Arten von Rezeptoren beruht (trichromatische Farbreizempfindung). 50 Jahre später verhalf der deutsche Wissenschaftler Hermann von



Thomas Young

Hermann von Helmholtz

Ewald Hering

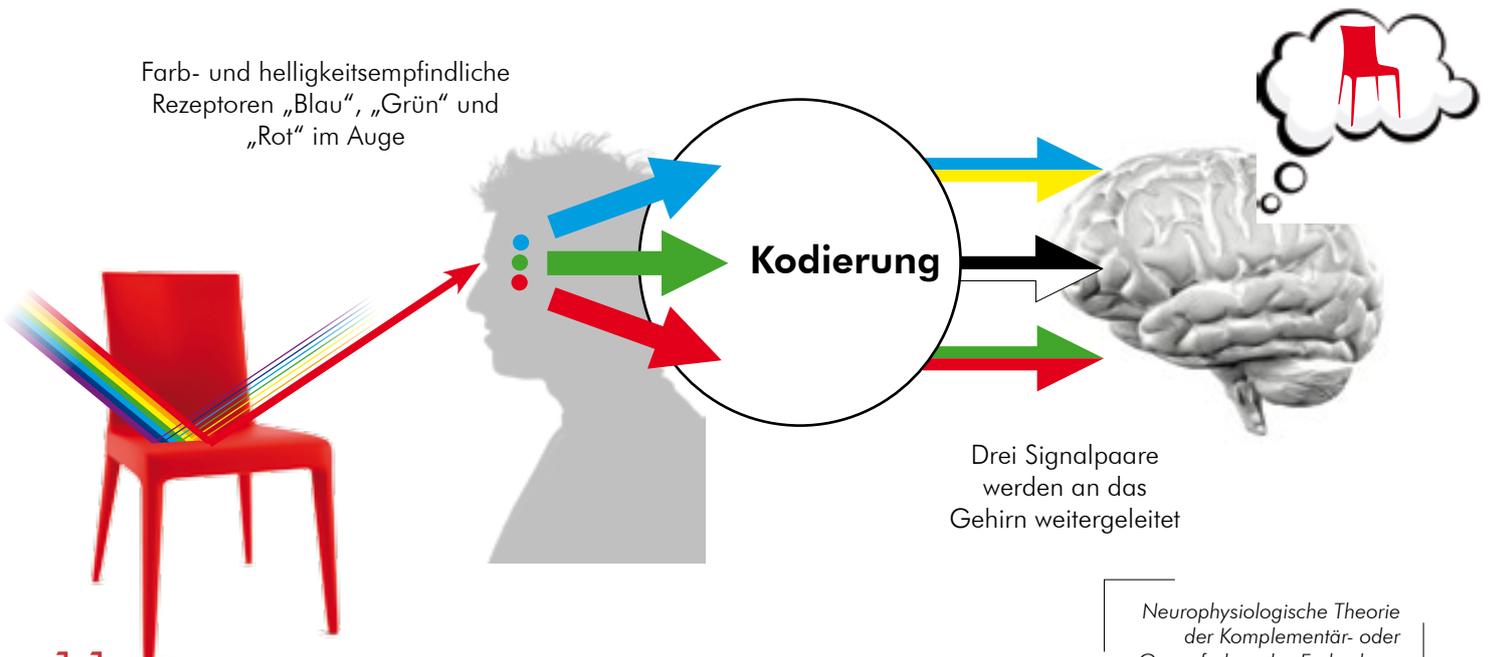
Helmholtz der von Thomas Young aufgestellten additiven Theorie des Farbsehens zum Durchbruch. Er zeigte auf, dass drei Grundfarben (Rot, Grün und Blau) zur Erzeugung aller anderen Farben ausreichen.

1878 veröffentlichte Ewald Hering seine Gegenfarbtheorie als Alternativvorschlag zur Dreikomponententheorie von Helmholtz und Young. Hering ging von der Beobachtung aus, dass man sich Farbeindrücke wie „gelbliches Blau“ oder „rötliches Grün“ nicht vorstellen kann (gegenseitiger Ausschluss von Gelb und Blau bzw. Grün und Rot). Darum vermutete er drei getrennte chemische Prozesse in der Netzhaut mit je zwei Gegenfarben, mit je einem hemmenden und einem erregenden Anteil, die nach einem Gleichgewicht streben. Die Gegenfarbpaare sind Blau-Gelb, Rot-Grün und Schwarz-Weiß.

Zahlreiche in der Folgezeit durchgeführte Experimente mit 3 Projektoren von buntem Licht (rot – blau – grün) zeigten, dass durch die Änderung der Lichtstärke dieser 3 Projektoren eine Vielzahl von Farben erzeugt werden kann. Die Ergebnisse ermöglichten die Bewertung der trichromatischen Farbreizempfindungen, u. a. auch die 1928 von W. D. Wright und 1931 von J. D. Guild durchgeführten Experimente zur additiven Farbmischung.

Bis Anfang des 20. Jahrhunderts führten verschiedene Wissenschaftler unzählige Experimente zur Erforschung unseres Farbwahrnehmungssystems durch. Die Theorien von Young-Helmholtz und Hering standen bis in die 30er Jahre im Wettstreit, bis E. Müller schließlich die Gegenfarbtheorie bestätigte.

Auf der Gegenfarbtheorie beruhen bspw. das Natural Color System (NCS) und das L*a*b*-Farbmodell.



Neurophysiologische Theorie der Komplementär- oder Gegenfarben des Farbsehens



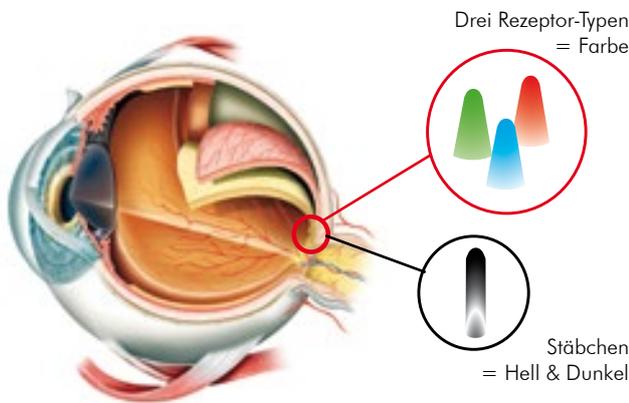
Wilhelm von Bezold

Bezold-Farbtafel 1874

Ernst von Brücke

Das menschliche Auge

Was wir an Farbe sehen, sind unterschiedlich lange Lichtwellen, die unser Auge treffen. Das von einem Objekt reflektierte Licht löst in den Sehzellen unserer Netzhaut einen Reiz aus. Diese Sehzellen bestehen aus Stäbchen und Zapfen. Die Stäbchen sind ausschließlich hell-dunkelempfindlich und für das Nachtsehen zuständig (skotopisches Sehen). Mit ihrer Hilfe können wir bei schwachem Licht sehen und Grautöne unterscheiden. Die Unterscheidung

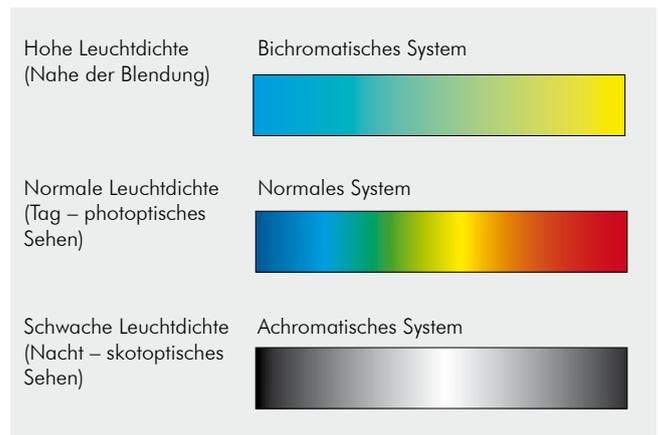


von Farben ist beim Stäbchensehen nicht möglich. Unter Tageslichtbedingungen sind die Stäbchen vollständig gesättigt und unfähig, Information zu verarbeiten. Bei guter Beleuchtung, wie z. B. bei normalem Tageslicht, sehen wir nur mit Hilfe der Zapfen (photopisches Sehen). Und genau diese sind für die Unterscheidung von Farben zuständig.

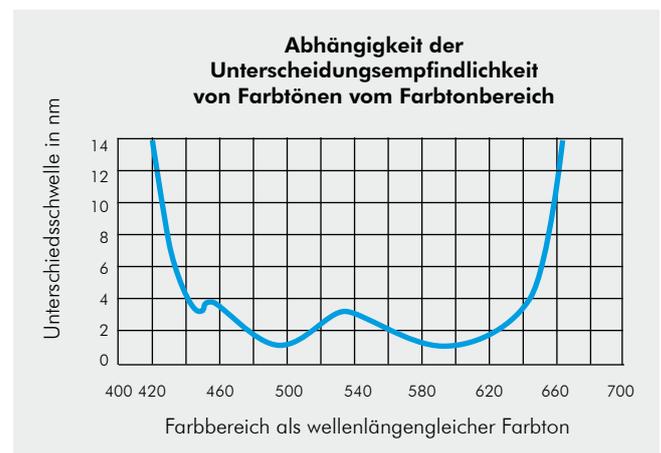
In der Netzhaut befinden sich etwas 7 Millionen Zapfen und 120 Millionen Stäbchen. Alle Sehzellen sind gleich empfindlich, die Zapfen sind jedoch um gemeinsame Ausgänge gruppiert, was sie empfindlicher für seitliches Sehen macht. Im Auge gibt es drei Arten von Farbpfern (blaue, rote und grüne). Sie befinden sich überwiegend im sogenannten Gelben Fleck in der Mitte der Netzhaut. Im Zentrum des Gelben Flecks, der Fovea, sitzen ausschließlich Zapfen. Die durchschnittliche Verteilung für grün : rot : blau verhält sich wie 40 : 20 : 1. Die Empfindlichkeit für blau liegt bei maximal 477 nm, für grün bei maximal 540 nm und für rot bei maximal 577 nm. Blaue Zapfen nennt man auch S-Zapfen (S für short, kurze Wellenlänge), grüne Zapfen sind M-Zapfen (M für medium, mittlere Wellenlänge) und die roten Zapfen bezeichnet man auch als L-Zapfen (L für long, lange Wellenlänge).

Die Farbunterscheidung, genauer die Farbtonunterscheidung, im menschlichen Auge ist von der Leuchtdichte abhängig. Bei sehr geringer Leuchtdichte ruft ein Farbreiz zwischen 400 nm und 480 nm eine Farbvalenz von Blauviolett hervor, zwischen 480 nm und 570 nm nimmt man grün wahr und zwischen 570 nm bis zur langwelligen Sicht-

Der Bezold-Brücke-Effekt: Änderung der Erscheinungsform und der Farbe entsprechend der Leuchtdichte



barkeitsgrenze bei 700 nm ist Rot wahrzunehmen. Diesen Effekt nennt man Bezold-Brücke-Phänomen (entdeckt 1873, benannt nach dem deutschen Physiker Wilhelm von Bezold und dem deutsch-österreichischen Physiologen Ernst Wilhelm von Brücke). Mit zunehmender Leuchtdichte wird die Unterscheidung besser, nimmt aber bei hoher Dichte wieder ab. So bewirkt eine starke Erhöhung der Beleuchtung eine Veränderung der Rot- und Grüntöne in Richtung gelb sowie der Violett- und Blau-Grüntöne nach blau. Im Blendbereich kann das menschliche Auge nur noch ein weißliches Gelb und ein weißliches Blauviolett wahrnehmen. Man gelangt also in ein bichromatisches System mit fast nur 2 Farben: gelb und blau. In der visuellen und instrumentellen Farbmessung wird sichergestellt, dass die Beleuchtungsbedingungen normal sind (etwa 1500 Lux), d. h. den Voraussetzungen für Tagessehen entsprechen.



Referenzenliste

- Farbe sehen, Corinna Watschke, 01.2009 [www.planet-wissen.de],
- Farbmanagement in der Digitalfotografie (ISBN 3-8266-1645-6), 2006, Redline GmbH, Heidelberg
- Beschreibung und Ordnung von Farben, Farbmeterik, Farbmodelle, DMA Digital Media for Artists – Archiv 2006-2011, Kunstuniversität Linz, Gerhard Funk
- Messen – Kontrollieren – Rezeptieren, Dr. Ludwig Gall [www.farbmeterik-gall.de]
- Farbabstandsformeln, 2012, Fogra Forschungsgesellschaft Druck e.V. [www.fogra.org]
- Wikipedia, diverse Artikel über Farbe und Farbmessung [<http://de.wikipedia.org/wiki/Farbe>]
- Verschiedene Darstellungen von Farbmodellen und Farbräumen [http://www.chemie-schule.de/chemieWiki_120]
- Praktische Farbmessung, Anni Berger-Schunn, 2. überarbeitete Auflage, 1994, Muster-Schmidt Verlag, Göttingen – Zürich
- Farbabstandsformeln in der Praxis, SIP 01.2011
- Schläpfer, K.: Farbmeterik in der grafischen Industrie, 3. Aufl. St. Gallen; UGRA 2002 (Tabelle S. 48)

Publikationsdaten:

Herausgeber:

Datacolor, Inc. 5 Princess Road, Lawrenceville, NJ 08648, USA

Telefon: 1-800-982-6497 | Fax: 609-895-7472 | marketing@datacolor.com | www.datacolor.com

Text:

Gabriele Hiller, Hiller Direct Marketing, Stühren 41, 27211 Bassum, Deutschland

www.hiller-direct-marketing.de

Oktober, 2019

© Copyright Datacolor. Alle Rechte vorbehalten.

EUROPE

Datacolor AG Europe
6343 Rotkreuz
Telefon: +41 44.835.3800

AMERICA

Datacolor Headquarters
Lawrenceville, NJ
Telefon: +1 609.924.2189

ASIA

Datacolor Asia Pacific Limited
Hong Kong
Telefon: +852 24208283