Farbe erscheint nur, wo genug Licht vorhanden ist. Es muss mit farbigem Schlagschatten gerechnet werden (rotes Feuer rote Lichter) [8, S. 99]

**Bedeutung von Helligkeit**

Helligkeit ist das vom Auge wahrgenommene, vorherrschende Lichtniveau, das als physikalisch gegebene Helligkeit in der Lichttechnik vorzufinden ist. Diese Größe wird relativiert und in hell oder dunkel quantifiziert. Es gibt keine numerische Skala mit Nullpunkt und Absolutvergleich. Um die Helligkeit dennoch als Messdaten in der Lichttechnik verwenden zu können, ist es erforderlich, ein subjektiv-empirisches Relativ auf ein objektiv-numerisches Relativ abzubilden. Dabei soll der physikalische Messvorgang als auch die physiologischen Gesetzmäßigkeiten des menschlichen Auges berücksichtigen. [6, S. 13]

Im Alter liegt die Anforderung an die Beleuchtungsstärke dreimal so hoch, wie in jungen Jahren. Licht hat drei Wirkungsbereiche: Sehen, die biologische Wirkung, und Wohlbefinden. Die biologische Wirkung ist derzeit noch wenig erforscht. Durch Licht wird der circadiane Rhythmus des Menschen gesteuert. Dieser Rhythmus reguliert die innere Uhr, die Synthese von Vitamin D und den Aufbau der Knochen. Menschen mit Depressionen und Demenz erfahren eine Linderung der Symptome durch viel Licht und Beleuchtung. Durch circadiandes Licht kann der Schlaf-Wach-Rhythmus von Menschen mit Demenz stimuliert werden. Circadianes Licht beschreibt die Nachempfindung des künstlichen Lichtes nach dem natürlichen Tagesverlauf. Die Leuchtdichte ist die wahrgenommene Helligkeit. Diese ist entscheidend für die Beleuchtungsstärke, sowie auch der Reflexionsgrad, den die Fläche abstrahlt. Es wird empfohlen, eine Beleuchtungsstärke von 1.500 Lux zu halten, um eine Beleuchtungsstärke von 500 Lux auf Augenhöhe zu erhalten. Die Farbtemperaturen sind dem Tageslicht nachempfunden: Morgens und abends sorgt warmrot für Entspannung, Blauanteile sorgen mittags für Aktivität. [8, S. 202f.]

**Raumgröße, Lichteinfall/Raumnutzung**

Licht bildet in einem Raum die vierte Dimension. Nur durch Licht entfaltet sich die Dreidimensionalität. [8, S. 99] Da jede Lichtgestaltung eigene Maßstäbe für die Farbgestaltung, die Sättigung und Helligkeit der Farbnuancen, die Hell-Dunkel-Verteilung im Raum und die Materialität der Farbe setzt, ist es wichtig, mit einer Raumstimmung eine wohnliche Aufwertung zu erreichen.

Licht bewirkt zwei verschiedene Auswirkungen auf die Raumstimmung. Mit der leichten, hellen Raum- und Tagesstimmung werden Denken und Erkennen assoziiert. Die Beleuchtung ist hier allgemein, nicht gerichtet und diffus angeordnet. Es entsteht nur sehr wenig Schatten. Atmosphärisch wirkt die resultierende Farbigkeit als Eigenschaft, den Raum zu erleben. Dem entgegen steht die gedämpfte, schwere Raum- und Nachtstimmung. Hierbei wird ein träumerisches Empfinden assoziiert. Die Beleuchtung muss hierbei diskret, punktuell und mit einer ausgeprägten Schattenbildung erfolgen. Durch seine Farbigkeit werden konkrete Eigenschaften von Objekten im Raum erlebt. [8, S. 99]

In der Lichtgestaltung muss zwischen den einzelnen Wohnräumen unterschieden werden. Die Beleuchtung eines Raumes ist von seinem Grundriss und seiner Nutzung abhängig. Eine ansprechende und ausreichende Beleuchtung sorgt für ein gutes Allgemeinbefinden und die vitale Gesundheit der Bewohner. Gute Beleuchtung hat die folgenden drei Funktionen: Die Grundbeleuchtung sorgt für eine Orientierung, eine Platzbeleuchtung unterstützt die Augen bei schwierigen Sehaufgaben, und schafft Atmosphäre im Raum.

Es werden drei Komponenten des Lichtes im Wohnraum unterschieden: Raum-, Zonen- und Stimmungslicht.

Raumlicht sorgt für eine gleichmäßige Ausleuchtung und schafft damit eine behagliche Atmosphäre. Es soll möglichst dimmbar sein und das Akzentlicht mit direktem weichen Licht unterstützen. Durch die Vermeidung von starken Kontrasten wird dem Ermüden der Augen vorgebeugt. Breit und diffus strahlende Wand-, Decken- und Stehleuchten sind hierfür geeignet.

Zur Betrachtung bestimmter Tätigkeiten, wie Essen, Lesen oder Arbeiten soll Zonenlicht verwendet werden. Dieses akzentuierende Licht wird durch Stehleuchten, Pendelleuchten und Tischleuchten erzeugt, es wird an die Wand oder nach unten gerichtet abgestrahlt. Diese Lichtkomponente soll sich vom Raumlicht abheben, um eine Akzentuierung des Raumes zu schaffen.

Um eine außergewöhnliche Atmosphäre im Wohnraum zu schaffen, soll auf Stimmungslicht gesetzt werden. Dieses entfaltet seine Wirkung besonders am Abend. Es steht für Gemütlichkeit und Faszination. [8, S. 100f.]

Häufig werden im Wohnraum Mischformen verwendet. Akzentlichter bringen die Wandgestaltung zur Geltung, erkennbare Raumbegrenzungsflächen und Diffusionskomponenten formen Räume und Oberflächen durch inszeniertes Licht und zusätzlich Schlagschatten und direkte Sonne verwendet. [8, S. 99ff.]

Das Arbeitszimmer im Haus soll eine Arbeitsplatzbeleuchtung enthalten, die Blendung des Arbeitenden und Schatten vermeidet. Zur Arbeit am Bildschirm müssen die beiden Norm-Reihen DIN 5035 (Beleuchtung mit künstlichem Licht) und DIN EN 12464-1 (Beleuchtung von Arbeitsstätten) herangezogen werden. Es wird hierbei eine Beleuchtungsstärke von 500 Lux und ein Farbwiedergabeindex von Ra 80-100 empfohlen. [8, S. 101]

Im Bad liegt die Mindestanforderung an gutes Licht in Nähe des Spiegels. Ein harmonisches Licht- und Schattenspiel erzeugt ein wohnliches Ambiente durch Betonung von Konturen und Oberflächen. Da der Bad ein Feuchtraum ist, müssen die Leuchten entsprechend der Norm DIN VDE 0100 Teil 701 (Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art) bestimmte Schutzmaßnahmen aufweisen. Nach DIN EN 12464-1 liegt die empfohlene Beleuchtungsstärke bei mindestens 200 Lux. Je heller die Flächen im Bad sind, desto mehr Licht wirkt von ihnen reflektiert und zusätzlich in den Raum zurückgegeben. Es muss mindestens ein Farbwiedergabeindex von Ra 80 gegeben sein. Warmweiße Lampen erzeugen eine behagliche Lichtstimmung. [8, S. 101f.]

Das Licht in der Küche ist von Grundriss und Ausrichtung der Arbeitsflächen abhängig. Für gute Arbeitsbedingungen sorgt die Vermeidung von Blendung. Die Beleuchtungsstärke auf Arbeitsflächen soll mindestens 500 Lux betragen. Die Lichtfarbe warmweiß trägt zu einer wohnlichen Atmosphäre bei. Brandvorschriften und Zulassungen der Leuchten müssen bei Unterbauanordnungen beachtet werden. [8, S. 102]

Erst durch Zusammenwirken von Licht und Farbe, von Materialien und Formen wird das Wohlbefinden des Menschen beeinflusst und kann, sinnvoll eingesetzt, auch zur Regeneration, Entspannung und Erholung beitragen. [8, S. 102]

Um die Wirkung einer Farbe im Innenraum zu erschließen, muss die psychologische Wirkung einer Farbe erkannt werden. Sie solle eine positive Wirkung auf den Beobachter haben. Es gibt hierzu keine Vorschrift, jede Farbe löst einen bestimmten Reiz aus, auf die individuell reagiert wird. [8, S. 96]

Das Raumempfinden liegt ebenfalls beim Betrachter. Durch eigene Körpergröße und Bewerbungsmöglichkeiten wird eine Einschätzung der räumlichen Dimensionen vorgenommen. Hierzu wirken Farbigkeit, Formenvielfalt, Einrichtungen und die Beleuchtung auf das subjektive Empfinden ein. [8, S. 93]

Die Wirkung des Raumes wird durch seine Funktion, seine Architektur, sowie durch seine ästhetischen und Komfort-Eigenschaften bestimmt. Die soziale Wirkung beschreibt die seelischen und körperlichen Einflüsse auf die Farbe. So sollen die Farben Gelb, Orange und Weiß exemplarisch nachfolgend mit ihren Einflüssen auf die Psyche des Menschen dargestellt werden.

Gelb beschreibt Licht und Heiterkeit, wirkt öffnend, beruhigend und strahlend. Im Innenraum steht sie als leuchtende Farbe für Wärme und Energie, Kreativität und Aktivität. Sie wirkt gesprächsfördernd und vergrößert kleine und dunkle Räume.

Orange beschreibt Heiterkeit, Wärme und Lebensfreude. Die Farbe wirkt ebenfalls gesprächsfördernd und trägt zu einem angenehmen Raumklima bei.

Weiß steht für Reinheit und Transparenz, Helligkeit und Einfachheit. Die Farbe ist kombinationsfreundlich, jedoch wirkt sie kontaktarm und freudlos. [8, S. 93ff., 9, S. 15]

Grundsätzlich sind Kombinationen verschiedener Farben für eine Raumwirkung immer möglich, Neben den Grundfarben können Akzente gesetzt werden, idealerweise wenn diese Farben sich im Farbkreis gegenüber stehen. Warme Farben machen den Raum behaglich, durch grüne und sandfarbene Töne kann eine frische Stimmung erzeugt werden, dem entgegen wird durch Grau und Beige Eleganz vermittelt. Bei der Gestaltung des Raumes muss seine Funktion und seine Himmelsrichtung beachtet werden. Der Wohnbereich soll zum Wohlfühlen anregen, Kinderzimmer sollen anregend gewählt und bei der Küche muss unterschieden werden, ob der Raum nur zum Kochen verwendet wird oder auch zum Essen und Entspannen. [8, S. 97f.]

**Normen**

Für die Entwicklung einer Anwendung zur Beleuchtung im privaten Innenraum gehören die nachfolgenden Normen.

DIN 5035-3 Beleuchtung mit künstlichem Licht, Teil 3: Beleuchtung im Gesundheitswesen

DIN 5035-7 Beleuchtung mit künstlichen Licht, Teil 7: Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen.

DIN EN 12646-1 Licht und Beleuchtung, Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1: Arbeitsstätten im Innenraum

DIN EN 12665 Licht und Beleuchtung, Grundlegenge Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung [8, S. 205ff.]

**Bedeutung der Leuchtenauswahl**

Wohnen, Lernen und Arbeiten findet im Innenraum statt, der mit künstlichem Licht gestaltet ist. Dabei ist diese Art der Beleuchtung konstant und verändert sich nicht mit Tages- oder Jahreszeiten. Dabei ist die Zusammensetzung von künstlichem Licht nicht identisch mit der des natürlichen Lichtes. Die Farbwiedergabe weist einige Qualitätslücken auf. Tageslicht weist ein ausgewogenes, weißes Licht aus, das gleichmäßige Proportionen jedes Farbtonbereiches im Spektrum reflektiert. Es bildet das gesamte Spektrum der elektromagnetischen Strahlung zwischen 400 und 750 Nanometer [nm] ab. Je größer die Abweichung der Wellenlänge des Lichtes von diesem Bereich, desto stärker sinkt die spektrale Hellempfindlichkeit des visuellen Systems.[8. S. 37f.] Tageslicht hat auch keine gleich bleibende Eigenfarbe, sie ist von der Brechung und Reflexion der Erdatmosphäre abhängig. Sie ändert sich mit Tageszeit, geografischer Lage und Jahreszeit.

Sonnenlicht hat eine tiefergehende Wirkung auf den menschlichen Organismus, es ist für die Entwicklung von Leben notwendig. Seine Menge, Qualität, Verteilung und Variation ist mit der Entwicklung der Menschen verbunden. Sichtbares, Ultraviolettes (UV) und Infrarotes (IF) Licht wirken durch Strahlung auf die Haut und durch den Lichteintritt in das Auge. Über die Augen wird visuelles Sehen ermöglicht und der circadiane Rhythmus gesteuert. Über die Haut werden durch die photochemische Einwirkung der UV-Strahlen Stoffwechsel angeregt oder reduziert. So erfährt der Organismus beispielsweise eine Reduzierung des Pulsschlages, abfallender Blutdruck oder eine Widerstandsfähigkeit gegenüber Infektionen. Dem Entgegen sorgt die Einwirkung von IF-Strahlen auf die Haut beispielsweise für Gefäßerweiterungen und beeinflusst damit die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit.

LED

Durch den Einsatz von Light Emitting Diodes (LED) als Leuchtmittel kann eine gute biologische Wirkung bewirkt und eine dynamische Farblichtänderung dargestellt werden. Weiße LED haben einen höheren Phosphoranteil. Mit diesem Anteil steigt der Blauanteil des sichtbaren Lichtes. Je höher die Farbtemperatur ist, desto höher ist der Blauanteil. Durch die Kombination von beiden Lichtfarben und einer geeigneten Steuerung kann zwischen einer Lichtfarbe mit hoher und einer Lichtfarbe mit geringerer biologischen Wirkung gewechselt werden. Durch solche hochmoderne Beleuchtungssystem lässt sich die Gesundheit nachhaltig fördern. [8, S. 44ff.]

Normlicht D65

Neutrales Licht ist Licht ohne Farbstich. Es gibt Farben unverfälscht wieder und wird daher für den Vergleich von Farbabweichungen weiterer Leuchtquellen herangezogen. Es ist die Normlichtart D65 (CIE), der von der Internationalen Beleuchtungskommission festgelegt wurde. Das Licht entspricht der Farbverteilung von Sonnenlicht bei Mittagszeit bei bedecktem Himmel. Dabei steht die Zahl 65 für 6.500 Kelvin [K]. Die Farbtemperatur wird in Grad Kelvin angegeben. Dabei ist 3.000°K eine warme, rötliche Lichtfarbe, 6.000°K eine kalte, tageslichtähnliche Lichtfarbe. Die CIE-Normfarbtafel stellt Farben von glühenden Lichtquellen in einer Kurve dar, von IF bis in den unendlichen blau-weißen Bereich. Weiß und annähernde Lichttemperaturen, wie die von weißen LEDs können über die X- und Y-Koordinaten der CIE-Normfarbtafel bestimmt werden. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick die Farbtemperatur ausgewählter Lichtquellen. [8, S. 37f., 9, S. 17]

Gütemerkmale

Die Güte der künstlichen Beleuchtung wird durch folgende Punkte bestimmt:

* Beleuchtungsniveau – Helligkeit
* Blendungsbegrenzung – störungsfreies Sehen ohne Direkt- oder Reflexbildung
* Harmonische Helligkeitsverteilung – ausgewogenes Verhältnis der Leuchtdichten
* Lichtfarbe – Aussehen der Lampe, Farbwiedergabe, Lichtrichtung und Schattigkeit

Die genannten Gütemerkmale erhalten nach Anforderungen an den Raum unterschiedliche Gewichtung. Es sollen dabei die folgenden Bedingungen bevorzugt betrachtet werden:

* Sehleistung durch Beleuchtungsniveau und Belendungsbegrenzung
* Sehkomfort durch Farbwiedergabe und Helligkeitsverteilung
* Visuelle Ambiente durch Lichtfarbe, -richtung und Schattigkeit [8, S. 38]

Dem Sonnen- und künstlichen Licht steht der Schatten entgegen. Er ist ein wichtiges Gestaltungsphänomen in der Architektur, nur durch ihre Verschattung können Materialien plastisch zur Geltung kommen. Es entsteht eine Spannung zwischen Material und dem eigentlichen Baukörper. Um eine Fassade oder Materialoberfläche ästhetisch wirken zu lassen, muss die Himmelsrichtung berücksichtigt werden. Schatten hilft dem visuellen System Gegenstände zu definieren und im Raum zu lokalisieren. Die relative Größe und Richtung einer Lichtquelle bestimmt die Qualität des Schattens. Je diffuser ein Licht, desto unscharfer wird der Schatten. Je paralleler die Lichtstrahlen und je kleiner die Lichtquelle, desto schärfer wird der Schatten abgebildet. Der ideale scharfe Schatten wird durch die Sonne erzeugt. [8, S. 46ff.] Die Lichtrichtung kann ebenfalls durch den Einfall von Tageslicht durch Fenster erfolgen. Bei einem guten Verhältnis von diffusem Licht zum gerichteten Licht bewirkt eine angenehme Schattigkeit. Zur starke Schattenbildung kann durch künstliches Licht ausgeglichen werden. [8, S. 39]

Mit Abnehmender Gesichtsfeldleuchtdichte wird das visuelle System empfindlicher für kurzwelliges als für langwelliges Licht. Das bedeutet, die Rezeptoren des Auges sind für blaues Licht empfänglicher als für rotes. [8, S. 37f.]

Lichtfarbe

Durch Farben kann ein Mensch seine Umwelt erleben. Die objektive Abstimmung der Oberflächenhelligkeiten im In- und Umfeld ist das Raummilieu. Damit ist Wohlbefinden und Behaglichkeit als psychologische Komponente eines Raumes gemeint. Nicht jede Kombination aus Helligkeit, Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe wird als angenehm empfunden. Die Lichtfarbe einer Lampe wird mit der Farbtemperatur TF in der Maßeinheit Kelvin beschrieben. Mit dieser Skala ist ein absoluter Nullpunkt gegeben. Zur Referenz der Farbtemperatur einer Lichtquelle wird die Farbe mit der des sogenannten Schwarzen Strahlers verglichen. Der Schwarze Strahler ist ein idealisierter Körper, der alles Licht absorbiert. Seine Reflexionsstrahlung ist Null. Wenn der Schwarze Strahler erhitzt wird, durchläuft er die Farben Dunkelrot über Orange, Gelb bis zu Hellblau. Daraus abgeleitet wird festgestellt, je höher die Temperatur, desto weißer die Farbe.

Glühlampen und Halogenglühlampenlicht wird mit seinem warmweißem Licht einer Farbtemperatur von etwa 2.800 bis 3.000K gleichgesetzt. Hierbei werden Beleuchtungsstärken von 50 bis 100 Lux als angenehm empfunden. Die Unbehaglichkeit setzt mit einer zu hohen Helligkeit ein. Mit einem niedrigeren Beleuchtungsniveau wirkt eine warmweiße Lichtquelle besser, im Vergleich zu einer tageslichtweißen Lichtquelle mit sehr hoher Farbtemperatur. Um als angenehm empfunden zu werden, müssen Leuchtstofflampen mit einer Farbtemperatur von 4.000 bis 5.000K und der Lichtfarbe hell- bis tageslichtweiß eine Beleuchtungsstärke von mindestens 300 bis 400 Lux aufweisen.

Tageslicht stellt mit sehr hohen Helligkeiten von 5.000 bis 10.000 Lux bei bedecktem Himmel, bis zu 100.000 Lux unbedecktem Himmel und einem weißen Licht zwischen 4.000 und 10.000K hohe Ansprüche an künstliche Lichtquellen. Die Norm teilt die Lichtfarben der Lampen in drei Gruppen ein: tageslichtweiß (tw), neutralweiß (nw) und warmweiß (ww).

Es ist nicht möglich, von der Lichtfarbe auf die Qualität der Farbwiedergabe zu schließen. Der menschliche Organismus ist bei hohen Farbtemperaturen an viel Licht gewöhnt und biologisch angepasst. [8, S. 40ff.]

Farbwiedergabe

Licht und Farbe bestimmen bei der Raumplanung das Klima eines Raumes. Durch Wärme oder Kälte wird die Stimmung und das Wohlbefinden unterschiedlich empfunden. Für das Sehen ist eine korrekte Farbwahrnehmung bei künstlichem Licht unerlässlich. Dabei wird der Farbeindruck, wie bereits beschrieben, durch die Wechselwirkung zwischen Farbe der betrachteten Gegenstände über die spektrale Zusammensetzung des Lichtes bestimmt. Wenn einer Lichtquelle eine Spektralfarbe fehlt oder eine Farbe im Spektrum überbetont ist, erscheint der Gegenstand andersfarbig, kann jedoch noch immer natürlich wirken. Dies kann beim Betrachten von Hautfarbe unter Glühlampenlicht beobachtet werden.

Es soll an dieser Stelle zwischen Primär- und Sekundärlicht unterschieden werden. Primärlicht ist das Tages- und Kunstlicht. Das Material im Raum wird anders wahrgenommen als durch Sekundärlicht. Sekundärlicht ist das reflektierte Licht durch Reflexionen am Material. Beide Lichter schwanken in ihrer Farbtemperatur und –wiedergabe erheblich. Nur bei weißem Material haben beide die gleiche Farbtemperatur. Farbwiedergabeeigenschaften werden zur besseren Beschreibung der farblichen Wirkung von Lichtquellen angegeben. Hierfür wird allgemein der Farbwiedergabeindex Ra als skaliertes Maß der Übereinstimmung von Körperfarbe mit dem Aussehen unter der jeweiligen Lichtquelle verwendet. Die Skala wird in acht natürlich auftretende Testfarben mit einer Bezugsquelle und der zu prüfenden Lichtquelle eingeteilt. Die Bezugsquelle hat einen Ra von 100. Je größer oder kleiner die Abweichung der Farbwiedergabe ist, desto besser oder schlechter sind die Farbeigenschaften der jeweiligen Testlichtquelle. Die Bezugsquelle lässt alle Farben optimal erscheinen. [8, S. 43f.]

Merkmale zur Beurteilung von Licht

Zur Beurteilung einer künstlichen Lichtquelle müssen die folgenden fünf Merkmale betrachtet werden:

* Richtung der Lichtquelle
* Intensität der einzelnen Lichtquellen
* Farbe des Lichtes
* Kontrast – Übergang von Licht zu Schatten, weich oder abrupt
* Härte – Aussehen der Schattenkanten

Die Richtung bestimmt die Breite des Schattens. Schatten bestimmt die Struktur und Gestalt eines Objektes im Raum. [9, S. 7] Bei direktem Licht erzeigt die Quelle einen starken Kontrast und harte Kanten. Ein Beispiel hierfür ist Sonnenlicht an einem klaren Tag. Gestreutes Licht wird über ein halbtransparentes Material erzeugt. Es entstehen Schatten mit geringerem Kontrast und weicheren Kanten. Die Stärke der Streuung bestimmt die der Schattenbildung, sodass sie kaum erkennbar sein können. Beispiele hierfür sind Sonnenlicht mit Bewölkung oder einem durchscheinenden Vorhang. Reflektiertes Licht wird von einer undurchsichtigen Oberfläche zurückgeworfen, bevor es auf das Objekt trifft. Beispiele hierfür sind Wolken oder eine Betonmauer. [9, S. 11ff.]

Kontraste sind die Übergänge von Licht zu Schatten. Bei direktem Sonnenlicht bilden sich oft zu starke Kontraste. [9, S. 21ff.]