

# Beleuchtung in Wohnräumen nach baubiologischen Gesichtspunkten

## 1. Grundlagen

Im biologischen Sinne ist das Sonnenlicht der Lebensspender. Alles Leben orientiert sich nach der Sonnenstrahlung, das Wachstum, die Gesundheit, das Wohlergehen und der Lebensrhythmus von Pflanzen, Tieren und Menschen ist von ihr abhängig. Die Photosynthese der Pflanzen ist die Ernährungsbasis für alle Lebewesen. Hier ist das Licht die primäre Energie, die jegliches Leben ermöglicht.



Nach heutigen Erkenntnissen ist Licht ein Energiestrom aus elektromagnetischen Wellen bzw. deren Elementarteilchen. Licht ist also Energie in Strahlenform. Physikalisch gesehen sind Lichtstrahlen nur ein schmaler Bereich aus dem Spektrum der elektromagnetischen Schwingungen, die sich im leeren Raum mit Lichtgeschwindigkeit (299.792.458 km/s) ausbreiten. Die Sonnenstrahlung hat eine Wellenlänge von rund 280 bis 100.000 nm. Dabei gibt es verschiedene Spektralbereiche:

### Ultraviolett- Strahlung (UV)

- UV - A                      315 – 380 nm
- UV – B                     280 – 315 nm
- UV – C                     < 280 nm

### Licht- Strahlung

- 280 – 770 nm
- Spektralfarben: Rot, Orange, Gelb, Blau, Violett

### Infrarot- Strahlung (Wärmestrahlung)

- 770 – 100.000 nm

Die Sonnenstrahlung, die unsere Erde erreicht, setzt sich in unseren Breiten durchschnittlich wie folgt zusammen:

UV- Licht : sichtbares Licht : IR- Licht = 3 : 44 : 53

Das menschliche Auge nimmt dabei, durch das „optische Fenster“, Licht im Wellenlängenbereich von 380 – 770 nm (sichtbares Licht) wahr.

Wir können allerdings Teile des restlichen Lichtspektrums empfinden:

- Ultraviolett (UV) als Ursache für den Sonnenbrand
- Infrarot (IR) als Wärmestrahlung

Die Zusammensetzung der natürlichen Lichtstrahlung, mit ihren Spektralfarben, ist für die Raumbelichtung und für die künstliche Raumbelichtung wichtig. Das sichtbare Licht und dazu ein Teil des für uns nicht mehr sichtbaren Lichts, bestimmen und beeinflussen die Gesundheit, das Wohlbefinden sowie den Geist des Menschen in vielfacher Weise. Beide Teile sind, obwohl wir nicht sehen, für unser Leben wichtig.

Neben den von den Augen wahrgenommenen Lichtschwingungen, die im Sehzentrum des Gehirns zu Bildern umgesetzt werden, gelangen die Lichtwellen über die Nervenleitung der Sehbahn zum Hypothalamus. Dieses Organ ist für die Steuerung der vegetativen Funktionen verantwortlich. Durch das Licht wird dieses Organ zu bestimmten Aktionen angeregt und beeinflusst mit ihnen alle wichtigen Vorgänge im Körper und reguliert die Leistung der Organe je nach körperlicher Belastung (Kreislauf, Herzaktion, Atmung, Stoffwechsel, Wärme-, Wasser- und Elektrolythaushalt sowie den Schlaf- und Wachrhythmus). Es werden auch die vitalen Funktionen wie Nahrungsaufnahme, Magen- Darmtätigkeit, Flüssigkeitsaufnahme, Flüssigkeitsabscheidung (Harnlassen), Fortpflanzung, Sexualität usw. von hier aus gesteuert.

Nicht nur das Licht schlechthin gibt dem Hypothalamus Impulse, es kommt vielmehr auf die verschiedenen Wellenlängen der Farben an, die jeweils verschiedene Wirkungen auf den Organismus haben.

Neben den stimulierenden Einflüssen übt das Licht auch eine synchronisierende Wirkung auf den Organismus aus, den Wach- Schlafrhythmus. Diese Regelkreise werden durch die ständig wechselnde Intensität des Tageslichts (Sonnenstand, Wolken, Nebel, Dämmerung) angeregt. Störungen in der Lichtaufnahme können zu Störungen, zu Ausfällen und im ärgsten Falle zur Erkrankung des Organismus führen.

Neben dem Sehnerv gelangt auch ein Teil des Lichtes über das Relikt des Urauges, die Fontanelle, ebenfalls zum Hypothalamus. Die ist besonders bei blinden Menschen und beim Fötus im Mutterleib wichtig.

UV- Strahlung wird zudem über die Haut aufgenommen und ist notwendig für die Bildung von Vitamin D. Dieses Vitamin ist wichtig für den Kalk- und Phosphorhaushalt des Körpers. Durch gezielte Lichttherapien können auch Unbefindlichkeiten und Krankheiten behandelt werden.

Da der heutige zivilisierte Mensch ca. 90 % seiner Lebenszeit in geschlossenen Räumen (Gebäude, Verkehrsmittel usw.) verbringt, und dabei fast gänzlich ohne die Leben spendende Sonnenenergie, ist es nicht unerheblich, wie die natürliche und künstliche Beleuchtung beschaffen ist.

Durch Mangel an natürlichem Licht entsteht eine ungesunde Blässe, ein schlechteres Immunsystem, verminderte Konzentrationsfähigkeit, Reizbarkeit, Störungen des Biorhythmus, Depressionen uvm.. Aus Erfahrung wissen wir, dass Lichtsteigerung zur Lebensfreude beiträgt, während Lichtminderung lähmend und deprimierend wirkt. Ähnlich führt längerer Aufenthalt in ausschließlich künstlich beleuchteten Räumen zu Ermüdungen, Konzentrationsschwächen, Kopfschmerzen, Stoffwechselstörungen usw.

Unsere Lebensfunktionen haben sich seit Jahrmillionen den Eigenschaften des Sonnenlichtes angepasst.

***Deshalb ist auch der tägliche Aufenthalt im Freien für Gesundheit, Vitalität und Wohlbefinden so wichtig.***

Dabei ist die natürliche Beleuchtung von Gebäuden durch Tageslicht eines der Prinzipien der Baubiologie. Doch auch das Tageslicht in Innenräumen entspricht nicht völlig dem natürlichen Licht im Freien. So wird z.B. der UV-Anteil von den Fenstern meist vollständig herausgefiltert und muss in größeren Räumen durch Kunstlicht ergänzt werden. Kunstlicht entscheidet sich jedoch in den Punkten Intensität, Rhythmus und Qualität erheblich vom Sonnenlicht.

## **2. Tageslichteinstrahlung in Gebäude**

In mehreren Vorschriften wird gefordert, dass alle Räume zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen mit ausreichend Tageslicht zu beleuchten sind. Ebenso ist eine ausreichende Sichtverbindung nach außen zu gewährleisten.

Die Lage der Wohnräume zur Himmelsrichtung ist bei Kleinwohnungen geradezu lebenswichtig, da sie meist nur eine einseitige Belichtung und Besonnung haben können. Es gibt Tabellen, wo die Sonnenscheindauer der entsprechenden Gegenden, in Abhängigkeit zur Himmelsrichtung, aufgeführt ist. Diese Zahlen sollen Richtschnur sein, bei der Wahl eines Bauplatzes, beim Hausbau und bei der Einordnung der Räume. Wer einen Platz an der Sonne haben will, besonders im Winter, der muss seine Haupträume unbedingt in S-, SO und/oder SW-Lage einrichten.

Je nach Art, Größe und Orientierung der Fenster ist die Intensität und das Spektrum der ins Haus gelangten Lichtstrahlen gegenüber den Verhältnissen im Freien vermindert bzw. verändert. Von erheblichem Einfluss ist die Verglasung der Fenster. Dabei wird die Lichtintensität in nächster Nähe des Fensters vermindert, bei:

- |                                |          |
|--------------------------------|----------|
| ➤ 2- Scheiben- Isolierglas     | ca. 18 % |
| ➤ 2- Scheiben- Wärmeschutzglas | ca. 24 % |
| ➤ 3- Scheiben- Wärmeschutzglas | ca. 34 % |
| ➤ Sonnenschutzglas             | ca. 66 % |

Bei der Dimensionierung der Fenster ist dies natürlich zu berücksichtigen.

Für die Tageslichtversorgung sollte folgende Punkte beachtet werden:

- Tageslicht ist künstlichem Licht grundsätzlich vorzuziehen.
- Die Tagesbeleuchtung sollte in ihren Eigenschaften möglichst dem Außenlicht entsprechen. Der Verlauf des Tageslichtes sollte erlebbar sein (Fenster in zwei Richtungen)
- Schon beim Erwerb eines Grundstücks, bei der Planung eines Hauses oder zur Sanierung eines Hauses und bei der Einrichtung einer Wohnung, sind die örtlichen Lichtverhältnisse mit zu berücksichtigen. Dabei spielen neben dem natürlichen Lichtbedarf, die solaren Warmgewinne und der Sonnenschutz eine Rolle.
- Die Größe und Form der Fenster ist nach dem Lichtbedarf, der Ausrichtung der Räume, der Art und Farbe der Wände, Decken, Fußböden und Einrichtungsgegenstände, und der Lichtverhältnisse, zu bestimmen.
- In Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmern sollte täglich mindestens 3 Stunden Besonnung möglich sein. Wohn- und Kinderzimmer sollten deshalb nach Süden oder Westen, Schlafzimmer nach Süden oder Osten orientiert sein.
- Für Arbeitszimmer ist die Ostorientierung am besten.
- Die Nordseite sollte nur für nicht bewohnte Räume (Flur, Bad) vorgesehen werden.
- Die Fenster sollten keine zu hohe Brüstung haben.
- Fenster sollen sich öffnen lassen (Lüftung und direkte Besonnung).
- Um Blendungen zu vermeiden, sollte das Licht möglichst seitlich einfallen.
- Die Verglasung soll durchsichtig und das Tageslicht nur wenig verändern (kein gefärbtes oder mattes Glas)
- Die Tageslichtverhältnisse in Wohnräumen sind ausreichend, wenn sie zur Sommersonnenwende > 170 lx und zur Wintersonnenwende > 40 lx betragen.
- Vorhänge und Gardinen sparsam verwenden.
- Sonnenschutzgläser oder -folien an den Fenstern vermeiden und lieber Sonnenschutzvorrichtungen (Jalousien, Vorhänge) verwenden.
- Die Farbgestaltung der Räume sollte mit natürlichen Farben erfolgen.
- Durch Lichtumlenkung können tiefere Räume mit Tageslicht versorgt werden.
- Durch geeignete CAD- Programme können bei der Planung die Tageslichtzustände simuliert werden.

### 3. Die künstliche Beleuchtung in Gebäuden

Die Lichtversorgung in Gebäuden kann durch Tageslicht nicht vollständig gedeckt werden. Je nach Lichtbedarf, den vorhandenen Lichtverhältnissen und der Tageszeit, müssen die Räume in Gebäuden mit künstlichem Licht beleuchtet werden. Für Wohngebäude gibt es hierzu leider keine Vorschriften. Aus Studien geht hervor das 98 % der Arbeitsplätze mangelhaft beleuchtet werden. Nicht viel besser sieht es in den Wohnhäusern aus.

Lichtplaner sind in der Lage, für jede Situation die richtige Beleuchtung zu schaffen. Dabei werden aber meist die baubiologischen Forderungen bezüglich Elektromog nicht berücksichtigt.

Durch die Beleuchtung soll folgendes erreicht werden:

- Schaffung guter Sehbedingungen
- Verhütung von Unfällen
- Zum physischen und psychischen Wohlbefinden beitragen
- Akzente durch Beleuchtung, von z.B. Gegenständen, setzen
- Kein zusätzlicher Elektromog verursachend

Für eine optimale Beleuchtung sind von Bedeutung:

- Die Lichtfarbe und die Farbwiedergabeeigenschaften
- Das Beleuchtungsniveau und die Lichtverteilung
- Die Vermeidung von Blendung und Zwielicht
- Die Lichtrichtung und Schattigkeit

Trotz des heutigen technischen Niveaus bei der künstlichen Beleuchtung wird die Qualität und Quantität des Sonnenlichts nicht erreicht. Bei der Beleuchtung spricht man von der Allgemein- und der Zusatzbeleuchtung. Dabei soll die Allgemeinbeleuchtung den Raum übersichtlich ausleuchten. Zusatzleuchten haben spezielle Aufgaben, wie Beleuchtung des Arbeitsplatzes in der Küche, am Schreibtisch, zum Lesen usw.

Für die künstliche Beleuchtung spielt die Farbwiedergabe eine große Rolle. Entsprechend der Lichtfarbe gibt es hier Warmweiß, Neutralweiß und Tageslichtweiß. Die gängigsten Leuchtmittel entsprechen der Farbwiedergabestufe 1 A. Nur die Leuchtstofflampen sind in unterschiedlichen Farbwiedergabestufen erhältlich. Das künstliche Licht wird heute meist durch Leuchtkörper oder Leuchtmittel erzeugt, wobei sich der Begriff Lampen eingebürgert hat.

## Lampenarten

In Wohnhäuser werden folgende Leuchtmittel (Lampen) eingesetzt:

### Standard-Glühlampe

Diese Lampe gehört zu den ersten elektrisch betriebenen Lampen. Die Lampe besteht dabei aus einem mit Edelgas gefüllten Glaskolben und einer von Strom durchflossenen Glühwendel aus Wolfram. Die Glühwendel glüht dabei auf und leuchtet. Neben der Lichtenergie wird dabei meistens Wärmeenergie erzeugt. Das Lichtspektrum der Glühlampen entspricht etwa dem natürlichen Abendlicht und eignet sich deshalb besonders für eine gemütliche Beleuchtung. Von den Glühlampen werden, verglichen mit den anderen Leuchtmitteln, nur geringe elektrische und magnetische Wechselfelder (Elektrosmog) erzeugt. Nachteile sind der hohe Energieverbrauch und die kurze Lebensdauer.



### Niedervolt-Halogenglühlampe

Sie ist verwandt mit der Glühlampe. Statt aus Glas besteht der Kolben der Halogenglühlampe aus hoch schmelzendem reinen Quarz. Die Edelgasfüllung enthält noch eine geringe Menge des Halogens Brom (daher der Name), wodurch eine doppelte Leuchtleistung erzielt wird. Die Lebensdauer beträgt ca. des 3-fachen der Glühlampe. Die erforderliche Spannung wird durch Netztransformatoren erreicht, die eine Spannung von 6, 12 oder 24 Volt erzeugen.



Das Lichtspektrum ähnelt dem der Glühlampe, mit einem etwas geringeren Rot- und einem höheren Blauanteil, wodurch es dem Tageslicht nahe kommt. Vor den UV-Strahlen muss man sich durch einen entsprechenden Abstand schützen, meist sind aber Glasfilter vorhanden.

Ein Nachteil der Niedervolt-Halogenlampen sind die starken elektrischen und magnetischen Felder der Netztransformatoren. Es ist dabei auf einen ausreichenden Abstand ( $< 1\text{m}$ ) zu achten und in Schlafbereichen sollte man auf diese Lampen verzichten.

### 230-Volt-Halogenglühlampen (Hochvolthalogenlampen)

Sie entsprechen im Aufbau und der Leuchtleistung und des Lichtspektrums der Niedervolt-Halogenlampe. Diese Lampen werden aber mit der üblichen Spannung von 230 Volt betrieben, wodurch sie etwa 25 % mehr Strom verbrauchen und eine geringere Lebensdauer haben. Gegenüber der Glühbirne verbraucht sie ca. 25 % weniger Strom, wobei sie ebenfalls geringe elektrische und magnetische Felder erzeugt, dabei aber eine längere Lebensdauer hat. Für viele Einsatzzwecke ist sie deshalb die ideale Beleuchtung.

### Leuchtstofflampen

Diese Lampen werden häufig als Neon-Lampen bezeichnet, was aber falsch ist, da heutige Leuchtstofflampen nicht mit Neongas gefüllt sind. Neon-Lampen werden nur noch zu Reklamezwecken eingesetzt.

Leuchtstofflampen sind Entladungslampen, wobei Quecksilberdampf durch ein Vorschaltgerät mit Elektronenstößen angeregt wird und dabei UV-Strahlung abstrahlt. Vom Leuchtstoff an der Ummantelung der Lampe wird UV-Strahlung in sichtbares Licht umgewandelt. Die Vorteile dieser Lampenart liegen in ihrem geringen Stromverbrauch, der guten Lichtausbeute und der langen Lebensdauer.



Nachteile sind das unnatürliche Licht, das Flimmern, der höhere Elektrosmog und die problematische Entsorgung (Quecksilber, Kryptongas). Diese Lampen sollte man nur wenig oder für bestimmte Zwecke einsetzen.

## Vollspektrum-Lampen

Es handelt sich hier um spezielle Leuchtstofflampen, die ursprünglich in der medizinischen Lichttherapie eingesetzt wurden, aber heute auch für den häuslichen Gebrauch bestimmt sind. Gegenüber der normalen Leuchtstofflampe werden hier aufeinander abgestimmte Füllgase und Leuchtstoffe eingesetzt, wodurch man dem natürlichen Lichtspektrum, einschließlich der natürlichen UV-Strahlung, näher kommt. Sie haben eine 2-3-fach höhere Lebensdauer und sind energiesparend, aber erheblich teurer. Trotzdem sollten Vollspektrum-Lampen aufgrund des ausgeglicheneren Lichtspektrums den Leuchtstofflampen vorgezogen werden. In Punkto Elektromog sind diese Lampen aber nicht unproblematisch.

## Energiesparlampen

Die Energiesparlampen sind eine Weiterentwicklung der Leuchtstofflampe, wobei sie kompakt geformt und mit einem Schraubsockel versehen sind. Gegenüber der Glühbirne beträgt der realistische Energieverbrauch ca. 1/3, die Lebensdauer ist länger, der Preis ist aber höher. Ab einer durchschnittlichen Leuchtdauer von > 15 Minuten lohnt sich der Einsatz von Energiesparlampen. Den im Vergleich zur Glühlampe energetischen und wirtschaftlichen Vorteilen stehen ein weniger ausgewogenes Lichtspektrum, mehr Elektromog und die problematische Entsorgung gegenüber.



## Natriumdampf-Niederdrucklampe

Diese Lampen entsprechen im Aufbau und Funktion den Leuchtstofflampen, wobei hier Natriumdampf angeregt wird. Die Zündung erfolgt über eine zusätzliche Edelgasfüllung. Der Natriumdampf in der Lampe gibt sichtbares Licht ab, hat aber eine schlechte Farbwiedergabe. Die Lichtausbeute und die Lebensdauer sind hierbei recht hoch.

## Hochdrucklampen

Sie gibt es als Quecksilberdampf-, Natriumdampf- Hochdruck- und Halogen- Metallampflampen. Im Verhältnis zur Lichtausbeute haben diese Lampen einen niedrigen Energieverbrauch. Die Entsorgung ist aber problematisch.

Durch die lange Zündzeit und durch die lange Abkühlzeit bis zum Wiederzünden, sind diese Lampen nicht überall geeignet, nur bei langen Leuchtzeiten (Gewerbe usw.).



Für die meisten Einsatzzwecke unter Abwägung aller Vor- und Nachteile und vor allem unter Berücksichtigung der baubiologischen Kriterien bleibt die Glühbirne die beste Wahl. Wo es auf Energieeinsparung ankommt und die Lichtqualität nicht so wichtig ist, sollten Vollspektrumlampen mit elektronischem Vorschaltgerät verwendet werden.

Halogenlampen sollten zum Anstrahlen von Objekten genommen werden. Energiesparlampen sind in Bereichen mit langer Aufenthaltsdauer (Wohn- und Arbeitsbereich) sowie in Bereichen mit kurzen Leuchtzeiten (Treppenhaus) nicht zu empfehlen. Durch Kombinationen von Lampen mit unterschiedlichen Lichtverteilungen können tagesähnliche Wirkungen erzielt werden.

Nicht nur das Leuchtmittel ist für eine gute Beleuchtung wichtig sondern auch die Leuchte. Dabei sind nicht nur die Größe und die Form der Leuchten, sondern auch der Verwendungszweck, die Lichtverteilung und die Anordnung der Leuchten wichtig.

Für die Versorgung mit Kunstlicht sollte folgende Punkte beachtet werden:

- Tageslicht ist künstlichem Licht vorzuziehen.
- Künstliches Licht sollte immer als Ergänzung betrachtet und ihr Einsatz auf das notwendige Minimum reduziert werden.
- Durch Einhaltung des Tag- und Nachtrhythmus können die künstlichen Leuchtzeiten reduziert und damit Energie gespart werden.
- Lichtintensitäten an den Anforderungen anpassen, nicht zu dunkel, nicht zu hell.
- Entsprechend der Lichtrichtung die Möbel platzieren.
- Lampen unterschiedlicher Qualitäten, entsprechend der Anforderungen einsetzen.
- Für Räume mit langen Leuchtzeiten, aber kurzer Aufenthaltsdauer, sind Energiesparlampen angemessen.
- Halogenlampen im Schlafbereich meiden.
- Bei Verwendung von Leuchtstofflampen sollte für die Küche die Farbe „warmweiß“, im Büro die Farbe „neutralweiß“ oder „tageslichtweiß“ gewählt werden.
- Im Außenbereich Natriumdampf-Hochdrucklampen einsetzen, da sie Insekten nicht anziehen.
- Licht, Schatten und Kontrast sollten gezielt und im zusammenwirken eingesetzt werden.
- Es ist für ein blend- und reflexfreies Licht zu sorgen.
- Die Leuchten und Lampen sind aufeinander abzustimmen.
- Leuchten entsprechend der Umgebung und des Einsatzzweckes auswählen und auf Ästhetik achten.
- ***Der Energieverbrauch soll reduziert werden, aber nicht auf Kosten einer mangelhaften Ausleuchtung und einer gesundheitlichen Beeinträchtigung durch Elektrosmog.***
- Leuchten sollten eine dreiadrige Zuleitung und einen Schukostecker haben.
- Nicht geerdete Leuchten nachträglich erden.
- Energiesparlampen, Halogenlampen, Leuchtstofflampen und Dimmerschalter in Schlafräumen nicht verwenden (Elektrosmog).
- Entsorgung nur über den Sondermüll durchführen (außer Glühlampe)!
- Vor der Elektroinstallation ist die Beleuchtungsplanung durchzuführen.
- ***Zur Lichtplanung einen baubiologisch orientierten Lichtplaner oder Baubiologen hinzuziehen.***