
DIE (VERSTECKTEN) VORTEILE VON TAGESLICHTBELEUCHTUNG

Von: *Eloïse Sok*

Abstract / Kurzfassung:

Dieses White Paper bietet einen ganzheitlichen Überblick über die Vorteile von natürlichem Licht für Gesundheit und Wohlbefinden und seinen Nutzen in der Gebäudeplanung. Es basiert auf einer umfassenden Überprüfung der wissenschaftlichen Literatur zu den Auswirkungen von Licht und Tageslicht. Die wichtigsten Quellenangaben sind am Ende des Dokuments aufgeführt.

Inhalt

Natürliches Licht in der Architektur	2
Natürliches Licht und Gesundheit.....	3
Nicht-visuelle Wirkungen von Licht	3
Die Besonderheiten von natürlichem Licht	5
Die beobachteten Vorteile von Tageslicht in Gebäuden	7
Tageslicht, ein Hauptmerkmal im Gestaltungsprozess.....	8

Natürliches Licht in der Architektur

„Architektur ist das kunstvolle, korrekte und großartige Spiel der unter dem Licht versammelten Baukörper.“

Le Corbusier

Jahrhundertlang lebte der Mensch im Freien und braucht aufgrund seiner Evolution Sonnenlicht für Gesundheit und Wohlbefinden. Seit den Anfängen der Architektur hat der Mensch stets darauf geachtet, durch Öffnungen oder Fenster Tageslicht in Gebäude zu lassen. Von den ersten Höhlen mit ihren unbearbeiteten Öffnungen bis hin zu den wunderbaren, durch Buntglasfenster lichtdurchfluteten Kathedralen des Mittelalters spiegelt die Architekturgeschichte diese kontinuierliche Suche nach Tageslicht als primäre Lichtquelle für Gebäude wider.

Durch seine inhärente Dynamik und seine Variabilität in Richtung, Schattierung und Intensität spielt Tageslicht eine einzigartige Rolle für den Charakter und die Wirkung von Innenräumen. Durch Licht- und Schatteneffekte beeinflusst und betont das Tageslicht die Ästhetik und das Architektur Erlebnis eines Gebäudes. Selbst nach der Erfindung des Kunstlichts ist Tageslicht in der Gebäudeplanung ein unersetzliches künstlerisches Gestaltungsmittel geblieben.

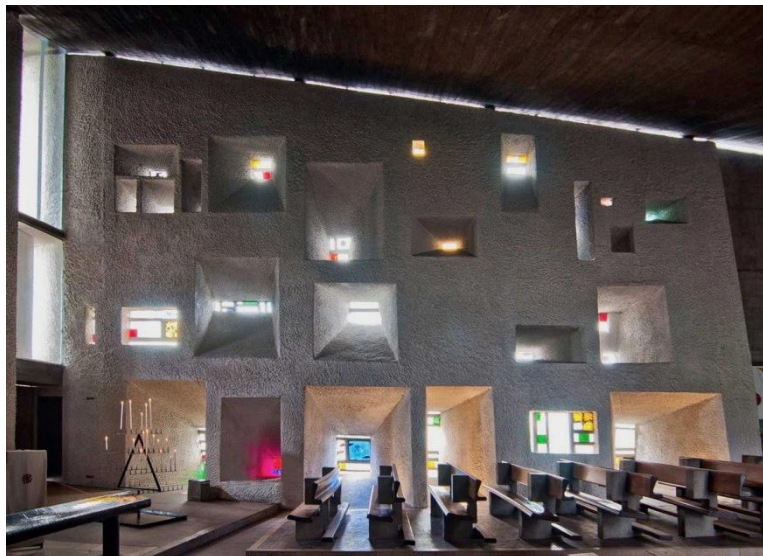


Abb. 1: Die nach Plänen von Le Corbusier erbaute Kapelle Notre-Dame-du-Haut im französischen Ronchamp wurde zu einem Symbol dieses großartigen Zusammenspiels zwischen Konstruktion, Form und Licht (Quelle: collinenotredameduhaut.com).

Natürliches Licht und Gesundheit

Licht besteht aus elektromagnetischen Wellen des sichtbaren Spektrums. Ohne Licht könnten wir die Welt nicht sehen und erfahren und Aufgaben nicht sicher ausführen. Doch Licht spielt in unserem Alltag eine Rolle, die über architektonische und visuelle Aspekte hinausgeht.

Nicht-visuelle Wirkungen von Licht

Die Wirkungen von Licht und insbesondere von Tageslicht auf die menschliche Gesundheit sind bereits seit einigen Jahren ein wichtiges Forschungsthema. Die Rolle des Lichts für das Sehvermögen ist heute hinreichend bekannt, und der Zusammenhang zwischen Tageslicht und Gesundheit ist wie unten dargestellt durch verschiedene empirische Studien gut belegt. Wissenschaftlicher beginnen jedoch erst seit Kurzem zu verstehen, wie sich das Licht aus physiologischer Sicht auf unseren Körper und unsere Psyche auswirkt.

Unsere Augen umfassen neben den normalen Fotorezeptoren (Stäbchen und Zapfen), die für das Sehvermögen wichtig sind, auch fotosensitive Ganglienzellen (ipRGC), die an mehreren nicht-bilderzeugenden Funktionen wie Aufmerksamkeit, Stimmung, Wahrnehmung etc. beteiligt sind (Bernson et al. 2002). Die Entdeckung dieser Zellen bereitete den Weg für das neue, aktive Forschungsgebiet der „nicht-visuellen Fotorezeption“ bzw. der „nicht-visuellen Wirkungen von Licht“.

Diese Zellen gehören zum Nucleus suprachiasmaticus (SCN) des Hypothalamus – dem Teil des Gehirns, der unsere innere Uhr ausmacht (Gooley et al, 2003). Diese innere Uhr (auch zirkadiane Uhr genannt, da sie ca. 24 Stunden umfasst) steuert zahlreiche physiologische Vorgänge wie Hormonwerte (z. B. Melatonin, Serotonin, Cortisol), Schlafrhythmus und -struktur, Körpertemperatur, kardiovaskuläre Funktionen etc. Die Wirkung von Licht auf die ipRGC-Zellen ermöglicht eine Synchronisierung der inneren Uhr und beeinflusst daher Schlaf, Aufmerksamkeit, Stimmung, Gedächtnis, kognitive Leistungen und selbst die Zellteilung (Gronfier, 2015).

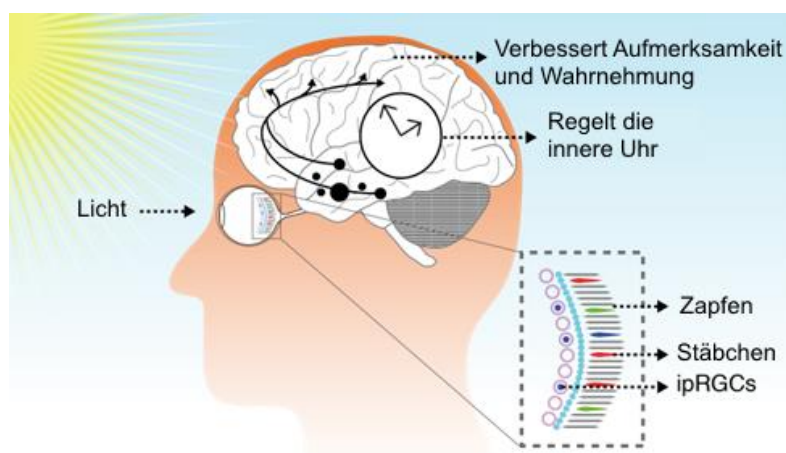


Abb. 3: Schematische Darstellung des zirkadianen Zeitsystems (Quelle: EPFL)

Die ipRGC-Zellen basieren auf dem Fotopigment Melanopsin, dessen spektrale Spitzenempfindlichkeit im Vergleich mit der üblichen visuellen Empfindlichkeit (~550 nm) zum blauen Ende des Spektrums hin (~460-480 nm) verschoben sind. Dies ist in Abbildung 2 dargestellt. Weiterhin hat man herausgefunden, dass diese Spitzenempfindlichkeit mit der Empfindlichkeit gegenüber Melatonin übereinstimmt (Brainard et al, 2011; Najjar et Gronfier, 2014). Daher hängen die oben beschriebenen Wirkungen des Lichts auf die nicht-visuellen Funktionen stark vom Lichtspektrum und insbesondere von der Menge an blauem Licht ab, das im Spektrum enthalten ist.

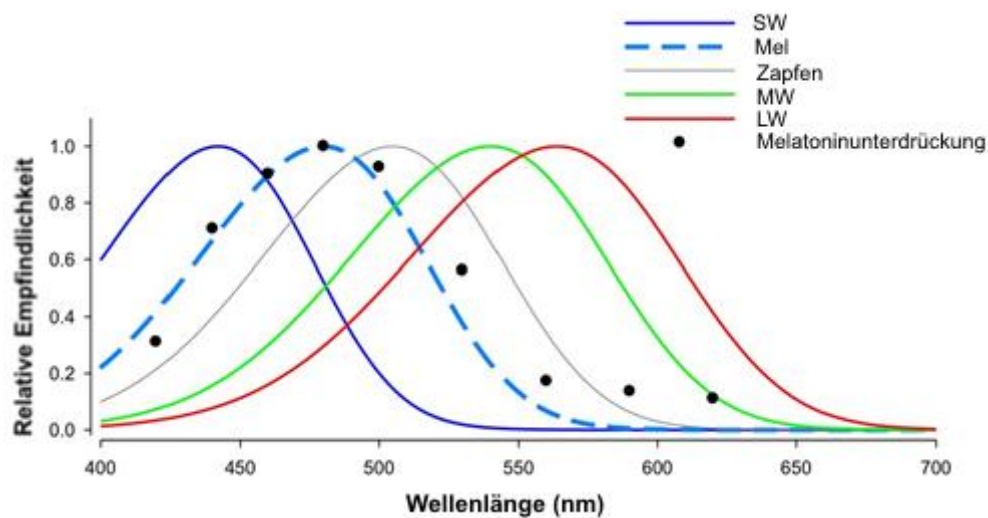


Abb. 4: Spektrale Empfindlichkeit der klassischen Fotorezeptoren (SW, MW, LW Stäbchen und Zapfen) und der nicht-klassischen Fotorezeptoren (Melanopsin: mel) beim Menschen (Quelle: Gronfier, 2015)

Doch der präzise Mechanismus für die Aktivierung dieser Zellen hängt neben der Wellenlänge auch von der Lichtintensität und -dauer sowie von der Expositionsdauer ab (Gronfier, 2015). Daher können ein Lichtmangel oder ungünstige Lichtbedingungen den Biorhythmus durcheinanderbringen, was kurz- oder langfristig zu verschiedenen Störungen führen kann. Zu diesen gehören zirkadiane Rhythmusstörungen, Auswirkungen auf das Gehirn (Schlafverlust, Müdigkeit...), zunehmende Häufigkeit gastrointestinaler Störungen, kardiovaskulärer Erkrankungen und Krebserkrankungen, Risiken psychischer Gesundheitsprobleme (Stress, Depressionen) sowie eine Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit (Veitch et al. 1996; Vandewalle et al. 2010; Munch et al. 2012; Beute et al. 2014). Solche Störungen wurden beispielsweise bei Nachtarbeitern beobachtet.

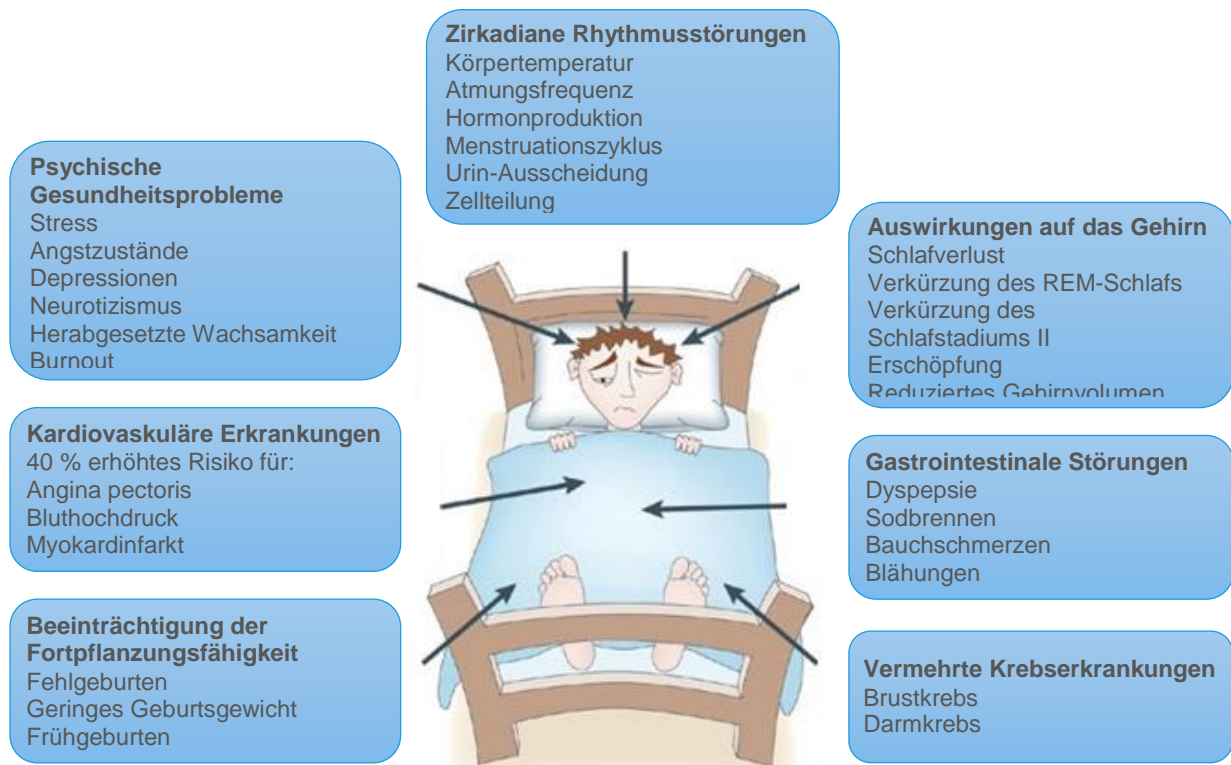


Abb. 5: Gesundheitliche Probleme durch zirkadiane Rhythmusstörung (Quelle: R.G. Foster et al, "the rhythm of rest and excess")

Die Entdeckung und das Verständnis dieser nicht-visuellen Auswirkungen haben die Beleuchtungs- und Gestaltungskriterien verändert. So veröffentlichte beispielsweise die Internationale Beleuchtungskommission mehrere Publikationen mit Richtlinien und ersten Empfehlungen zum „richtigen Licht zum richtigen Zeitpunkt“. In verschiedenen Forschungsarbeiten weltweit werden Kriterien und Metriken zur Beschreibung und Bewertung der nicht-visuellen Wirkungen des Lichts entwickelt.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass dieses Forschungsgebiet noch nicht „ausgereift“ ist. Daher sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, bevor nachdrückliche Empfehlungen mit quantitativen Werten abgegeben werden können, die zur Optimierung nicht-visueller Funktionen notwendig sind.

Die Besonderheiten von natürlichem Licht

Natürliches Licht besteht aus direktem Sonnenlicht und durch Wasser- und Staubpartikeln in der Luft gestreute Sonnenstrahlung. Es umfasst ein breites elektromagnetisches Spektrum mit hervorragenden Farbwiedergabeeigenschaften. Zudem variiert mit der Tages- und Jahreszeit seine Intensität, Richtung und Schattierung. Somit übermittelt es Informationen zu Tageszeit, Jahreszeit und Wetter, die zu unserem psychischen und sozialen Gleichgewicht beitragen. Durch seine Vielfalt und Universalität ist natürliches Licht für uns die bedeutendste Lichtquelle, so dass wir es Kunstlicht naturgemäß vorziehen (Beute, 2014).

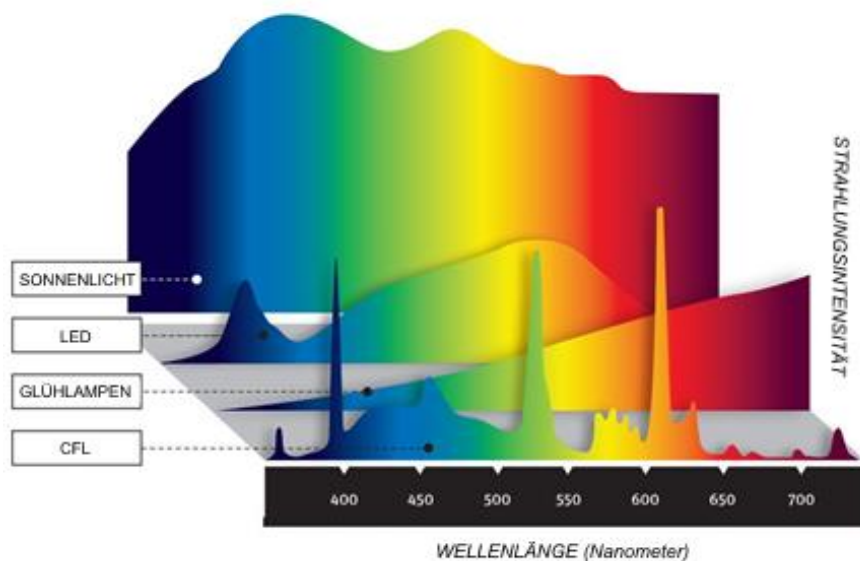


Abb. 6: Das Spektrum verschiedener Lichtquellen (Quelle: popularmechnik.com)

Zudem wird unter Berücksichtigung der oben genannten biologischen Mechanismen deutlich, warum Sonnenlicht stärker auf die Regulierung des zirkadianischen Rhythmus und die Aktivierung nicht-visueller Funktionen wirkt als Kunstlicht. Es bietet eine höhere Intensität (z. B. 10000 bis 10 000 Lux für Tageslicht, hingegen nur einige Hundert Lux oder Kunstlicht in Gebäuden); zudem ist sein Lichtspektrum viel reicher an kürzeren Wellenlängen (blau) als bei Kunstlicht. Anders ausgedrückt ist der Tag-/Nacht-Zyklus eines Sonnentags das stärkste Signal für unsere innere Uhr und die Anpassung des biologischen zirkadianischen Rhythmus (Léger et al, 2011).

Daher kann eine zu geringe Sonnenlicht-Exposition zu verschiedenen Krankheiten führen, beispielsweise zur saisonal-affektiven Störung, auch SAD (Seasonal Affective Disorder) genannt. Die saisonal-affektive Störung ist eine Krankheit, die durch die geringere Verfügbarkeit von Sonnenlicht und die Veränderung der Außenlichtverhältnisse im Winter bedingt ist. Zu den Symptomen gehören Antriebslosigkeit, Schläfrigkeit, Konzentrationsprobleme, Verschlafen, Ängste und depressive Verstimmungen. Heute ist bekannt, dass in Nordeuropa 12 Mio. Menschen an SAD leiden, in Großbritannien 2 Mio. und in den USA 11 Mio. Die genaue Ursache von SAD ist noch nicht vollständig bekannt, die Störung wird jedoch häufig auf die reduzierte Sonneneinstrahlung im Herbst und Winter zurückgeführt, die unsere innere Uhr beeinflusst. Bei nicht ausreichender oder unmöglicher Exposition gegenüber dem Sonnenlicht hat sich die Lichttherapie neben Psychotherapie und Medikamenten als wirksame Behandlung von SAD bewährt (Boubekri, 2008).

Die beobachteten Vorteile von Tageslicht in Gebäuden

Heute gibt es eine breite, ausführlich diskutierte Literatur, die die negativen Auswirkungen von Räumen mit wenig Tageslicht und ohne Sichtverbindung nach außen auf die Stimmung, die Zufriedenheit am Arbeitsplatz und die Gesundheit bzw. alternativ die Vorteile von Tageslicht und der dazugehörigen Sichtverbindung nach außen für die meisten Arten der Gebäudenutzung beschreibt. Diese Untersuchungen decken alle Gebäudenutzungsarten wie Krankenhäuser, Schulen, Büros und selbst Verkaufsräume ab.

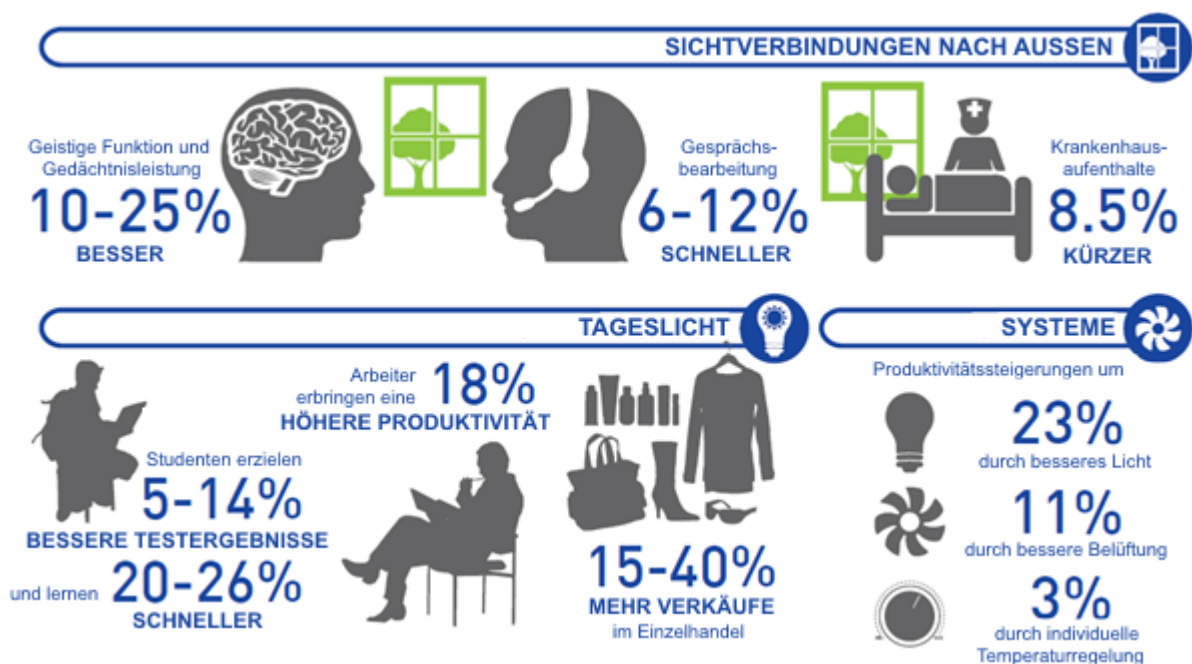


Abb. 7: Vorteile von Tageslicht und Sichtverbindung nach außen in verschiedenen Bereichen (Quelle: The business case for green building Report, WGBC, 2013)

Für Bürogebäude gibt es zahlreiche Belege, dass genügend Tageslicht für eine verbesserte Zufriedenheit am Arbeitsplatz sorgt, Stress und Fehlzeiten reduziert, die Schlafqualität und das gefühlte Wohlergehen verbessert und die Produktivität steigert (Finnegan et al, 1981, Ulrich, 2008; Elzeyadi, 2011; HMG, 2011; Human Spaces 2015; Chueng; Farley, 2001). In Krankenhäusern wurde beobachtet, dass Patienten in Räumen mit viel Tageslicht weniger schmerzlindernde Mittel benötigten (Walch, 2005, Ulrich, 1984) und die Genesung nach Depressionen und Operationen beschleunigt wurde (Edwards et al, 2002, Wilson, 1972, Benedetti, 2001). Für Schulen wurde nachgewiesen, dass Tageslicht und Ausblicke die Konzentration und Aufmerksamkeit der Schüler fördert, was zu einer höheren Aufnahmefähigkeit und besseren Testergebnissen führt (Boubekri, 2008, HMG, 2001, Elzeyadi, 2004, Maesano, 2015). Solche empirischen Studien gibt es in geringerem Umfang auch für Verkaufsräume. Sie zeigen, dass die Käufer in Räumen mit Tageslichtbeleuchtung länger verweilen,

mehr kaufen und sogar bereit sind, für das gleiche Produkt höhere Preise zu bezahlen (HMG, 2003, Terrapin Bright Green, 2012).

„Das uneingeschränkte Ergebnis meiner gesamten Erfahrung mit kranken Menschen lautet, dass sie außer frischer Luft am nötigsten Licht benötigen. Ein finsternes Zimmer ist ihnen nahezu eben so unzutraglich wie geschlossene Räume. Kranke Menschen brauchen nicht nur Licht, sondern unmittelbares Sonnenlicht.“

Florence Nightingale, 1860

Tageslicht, ein Hauptmerkmal im Gestaltungsprozess

Durch die Verbreitung des günstigen, leistungsstarken Kunstlichts am Ende des 19. Jahrhunderts wurde das Tageslicht in der Gebäudeplanung zunehmend vernachlässigt. Heute verbringen wir ca. 90 % unserer Zeit in geschlossenen Räumen mit Neonbeleuchtung und wenigen Sichtverbindungen nach außen. Eine neuere Studie zu Büroangestellten in über 16 Ländern ergab, dass natürliches Licht und Meerblick (oder allgemein der Blick auf die Natur) zu den Top Five der begehrtesten Merkmale von Büroumgebungen gehörten. In der gleichen Studie berichteten jedoch 47 % der Befragten, dass sie bei der Arbeit nicht über natürliches Licht verfügten und sich in den letzten drei Monaten gestresst fühlten (Human Spaces, 2015).

Durch die immer strengeren europäischen und weltweiten Vorgaben für die Energieeffizienz von Gebäuden gilt das kostenlose Tageslicht heute als großes Plus zur Reduzierung der Energienutzung in Gebäuden.

Zudem haben die neueren Forschungsergebnisse zu nicht-visuellen Wirkungen von Licht ein Bewusstsein für die Bedeutung von Tageslicht auf die menschliche Gesundheit geschaffen und Planer und Bauherren darin bestärkt, Tageslicht als wichtiges Gestaltungsmerkmal einzusetzen.



Abb. 7: Natürliches Licht als begehrtestes Merkmal von Büroräumen (Quelle: Human Spaces, 2014)

Einige europäische Länder wie Großbritannien und Frankreich haben bereits einen Tageslichtquotienten und Mindestanforderungen für Verglasungen in ihre nationalen Bauvorschriften aufgenommen. Seit 2016 wurde eine neue europäische Norm über Tageslicht in Gebäuden vorgeschlagen (prEN 17037:2016), die Mindestempfehlungen für die Tageslichtbedingungen in Innenräumen bestimmt. Zudem legt sie Metriken für die Auswertung der Tageslichtbedingungen fest und gibt Berechnungs- und Verifizierungsverfahren an. Die Anforderungen von Green-Building-Zertifizierungen wie LEED, BREEAM oder HQE umfassen ausnahmslos natürliches Licht und qualitativ hochwertige Sichtverbindungen nach außen. Die neueste WELL-Zertifizierung, die den Schwerpunkt auf das Wohlbefinden der Gebäudenutzer legt, geht noch weiter und nimmt ein „zirkadianes Lichtkonzept“ in die Kriterien auf, dessen Anforderungen auf melanopischer und nicht auf photopischer Lichtintensität beruhen.