



Ein Maximum an natürlichem Licht - Teil 1

Tageslichtnutzung in Gebäuden

DER NEUE FOKUS AUF Energieeffizienz und Aufenthaltsqualität bringt höhere Anforderungen an Gebäude mit sich. Die Tageslichtbeleuchtung erweist sich dabei als Schlüsselthema. Neue Systeme erweitern die Möglichkeiten in der Planung und fördern die Balance zwischen Lichttransparenz und Sonnenschutz.

Tageslicht ist wichtig für das Wohlbefinden von Menschen. In Gebäuden vermittelt es den Bezug zum Außenraum und ist im Gegensatz zu einer statischen Kunstlichtbeleuchtung erheblich dynamischer und damit stimulierender. Mit einer gut geplanten Tageslichtbeleuchtung können Innenräume attraktiv gestaltet und gute Sehbedingungen erreicht werden. Das fördert ermüdungsfreies, produktives und sicheres Arbeiten. So fordert die novellierte Arbeitsstättenverordnung eine ausreichende Beleuchtung von Arbeitsstätten mit Tageslicht. Doch bringt die Veränderlichkeit des Tageslichts auch Probleme mit sich – beispielsweise durch Blendung oder störende Helligkeitsunterschiede.

Die EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden bringt für Nichtwohngebäude ab 2006 die Anforderung, den Energiebedarf für Beleuchtung in Gebäudeenergiepässen auszuweisen. Tageslicht wird dann erstmals ein Faktor für die anzugebende Primärenergiekennzahl. Um Tageslicht intensiv zu nutzen, ist eine abgestimmte Gesamtlösung erforderlich: Raumproportionen, Fassade, Innenausbau, künstliche Beleuchtung sowie die Kontrolle der Tages- und Kunst-

lichtsysteme sind die entscheidenden Faktoren. Bereits mit dem Vorentwurf wird über das Potenzial der Tageslichtnutzung entschieden.

Neben der Energieeffizienz und der Ergonomie werden in letzter Zeit verstärkt auch gesundheitliche Aspekte der Beleuchtung diskutiert. Dabei geht es auch um den Biorhythmus und den Lichtbedarf von Menschen. Unter welchen Umständen werden beispielsweise hohe Leuchtdichten als störende Blendung empfunden? Solche und andere Fragen können mit Nutzerbefragungen in Testräumen geklärt werden, wie das Foto des Fraunhofer ISE auf dieser Seite zeigt. Die daraus abgeleiteten Modelle erlauben dem Planer die verlässliche Bewertung von Tageslichtsystemen.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit fördert das Verbundforschungsprojekt „Tageslichtnutzung in Gebäuden“. Die Weiterentwicklung von Tageslichtsystemen, Planungswerkzeugen und Beurteilungsmethoden sind Themen, die von den sechs Partnern aus Planung, Forschung und Baupraxis bearbeitet werden. Von dem Projekt gehen auch Impulse für die Normung aus – so beispielsweise für

die DIN V 18599-4, mit der der Energiebedarf für die Beleuchtung berechnet wird. Auch wurde ein neues Modell für die Bewertung von Blendung entwickelt, das die Tageslichtplanung unterstützt.

Tageslichtkonzept und die passende Planung

In Deutschland ist das Tageslichtangebot geprägt durch große saisonale Unterschiede im Beleuchtungsniveau. Daher müssen Lösungen entwickelt werden, die den Tageslichteinfall im Winter maximieren, im Sommer jedoch einen wirksamen Sonnenschutz garantieren. Außerdem dominieren in Mitteleuropa insbesondere im Winter bedeckte Himmelszustände, die Tageslichtstrategie ist hierauf abzustimmen. Systeme, welche direktes Sonnenlicht umlenken, können nur eine ergänzende Rolle spielen.

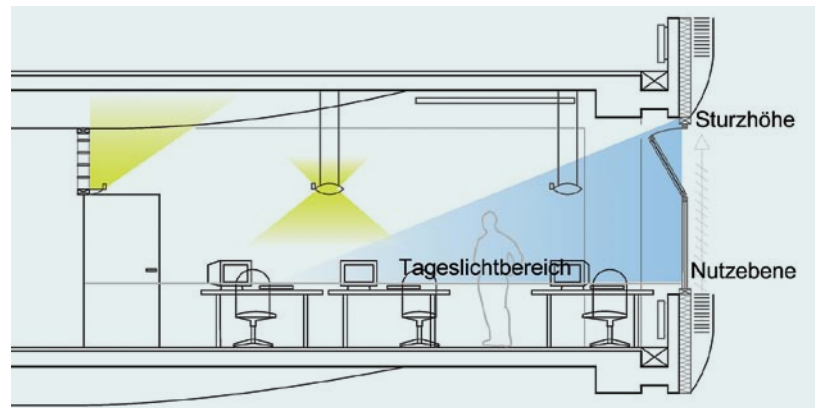
Neben der durch die tägliche und jährliche Sonnenwanderung verursachten Veränderung des Tageslichtangebots, kann sich das Tageslicht bei bewölktem Himmel auch abrupt ändern. Innovative Tageslicht- und Kontrollsysteme sorgen auch unter wechselnden Himmelszuständen für eine gleich bleibend gute Beleuchtung. Gebäude und Bäume schränken das Tageslichtangebot an den meisten Gebäudestandorten ein. Die Analyse der Verbauung hilft, die Baukörperorientierung und -anordnung, die Zuordnung von Nutzungen, die Tageslichtstrategie und die Auswahl von Tageslichtsystemen zu optimieren. Ausreichendes Tageslicht ist für uns Menschen wichtig - dies stellt besondere Anforderungen an die meisten Gebäude, besonders jedoch an Wohnbauten und an Gebäude, in denen sich Kinder und Jugendliche aufhalten. Aber auch die Besonnung von Freiflächen sollte beachtet werden.



Zweiseitige Beleuchtung eines Klassenraums im Bertolt-Brecht-Gymnasium in Dresden



Zweiseitig orientierter Klassenraum mit einem der Beleuchtung dienenden Oberlicht und einem dem Ausblick und der Beleuchtung dienenden Fenster in der Schule Charlottenburg in Berlin



Die erste Entwurfsphase ist besonders wichtig, denn hier besteht generell der größte Handlungsspielraum. Das gleiche gilt auch für die Tageslichtnutzung. Denn, es kann bereits im Vorentwurf eine zweiseitige Raumbeleuchtung oder die Beleuchtung über Atrien festgelegt werden. In der Ausführungsplanung ist der Handlungsspielraum dann auf die Anwendung von Tageslichtsystemen begrenzt, so dass man grundlegende Defizite des Entwurfs nicht mehr korrigieren kann. Daher sollte der zu erreichende Tageslicht-Standard am Anfang eines Vorhabens vereinbart werden. Nur so wird verhindert, dass konkurrierende Ziele, wie eine möglichst hohe Ausnutzung des Grundstücks, ohne Rücksicht auf die Tageslichtnutzung verfolgt werden. Damit eine mangelnde Kenntnis der tagelichttechnischen Zusammenhänge oder eine spätere Thematisierung der Tageslichtnutzung nicht zu Nachteilen führt, ist eine frühe Beratung durch Fachplaner sinnvoll.

Was ist somit im Planungsverlauf im Einzelnen zu beachten?

- Städtebau: Art und Dichte der Bebauung sowie die Baukörperorientierung soll den Tageslichtzutritt zu Gebäuden und Freiflächen ermöglichen.

- Vorentwurfsplanung: Das entwerfliche Konzept zur Versorgung der Nutzungsbereiche mit Tageslicht ist zu erarbeiten. Die Zuordnung von Nutzungen innerhalb des Gebäudes, die Proportionen von Räumen und die Größe und Lage von Öffnungen werden festgelegt, Funktion und Rolle von Tageslichtsystemen werden konzipiert.

- Entwurfs- und Ausführungsplanung: Detaillierte Ausarbeitung der Tageslichtbeleuchtung einschließlich der verwendeten Tageslichtsysteme und des Innenausbaus. Vollständige Systemintegration einschl. künstlicher Beleuchtung und Kontrollsysteme, Festlegen von Materialien, Auswahl von Produkten. Berechnen der Gesamtenergieeffizienz.

- Nutzungsbegleitend: Inbetriebnahme, Einregelung und Wartung, ggf. Sanierung.

Räume können ein- oder mehrseitig, mit Seiten- oder Oberlicht, über Außenfenster oder über angrenzende Gebäudbereiche mit Tageslicht versorgt werden. Bei der Beleuchtung durch Seitenlicht ist die Tiefe des Tageslichtbereichs abhängig von der Fensterhöhe über der Arbeitsfläche. Auch die zurzeit verfügbaren lichtlenkenden Tageslichtsysteme können diesen geometrischen Zusammenhang nicht grundsätzlich außer Kraft setzen. Allerdings können sie

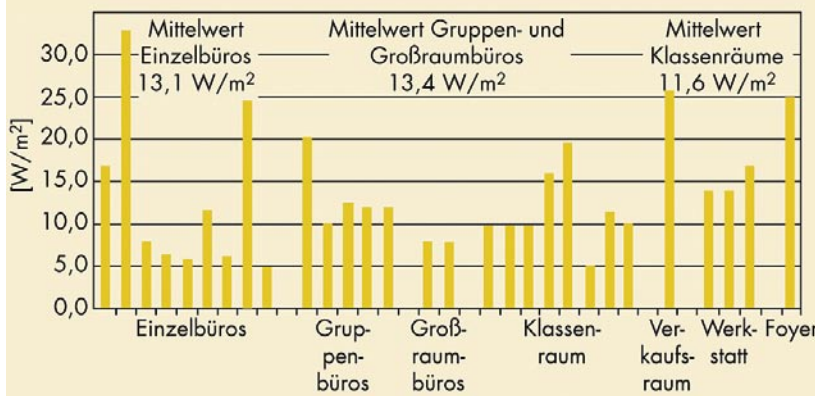
Gemäß DIN V 18599-4 beträgt die Tiefe des Tageslichtbereichs bei Seitenfenstern das 2,5-fache der Sturzhöhe über der Nutzenebene (Quelle: IBUS)

! Info

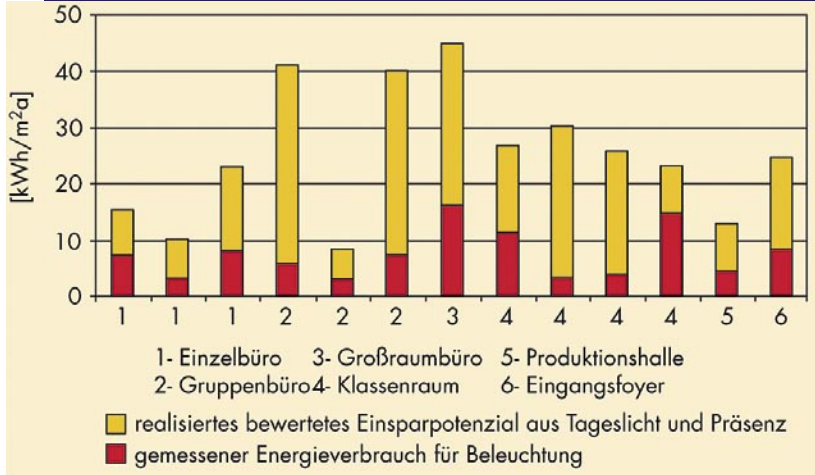
Tageslichtplanung

Die Planung der Tageslichtbeleuchtung ist elementarer Bestandteil des Planungs- und Bauprozesses – und zwar von Anfang an. Gerade in der frühen Entwurfsphase werden Entscheidungen getroffen, die für die spätere Qualität der Tageslichtbeleuchtung bestimmend sind. Schon bei den ersten konzeptionellen Überlegungen muss das Tageslicht eine Rolle spielen.

! Installierte Leistung für Beleuchtung in verschiedenen Projekten



! Energieverbrauch und realisiertes Einsparpotenzial aus Tageslicht



Defizite, beispielsweise den Einfluss der Verbauung, teilweise kompensieren.

Räume, die aus funktionalen Gründen eine große Tiefe benötigen und die mit Tageslicht beleuchtet werden sollen, müssen mehrseitig mit Tageslicht versorgt werden. Dabei kann die räumliche und funktionale Aufgabenteilung zwischen den Fassaden saisonal oder abhängig vom Himmelszustand variieren, der Ausblick ins Freie sollte jedoch immer möglich sein.

! Info

Bewertungsgrößen der Tagelichtbeleuchtung

Beleuchtungsstärke E [lux]:	Maß für die Leistung des auf eine Fläche fallenden Lichts.
Leuchtdichte [cd/m²]:	Maß für die Helligkeit einer Fläche
Tageslichtquotient [%] = Daylight Faktor (D):	Quotient der Beleuchtungsstärke am Messpunkt und bei der Beleuchtungsstärke unter freiem und bedecktem Himmel. In tageslichtbeleuchteten Räumen mit Seitenlicht anzustrebender Wert – D über 2 % In tageslichtbeleuchteten Räumen mit Oberlicht gem. DIN 5034 anzustrebender Wert – D größer 4 % jedoch kleiner 10 % Hinsichtlich der psychologischen Bedeutung des Tageslichts gem. DIN 5034 als ausreichend hell eingestuft Raum: In halber Raumtiefe bei einem Abstand von jeweils einem Meter von beiden Seitenwänden Mittelwert von D größer 0,9 %.
Relative Nutzungsdauer oder Tageslichtsautonomie:	Anteil der Zeit an der Betriebszeit während der eine Beleuchtungsaufgabe ausschließlich durch Tageslicht erfüllt wird.
Relative Nutzbelichtung:	Anteil des Tageslichts an dem zur Erfüllung der Beleuchtungsaufgabe benötigten Licht.



Beeinträchtigung durch Tageslichtsysteme. Ohne System oder mit Innen liegenden Vertikallamellen



Am Beispiel des Klassenraums im Bertolt-Brecht-Gymnasium in Dresden dient ein großes, nach Süden gerichtetes Fenster als Sichtverbindung ins Freie und versorgt den Großteil des Raumes mit Tageslicht. In der Raumtiefe wird es durch ein zweites, zu einem Atrium orientierten Fenster unterstützt. Dagegen zeigt die Abbildung des Klassenraums der Schule Charlottenburg, die Trennung beider Funktionen: Ein Licht streuendes Oberlicht versorgt einen großen Teil des Raumes mit Tageslicht, während ein zweites Fenster den Blick nach außen ermöglicht, jedoch aufgrund des Überstandes eines darüber liegenden Geschosses den Raum nicht ausreichend mit Tageslicht beleuchten kann. Oberlichter bieten die Möglichkeit, große Geschossflächen effektiv mit Tageslicht zu beleuchten. Innovative Tageslichtsysteme sind hier in der Lage, einen wirksamen Sonnenschutz mit den Anforderungen der Tageslichtbeleuchtung zu vereinen. Oberlichter ermöglichen aber keine Sichtverbindung ins Freie und sind daher in der Regel mit Fenstern zu kombinieren.

Quelle: IBUS

Fassadenkonzepte

Energie- und Tageslichtkonzepte sind eng mit der Konstruktionsart der Fassade verknüpft. Vorhangfassaden, Lochfassaden oder zweischalige Konstruktionen bieten für die Tageslicht- und Lüftungsstrategie grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten. Eine Grundentscheidung ist die Bestimmung des Öffnungsanteils der Fassade sowie der Lage der Öffnungen und deren Ausstattung mit Tageslichtsystemen. Diese Entscheidung sollte möglichst thermische und tageslichttechnische Gesichtspunkte optimal berücksichtigen. Da insbesondere der obere Flächenanteil des Fensters zur Beleuchtung in der Raumtiefe beiträgt, sollten zur Beleuchtung hoch liegende Fenster angestrebt werden. Für den Ausblick sind jedoch die Öffnungsanteile in Augenhöhe entscheidend. Getrennte Öffnungen für die zwei Funktionen können vorteilhaft sein. Tageslichtsysteme sollen helfen, die Beleuchtung mit Tageslicht und den Ausblick ins Freie auch unter veränderlichen Bedingungen im Außenraum zu bewahren. Die Hauptfunktionen von Tageslichtsystemen sind:

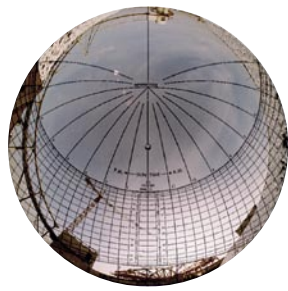
- Sonnenschutz
- Blendschutz
- Lichtlenkung

Die künstliche Beleuchtung sollte mit möglichst geringem Stromaufwand eine für die Nutzung optimale Beleuchtung bereitstellen. Verschiedene Maßnahmen setzen hier an: Ein hoher Direktanteil, helle Raumflächen, ein hoher Betriebswirkungsgrad der Leuchte und die Verwendung eines Leuchtmittels mit hoher Lichtausbeute. Auch ist der Bezug zur Anordnung der Arbeitsplätze wichtig – Arbeitsflächen erhalten mehr und Umgebungsflächen weniger Licht. Es gibt keine genormten Energieeffizienzklassen für Leuchten.

Deshalb bietet sich als Bewertungsgröße der Leuchteneffizienzfaktor (LEF) an. Der LEF ist das Produkt aus dem Betriebswirkungsgrad der Leuchte und der Lichtausbeute von Leuchtmittel und Betriebsgerät. Der LEF gibt den Lichtstrom an, den die Leuchte je Watt aufgenommener elektrischer Leistung abgibt. Die spezifische Leistung (in W/m^2) variiert für verschiedene Beleuchtungslösungen sehr stark – Unterschiede von bis zu 100% sind nicht ungewöhnlich. Eine energetische Optimierung ist daher wichtig.

Die relative Nutzbelichtung kann mit Computerprogrammen wie Adeline oder Daysim berechnet werden. Eine ungefähre Voraussage ist aufgrund der Höhe des Tageslichtquotienten möglich. Die DIN V 18599-4 bietet ein durchgängiges Verfahren zur Berechnung des Energiebedarfs für Beleuchtung an. Aufgrund des in der Normenreihe dargestellten Zusammenhangs mit dem Energiebedarf für Heizen und Kühlen, ist eine gesamtenergetische Bewertung von Beleuchtungslösungen möglich.

Die künstliche Beleuchtung kann ausgeschaltet bleiben, wenn genügend Tageslicht in die Räume gelangt. Reicht das Tageslichtangebot nicht aus, muss die künstliche Beleuchtung den fehlenden Lichtstrom liefern, sofern sich tatsächlich jemand im Raum aufhält. Mit geeigneter Regelungstechnik kann die elektrische Beleuchtung tageslicht und präsenzabhängig erfolgen. Gut geplante und einjustierte Kontrollsysteme können viel Energie einsparen, ohne dass sich der Lichtkomfort verschlechtert. In Räumen, die von einer Person genutzt werden, kann beispielsweise durch präsenzabhängiges Schalten viel eingespart werden, während das Potenzial in Räumen mit mehreren Menschen eher gering ist. Heutige Präsenzdetektoren sind deutlich zuverlässiger. Wichtig ist die exakte Position der Sensoren, weil deren Erfassungsbereich genau abgestimmt werden muss.



*Bild oben: Aufnahme der Verbauung, mit der geprüft wird, welcher Standort sich für einen Heliostaten eignet – wobei die Sonnenbahn eingeblendet ist.
Bild unten: Äußere Schicht einer zweischaligen Fassadenkonstruktion*

! Kontakt

Bine Informationsdienst

53129 Bonn
Tel. (02 28) 92 37 90
bine@fiz-karlsruhe.de
www.bine.info