

IBP-MITTEILUNG

521

40 (2013) NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE, KURZ GEFASST

Jan de Boer

AUFWANDSZAHLEN FÜR BELEUCHTUNGSSYSTEME

VERBESSERTE ENERGETISCHE TRANSPARENZ IN DER INNENRAUMBELEUCHTUNG

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
info@ibp.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley
Telefon +49 8024 643-0

Standort Kassel
Gottschalkstraße 28a, 34127 Kassel
Telefon +49 561 804-187e

www.ibp.fraunhofer.de

Gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen des Projektes: „Weiterentwicklung von Verfahren für die Bewertung der Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen im Rahmen der EnEV Methode einschließlich der Festlegung von Mindestanforderungen“.

Literatur

[1] de Boer, J.; Aydinli, S.; Cornelius, W.; Jakobiak, R.; Minnerup, J.; Schornick, D.; Wershoven, R.: Neue Effizienzkennzahlen für Beleuchtungssysteme in Gebäuden. Bauphysik Nr. 4, August 2011.

[2] IBP-Bericht WB160/2012 – Weiterentwicklung von Verfahren für die Bewertung der Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen im Rahmen der EnEV Methode einschl. der Festlegung von Mindestanforderungen.

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Nachdruck oder Verwendung von Textteilen oder Abbildungen nur mit unserer schriftlichen Genehmigung

EINLEITUNG

Effizienzkennzahlen und Bewertungsvorgehen sind von hoher Relevanz für die Planung und Umsetzung energetisch optimierter Beleuchtungsanlagen. In den letzten Jahren sind sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene integrale Ansätze (Tageslicht und Kunstlicht) zur Bewertung und zum Nachweis des Beleuchtungsenergiebedarfs entwickelt und in die Praxis eingeführt worden (DIN V 18599-4; EN 15193-1, EnEV). Das Aufkommen neuer Beleuchtungstechnologien, die Anforderung, die Energieströme in Beleuchtungsanlagen transparenter darstellen und im Einklang mit der Systematik anderer technischer Gewerke analysieren und optimieren zu können, erforderten die Entwicklung weiterer, neuer Effizienzkennzahlen.

Das Konzept der Aufwandszahlen, bisher im Bereich der Gebäudetechnik z. B. im Gewerk Heizung eingeführt, wurde nun auf die Bewertung der Innenraumbeleuchtung übertragen und bereits in der Neufassung der DIN V 18599-4 berücksichtigt. Somit wird zukünftig auch in der Beleuchtungstechnik eine Differenzierung nach Nutz- und Endenergie ermöglicht. Die Effizienz der Beleuchtungstechnik kann objektbezogen über die Aufwandszahl ausgewiesen werden.

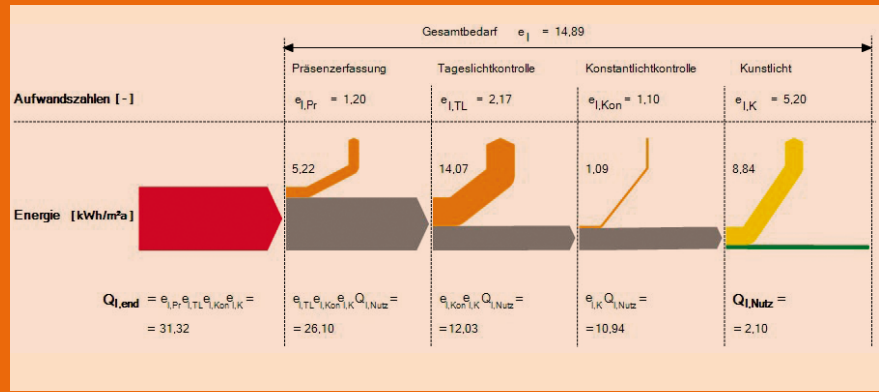
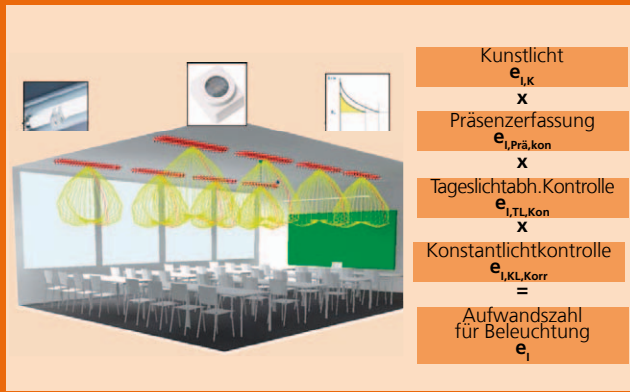
NUTZ- UND ENDENERGIE FÜR BELEUCHTUNG

Unter Nutzenergie wird generell die Energie verstanden, die der Verbraucher in der gewünschten Form aus einem Gerät bezieht (Antrieb, Wärme, Licht etc.). Für die Beleuchtung gilt somit: »Die Nutzenergie für die Beleuchtung $Q_{i,Nutz}$ ist das energetische Äquivalent des zur künstlichen Beleuchtung des Raumes auf der Grundlage von festgelegten beleuchtungstechnischen Anforderungen benötigten Lichtstroms gewichtet mit der effektiven Betriebszeit bei idealem Lichtmanagement (ideale Ausnutzung der Potentiale Abwesenheit, Tageslicht und Kompensation der Überdimensionierung aufgrund zu berücksichtigender Wartung der künstlichen Beleuchtungsanlage)«.

Die Nutzenergie für Beleuchtungszwecke $Q_{i,Nutz}$ umfasst alle Einflüsse, die nicht der Effizienz der Beleuchtungstechnik zuzurechnen sind:

Nutzung

- Anforderungen an die Sehaufgabe: Räume mit hohen Anforderungen an die Sehaufgabe weisen im allgemeinen höhere Wartungswerte der Beleuchtungsstärke und höhere Anforderungen an die Leuchtdichteverteilungen im Raum auf und haben damit höhere Werte $Q_{i,Nutz}$ als



1

2

Räume mit geringeren Anforderungen. $Q_{i,Nutz}$ ist damit abhängig von den Anforderungen an die Sehaufgaben, die z. B. in der DIN EN 12464-1 formuliert sind.

- Nutzungszeiten: Räume mit hohen Nutzungszeiten weisen im allgemeinen auf Grund der höheren effektiven Betriebszeit der Beleuchtungsanlage höhere Werte $Q_{i,Nutz}$ auf. Räume mit Nutzungszeiten vorwiegend zur Nachtzeit werden trotz ggf. vorhandener guter Tageslichtverhältnisse höhere Werte $Q_{i,Nutz}$ ausweisen als entsprechende Räume mit vorwiegender Tagnutzung.
- Relative Abwesenheit: Eine hohe relative Abwesenheit (d. h. die Nichtbelegung eines Raumes) wirkt sich senkend auf $Q_{i,Nutz}$ aus.
- Wartung von Beleuchtungsanlagen: Räume mit hohen Wartungsfaktoren, z. B. aufgrund einer geringen nutzungsbedingten Verschmutzung von Leuchten und Räumen, erfordern eine geringere Überdimensionierung der Neuinstallation von Beleuchtungsanlagen, daraus resultiert eine geringere Nutzenergie $Q_{i,Nutz}$.

Raumgeometrie

Kleine kompakte Räume erfordern aufgrund relativ höherer Lichtabsorption an den Raumumschließungsflächen höhere Lichtströme, um Anforderungen an die Beleuchtungsstärken und Leuchtdichten im Raum zu erfüllen und weisen damit höhere Werte $Q_{i,Nutz}$ auf als große, weite Räume.

Reflexionsgrade der Raumumschließungsflächen

Dunkle Räume erfordern höhere Lichtströme, um Anforderungen an die Beleuchtungsstärken und Leuchtdichten im Raum zu erfüllen und weisen damit höhere Werte $Q_{i,Nutz}$ auf als Räume mit hellen Raumumschließungsflächen.

Fassadengeometrie und -photometrie, Lage, Klima

Räume mit geringer Tageslichtversorgung bedingen höhere effektive Betriebszeiten und weisen damit höhere Werte $Q_{i,Nutz}$ auf als Räume mit guter Tageslichtversorgung. Die Endenergie für Beleuchtung $Q_{i,End}$ entspricht dann dem zur Deckung des Nutzenergiebedarfs für Beleuchtung rechnerisch aufgewendeten Bedarf am Energieträger, i. d. R. Strom.

AUFWANDSZAHL

Die Aufwandszahl für Beleuchtungszwecke setzt sich aus Teilaufwandszahlen für die beleuchtungstechnischen Systeme zusammen. Dies umfasst, wie in Bild 1 dargestellt, zum einen die Beleuchtungskontrolle in Abhängigkeit der Präsenz und der Tageslichtverhältnisse, zum anderen das künstliche Beleuchtungssystem. Letzteres lässt sich wiederum in die Teilaufwandszahlen für die Lichterzeugung, -verteilung und -übergabe separieren. Da Licht nicht pauschal energetisch zu bewerten ist, war die Festlegung einer Referenzbeleuchtung erforderlich. Diese fußt auf einer Referenzlichtausbeute von 140 lm/W und einer Referenzlichtstärkeverteilung (LVK) des Typs A 50. Die Referenzlichtausbeute entspricht der erwarteten zukünftigen Lichtausbeute

von Weißlicht-LEDs. Die LVK des Typs A 50 entspricht einer direkt strahlenden, energieeffizienten Beleuchtung, welche den Anforderungen der DIN EN 12464 »Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen« bei üblichen Raumsituationen genügt.

Beispielwerte

Teilaufwandszahlen für übliche künstliche Beleuchtungssysteme im Bürobereich variieren zwischen Werten von ca. 2 für effiziente Neuinstallationen bis oft größer 6 für Altanlagen. Werden Neuinstallationen mit entsprechenden Lichtmanagementsystemen ausgestattet, ergeben sich Gesamtaufwandszahlen von etwa 2,5; bei rein manuellem Betrieb von ca. 5. Für Altanlagen ohne Lichtmanagementkomponenten können sich durchaus Gesamtaufwandszahlen größer 10 einstellen. Die Abbildung 2 zeigt eine beispielhafte über die Aufwandszahlen definierte Energiestromdichte für ein Einzelbüro mit Altanlage.

BESTIMMUNG DER KENNZAHLEN

Sowohl die Nutzenergie als auch alle Aufwandszahlen lassen sich unmittelbar aus den vorliegenden Verfahrensparametern des Teils 4 der DIN V 18599 ermitteln.

Tabelle: Beispielwerte nach Raumtypen für Nutzenergie, Aufwandszahl und Endenergie.

Raumtyp	Beleuchtungssystem	Nutzenergie $Q_{i,Nutz}$ [kWh/m]	Aufwandszahl Beleuchtung e_i alt vs. neu	Faktor	Endenergie
Verkehrsfläche	alt	0,7	6,6	3,0	4,6
	neu	0,7	2,2		1,5
Einzelbüro	alt	2,1	14,9	6,6	31,3
	neu	2,1	2,3		4,7
Großraumbüro	alt	7,5	6,5	2,8	48,5
	neu	7,5	2,3		17,0
Turnhalle mit Oberlichtern	alt	0,4	40,2	10,1	16,1
	neu	0,4	4,0		1,6
Turnhalle ohne Oberlichter	alt	6,4	6,2	3,3	39,9
	neu	6,4	1,9		12,2
Klassenzimmer	alt	1,4	9,3	3,9	13,1
	neu	1,4	2,4		3,4

1 Darstellung der Ermittlung der Aufwandszahl für Beleuchtung e_i aus den Teilaufwandszahlen.

2 Beispielhafte Energiestromdarstellung für ein Einzelbüro mit einer Altanlage.