

DIN EN 15193-1

ICS 91.120.10; 91.140.99; 91.160.01

Ersatz für
DIN EN 15193-1:2017-10**Energetische Bewertung von Gebäuden –
Energetische Anforderungen an die Beleuchtung –
Teil 1: Spezifikationen, Modul M9;
Deutsche Fassung EN 15193-1:2017+A1:2021**

Energy performance of buildings –
Energy requirements for lighting –
Part 1: Specifications, Module M9;
German version EN 15193-1:2017+A1:2021

Performance énergétique des bâtiments –
Exigences énergétiques pour l'éclairage –
Partie 1: Spécifications, module M9;
Version allemande EN 15193-1:2017+A1:2021

Gesamtumfang 109 Seiten

DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL)
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15193-1:2017+A1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 058-00-20 AA „Energetische Bewertung der Lichttechnik in Gebäuden“ im DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL) verantwortlich.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15193-1:2017-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Liste in Abschnitt F.1 und Bild F.1 ersetzt;
- b) neuer Abschnitt F.5 „Tageslichtversorgungsfaktor für Fenster in Schrägdächern“ eingefügt;
- c) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 15193: 2008-01, 2008-03, 2017-10

Deutsche Fassung

Energetische Bewertung von Gebäuden —
Energetische Anforderungen an die Beleuchtung —
Teil 1: Spezifikationen, Modul M9

Energy performance of buildings —
Energy requirements for lighting —
Part 1: Specifications, Module M9

Performance énergétique des bâtiments —
Exigences énergétiques pour l'éclairage —
Partie 1: Spécifications, module M9

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. Februar 2017 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 4. Mai 2021 vom CEN angenommen wurde.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	12
4 Symbole und Abkürzungen	13
4.1 Symbole und Einheiten	13
4.2 Indizes	17
4.3 Abkürzungen	18
5 Kurze Beschreibung der Methode(n) und Rechenwege	18
5.1 Ergebnis der Methode 1 — Ausführliche Methode	18
5.2 Optionale Methoden	19
5.2.1 Methode 2 — Schnelle Berechnungsmethode	19
5.2.2 Methode 3 — Direktmessung	19
5.3 Auswahlkriterien zwischen den Methoden	20
6 Methode 1 — Berechnung der benötigten Energie für die Beleuchtung	20
6.1 Ausgabedaten	20
6.2 Berechnungszeitintervall und Berechnungsdauer	20
6.3 Eingangsdaten	21
6.3.1 Beleuchtungssystemdaten	21
6.3.2 Produktdaten	22
6.3.3 Systemplanungsdaten	23
6.3.4 Betriebsbedingungen	23
6.3.5 Konstanten und physikalische Daten	23
6.4 Berechnungsverfahren	23
6.4.1 Anwendbare Zeitschritte	23
6.4.2 Berechnung der Betriebsbedingungen	24
6.4.3 Beleuchtungsenergieberechnung	24
6.5 Aufwandszahlen für Beleuchtungssysteme	28
7 Methode 2 — Schnelle Berechnung der benötigten Energie für die Beleuchtung	31
7.1 Ausgabedaten	31
7.2 Berechnung der Zeitschritte	32
7.3 Eingangsdaten	32
7.3.1 Beleuchtungssystemdaten	32
7.3.2 Leuchtendaten	32
7.3.3 Systemplanungsdaten	32
7.3.4 Betriebsbedingungen	33
7.3.5 Konstanten und physikalische Daten	33
7.4 Berechnungsverfahren	33
7.4.1 Anwendbarer Zeitschritt	33
7.4.2 Berechnung der Betriebsbedingungen	33
7.4.3 Energieberechnung	33
7.5 Aufwandszahlen für Beleuchtungssysteme	37
8 Methode 3 — Gemessene zur Beleuchtung verwendete Energie	37

8.1	Ausgabedaten.....	37
8.2	Berechnung der Zeitschritte	38
8.3	Eingangsdaten	38
8.4	Berechnungsverfahren für die jährliche Energie.....	38
9	Qualitätskontrolle	38
9.1	Methode 1.....	38
9.2	Methode 2.....	39
9.3	Methode 3.....	39
10	Konformitätsprüfung.....	39
10.1	Allgemeines	39
10.2	Methode 1.....	39
10.3	Methode 2.....	39
10.4	Methode 3.....	39
Anhang A (normativ) Auswahl der Methode und Vorgabeeingangsdaten — Vorlage		40
A.1	Allgemeines	40
A.2	Systemplanungsdaten.....	41
A.2.1	Allgemeines	41
A.2.2	Standby-Energiedichte	41
A.2.3	Jahresbetriebsstunden.....	41
A.2.4	Tageslichtversorgungsfaktor für vertikale Fassaden	41
A.2.5	Tageslichtversorgungsfaktor für Dachoberlichter	41
A.2.6	Abwesenheitsfaktor (F_A) für Räume in verschiedenen Gebäudetypen.....	42
A.2.7	Beispiele für Konstantlichtfaktoren (F_C).....	42
A.2.8	Anschlussleistung für Wohngebäude.....	43
A.2.9	Nutzflächen in Wohngebäuden	43
Anhang B (informativ) Auswahl der Methode und Vorgabeeingangsdaten — Vorgegebene Auswahlmöglichkeiten.....		44
B.1	Allgemeines	44
B.2	Methode 1.....	45
B.2.1	Leuchtenbeschreibungsdaten.....	45
B.2.2	Tabellen mit leuchtentechnischen Daten.....	45
B.2.3	Systemplanungsdaten.....	45
B.3	Methode 2.....	45
B.3.1	Leuchtenbeschreibungsdaten.....	45
B.3.2	Tabellen mit leuchtentechnischen Daten.....	45
B.3.3	Systemplanungsdaten.....	45
B.4	Methode 3.....	51
Anhang C (normativ) Vereinfachte Methode für die Schätzung der Anschlussleistung.....		52
C.1	Allgemeines	52
C.2	Ermittlung der Anschlussleistung von Tertiärgebäuden	52
C.3	Bewertung der Anschlussleistung für Wohngebäude.....	55
Anhang D (normativ) Bewertung der Anschlussleistung für Beleuchtungssysteme in bestehenden Gebäuden.....		56
Anhang E (normativ) Einschätzung der Belegung.....		57
Anhang F (normativ) Tageslichtverfügbarkeit.....		62
F.1	Allgemeines	62
F.2	Gebäudezonierung: Bereiche mit Tageslichteinfall.....	64
F.3	Tageslichtversorgungsfaktor für vertikale Fassaden	67
F.3.1	Klassifizierung des Tageslichtquotienten	67
F.3.2	Tageslichtversorgungsfaktor	72
F.4	Tageslichtversorgungsfaktor für Dachoberlichter	83

F.4.1	Allgemeines	83
F.4.2	Tageslichtquotient	83
F.4.3	Tageslichtversorgungsfaktor	88
F.4.4	Relative Zeiten mit aktivierter und nicht aktivierter Verschattung für Dachoberlichter.....	90
F.4.5	Tageslichtversorgungsfaktoren als Funktion der Klassifizierung der Tageslichtverfügbarkeit.....	91
F.5	[A₁] Tageslichtversorgungsfaktor für Fenster in Schrägdächern [A₁]	94
F.6	Tageslichtabhängige Steuerungssysteme.....	96
F.7	Monatliches Bewertungsverfahren.....	98
F.8	Bestimmung der Tageszeit- und Nachtzeitstunden.....	99
F.9	Ausführliche Berechnung	101
F.10	Zusammenstellung von erforderlichen Eingangsdaten für die Tageslichtberechnung	102
Anhang G (normativ) Konstantlicht.....		103
G.1	Allgemeines	103
G.2	Konstantlichtfaktor (F_C)	103
G.3	System mit konstantem Lichtstrom (en: constant lumen output, CLO).....	104
Anhang H (normativ) Energieanforderungen an das Standby-System.....		105
H.1	Standby-Leistung der Notbeleuchtung (P_{em}).....	105
H.2	Leuchtensteuerung-Standby-Leistung (P_{pc}).....	105
Literaturhinweise.....		107

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 15193-1:2017+A1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2021 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2021-05-04.

Dieses Dokument ersetzt A1 EN 15193:2017 A1.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen A1 A1 angezeigt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben.

EN 15193 besteht unter dem allgemeinen Titel *Energetische Bewertung von Gebäuden — Energetische Anforderungen an die Beleuchtung*, aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Spezifikationen, Modul M9
- Teil 2: (Technischer Bericht) Erläuterung und Justierung von EN 15193-1, Modul M9

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Norm ist Teil einer Normenreihe mit dem Ziel der internationalen Angleichung der Methodik zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden, bezeichnet als „EPB-Normenpaket“.

Alle EPB-Normen folgen bestimmten Regeln, um Gesamtkonsistenz, Eindeutigkeit und Transparenz sicherzustellen.

Alle EPB-Normen bieten eine gewisse Flexibilität im Hinblick auf die Methoden, die erforderlichen Eingangsdaten und die Verweisungen auf andere EPB-Normen durch die Einführung einer normativen Vorlage in Anhang A und Anhang B mit informativen Standardauswahlmöglichkeiten.

Zur korrekten Anwendung dieser Norm ist eine normative Vorlage in Anhang A angegeben, die diese Auswahlmöglichkeiten spezifiziert. Informative Standardauswahlmöglichkeiten sind in Anhang B angegeben.

Zu den Hauptzielgruppen dieser Norm zählen alle Anwender des EPB-Normenpakets (z. B. Architekten, Ingenieure, Aufsichtsbehörden).

Verwendung bei oder durch Aufsichtsbehörden: Wird die Norm im Rahmen nationaler oder regionaler rechtlicher Bestimmungen angewandt, so dürfen auf nationaler oder regionaler Ebene für derart spezielle Anwendungen Auswahlmöglichkeiten vorgeschrieben werden. Diese Auswahlmöglichkeiten (entweder die informativen Standardauswahlmöglichkeiten aus Anhang B oder an nationale/regionale Bedürfnisse angepasste Auswahlmöglichkeiten, auf jeden Fall aber in Übereinstimmung mit der Vorlage in Anhang A) können als nationaler Anhang oder als separates (z. B. rechtliches) Dokument herausgegeben werden (nationales Datenblatt).

ANMERKUNG In diesem Fall also:

- bestimmen die Aufsichtsbehörden die Auswahlmöglichkeiten;
- wendet der einzelne Anwender die Norm zur Bewertung der Energieeffizienz eines Gebäudes an und verwendet dabei die von den Aufsichtsbehörden festgelegten Auswahlmöglichkeiten.

In dieser Norm behandelte Themen können öffentlichen Bestimmungen unterliegen. Die öffentlichen Bestimmungen für gleiche Themen können Vorrang vor den in Anhang B dieser Norm genannten Vorgabewerten haben. Die öffentlichen Bestimmungen für gleiche Themen können sogar für bestimmte Anwendungen Vorrang vor der Anwendung dieser Norm haben. Rechtliche Anforderungen und Auswahlmöglichkeiten werden im Allgemeinen nicht in Normen, sondern in Rechtsdokumenten veröffentlicht. Zur Vermeidung von Doppelpublikationen und einer schwierigen Aktualisierung doppelter Dokumente darf der nationale Anhang auf die rechtsgültigen Texte verweisen, wenn Behörden nationale Entscheidungen getroffen haben. Es kann verschiedene nationale Anhänge oder nationale Datenblätter für verschiedene Anwendungen geben.

Falls Vorgabewerte, Auswahlmöglichkeiten und Verweisungen auf andere EPB-Normen in Anhang B aufgrund von nationaler Bestimmungen, Richtlinien oder Traditionen nicht befolgt werden, wird erwartet, dass:

- nationale oder regionale Behörden Datenblätter erstellen, die die Auswahlmöglichkeiten und nationalen oder regionalen Werte entsprechend der Vorlage in Anhang A enthalten. In diesem Fall bezieht sich der nationale Anhang (z. B. NA) auf diesen Text;

- oder dass der nationale Normungsausschuss standardmäßig die Möglichkeit in Betracht zieht, einen nationalen Anhang in Abstimmung mit der Vorlage in Anhang A hinzuzufügen oder einzubinden, in Übereinstimmung mit den Gesetzesdokumenten, die nationale oder regionale Werte und Auswahlmöglichkeiten vorgeben.

Weitere Zielgruppen sind Parteien, die ihre Annahmen durch die Klassifizierung der Energieeffizienz von Gebäuden für einen bestimmten Baubestand begründen möchten.

Weitere Informationen sind in dem dieser Norm begleitenden Technischen Bericht (CEN/TR 15193-2 [5]) zu finden.

CEN/TC 169 befasst sich mit Licht und Beleuchtung und die vom Ausschuss erfassten Themen sind:

- Beleuchtungskriterien für Tätigkeiten im Inneren eines Gebäudes und im Freien;
- Photometrie von Beleuchtungssystemen;
- Beleuchtungsterminologie;
- Energieeffizienz von Beleuchtungssystemen.

Diese Norm legt drei Methoden zur Bewertung der Energieeffizienz von Beleuchtungssystemen fest.

Es ist äußerst wichtig, dass Gebäude mit einer richtigen Beleuchtung ausgestattet werden. Für die Grundsätze und die Verfahren in dieser Norm wird angenommen, dass das geplante und installierte Beleuchtungskonzept einer fachgerechten Beleuchtungsumsetzung gerecht wird. Für neue und sanierte Installationen in Tertiärgebäuden sollte die Planung des Beleuchtungssystems den Anforderungen der Beleuchtungsnormen EN 12464-1 für Arbeitsstätten in Innenräumen, EN 12193 für Sportstätten und EN 1838 für Notbeleuchtung entsprechen. Für Wohngebäude sollte das Beleuchtungssystem so ausgelegt sein, dass es den Anforderungen für Räume in Gebäuden entspricht. Eine Anleitung zu den Anforderungen wird im begleitenden Technischen Bericht (CEN/TR 15193-2 [5]) gegeben.

In dieser Norm wird außerdem davon ausgegangen, dass die Gebäude mit Tageslicht versorgt werden können, um die gesamte in den Räumen erforderliche Beleuchtung oder einen Teil davon zu liefern, und dass zusätzlich eine angemessene Menge an elektrischer Beleuchtung installiert ist, um für die erforderliche Beleuchtung zu sorgen, wenn es kein oder nur geringes Tageslicht gibt.

Diese Norm legt Methoden zur Einschätzung oder Messung des Energiebedarfs, der für die Beleuchtung in Gebäuden erforderlich ist oder verwendet wird, fest. Die Methode der getrennten Messung der für die Beleuchtung verwendeten Energie wird außerdem eine regelmäßige Rückmeldung über die Wirksamkeit der Beleuchtungssteuerung geben.

Die Methodik der energetischen Bewertung liefert nicht nur Werte für die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße (en: Lighting Energy Numeric Indicator, LENI), sondern liefert auch Eingangsgrößen mit Blick auf die Auswirkungen für Heiz- und Kühlleistung auf die kombinierte Kenngröße für die gesamte energetische Bewertung von Gebäuden.

Bild 1 gibt einen Überblick über die Methodik und den Ablauf der dazugehörigen Verfahren.

ANMERKUNG Die gestrichelte Linie in Bild 1, die die vorläufige jährliche LENI mit der ausführlichen Planung für die Beleuchtung verbindet, weist auf die erforderliche Nacharbeit bei der Planung mit einer ausführlichen Berechnung während des detaillierten Planungsablaufs für die Beleuchtung hin.

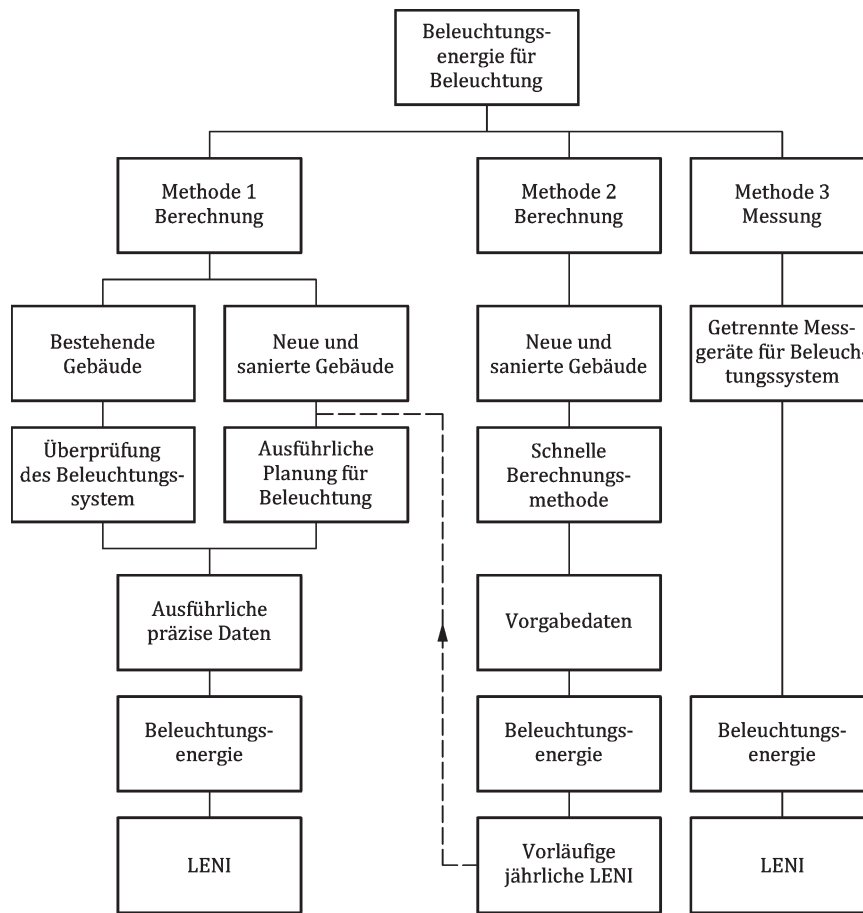


Bild 1 — Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Methoden zur Bestimmung des Energiebedarfs für die Beleuchtung

Diese Norm wurde während des ersten EPBD-Mandats entworfen und die erste Ausgabe wurde 2007 veröffentlicht.

Die Überarbeitung zur Aufnahme des zweiten Mandatspakets wurde in den Jahren von 2013 bis 2016 vorgenommen.

Die wichtigsten Änderungen sind:

- Erweiterung der Berechnungsmethoden,
- Aufnahme der Beleuchtung von Wohngebäuden,
- wesentliche redaktionelle Änderungen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Methodik zur Bewertung der Energieeffizienz von Beleuchtungssystemen zur Bereitstellung der allgemeinen Beleuchtung in Wohn- und Tertiärgebäuden fest sowie zur Berechnung oder Messung der Energiemenge, die zur Beleuchtung in Gebäuden erforderlich ist oder verwendet wird. Die Methode darf auf neue, bestehende oder sanierte Gebäude angewendet werden. Sie stellt auch eine Methodik (LENI) zur Messung der Energieeffizienz von Beleuchtungsinstallationen in Gebäuden bereit.

Diese Norm behandelt nicht die Beleuchtungsanforderungen, die Planung von Beleuchtungssystemen, die Planung von Beleuchtungsinstallationen, die Merkmale von Beleuchtungs-ausrüstung (Lampen, Vorschaltgerät und Leuchten) und die Systeme, die zur Display-Beleuchtung oder Schreibtischbeleuchtung verwendet werden, ebenso wenig wie Leuchten, die in Möbel integriert sind. Diese Norm stellt keine Verfahren zur dynamischen Simulation von Beleuchtungseinstellungen bereit.

Tabelle 1 stellt die relative Position dieser Norm innerhalb der EPB-Normenreihe im Kontext der in EN ISO 52000-1 dargelegten Modulstruktur dar.

ANMERKUNG Die gleiche Tabelle kann in CEN ISO/TR 52000-2 für jedes Modul, für die Anzahl der entsprechenden EPB-Normen und der beiliegenden Technischen Berichte, die veröffentlicht wurden oder in Vorbereitung sind, gefunden werden.

Die Module stellen die EPB-Normen dar, obwohl eine EPB-Norm für mehr als ein Modul stehen kann und ein Modul mehr als eine EPB-Norm enthalten kann, z. B. eine vereinfachte bzw. eine ausführliche Methode. Siehe auch Abschnitt 2.

Tabelle 1 — Position dieser Norm innerhalb der Modulstruktur der EPB-Normreihe

Untermodul	Ausführlich		Gebäude (als solches)		Technische Gebäudesysteme									
	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomatisierung und -steuerung	PV, Wind,...
Unter1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Allgemein		Allgemein		Allgemein									
2	Allgemeine Begriffe, Symbole, Einheiten und Indizes		Anforderungen an Energie in Gebäuden		Anforderungen							EN 15193-1	a	
3	Anwendungen		(freie) Innenbedingungen ohne Systeme		Maximallast und -leistung							EN 15193-1		

	Ausführlich		Gebäude (als solches)		Technische Gebäudesysteme									
Untermodule	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomatisierung und -steuerung	PV, Wind,...
Unter1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
4	Arten zur Darstellung von Energieeffizienz		Arten zur Darstellung von Energieeffizienz		Arten zur Darstellung von Energieeffizienz							EN 15193-1		
5	Gebäudekategorien und -grenzen		Wärmeübertragung durch Transmission		Emission und Steuerung							EN 15193-1		
6	Gebäudebelegung und Betriebsbedingungen		Wärmeübertragung durch Infiltration und Lüftung		Verteilung und Steuerung							EN 15193-1		
7	Gesamtheit von Energieversorgung und Energieträgern		interne Wärmegevinne		Speicherung und Steuerung									
8	Gebäudeaufteilung		Solarwärmegewinne		Erzeugung und Steuerung							EN 15193-1		
9	berechnete energiebezogene Leistung		Gebäudedynamik (thermische Masse)		Lastverteilung und Betriebsbedingungen									
10	gemessene energiebezogene Leistung		gemessene energiebezogene Leistung		gemessene energiebezogene Leistung							EN 15193-1		

	Ausführlich		Gebäude (als solches)		Technische Gebäudesysteme									
Untermodule	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomatisierung und -steuerung	PV, Wind,...
Unter1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
11	Inspektion		Inspektion		Inspektion							EN 15193-1		
12	Arten zur Darstellung von Innenkomfort				BMS									
13	äußere Umgebungsbedingungen													
14	ökonomische Berechnung													
^a Die grau schattierten Module gelten nicht.														

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1838, *Angewandte Lichttechnik — Notbeleuchtung*

EN 12193, *Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung*

EN 12464-1, *Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten — Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*

EN 12665, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*

EN 50470 (alle Teile), *Wechselstrom-Elektrizitätszähler*

EN 60598 (alle Teile), *Leuchten*

EN 62722-1, *Arbeitsweise von Leuchten — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 62722-1)*

EN ISO 52000-1:2017, *Energieeffizienz von Gebäuden — Festlegung zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden — Teil 1: Allgemeiner Rahmen und Verfahren (ISO 52000-1:2017)*

ISO 10916, *Calculation of the impact of daylight utilization on the net and final energy demand for lighting*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach EN ISO 52000-1 und EN 12665 und die folgenden Begriffe.

3.1

EPB-Norm

Norm, die den Anforderungen in EN ISO 52000-1, CEN/TS 16628 und CEN/TS 16629 entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: CEN/TS 16628 und CEN/TS 16629 beinhalten besondere Vorschriften zur Sicherstellung der Gesamtkonsistenz, Unzweideutigkeit, Transparenz und Flexibilität durch allgemeine Vorlagen. EN ISO 52000-1, die ausführliche EPB-Norm, ist für jede EPB-Norm notwendig, aufgrund der modularen Struktur, allgemeinen Begriffe, Symbole und Indizes, und weil sie den allgemeinen Rahmen für die EPB-Bewertung bildet.

[QUELLE: EN ISO 52000-1:2017]

3.2

Zeitschritt

t_s

Zeitraum, für den die Energie ermittelt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Gemessen in Stunde/Monat/Jahr.

3.3

Standby-Energie

Energie, die zur Akkumulatorladung benötigt wird und/oder die Energie, die für die Beleuchtungssteuerungen in der Zeit benötigt wird, in der die künstliche Beleuchtung ausgeschaltet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beleuchtungssteuerungen und Notfallbatterieladestromkreise werden nur dort in Erwägung gezogen, wo Strom über eine Leuchte bezogen wird.

3.4

Beleuchtungssteuerung

an die Leuchte angeschlossene Geräte, die die Lichtleistung regeln

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm werden Beleuchtungssteuerungen nur dort in Erwägung gezogen, wo Strom über eine Leuchte bezogen wird.

3.5

Beleuchtungssystem

Reihe von Lichtquellen und/oder Lampen, die mit Leuchten und/oder entsprechender Ausrüstung interagieren, um Lösungen zur Einhaltung der Anforderungen an Beleuchtungskörper einzuhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Beleuchtungssystem kann angewendet werden auf

- a) die Vorrichtung für (eine) bestimmte Sehaufgabe(n) unter vorgegebenen Bedingungen, unter Berücksichtigung weiterer Anforderungen wie menschliches Empfinden, Sicherheit, das Erscheinungsbild der näheren Umgebung und Energieverbrauch;
- b) die Vorrichtung für Aufgaben, an denen keine Menschen beteiligt sind, wie Pflanzenwachstum oder Tierzucht.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Beleuchtungssystem kann physikalische Komponenten, Kommunikationsprotokolle, Benutzerschnittstellen, Software und Netzwerke enthalten, um eine Zentralsteuerung und Überwachungsfunktionen zur Verfügung zu stellen.

3.6

Aufwandszahl

Kostenfaktor

Einsatzfaktor

Kontrollanzeige für die Energieeffizienz eines bestimmten Beleuchtungssystems im Vergleich zu einem Referenzsystem

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Symbole nach EN ISO 52000-1 und die in Tabelle 2 aufgeführten spezifischen Symbole.

Tabelle 2 — Symbole und Einheiten

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
A_{Ca}	Fläche der Rohbauöffnung des untersuchten Bereichs	m ²
A_D	tageslichtversorgter Teilbereich	m ²
a_D	Tiefe des tageslichtversorgten Bereichs	m
$a_{D,max}$	maximale Tiefe des tageslichtversorgten Bereichs	m
A_{Dj}	tageslichtversorgter Bereich	m ²
A_{FS}	verglaster Bereich einer Lichtkuppel oder eines Dachlichtbandes	m ²
$a_{In,At}$	Tiefe des Innenhofs oder Atriums	m
A_{ND}	Bereich, der nicht vom Tageslicht beleuchtet wird	m ²
A_{NDj}	Bereich ohne Tageslichtversorgung	m ²
A_{Rb}	verglaster Bereich eines Sägezahn-Dachoberlichts (en: shed rooflight)	m ²
A_S	Summe von Aufgabenbereichen im Raum	m ²
b_D	Breite des tageslichtversorgten Bereichs	m
$b_{In,At}$	Breite des Innenhofs oder Atriums	m
C_{we}	Minderungsfaktor zur Berücksichtigung von Wochenenden	—
D	Tageslichtquotient	%
D_a	Außentageslichtquotient	%
$D_{CA,j}$	Tageslichtquotient für Rohbauöffnung	%
D_{CA}	Tageslichtquotient bezogen auf die Rohbauöffnung	%
$\bar{D}_{SA}$	mittlerer Tageslichtquotient mit Dachoberlichtern, bei aktiviertem Sonnenschutz	%
$\bar{D}_{SNA}$	mittlerer Tageslichtquotient mit Dachoberlichtern, bei nicht aktiviertem Sonnenschutz	%
E_A	horizontale Außenbeleuchtungsstärke bei bedecktem Himmel	lx
E_F	Beleuchtungsstärke auf der äußeren Oberfläche des Dachoberlichts bei bedecktem Himmel	lx
e_L	Aufwandszahl für Beleuchtungssysteme	—
$e_{L,C}$	Teilaufwandszahl für Konstantlichtregelung	—
$e_{L,D}$	Teilaufwandszahl für tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung	—

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
$e_{L,ES}$	Teilaufwandszahl für das elektrische Beleuchtungssystem	—
$e_{L,ES,del}$	Teilaufwandszahl für Kunstlichtübergabe	—
$e_{L,ES,dis}$	Teilaufwandszahl für Kunstlichtverteilung	—
$e_{L,ES,gen}$	Teilaufwandszahl für Kunstlichterzeugung	—
$e_{L,O}$	Teilaufwandszahl für Präsenzerfassung	—
$\bar{E}_m$	Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx
E_{SUR}	Wartungswert der Beleuchtungsstärke in der unmittelbaren Umgebung des Aufgabenbereichs	lx
E_{task}	Wartungswert der Beleuchtungsstärke im Aufgabenbereich	lx
F	Teilbetriebsfaktor	—
F_A	Abwesenheitsfaktor	—
f_B	Faktor für Effizienz des Vorschaltgeräts	—
F_c	Konstantlichtfaktor	—
F_{CA}	Faktor für die verminderte Leistung des Bereichs	—
F_{cc}	Faktor für Effizienz der Konstantlichtregelung	—
F_D	Teilbetriebsfaktor Tageslicht	—
$F_{D,C}$	Beleuchtungssteuerungsfaktor	—
$F_{D,C,nj}$	tageslichtabhängiger Steuerungssystemfaktor für den untersuchten Bereich	—
$F_{D,j,i}$	Faktor für monatlichen Teilladungs-Tageslichtbetrieb	—
$F_{D,mth}$	monatlicher Teilbetriebsfaktor Tageslicht	—
$F_{D,n,j}$	Teilbetriebsfaktor Tageslicht für den untersuchten Bereich	—
$F_{D,S}$	Tageslichtversorgungsfaktor	—
$F_{D,S,j}$	Tageslichtversorgungsfaktor für eine vertikale Fassade	—
$F_{D,S,nj}$	Tageslichtversorgungsfaktor für den untersuchten Bereich	—
$F_{D,S,SA,j}$	Tageslichtversorgungsfaktor des Bereichs, wenn Sonnen- oder Blendschutz aktiviert ist	—
$F_{D,S,SNA,j}$	Tageslichtversorgungsfaktor des Bereichs, wenn Sonnen- oder Blendschutz nicht aktiviert ist	—
F_L	Faktor für Effizienz der Lichtquelle	—
F_{MF}	Korrekturfaktor für MF	—
F_o	Teilbetriebsfaktor Belegung	—
F_{oc}	Steuerungsfunktionsfaktor	—
F_u	Beleuchtungswirkungsgrad	—
F_{ue}	Beleuchtungswirkungsgrad zur Ermittlung der Nutzenergie	—
H_{dir}	Belichtung aus direkter Sonneneinstrahlung	lx s
H_{dir}/H_{glob}	Anteil für Klimacharakterisierung	—
H_{glob}	Belichtung aus globaler Sonneneinstrahlung	lx s
h_{Li}	Höhe des Fenstersturzes über dem Fußboden	m
$h_{lm,At}$	Höhe des Innenhofs oder Atriums vom Boden bis zum Dach	m

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
h_m	Montagehöhe der Leuchte	m
h_R	Abstand zwischen Arbeitsebene und Decke	m
h_{Rj}	Abstand zwischen Boden und Deckenhöhe in einem Bereich mit Dachoberlichtern	m
h_{Ta}	Höhe des Aufgabenbereichs über dem Fußboden	m
$I_{RD,j}$	Raumtiefenindex des untersuchten Bereichs	—
$I_{Sh,GDF}$	Korrekturfaktor für Glasdoppelfassaden des untersuchten Bereichs	—
$I_{Sh,hA}$	Korrekturfaktor für horizontale Auskragung des untersuchten Bereichs	—
$I_{Sh,j}$	Verbauungsindex des untersuchten Bereichs	—
$I_{Sh,lsh}$	Korrekturfaktor für lineare Verbauung des untersuchten Bereichs	—
$I_{Sh,ln,At}$	Korrekturfaktor für die Verbauung von Innenhöfen und Atrien des untersuchten Bereichs	—
$I_{Sh,vA}$	Korrekturfaktor für seitliche Verbauung des untersuchten Bereichs	—
$I_{Sh,vf}$	Korrekturfaktor für vertikale Auskragung	—
$I_{Tr,j}$	Transparenzindex im untersuchten Bereich	—
J_i	Tag des Monats	—
k	Raumindex	—
k_1	Minderungsfaktor für Rahmen oder Versprossung	—
k_2	Minderungsfaktor für die Verschmutzung der Verglasung	—
k_3	Minderungsfaktor für nicht vertikalen Lichteinfall auf die Verglasung	—
$k_{Obl,1}$	Minderungsfaktor für Rahmen oder Versprossung in Dachoberlichtern	—
$k_{Obl,2}$	Minderungsfaktor für Verschmutzung der Verglasung von Dachoberlichtern	—
$k_{Obl,3}$	Minderungsfaktor für nicht vertikalen Lichteinfall auf die Dachoberlichtverglasung	—
$k_{Sh,GDF,1}$	Minderungsfaktor für Rahmen oder Versprossung einer Glasdoppelfassade	—
$k_{Sh,GDF,2}$	Minderungsfaktor für Verschmutzung der Verglasung der Glasdoppelfassade	—
$k_{Sh,GDF,3}$	Minderungsfaktor für nicht vertikalen Lichteinfall auf die Fassadenverglasung	—
$k_{Sh,ln,At,1}$	Minderungsfaktor für Rahmen oder Versprossung der Atriumfassade	—
$k_{Sh,ln,At,2}$	Minderungsfaktor für Verschmutzung der Verglasung der Atriumfassade	—
$k_{Sh,ln,At,3}$	Minderungsfaktor für nicht vertikalen Lichteinfall auf die Atriumfassade	—
L_{80}	Zeitraum, in dem x % des gemessenen Anfangslichtstroms beibehalten wird	h
L_R	Länge des Raums	m
N_i	Anzahl der Tage im entsprechenden Monat	d
P_{ci}	Leuchtensteuerungs-Standby-Leistung	W
P_e	elektrische Bewertungsleistungsdichte zur Ermittlung der Nutzenergie	W/m ²
P_{ei}	Standby-Leistung der Notbeleuchtung	W
P_{em}	gesamte Standby Ladeleistung der Notbeleuchtung	W

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
P_i	Eingangsleistung der Leuchte	W
P_j	Leistungsdichte des Bereichs	W/m ²
$P_{j,lx}$	Leistungsdichte je Lux	W/lm
$P_{\max}$	maximale Eingangsleistung der Leuchte mit dem entnommenen Wert vom Ende des Wartungszyklus der Lichtquelle	W
$P_{\min}$	minimale Eingangsleistung der Leuchte mit dem entnommenen Wert vom Beginn des Wartungszyklus der Lichtquelle	W
P_n	Gesamtanschlussleistung von n Leuchten für die Beleuchtung	W
P_{pc}	Gesamtsteuerungs-Standby-Leistung	W
$t_{as,i}$	Nutzungszeit nach Sonnenuntergang	h
$t_{bs,i}$	Nutzungszeit vor Sonnenaufgang	h
t_D	Tageslichtzeit	h
t_{Day}	monatliche Tageslichtzeitstunden	h
$t_{\text{Day},nj}$	Betriebszeit des Beleuchtungssystems im tageslichtversorgten Bereich j zur Tagzeit	h
T_e	nur Akkumulatorladezeit	h
$t_{\text{eff},\text{Day},nj}$	effektive Betriebszeit des Beleuchtungssystems im tageslichtversorgten Bereich j zur Tagzeit	h
$t_{\text{end},i}$	Zeitpunkt des Endes der Nutzung	Echtzeit in h
T_{eq}	Zeitunterschied zwischen sichtbarer Sonnenzeit und mittlerer Sonnenzeit (Zeitgleichung)	h
t_N	tageslichtlose Zeit	h
t_{Night}	monatliche Nachtzeitstunden	h
$t_{\text{rel},D,SA,j}$	relativer Anteil der Gesamtbetriebsdauer, während derer der Sonnen- oder Blendschutz aktiviert ist	h
$t_{\text{rel},D,SNA,j}$	relativer Anteil der Gesamtbetriebsdauer, während derer Sonnen- oder Blendschutz nicht aktiviert ist	h
T_s	Zeitschritt	Stunde / Monat / Jahr
t_{SA}	Zeit, in der der Sonnen- oder Blendschutz aktiviert ist	h
t_{SNA}	Zeit, in der der Sonnen- oder Blendschutz nicht aktiviert ist	h
$t_{\text{start},i}$	Zeitpunkt des Beginns der Nutzung	Echtzeit in h
$t_{\text{sunrise},i}$	Zeit des Sonnenaufgangs	Echtzeit in h
$t_{\text{sunset},i}$	Zeit des Sonnenuntergangs	Echtzeit in h
T_{tot}	Gesamtbetriebsstunden	h
T_y	Jahresbetriebsstunden	h
$v_{\text{month},j}$	Faktor für monatliche Verteilung	—
W_{az}	jährlich benötigte Energie für die Beleuchtung eines Bereichs oder einer Zone	kWh/Jahr
W_i	Lichtschachtindex	—
$W_{L,t}$	Gesamtenergie für Beleuchtung	kWh
W_{mt}	gemessene Energie	kWh

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
W_{nd}	benötigte Energie für Beleuchtung	kWh
$W_{p,t}$	Gesamt-Standby-Energie	kWh
W_{pc}	Standby-Energiedichte für automatische Beleuchtungssteuerungen der Leuchte im Jahr	kWh/(m ² Jahr)
W_{pe}	Standby-Energiedichte zur Akkumulatorladung von Notfallleuchten im Jahr	kWh/(m ² Jahr)
w_R	Breite des Raums	m
W_t	Energie je Zeitschritt	kWh / t_s
W_{US}	verbrauchte Energie für Beleuchtung	kWh
γ	Breitengrad	Grad
$\gamma_{Sh,lsh}$	Verbauungshöhenwinkel	Grad
$\gamma_{Sh,hf}$	horizontaler Verbauungswinkel aufgrund horizontaler Auskragung	Grad
$\gamma_{Sh,vf}$	vertikaler Verbauungswinkel aufgrund vertikaler Auskragung	Grad
δ	Deklination der Sonne	Grad
$\Delta F_{D,S,j}$	Differenz des Tageslichtversorgungsfaktoren	
η_L	Lampenwirkungsgrad (Wirkungsgrad der Lichtquelle)	lm/W
η_{LB}	Betriebswirkungsgrad der eingesetzten Leuchte	—
η_R	Raumwirkungsgrad	—
ρ_C	Reflexionsgrad der Decke	—
ρ_F	Reflexionsgrad des Bodens	—
ρ_W	Reflexionsgrad der Wände	—
$\tau_{D65,SA}$	Lichttransmissionsgrad der lichtstreuenden Dachverglasung mit aktiviertem Sonnenschutz	—
$\tau_{D65,SNA}$	Lichttransmissionsgrad der Fassadenverglasung für vertikalen Lichteinfall	—
τ_{eff}	effektiver Lichttransmissionswirkungsgrad	—
$\tau_{eff,SNA,j}$	effektiver Lichttransmissionsgrad der Fassadenverglasung, wenn der Sonnen- oder Blendschutz nicht aktiviert ist	—
$\tau_{Sh,GDF,D65}$	Lichttransmissionsgrad der äußeren Verglasungsebene der Glasdoppelfassade	—
$\tau_{Sh,ln,At,D65}$	Lichttransmissionsgrad der Atriumverglasung	—
φ	Längengrad	Grad
ω_i	Stundenwinkel	Grad

4.2 Indizes

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Indizes nach EN ISO 52000-1 und die in Tabelle 3 aufgelisteten Indizes.

Tabelle 3 — Indizes

<i>i</i>	relevantes Element im untersuchten Bereich oder Monatsnummer, 1 – 12				
<i>j</i>	relevante Fläche im untersuchten Bereich				

4.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Abkürzungen nach EN ISO 52000-1 und die in Tabelle 4 aufgelisteten spezifischen Abkürzungen.

Tabelle 4 — Abkürzungen

Symbol	Größenbezeichnung	Einheit
LENI	numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für ein Gebäude	kWh/(m ² Jahr)
LENI _{sub}	numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für einen Bereich	kWh/(m ² Jahr)
LLMF	Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor	—
LMF	Leuchten-Wartungsfaktor	—
LSF	Lampenlebensdauerfaktor	—
MF	Wartungsfaktor	—
RSMF	Raumoberflächen-Wartungsfaktor	—

5 Kurze Beschreibung der Methode(n) und Rechenwege

5.1 Ergebnis der Methode 1 — Ausführliche Methode

Diese Methode behandelt die Berechnung der Energieanforderungen an Beleuchtungssysteme in Wohn- und Tertiärgebäuden, bei denen eine umfassende Beleuchtungsplanung vorgenommen wurde. Diese Berechnungsmethode ist während der Planung von neuen oder sanierten Gebäuden und für die Bewertung von bestehenden Gebäuden geeignet.

Bei dieser Methode muss das Ergebnis in Kilowattstunden je Zeitschritt für das Gebäude ausgedrückt werden. Der Ergebniswert muss für den berücksichtigten Zeitschritt auf Quadratmeter der Nutzfläche normiert werden, um die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für einen Bereich (LENI_{sub}) anzugeben. Entspricht der Zeitschritt einem Jahr, ist das die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für ein Gebäude (LENI).

Der Zeitschritt für das Ergebnis kann sein:

- jährlich;
- monatlich; oder
- stündlich;

entsprechend dem Zeitschritt der Eingangsdaten.

5.2 Optionale Methoden

5.2.1 Methode 2 — Schnelle Berechnungsmethode

Diese Methode behandelt die Berechnung der Energieanforderungen an Beleuchtungssysteme für Wohn- und Tertiärgebäude, bei denen keine umfassende Beleuchtungsplanung vorgenommen wurde. Diese Methode verwendet das Schnellverfahren und die Vorgabewerte zur Berechnung und das Ergebnis sind die geplanten Energiewerte.

Das Ergebnis der Methode muss in Kilowattstunden je Jahr für das Gebäude ausgedrückt werden. Dieser jährliche Ergebniswert muss auf Quadratmeter der Nutzfläche normiert werden, um die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für ein Gebäude (LENI) anzugeben.

Der Zeitschritt für das Ergebnis muss jährlich sein.

Diese Methode ist nur für die Konzeptphase der Planung von neuen oder sanierten Gebäuden geeignet.

5.2.2 Methode 3 — Direktmessung

Diese Methode behandelt die direkte Messung der vom Beleuchtungssystem in Wohn- und Tertiärgebäuden verbrauchten Energie durch isolierte direkte Erfassung. Diese Methode gibt den wahren Wert der vom Beleuchtungssystem verbrauchten Energie wieder und kann dazu verwendet werden, die mit den Berechnungsverfahren erhaltenen Werte zu überprüfen.

Das Ergebnis der Methode muss in Kilowattstunden je Zeitschritt für das Gebäude ausgedrückt werden. Der jährliche Ergebniswert muss auf Quadratmeter der Nutzfläche normiert werden, um die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für ein Gebäude (LENI) anzugeben.

Der Zeitschritt für das Ergebnis kann sein:

- jährlich;
- monatlich; oder
- stündlich;

entsprechend dem Zeitschritt der Eingangsdaten.

Diese Methode ist bei bestehenden Gebäuden geeignet, bei denen der Beleuchtungskreis ausreichend isoliert ist, um eine getrennte Messung zu ermöglichen.

Diese Methode wird für Gebäude mit Einrichtungen für eine getrennte Messung der elektrischen Energie angewendet, die für die Beleuchtung im Gebäude aufgewendet wurde. Diese Messung kann wahlweise durch ein Gebäude-Managementsystem (en: building management system, BMS) durchgeführt werden.

Die berechnete oder gemessene jährliche Energie, die zur Beleuchtung benötigt wird, kann auf eine Flächeneinheit normiert werden, um die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für ein Gebäude (LENI) zu ermitteln. LENI bietet ein vergleichbares Maß zur energetischen Bewertung der Beleuchtungsinstallation in den Gebäuden. Wenn das Ergebnis für andere Zeitschritte erhalten wurde, muss es auf die Flächeneinheit normiert werden, um die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für einen Bereich ($LENI_{sub}$) anzugeben.

5.3 Auswahlkriterien zwischen den Methoden

Diese Norm bietet Berechnungsmethoden mit verschiedenen Genauigkeitsgraden für die Anschlussleistung, die Abschätzung der Belegung und die Tageslichtverfügbarkeit.

Methode 1 stellt die genaueste Berechnungsmethode dar und beruht auf einer ausführlichen Konzipierung eines Beleuchtungssystems als Hauptbestandteil der Energieberechnung.

Methode 2 stellt eine schnelle Abschätzung für Vorentwurfsberechnungen dar und verwendet Vorgabewerte. Vorgabewerte sind in Anhang B zu finden, aber diese dürfen durch national festgelegte Werte, für die es Vorlagen in Anhang A gibt, ersetzt werden.

Methode 3 stellt die genauesten Beleuchtungsinformationen über den Energieverbrauch bereit, kann aber erst verwendet werden, nachdem das Gebäude gebaut und in Betrieb genommen worden ist. Diese Methode kann auch mit dem BMS des Gebäudes verbunden werden, um für eine ständige intelligente Energiemessung zu sorgen.

Für die richtige Anwendung dieser Norm muss die Auswahl zwischen den Methoden nach den verfügbaren Daten und der erforderlichen Genauigkeit getroffen werden.

ANMERKUNG Die Vorgabedatenvorlage ist nötig, reicht aber nicht aus, um konsistente Daten sicherzustellen. Insbesondere für die Anwendung innerhalb des Kontextes von EU-Richtlinien kann die ausgewählte Methode in nationale Gesetzesanforderungen umgesetzt werden.

6 Methode 1 — Berechnung der benötigten Energie für die Beleuchtung

6.1 Ausgabedaten

Die Ausgabedaten dieser Methode sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5 — Ausgabedaten dieser Methode:

Beschreibung	Symbol	Einheit	beabsichtigtes Zielmodul
festgelegter Zeitschritt	t_s	Stunde/Monat/Jahr	alle
verbrauchte Energie für Beleuchtung in Bereichen oder Zonen	W_t	kWh/ t_s	M2-7
Addition der jährlichen Energie für die elektrische Beleuchtung im Gebäude	W	kWh/Jahr	M1-9

Die Kenngröße LENI ist die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für die flächennormalisierte jährliche Energie, die zur Beleuchtung im Gebäude benötigt wird [kWh/(m² Jahr)]. Der aus Methode 1 resultierende LENI-Wert stellt den am genauesten berechneten LENI-Wert dar.

6.2 Berechnungszeitintervall und Berechnungsdauer

- jährlich - verwendet für 8 760 h;
- monatlich - verwendet für durchschnittlich 730 h;
- stündlich - verwendet für (monatlich / 730).

ANMERKUNG 1 Stehen weitere genaue Daten über Belegung und Tageslicht für stündliche Zeitintervalle zur Verfügung, dann können diese Daten verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Eine näherungsweise Methode für stündliche Zeitintervalle zur Einschätzung des Energiebedarfs oder Energieverbrauchs für die Beleuchtung wird in CEN/TR 15193-2:2017, Anhang P, bereitgestellt. Der Wert W_L , der durch Gleichung (P.4) erhalten wird, wird auch als spezifische interne Wärmeströmungsrate aufgrund von Beleuchtung, mit dem Symbol $q_{\text{int},L}$, in den Modulen M1-9, M2-7 und M4-3 der EPB-Normen bezeichnet.

6.3 Eingangsdaten

6.3.1 Beleuchtungssystemdaten

6.3.1.1 Allgemeines

Für die ausführliche Berechnung muss die Energieschätzung auf dem elektrischen Beleuchtungssystem basieren, das die Beleuchtung in Übereinstimmung mit den Anforderungen an Tertiärgebäude für die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen nach EN 12464-1, für die Beleuchtung von Sportstätten nach EN 12193 und für Notbeleuchtung nach EN 1838 liefert. Für Wohngebäude, siehe die Empfehlungen in CEN/TR 15193-2 für die Beleuchtungskriterien.

Es ist wichtig, dass die Beleuchtungslösung für alle Gebäude aus Tageslicht, sofern vorhanden, und künstlichem Licht kombiniert sein muss, um alle Anforderungen nach EN 12464-1 und/oder EN 12193 sowie die allgemeinen und spezifischen Beleuchtungskriterien für die Plätze in den Gebäuden zu erfüllen.

6.3.1.2 Beleuchtungssystem neuer oder sanierter Gebäude

Der Prozess zur Konzipierung des elektrischen Beleuchtungssystems für alle Räume und Zonen im Gebäude muss als Ergebnis den erforderlichen Typ und die Anzahl der Leuchten ergeben; diese müssen im Beleuchtungskonzept aufgelistet werden.

ANMERKUNG Der umfassende Prozess der Beleuchtungssystemplanung ist nicht Teil dieser Norm.

Die Beleuchtungssystemplanung muss die folgenden Eingangsdaten und Details für jeden Raum und jede Zone des Gebäudes vorgeben:

- die Typen der Leuchten, die durch einen einmaligen Produktreferenzcode identifiziert werden;
- die Mengen jedes spezifischen Typs von Leuchten;
- die Steuerungstechnik und Gerätetypen;
- der im Entwurf angenommene Wartungsfaktor (en: maintenance factor, MF).

Alle Leuchten, die zur Verwendung aufgelistet werden, müssen die Anforderungen nach EN 60598 erfüllen.

6.3.1.3 Beleuchtungssystem für bestehende Gebäude

Das Beleuchtungssystem muss überprüft werden, um folgende Eingangsdaten und Details für jeden Raum und jede Zone des Gebäudes vorzugeben:

- die Typen der Leuchten, die durch einen einmaligen Produktreferenzcode identifiziert werden;
- die Mengen jedes spezifischen Typs von Leuchten;
- die Steuerungstechnik und Gerätetypen;
- der im Wartungsplan definierte Wartungsfaktor.

6.3.2 Produktdaten

6.3.2.1 Allgemeines

Wo die ausführliche Methode verwendet wird, müssen die folgenden Daten für jeden im Produktplan gegebenen Produkttyp (d. h. Leuchtentyp) spezifiziert werden (Tabelle 6 bis Tabelle 9):

Tabelle 6 — Ermittlung der Leuchte

Code	Beschreibung

Tabelle 7 — Eingangsleistung der Leuchte (P_i)

Code	Leistung (W)

Tabelle 8 — Leuchtensteuerung-Standby-Leistung (P_{ci})

Code	Leistung (W)

Tabelle 9 — Leuchtennotfall-Standby-Leistung (P_{ei})

Code	Leistung (W)

Im Fall von bestehenden Gebäuden, bei denen keine Leuchtendaten des Herstellers vorhanden sind, muss die in Anhang D beschriebene Methode verwendet werden, um den Wert der maximalen Eingangsleistung der Leuchten zu erhalten.

ANMERKUNG In dieser Norm bedeutet Produkt Lichtquellen und/oder Beleuchtungssteuerungen und/oder Notfallbatterieladestromkreise, wo Strom über eine Leuchte bezogen wird.

6.3.2.2 Leuchtenbeschreibungsdaten (qualitativ)

Die Leuchtenbeschreibungsdaten müssen die Leuchtenmerkmale und die Funktionsmöglichkeiten hinsichtlich Dimmsteuerung, eingebauter Sensoren und Notbeleuchtungseinrichtungen angeben.

6.3.2.3 Leuchtentechnische Daten

Die leuchtentechnischen Daten nach Tabelle 6 bis Tabelle 9 müssen die Werte sein, die vom Hersteller entsprechend den zertifizierten Messungen angegeben werden, die nach den relevanten Produktnormen durchgeführt werden. Sind keine vom Hersteller angegebenen Standby-Energiedichtewerte vorhanden, werden im informativen Anhang B Vorgabewerte angegeben.

Die angegebenen Werte werden bei Normreferenzprüfbedingungen angegeben. Die angegebenen Werte müssen entsprechend den tatsächlichen Betriebsbedingungen angeglichen werden. Diese Anpassung ist Teil des Berechnungsverfahrens. Dies gilt für die Normprüfwerte und die Feldmessungen.

6.3.3 Systemplanungsdaten

Berechnungen müssen für jeden Bereich einer Zone oder für jedes Gebäude erfolgen, um die installierte Beleuchtungsleistung, P_n , P_{em} und P_{pc} , zu ermitteln, und, um den Einfluss der Belegung, des Tageslichts und über Planungs- / Wartungsfaktoren auf die Beleuchtungssteuerung abzuschätzen, indem die Werte für die Teilbetriebsfaktoren F_o , F_D und F_c bestimmt werden. Diese müssen wie in Tabelle 10 gezeigt dargestellt werden.

Tabelle 10 — Systemplanungsdaten

Bereichscode	F_o	F_D	F_c	P_n	P_{em}	P_{pc}

Bei Technologien mit eingebauten Lichtabgabekapazitäten, die in Systemen mit Konstantlicht benutzt werden, muss der F_c -Wert auf der in G.3 beschriebenen Methode basieren.

6.3.4 Betriebsbedingungen

Die Betriebsbedingungen für das Beleuchtungssystem sind in der Planung des Beleuchtungssystems festgelegt, um die Beleuchtungsanforderungen an die Aufgaben oder Tätigkeiten in einer Zone oder einem Gebäude zu erfüllen. Das elektrische Beleuchtungssystem muss so geplant werden, dass alle relevanten Beleuchtungskriterien erfüllt werden, und das System muss durch Steuerungen geführt werden. Die Steuerungen müssen manuell oder automatisch bedient werden. Details über Steuerungstypen, ihrer Bedienung und Effektivität sind in CEN/TR 15193-2 aufgeführt.

Darüber hinaus müssen die Belegungs- und Tätigkeitsmuster definiert werden, damit die Bewertung von t_D und t_N für jeden Bereich einer Zone oder eines Gebäudes vorgenommen werden kann. Diese müssen wie in Tabelle 11 gezeigt dargestellt werden.

Tabelle 11 — Betriebsbedingungszeiten

Bereichscode	t_D	t_N

6.3.5 Konstanten und physikalische Daten

Jahresbetriebsstunden (t_v) – definiert als 8 760 h.

6.4 Berechnungsverfahren

6.4.1 Anwendbare Zeitschritte

- jährlich;
- monatlich; oder
- stündlich.

ANMERKUNG Dynamische Effekte werden nicht ausdrücklich berücksichtigt, da es keine wesentlichen Zeitkonstanten gibt. Dieses Verfahren ist für dynamische Simulationen nicht geeignet.

6.4.2 Berechnung der Betriebsbedingungen

Vorgabewerte von t_D und t_N sind in Anhang B, Tabelle B.2, zu finden.

6.4.3 Beleuchtungsenergieberechnung

6.4.3.1 Allgemeines

Die Berechnungsmethode 1 für die Beleuchtungsenergie ist in Bild 2 dargestellt.

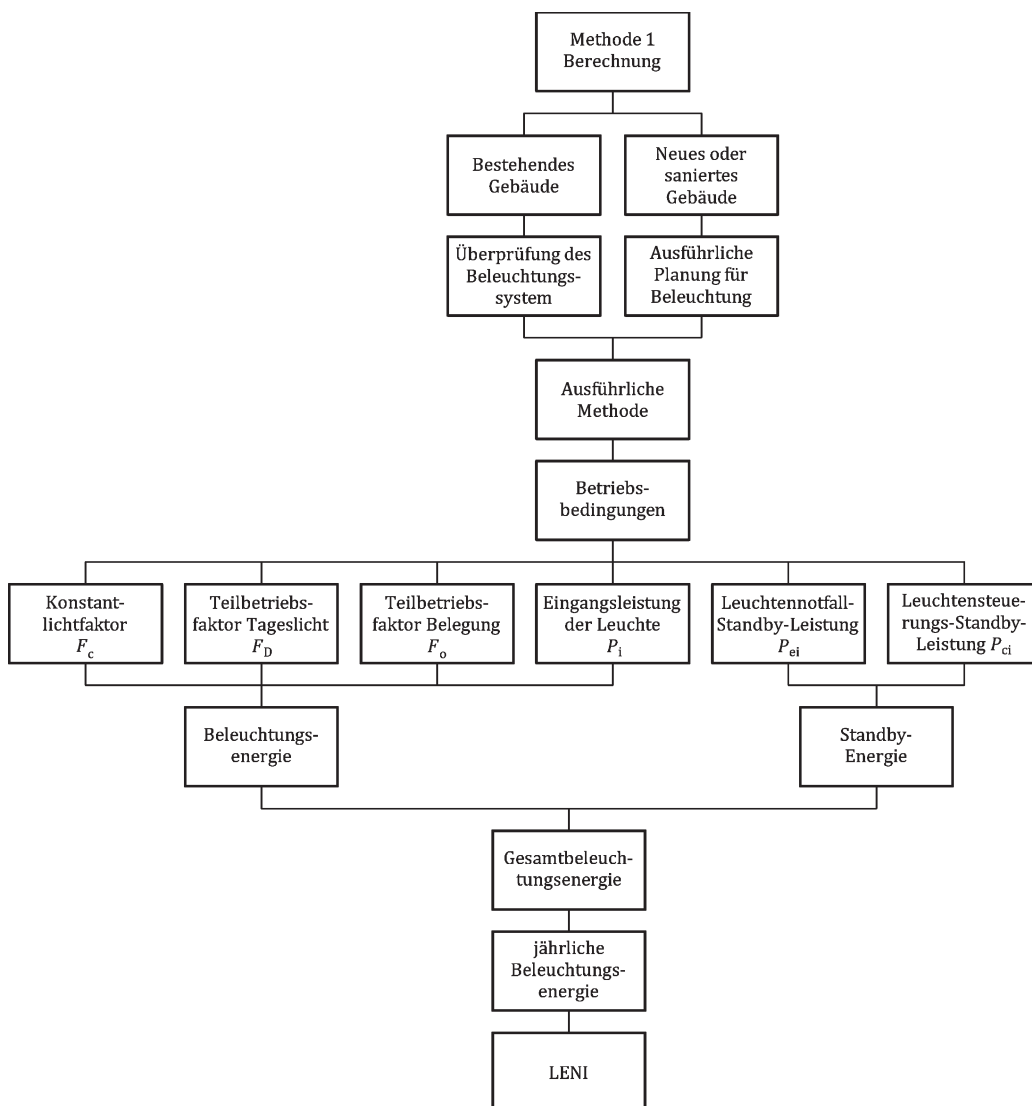


Bild 2 — Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Berechnung der Beleuchtungsenergie nach Methode 1

6.4.3.2 Berechnung der Anschlussleistung

6.4.3.2.1 Allgemeines

Die Eingangsleistung der Leuchten P_i [W] muss die angegebene Stromkreisleistung der Leuchte sein, wenn diese mit maximaler Leistung betrieben wird. Der Wert von P_i muss die Leistung umfassen, die zum Betrieb aller Lampen, Vorschaltgeräte und anderer Komponenten geliefert wird, wenn diese mit maximaler Leistung betrieben werden.

Die erforderliche Verbindungs- oder Anschlussleistung für das Beleuchtungssystem muss durch Addition der Leistungsanforderungen der spezifizierten Leuchten im Beleuchtungsplan innerhalb jedes Bereichs des Gebäudes mit folgender Gleichung (1) berechnet werden:

$$P_n = \sum_{i=1}^{i=n} P_i [\text{W}] \quad (1)$$

Dabei ist

n die Anzahl der einzelnen Leuchten des im Beleuchtungssystemplan definierten Bereichs.

Wenn genaue Daten über die installierte Beleuchtung verfügbar sind, sollten diese verwendet werden, anderenfalls sind die Vorgabewerte für den Energieverbrauch für Wohngebäude in Anhang B, Tabelle B.10, angegeben.

6.4.3.2.2 Bewertung der Anschlussleistung in bestehenden Gebäuden

Die Bewertung der Anschlussleistung für das Beleuchtungssystem in bestehenden Gebäuden muss durch das Verfahren erfolgen, das in Anhang D beschrieben ist. Die Anschlussleistung für das Beleuchtungssystem muss durch die Addition der zu den Leuchten in jedem Bereich des Gebäudes gelieferten Leistungen mit der Gleichung (1) berechnet werden.

6.4.3.3 Energieanforderungen an das Standby-System

Die erforderliche Gesamtanschlussleistung zum Laden der Akkumulatoren in den Notfalleuchten (P_{em}) und zur Versorgung mit Standby-Leistung für die automatischen Steuerungen in den Leuchten, wenn die Lampen nicht eingeschaltet sind (P_{pc}), müssen berechnet werden, und zwar durch die Addition der Standby-Leistung (P_{ei}) zur Akkumulatorladung und der Standby-Leistung (P_{ci}) für automatische Steuerung für jede spezifische Leuchte in jedem Bereich des Gebäudes mit den Gleichungen (2) und (3).

$$P_{em} = \sum_{i=1}^{i=n} P_{ei} [\text{W}] \quad (2)$$

$$P_{pc} = \sum_{i=1}^{i=n} P_{ci} [\text{W}] \quad (3)$$

Dabei ist

n die Anzahl der einzelnen Leuchten des im Beleuchtungssystemplan definierten Bereichs.

Weitere Informationen über die Standby-Leistung, die Energieberechnung und deren Anforderungen sind in Anhang H angegeben.

6.4.3.4 Teilbetriebsfaktor Belegung (F_o)

6.4.3.4.1 Allgemeines

Der Teilbetriebsfaktor Belegung F_o muss durch folgenden Rechenprozess berechnet werden.

6.4.3.4.2 Fall $F_o = 1$

F_o muss als gleich 1,0 angenommen werden, wenn:

- die Beleuchtung auf „zentral“ eingeschaltet wird, d. h. in mehr als einem Bereich gleichzeitig (z. B. ein einzelnes automatisches System — z. B. mit Zeitschaltuhr oder manuellem Schalter für das gesamte Gebäude oder ein gesamtes Stockwerk oder für alle Korridore usw.). Dies gilt unabhängig von der Art des „Aus“-Schalters (automatisch oder manuell, zentral oder je Raum usw.);
- Mehrfachbelegungs- oder -verkehrsbereiche, die größer als 30 m² sind, werden von einer Gruppe von Leuchten beleuchtet, die (manuell oder automatisch) zusammengeschaltet sind.

6.4.3.4.3 Fall $F_o < 1$

F_o muss kleiner als 1,0 angenommen werden:

- in Versammlungsräumen (unabhängig davon, welcher Bereich mit 1 Schalter und/oder 1 Detektor ausgerüstet ist), solange sie nicht „zentral“ eingeschaltet werden, d. h. zusammen mit Leuchten in anderen Räumen.
- in anderen Räumen, wobei F_o nicht als gleich 1,0 angenommen wird. Im Fall von Systemen mit automatischer Anwesenheits- und/oder Abwesenheitserkennung (Präsenzerfassung) sollte der vom Detektor erfasste Bereich näherungsweise dem Bereich entsprechen, der von den Leuchten beleuchtet wird, die von diesem Detektor aus gesteuert werden.

In diesen Fällen muss F_o entsprechend dem Wert von F_A wie folgt bestimmt werden:

Wenn $0,0 \leq F_A < 0,2$ ist, wird Gleichung (4) verwendet:

$$F_o = 1 - [(1 - F_{oc}) \times F_A / 0,2] \quad (4)$$

Wenn $0,2 \leq F_A < 0,9$ ist, wird Gleichung (5) verwendet:

$$F_o = F_{oc} + 0,2 - F_A \quad (5)$$

Wenn $0,9 \leq F_A \leq 1,0$ ist, wird Gleichung (6) verwendet:

$$F_o = [7 - (10 \times F_{oc})] \times (F_A - 1) \quad (6)$$

Dabei ist F_A der Anteil der Zeit, in welcher der Raum nicht belegt ist, und F_{oc} wird als eine Funktion des Beleuchtungssteuerungssystems festgelegt.

Details der Schätzung von F_o , F_A und F_{oc} sind in Anhang E aufgeführt.

6.4.3.5 Teilbetriebsfaktor Tageslicht (F_D)

Der Teilbetriebsfaktor Tageslicht F_D muss für einen Bereich oder eine Zone im Gebäude als Funktion des Tageslichtversorgungsfaktors $F_{D,S}$ und des tageslichtabhängigen Faktor für die elektrische Beleuchtungssteuerung $F_{D,C}$ mit Gleichung (7) berechnet werden:

$$F_D = 1 - (F_{D,S} \times F_{D,C}) \quad (7)$$

Die Methoden zur Bestimmung des Tageslichtversorgungsfaktors $F_{D,S}$ und des tageslichtabhängigen Faktors für die elektrische Beleuchtungssteuerung $F_{D,C}$ sind in Anhang F und in ISO 10916 aufgeführt.

6.4.3.6 Teilbetriebsfaktor Konstantlicht (F_C)

Der Teilbetriebsfaktor Konstantlicht (F_C) muss als der Anteil an der durchschnittlichen Eingangsleistung zu einer spezifizierten Zeit zur anfänglich installierten Eingangsleistung der Leuchte angenommen werden. Die spezifizierte Zeit muss als die Zeit angenommen werden, die im Wartungsplan für einen vollständigen Wartungszyklus spezifiziert ist.

Der Teilbetriebsfaktor Konstantlicht F_C muss mit Gleichung (8) berechnet werden:

$$F_C = 1 - \frac{1}{2} F_{cc} (1 - MF) \quad (8)$$

Dabei ist

F_{cc} der Faktor für die Effizienz der Konstantlichtregelung;

MF der Wartungsfaktor für das Konzept.

ANMERKUNG Für weitere ausführlichere Informationen über die Rolle von F_{cc} siehe CEN/TR 15193-2.

Details der Wartungsfaktorkompensation sind in Anhang G aufgeführt.

Bei Technologien mit eingebauten Lichtabgabekapazitäten, die in Systemen mit Konstantlicht benutzt werden, muss die Messung des F_C -Werts auf der in G.3 beschriebenen Methode basieren.

6.4.3.7 Beleuchtungsenergieberechnung

Die geschätzte Gesamtenergie, die für die Beleuchtung über einen Zeitraum in einem Bereich oder in einer Zone des Gebäudes erforderlich ist, muss mit Gleichung (9) eingeschätzt werden:

$$W_t = W_{L,t} + W_{P,t} [\text{kWh}/t_s] \quad (9)$$

Dabei ist

$W_{L,t}$ die geschätzte Beleuchtungsenergie, die zum Zweck der Erfüllung der Beleuchtungsfunktion in einem Bereich oder in einer Zone des Gebäudes erforderlich ist, und muss mit Gleichung (10) berechnet werden:

$$W_{L,t} = \sum \{ (P_n \times F_C) \times F_o [(t_D \times F_D) + t_N] \} / 1\,000 [\text{kWh}/t_s] \quad (10)$$

Dabei ist

$W_{P,t}$ die geschätzte Standby-Energie, die während der nicht beleuchteten Zeiträume für die Ladeleistung der Notbeleuchtung und die Aktivierungsenergie für die Beleuchtungssteuerungen in einem Bereich oder in einer Zone des Gebäudes erforderlich ist, und muss mit Gleichung (11) berechnet werden:

$$W_{P,t} = \sum \{ (P_{pc} \times t_s) + (P_{em} \times t_e) \} / 1\,000 [\text{kWh}/t_s] \quad (11)$$

ANMERKUNG 1 Die Gesamtbeleuchtungsenergie kann für jede erforderliche Zeitschrittperiode t_s geschätzt werden (stündlich, monatlich oder jährlich), in Übereinstimmung mit dem Zeitintervall des verwendeten Teilbetriebsfaktors.

ANMERKUNG 2 Diese Schätzung umfasst nicht die verbrauchte Energie von den entfernt von den Leuchten befindlichen Steuersystemen, die keine Energie von der Leuchte erhalten.

Die jährliche Energie für die elektrische Beleuchtung in einem Gebäude muss mit Gleichung (12) berechnet werden:

$$W = \sum (8\,760 / t_s \times W_t) [\text{kWh}/\text{Jahr}] \quad (12)$$

summiert alle Bereiche und Zonen im Gebäude.

Die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße (LENI) für das Gebäude muss mit Gleichung (13) ermittelt werden:

$$\text{LENI} = W/A [\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{Jahr})] \quad (13)$$

Dabei ist

W die Jahresgesamtenenergie, die für die Beleuchtung des Gebäudes benötigt wird [kWh/Jahr];

A die Gesamtnutzfläche des Gebäudes [m^2].

6.5 Aufwandszahlen für Beleuchtungssysteme

Mit dieser Methodik kann eine schnelle Analyse der Energieströme im elektrischen Beleuchtungssystem erfolgen.

Die Energieeffizienz eines gegebenen Beleuchtungssystems kann durch die Aufwandszahl ausgedrückt werden. Je höher die Aufwandszahl ist, desto weniger effizient ist das Beleuchtungssystem. Sie hat keinen Einfluss auf die Bestimmung des Energiebedarfs für die Beleuchtung. Stattdessen kann sie durch eine Korrelation von zuvor abgeleiteten Werten abgeleitet werden. Die Anwendung dieser Methodik erlaubt eine schnelle Analyse der Energieströme (der energetischen Aufwände) in einem elektrischen Beleuchtungssystem, getrennt nach den unterschiedlichen technischen Komponenten. Aufgrund der erforderlichen Konventionen bei der energetischen Bewertung von Beleuchtungssystemen, z. B. Lichtausbeute und Lichtstärkeverteilung, stellen sich Absolutwerte der Aufwandszahlen ein, die spezifisch für die Beleuchtung sind und nicht unmittelbar mit anderen technischen Gewerken im Gebäude verglichen werden können. Weitere Informationen sind in CEN/TR 15193-2 enthalten.

Die Aufwandszahl für Beleuchtungssysteme ist durch Gleichung (14) definiert als:

$$e_L = \frac{W_{us}}{W_{nd}} \quad (14)$$

Dabei ist

- e_L die Aufwandszahl für Beleuchtungssysteme;
- W_{us} die verbrauchte Energie für die Beleuchtung (entweder berechnet oder gemessen);
- W_{nd} die benötigte Referenzenergie für die Beleuchtung.

Sie kann aus der folgenden formalen Aufteilung der einzelnen Einflüsse durch Gleichung (15) abgeleitet werden:

$$e_L = e_{L,C} \times e_{L,O} \times e_{L,D} \times e_{L,ES} \quad (15)$$

Dabei ist

- $e_{L,C}$ die Teilaufwandszahl für die Konstantlichtregelung;
- $e_{L,O}$ die Teilaufwandszahl für die Präsenzerfassung;
- $e_{L,D}$ die Teilaufwandszahl für die tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung;
- $e_{L,ES}$ die Teilaufwandszahl für das elektrische Beleuchtungssystem.

Die Teilaufwandszahl für die Konstantlichtregelung wird mit der Gleichung (16) berechnet:

$$e_{L,C} = \frac{1 - \frac{1}{2} F_{cc}(1 - MF)}{1 - \frac{1}{2}(1 - MF)} \quad (16)$$

Dabei ist

- F_{cc} der Faktor für die Effizienz der Konstantlichtregelung. Weitere Informationen sind in CEN/TR 15193-2 enthalten.

Die Teilaufwandszahl für die Präsenzerfassung wird mit der Gleichung (17) berechnet:

$$e_{L,O} = \frac{F_0}{(1 - F_A)} \quad (17)$$

Die Teilaufwandszahl für die tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung wird mit der Gleichung (18) berechnet:

$$e_{L,D} = \frac{A_D(t_{Day} \cdot (1 - F_{D,S} \cdot F_{D,C}) + t_{Night}) + A_{ND}(t_{Day} + t_{Night})}{A_D(t_{Day} \cdot (1 - F_{D,S}) + t_{Night}) + A_{ND}(t_{Day} + t_{Night})} \quad (18)$$

Dabei ist

- A_D der tageslichtversorgte Bereich;
- A_{ND} der nicht vom Tageslicht beleuchtete Bereich, der von der Gesamtfläche $A - A_D$ abgeleitet werden kann.

Die Teilaufwandszahl für das elektrische Beleuchtungssystem wird mit der Gleichung (19) berechnet:

$$e_{L,ES} = \frac{P}{P_e} \quad (19)$$

Sie kann durch die formale Aufteilung der verschiedenen Auswirkungen nach Gleichung (20) abgeleitet werden:

$$e_{L,ES} = e_{L,ES,del} \cdot e_{L,ES,dis} \cdot e_{L,ES,gen} \quad (20)$$

Dabei ist

- P die installierte Leistungsdichte für künstliches Licht [W/m^2];
- P_e die Referenz-Leistungsdichte für künstliches Licht [W/m^2];
- $e_{L,ES,del}$ die Teilaufwandszahl für die Kunstlichtabgabe auf die Arbeitsebene;
- $e_{L,ES,dis}$ die Teilaufwandszahl für die Beleuchtungseffizienz;
- $e_{L,ES,gen}$ die Teilaufwandszahl für die Lichtquelleneffizienz.

Die Teilaufwandszahl für die Kunstlichtübergabe wird mit der Gleichung (21) berechnet:

$$e_{L,ES,del} = \frac{F_{ue}}{F_u} \quad (21)$$

Dabei ist

- F_u der Beleuchtungswirkungsgrad, der auf Reflexionsgraden an der Decke von 70 %, an den Wänden von 50 % und auf dem Boden von 20 % basiert;
- F_{ue} der Referenz-Beleuchtungswirkungsgrad.

Der Referenz-Beleuchtungswirkungsgrad F_{ue} kann von den Werten in Tabelle 12 in Abhängigkeit vom Raumindex (k) abgeleitet werden.

Tabelle 12 — Referenz-Beleuchtungswirkungsgrad (F_{ue}) als Funktion des Raumindex

indirekte Lichtstrom- anteile (UFF)	Raumindex k									
	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
10 % (direkt)	0,45	0,52	0,56	0,62	0,64	0,69	0,72	0,76	0,79	0,79
30 % (dir./ind.)	0,39	0,44	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,64	0,67
70 % (ind./dir.)	0,26	0,31	0,36	0,41	0,45	0,51	0,56	0,57	0,64	0,67
90 % (indirekt)	0,19	0,24	0,28	0,33	0,36	0,43	0,48	0,52	0,57	0,62
Referenzfall (UFF = 0 %) F_{ue}	0,50	0,61	0,69	0,78	0,84	0,90	0,95	0,99	1,03	1,05
ANMERKUNG Zwischenwerte des Raumindex können interpoliert werden.										

Die Teilaufwandszahl für die Kunstlichtverteilung ergibt sich aus Gleichung (22):

$$e_{L,ES,dis} = \frac{1}{\eta_{LB}} \quad (22)$$

Dabei ist

η_{LB} der Betriebswirkungsgrad der eingesetzten Leuchte.

Die Teilaufwandszahl für die Kunstlichterzeugung ergibt sich aus Gleichung (23):

$$e_{L,ES,gen} = \frac{140 \cdot f_B}{\eta_L} \quad (23)$$

Dabei ist

140 der Wert der Lichtausbeute der Referenzlampe [lm/W];

η_L der Lampenwirkungsgrad [lm/W];

f_B der Faktor für die Effizienz des Vorschaltgeräts. Weitere Informationen sind in CEN/TR 15193-2 enthalten.

Wird die in 6.4.3.1 aufgeführte Methode 2, die schnelle Berechnungsmethode, verwendet, kann die Teilaufwandszahl für das elektrische Beleuchtungssystem vereinfacht mit der Gleichung (24) berechnet werden:

$$e_{L,ES} = 1,75 \cdot \frac{P_{j,lx}}{P_{j,lx,direct}} \cdot F_L \quad (24)$$

Dabei ist

$P_{j,lx}$ die Leistungsdichte je Lux der Bereiche [W/lm];

$P_{j,lx,direct}$ die Leistungsdichte des Bereichs unter den Referenzbedingungen [W/lm];

F_L die relative Effizienz der Ausrüstung in Bezug auf die Referenzausrüstung (siehe Tabelle B.9).

7 Methode 2 — Schnelle Berechnung der benötigten Energie für die Beleuchtung

7.1 Ausgabedaten

Tabelle 13 — Ausgabedaten dieser Methode:

Beschreibung	Symbol	Einheit	beabsichtigtes Zielmodul
festgelegter Zeitschritt	t_s	Jahr	alle
jährlich benötigte Energie für die Beleuchtung eines Bereichs oder einer Zone	W_{az}	kWh/Jahr	M2-7
Addition der jährlichen Energie für die elektrische Beleuchtung im Gebäude	W	kWh/Jahr	M1-9