

DIN EN 15193-1

ICS 91.120.10; 91.160.01

Einsprüche bis 2014-11-05
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15193:2008-03

Entwurf

**Energetische Bewertung von Gebäuden –
Modul M9 - Energetische Anforderungen an die Beleuchtung –
Teil 1: Spezifikationen;
Deutsche Fassung prEN 15193-1:2014**

Energy performance of buildings –
Modul M9 - Energy requirements for lighting –
Part 1: Specifications;
German version prEN 15193-1:2014

Performance énergétique des bâtiments –
Exigences énergétiques pour l'éclairage –
Partie 1: Spécifications;
Version allemande prEN 15193-1:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-09-05 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 94 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15193-1:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Spiegelgremium ist der NA 058-00-20 AA „Energetische Bewertung der Lichttechnik in Gebäuden“ im DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15193:2008-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufbau des Dokuments überarbeitet;
- b) Berechnungsverfahren konkretisiert;
- c) Methode 3 zur direkten Messung der vom Beleuchtungssystem in Wohngebäuden und Tertiärgebäuden verbrauchten Energie aufgenommen;
- d) weitere redaktionelle und technische Änderungen vorgenommen.

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

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

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

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: Arbeitsdokument
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	9
4.1 Symbole	9
4.2 Indizes	15
4.3 Abkürzungen	15
5 Beschreibung der Methoden	15
5.1 Ergebnis der Methode 1	16
5.2 Optionale Methoden	16
5.2.1 Methode 2 — Schnellverfahren zur Berechnung.....	16
5.2.2 Methode 3 — Direktmessung	16
5.3 Sonstige allgemeine Themen	17
6 Methode 1: Berechnung der benötigten Energie für die Beleuchtung	17
6.1 Ausgabedaten	17
6.2 Berechnungszeitschritte	17
6.3 Eingangsdaten	18
6.3.1 Beleuchtungssystemdaten	18
6.3.2 Produktdaten	18
6.3.3 Systemplanungsdaten	19
6.3.4 Betriebsbedingungen	19
6.3.5 Konstanten und physikalische Daten.....	19
6.4 Berechnungsverfahren	19
6.4.1 Anwendbare Zeitschritte	19
6.4.2 Berechnung der Betriebsbedingungen	20
6.4.3 Energieberechnung	20
6.5 Aufwandszahl für Beleuchtungssysteme	24
7 Methode 2: Schnellverfahren zur Berechnung der benötigten Energie für die Beleuchtung	26
7.1 Ausgangsdaten	26
7.2 Berechnungszeitschritte	26
7.3 Eingangsdaten	27
7.3.1 Beleuchtungssystemdaten	27
7.3.2 Produktdaten	27
7.3.3 Systemplanungsdaten	27
7.3.4 Betriebsbedingungen	27
7.3.5 Konstanten und physikalische Daten.....	28
7.4 Berechnungsverfahren	28
7.4.1 Anwendbarer Zeitschritt	28
7.4.2 Berechnung der Betriebsbedingungen	28
7.4.3 Energieberechnung	28
7.5 Ausgabenfaktoren für Beleuchtungssysteme	30
8 Methode 3: Gemessene zur Beleuchtung verwendete Energie	31
8.1 Ausgangsdaten	31
8.2 Berechnungsschritte	31
8.3 Eingangsdaten	31
8.4 Berechnungsverfahren für jährliche Energie	31
9 Qualitätskontrolle	32
9.1 Methode 1	32

9.2	Methode 2	32
9.3	Methode 3	32
10	Konformitätsprüfung	32
10.1	Methode 1	32
10.2	Methode 2	33
10.3	Methode 3	33
Anhang A (normativ)	Auswahl der Methode und Vorgabeeingangsdaten	34
A.1	Methodenauswahl	34
A.2	Vorgabeeingangsdaten	34
Anhang B (informativ)	Vorlage für Vorgabeeingangsdaten	35
B.1	Einleitung	35
B.2	Methode 1	35
B.2.1	Daten zur Produktbeschreibung	35
B.2.2	Produkttechnische Datentabellen	35
B.2.3	Daten zur Systemplanung	35
B.3	Methode 2	35
B.3.1	Daten zur Produktbeschreibung	35
B.3.2	Produkttechnische Datentabellen	35
B.3.3	Daten zur Systemplanung	35
B.4	Methode 3	39
Anhang C (normativ)	Vereinfachte Methode zur Abschätzung der installierten Leistung	40
C.1	Ermittlung der Anschlussleistung für Tertiärgebäude	40
C.2	Bewertung der Anschlussleistung für Wohngebäude	44
Anhang D (normativ)	Bewertung der installierten Leistung für Beleuchtungssysteme in bestehenden Gebäuden	45
Anhang E (normativ)	Einschätzung der Präsenz	46
Anhang F (normativ)	Tageslichtverfügbarkeit	52
F.1	Allgemeines	52
F.2	Gebäudezonierung: Bereiche mit Tageslichteinfall	54
F.3	Tageslichtversorgungsfaktor für vertikale Fassaden	56
F.3.1	Klassifizierung des Tageslichtquotienten	56
F.3.2	Tageslichtversorgungsfaktor	62
F.4	Tageslichtversorgungsfaktor für Dachoberlichter	71
F.4.1	Allgemeines	71
F.4.2	Tageslichtversorgungsfaktor	71
F.4.3	Tageslichtversorgungsfaktor	76
F.4.4	Relative Zeiten mit aktivierter und nicht aktivierter Verschattung für Dachoberlichter	77
F.4.5	Tageslichtversorgungsfaktoren als Funktion der Klassifizierung der Tageslichtversorgung	79
F.5	Tageslichtabhängige Kontrollsysteme	82
F.6	Monatliches Bewertungsverfahren	83
F.7	Bestimmung der Tageszeit- und der Nachtzeitstunden	85
F.8	Ausführliche Berechnung	87
Anhang G (normativ)	Konstante Beleuchtungsstärke	88
G.1	Konstantlichtfaktor (F_C)	88
G.2	System mit konstantem Lichtstrom (CLO, en: constant lumen output)	89
Anhang H (normativ)	Leerlaufverlustsystem-Energieanforderungen	90
Literaturhinweise		92

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15193-1:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15193:2007 ersetzen.

Einleitung

Diese Norm ist Teil einer Normenreihe, die unterstützend zur Umsetzung der EPBD-Richtlinie erstellt wurde, und im Folgenden als „EPB-Normen“ bezeichnet wird.

Die EPB-Normen befassen sich mit der Berechnung der energetischen Bewertung und anderen damit in Verbindung stehenden Aspekten (wie Systemdimensionierung), um die Gebäudeversorgung entsprechend EPBD-Richtlinie bereitzustellen.

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

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

Diese Norm beschreibt zwei Methoden zur Berücksichtigung der energetischen Bewertung von Beleuchtungssystemen.

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 im tertiären Gebäudesektor sollte die Planung des Beleuchtungssystems den Anforderungen der Beleuchtungsnormen EN 12464-1 für Arbeitsstätten in Innenräumen, EN 12193 für Sportgebäude und EN 1838 für Notbeleuchtung entsprechen. Für Wohngebäude sollte das Beleuchtungssystem so ausgelegt sein, dass es den Anforderungen für Räume in Gebäuden genügt. Eine Anleitung zu den Anforderungen wird im unterstützenden Technischen Bericht CEN/TR 15193-2:2013 gegeben.

Diese Norm geht außerdem davon aus, 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 elektrischer Beleuchtung installiert ist, um für die erforderliche Beleuchtung zu sorgen, wenn es kein Tageslicht gibt.

Diese Norm legt Methoden zur Einschätzung oder Messung des Energiebedarfs, die 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 Beleuchtungskontrolle geben.

Die Methodik der energetischen Bewertung liefert nicht nur Werte für die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße (LENI, en: Lighting Energy Numeric Indicator), 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, welche die vorläufige jährliche LENI mit der ausführlichen Methode verbindet, weist auf die erforderliche Nacharbeit bei der Budgetberechnung mit der umfassenden Berechnung während des detaillierten Beleuchtungsplanungsablaufs hin.

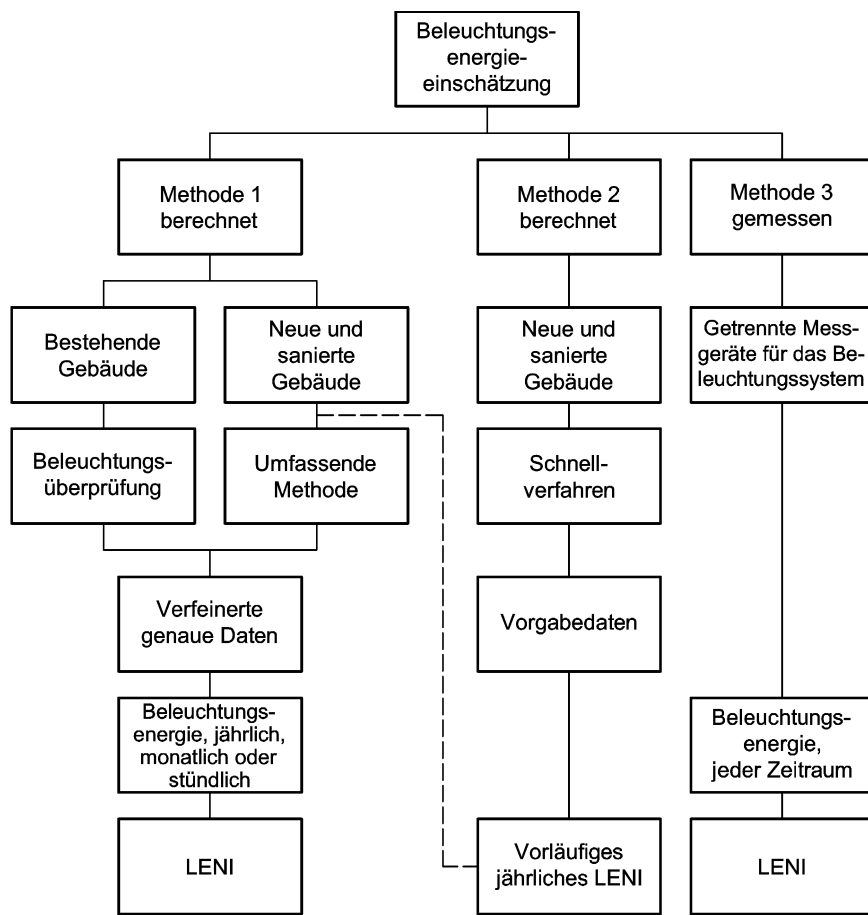


Bild 1 — Flussdiagramm zur Veranschaulichung alternativer Wege zur Bestimmung des Energieverbrauchs

Diese Norm wurde während des ersten EPBD-Mandats entworfen; die erste Version wurde 2007 veröffentlicht.

Die Überarbeitung zur Aufnahme des zweiten Mandatspakets wurde in den Jahren 2013-2014 vorgenommen.

Die Überarbeitung betraf die Erweiterung der Berechnungsmethoden, die Aufnahme der Beleuchtung von Wohngebäuden und wesentliche redaktionelle Änderungen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Methodik zur Bewertung der Energieeffizienz von Beleuchtungssystemen zur Lieferung für die allgemeine Beleuchtung in Wohn- und Tertiärgebäuden fest.

Diese Norm legt Methoden zur Einschätzung oder Messung der Energiemenge, die zur Beleuchtung in Gebäuden erforderlich ist oder verwendet wird, fest.

Diese Norm behandelt nicht die Beleuchtungsanforderungen, die Planung von Beleuchtungssystemen, die Planung von Lichtprodukten, die Merkmale von Beleuchtungs-ausrüstung (Lampen, Vorschaltgerät und Leuchten) und die Systeme, die zur Displaybeleuchtung oder Schreibtischbeleuchtung verwendet werden, ebenso wenig wie Leuchten, die in Möbel integriert sind.

Tabelle 1 stellt die relative Position dieser Norm innerhalb der EN-EPB-Normenreihe dar.

Tabelle 1 — Position dieser Norm innerhalb der EN-EPB-Normenreihe

Ausführlich		Gebäude (als solches)		Technische Gebäudesysteme										
	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäude- automatisierung und Steuerung	PV, Wind
sub1	M1	sub1	M2	sub1		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Allgemein	1	Allgemein	1	Allgemein									
2	Allgemeine Begriffe; Symbole, Einheiten und Indizes	2	Gebäude- energie- erfordernisse	2	Anforde- rungen									
3	Anwendungen	3	(Freie) Innen- bedingungen ohne Systeme	3	Maximallast und -leistung									
4	Arten zur Darstellung der energetischen Bewertung	4	Arten zur Darstellung der energetischen Bewertung	4	Arten zur Darstellung der energie- tischen Bewertung									
5	Gebäude- funktionen und Gebäu- degrenzen	5	Wärmeüber- tragung durch Übertragung	5	Emission & Steuerung									
6	Gebäudebe- legung und Betriebsbe- dingungen	6	Wärmeüber- tragung durch Infiltration und Lüftung	6	Verteilung & Steuerung									
7	Gesamtheit von Energie- versorgung und Energieträgern	7	Interne Wärme- gewinne	7	Speicherung & Steuerung									
8	Gebäude- aufteilung	8	Solarwärme- gewinne	8	Erzeugung & Steuerung									
9	Berechnete energie- bezogene Leistung	9	Gebäude- dynamik (thermische Masse)	9	Lastvertei- lung und Betriebs- bedingungen									
10	Gemessene energie- bezogene Leistung	10	Gemessene energie- bezogene Leistung	10	Gemessene energie- bezogene Leistung									
11	Inspektion	11	Inspektion	11	Inspektion									
12	Arten zur Darstellung von Innenkomfort			12	BMS									
13	Äußere Um- gebungsbe- dingungen													
14	Ökonomische Berechnung													

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument 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).

FprEN 15603:2014, *Energieeffizienz von Gebäuden — Gesamtenergiebedarf und Festlegung der Energiekennwerte*

EN 12665:2011, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*

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 60598 (alle Teile), *Leuchten*

IEC/PAS 62722-1, *Luminaire performance — Part 1: General requirements*

EN 15251, *Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden — Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach FprEN 15603:2014 und EN 12665:2011 und die folgenden speziellen Begriffe.

3.1

Zeitschritt

(en: time step)

t_s

Zeitraum, für den die Energie ermittelt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Gemessen in Stunden (h).

3.2

Leerlauf-Verlustenergie

Energie, die zum Laden der Akkumulatoren benötigt wird und/oder die Energie, die für die Lichtsteuerung in der Zeit benötigt werden, in der die Leuchten ausgeschaltet sind

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Symbole, die in FprEN 15603:2014 aufgeführt sind, und die in Tabelle 2 aufgeführten Symbole.

Tabelle 2 — Symbole und Einheiten

Symbol	Name der Menge	Einheit
F	Teilbetriebsfaktor	-
w	Breite	m
k	Raumindex	-
W_t	Energie je Zeitschritt	W/t _s
t_s	Zeitschritt	Stunde/Monat/Jahr
F_c	Konstantlichtfaktor	-
F_o	Teilbetriebsfaktor Belegung	-
F_D	Teilbetriebsfaktor Tageslicht	-
P_i	Anschlussleistung der Leuchte	W
P_n	Gesamtanschlussleistung der Anzahl n von Leuchten	W
P_{em}	Gesamt-Notbereitschaftsleistung	W
P_{ei}	Leuchten-Notbereitschaftsleistung	W
P_{pc}	Gesamtsteuerungs-Bereitschaftsleistung	W
P_{ci}	Leuchtensteuerungs-Bereitschaftsleistung	W
F_{oc}	Steuerungsfunktionsfaktor	-
P_j	spezifische elektrische Bewertungsleistung des Bereiches	W/m ²
F_A	Abwesenheitsfaktor	-
$F_{D,S}$	Tageslichtversorgungsfaktor	-
$F_{D,C}$	Beleuchtungssteuerungsfaktor	-
$W_{L,t}$	Gesamtenergieverbrauch für Beleuchtungszwecke	W/h
$W_{P,t}$	Leerlaufverlust-Energieverbrauch	W/h
t_D	Tageslichtzeit	h
t_N	Tageslichtlose Zeit	h
t_y	Jahresbetriebsstunden	h
t_e	nur Akkumulatorladezeit	h
t_{tot}	Gesamtbetriebsstunden	h
W_{mt}	Gemessene Energie	W/h
P_j	spezifische elektrische Bewertungsleistung	W/m ²
$P_{j,lx}$	Leistungsdichte je Lux	W/lm
E_{task}	Wartungswert der Beleuchtungsstärke	Lux
F_{MF}	Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung des Wartungsfaktors	-

Symbol	Name der Menge	Einheit
F_{CA}	Faktor für die verminderte Leistung der Fläche	-
F_L	Anpassungsfaktor für die Effizienz der Beleuchtungstechnik	-
L_R	Raumtiefe	m
w_R	Raumbreite	m
h_m	Montagehöhe der Leuchte	m
E_{SUR}	Beleuchtungsstärke der unmittelbaren Umgebung	Lux
A_S	Summe von Bereichen der Sehaufgaben im Raum	m ²
W_{US}	Zur Beleuchtung verwendete Energie	W/h
W_{nd}	Zur Beleuchtung erforderliche Energie	W/h
e_L	Aufwandszahl für Beleuchtungssysteme	-
$e_{L,C}$	Teilaufwandszahl für Konstantlichtregelung	-
$e_{L,O}$	Teilaufwandszahl für Präsenzerfassung	-
$E_{L,D}$	Teilaufwandszahl für tageslichtabhängige Kunstlichtkontrolle	-
$e_{L,ES}$	Teilaufwandszahl für das künstliche Beleuchtungssystem	-
F_{cc}	Faktor zur Beschreibung der Effizienz der Konstantlichtkontrolle	-
A_{ND}	Bereich, der nicht vom Tageslicht beleuchtet wird	m ²
p_e	Bewertungsleistung zur Ermittlung der Nutzenergie	W
$e_{L,ES,del}$	Teilaufwandszahl Kunstlichtübergabe	-
$e_{L,ES,dis}$	Teilaufwandszahl Kunstlichtverteilung	-
$e_{L,ES,gen}$	Teilaufwandszahl Kunstlichterzeugung	-
F_{ue}	der Raumwirkungsgrad zur Ermittlung der Nutzenergie	-
F_u	der Raumwirkungsgrad	-
η_L	der Lampenwirkungsgrad	lm/W
η_{LB}	der Betriebswirkungsgrad der eingesetzten Leuchte	-
f_B	die Effizienz des Vorschaltgeräts	-
L_{80}	Abgelaufene Zeit, während der eine LED-Lichtquelle 80 % ihrer anfänglichen Ausgangsleistung beibehält	-
$F_{D,n,j}$	Teilbetriebsfaktor Tageslicht für den untersuchten Bereich	-
$t_{Day,nj}$	Betriebszeit des Beleuchtungssystems im tageslichtversorgten Bereich j zur Tagzeit	h
$t_{eff,Day,nj}$	Effektive Betriebszeit des Beleuchtungssystems im tageslichtversorgten Bereich j zur Tagzeit	h
$F_{D,S,nj}$	Tageslichtversorgungsfaktor für den untersuchten Bereich	-

Symbol	Name der Menge	Einheit
$F_{D,C,nj}$	Tageslichtempfindlicher Steuersystemfaktor für den untersuchten Bereich	-
$F_{D,mth}$	Monatlicher Teilbetriebsfaktor Tageslicht	-
ρ_F	Reflexionsgrad des Bodens	-
ρ_W	Reflexionsgrad der Wände	-
ρ_C	Reflexionsgrad der Decke	-
D_{CA}	Tageslichtquotient bezogen auf die Rohbauöffnung	-
A_{Dj}	tageslichtversorgter Bereich	m ²
A_{NDj}	Bereich ohne Tageslichtversorgung	m ²
$a_{D,max}$	maximale Tiefe des tageslichtversorgten Bereichs	m
h_{Li}	Höhe des Fenstersturzes über dem Fußboden	m
h_{Ta}	Höhe der Nutzebene über dem Fußboden	m
a_D	Tiefe des tageslichtversorgten Bereichs	m
b_D	Breite des tageslichtversorgten Bereichs	m
h_{Rj}	Abstand zwischen Boden und Deckenhöhe in einem Bereich mit Dachoberlichtern	m
$I_{Tr,j}$	Transparenzindex im untersuchten Bereich	-
$I_{RD,j}$	Raumtiefenindex des untersuchten Bereichs	-
$I_{Sh,j}$	Verbauungsindex des untersuchten Bereichs	-
A_{Ca}	Fläche der Rohbauöffnung des untersuchten Bereichs	m ²
A_D	tageslichtversorgter Bereich	m ²
I_{Sh,j^-}	Verbauungsindex des Berechnungsbereichs-	-
$I_{Sh,lsh}$	Anpassungsfaktor lineare Verbauung des Berechnungsbereichs	-
$I_{Sh,hA}$	Anpassungsfaktor horizontale Auskrugung des Berechnungsbereichs	-
$I_{Sh,vA}$	Anpassungsfaktor vertikale Auskrugung des Berechnungsbereichs	-
$I_{Sh,ln,At}$	Anpassungsfaktor Innenhöfe und Atrien des Berechnungsbereichs	-
$I_{Sh,GDF}$	Anpassungsfaktor Glasdoppelfassaden des Berechnungsbereichs	-
$Y_{Sh,lsh}$	Verbauungshöhenwinkel	Grad
$Y_{Sh,hf}$	Horizontaler Verbauungswinkel aufgrund horizontaler Auskrugung	Grad
$I_{Sh,vf}$	Verbauungsindex für vertikale Auskrugung	-
$Y_{Sh,vf}$	Vertikaler Verbauungswinkel aufgrund vertikaler Auskrugung	Grad
w_i	Lichtschachtindex	-

Symbol	Name der Menge	Einheit
$a_{In,At}$	Tiefe des Innenhofs oder Atriums	m
$b_{In,At}$	Breite des Innenhofs oder Atriums	m
$h_{Im,At}$	Höhe des Innenhofs oder Atriums vom Boden bis zum Dach	m
$\tau_{Sh,In,At,D65}$	Lichttransmissionsgrad der Atriumverglasung	-
$k_{Sh,In,At,1}$	Minderungsfaktor für die Rahmen oder die Versprossung der Atriumfassade	-
$k_{Sh,In,At,2}$	Minderungsfaktor für Verschmutzung der Verglasung der Atriumfassade	-
$k_{Sh,In,At,3}$	Minderungsfaktor für nicht vertikalen Lichteinfall auf die Atriumfassade	-
$\tau_{Sh,GDF,D65}$	Lichttransmissionsgrad der äußeren Verglasungsebene der Glasdoppelfassade	-
$k_{Sh,GDF,1}$	Minderungsfaktor für die Rahmen oder die 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 Verglasung der Glasdoppelfassade	-
$D_{Rb,j}$	Tageslichtquotient für Rohbauöffnung	%
$t_{rel,D,SNA,j}$	Der relative Anteil der Gesamtbetriebsdauer, während derer der Sonnen- oder Blendschutz nicht aktiviert ist	h
$t_{rel,D,aA,j}$	Der relative Anteil der Gesamtbetriebsdauer, während derer der Sonnen- oder Blendschutz aktiviert ist	h
$F_{D,S,SNA,j}$	Tageslichtversorgungsfaktor des Bereichs, wenn keine Sonnen- oder Blendschutz aktiviert ist	-
$F_{D,S,SA,j}$	Tageslichtversorgungsfaktor des Bereichs, wenn Sonnen- oder Blendschutz aktiviert ist	-
H_{dir}	Belichtung aus direkter Sonneneinstrahlung	
H_{glob}	Belichtung aus globaler Sonneneinstrahlung	
Y	Breitengrad	Grad
t_{SNA}	Zeit, in der der Sonnen- oder Blendschutz nicht aktiv ist	h
$\tau_{eff,SNA,j}$	Effektiver Lichttransmissionsgrad der Fassadenverglasung, wenn der Sonnen- oder Blendschutz nicht aktiv ist	-
$\tau_{D65,SNA}$	Lichttransmissionsgrad der Fassadenverglasung für senkrechten Lichteinfall	-
k_1	Minderungsfaktor für die Rahmen oder die Versprossung	-
k_2	Minderungsfaktor für die Verschmutzung der Verglasung	-
k_3	Minderungsfaktor für nicht vertikalen Lichteinfall auf die Verglasung	-
H_{dir}/H_{glob}	Anteil für Klimacharakterisierung	-

Symbol	Name der Menge	Einheit
τ_{eff}	Effektive Lichtdurchlässigkeit	-
D	Tageslichtquotient	-
$\bar{E}_m$	Wartungswert der Beleuchtungsstärke	Lux
$\bar{D}_{\text{SNA}}$	Mittlerer Tageslichtquotient mit Dachoberlichtern, bei nicht aktiviertem Sonnenschutz	-
$\bar{D}_{\text{SA}}$	Mittlerer Tageslichtquotient mit Dachoberlichtern, bei aktiviertem Sonnenschutz	-
D_a	der Außentageslichtquotient	-
$\tau_{\text{D65,SA}}$	der Lichttransmissionsgrad der lichtstreuenden Dachverglasung mit aktiviertem Sonnenschutz	-
η_R	Raumwirkungsgrad	-
E_F	Beleuchtungsstärke auf der äußeren Oberfläche des Dachoberlichts von bedecktem Himmel	Lux
E_A	Horizontale externe Beleuchtungsstärke von bedecktem Himmel	Lux
$k_{\text{Obl},1}$	Minderungsfaktor für die Rahmen oder die Versprossung in den Dachoberlichtern	-
$k_{\text{Obl},2}$	Minderungsfaktor für Verschmutzung der Verglasung von Dachoberlichtern	-
$k_{\text{Obl},3}$	Minderungsfaktor für nicht vertikalen Lichteinfall auf die Dachoberlichtverglasung	-
A_{FS}	Verglaster Bereich einer Lichtkuppel oder eines Dachlichtbandes	m ²
A_{Rb}	Verglaster Bereich eines Sägezahn-Dachoberlichts (Sheds)	m ²
h_R	Abstand zwischen Arbeitsfläche und Decke	m
$F_{\text{D,s,j}}$	Tageslichtversorgungsfaktor für eine vertikale Fassade	-
$v_{\text{month,j}}$	Faktor für monatliche Verteilung	-
$\Delta F_{\text{D,s,j}}$	Differenz des Tageslichtversorgungsfaktors	
$F_{\text{D,j,i}}$	Faktor für monatlichen Teilladungs-Tageslichtbetrieb	-
t_{Day}	Monatliche Tageslichtzeitstunden	h
t_{Night}	Monatliche Nachtzeitstunden	h
ϕ	Breitengrad	Grad
$t_{\text{start,i}}$	Zeit des Beginns der Nutzung	Echtzeit in h
$t_{\text{end,i}}$	Zeit am Ende der Nutzung	Echtzeit in h
$t_{\text{bs,i}}$	Zeitnutzung vor Sonnenaufgang	Stunden
$t_{\text{as,i}}$	Zeitnutzung nach Sonnenuntergang	Stunden
$t_{\text{sunrise,i}}$	Sonnenaufgangszeit	Echtzeit in h
$t_{\text{sunset,i}}$	Sonnenuntergangszeit	Echtzeit in h

Symbol	Name der Menge	Einheit
N_i	Anzahl der Tage eines Monats	Tage
C_{we}	Minderungsfaktor zur Berücksichtigung von Wochenenden	-
α_i	Stundenwinkel	Grad
t_{eq}	Zeitunterschied zwischen sichtbarer Sonnenzeit und mittlerer Sonnenzeit (Zeitgleichung)	h
J_i	Tag des Monats	-
δ	Deklination der Sonne	Grad

4.2 Indizes

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Indizes aus FprEN 15603:2014 und die in Tabelle 3 aufgelisteten Indizes.

Tabelle 3 — Indizes

Indizes	Bedeutung
j	Relevanter untersuchter Bereich
i	Monatsnummer, 1 – 12

4.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Abkürzungen aus FprEN 15603:2014 und die in Tabelle 4 aufgelisteten Indizes.

Tabelle 4 — Abkürzungen

Symbol	Name der Menge	Einheit
LENI	numerische Beleuchtungsenergiekenngröße	kWh/m ² Jahr
MF	Wartungsfaktor	-
LLMF	Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor	-
LSF	Lampenlebensdauerfaktor	-
LMF	Leuchten-Wartungsfaktor	-
RSMF	Raumflächenwartungsfaktor	-

5 Beschreibung der Methoden

Diese Norm beschreibt drei Methoden zur Bewertung der Energie, die für die elektrische Beleuchtung in einem Gebäude benötigt wird, entweder durch Berechnung (Methode 1 und Methode 2) oder durch direkte Messung des Lichtstromkreises (Methode 3). Die Berechnungsmethode 1 bietet zwei Optionen, 1: für neue oder sanierte Gebäude und 2: für bestehende Gebäude. Für neue und sanierte Gebäude bietet sie außerdem Berechnungsschnellverfahren 2 für die jährliche Energieabschätzung.

5.1 Ergebnis der Methode 1

Diese Methode behandelt die Berechnung der Energieanforderungen des Beleuchtungssystems 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 Zeiteinheit für das Gebäude ausgedrückt werden. Der jährliche Ergebniswert muss auf Quadratmeter des Nutzungsbereichs normalisiert werden, um die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße (LENI, en: Lighting Energy Numeric Indicator) anzugeben.

Der Zeitschritt für das Ergebnis kann sein:

- jährlich
- monatlich
- stündlich

entsprechend dem Zeitschritt der Eingangsdaten.

5.2 Optionale Methoden

5.2.1 Methode 2 — Schnellverfahren zur Berechnung

Diese Methode deckt die Berechnung der Energieanforderungen des Beleuchtungssystems für Wohngebäude und Tertiärgebäude ab, bei denen keine umfassende Beleuchtungsplanung vorgenommen wurde. Diese Methode verwendet das Schnellverfahren zur Berechnung und die Vorgabewerte und das Ergebnis ergibt Planungswerte.

Das Ergebnis der Methode muss in Kilowattstunden je Jahr für das Gebäude ausgedrückt werden. Dieser jährliche Ergebniswert muss auf Quadratmeter des Nutzungsbereichs normalisiert werden, um die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße (LENI, en: Lighting Energy Numeric Indicator) anzugeben.

Der Zeitschritt der Ausgangsleistung muss jährlich sein.

Diese Methode ist bei der Konzeptphase der Planung von neuen oder sanierten Gebäuden geeignet.

5.2.2 Methode 3 — Direktmessung

Diese Methode beschreibt die direkte Messung der vom Beleuchtungssystem in Wohngebäuden und Tertiärgebäuden verbrauchten Energie durch abgegrenzte 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 des Nutzungsbereichs normalisiert werden, um die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße (LENI, en: Lighting Energy Numeric Indicator) anzugeben.

Der Zeitschritt für die Ausgangsleistung kann sein:

- jährlich
- monatlich
- 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 angewendet für Gebäude mit Vorrichtung für eine getrennte Messung der elektrischen Energie, die für die Beleuchtung innerhalb des Gebäudes aufgewendet wurde. Diese Messung kann wahlweise durch ein Gebäude-Managementsystem durchgeführt werden.

5.3 Sonstige allgemeine Themen

Die berechnete oder gemessene jährliche Energie, die zur Beleuchtung benötigt wird, kann auf eine Flächeneinheit normalisiert werden, um die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße (LENI, en: Lighting Energy Numeric Indicator) zu ermitteln. Die LENI bietet vergleichbare Messungen zur energetischen Bewertung der Beleuchtungsinstallation in den Gebäuden.

6 Methode 1: Berechnung der benötigten Energie für die Beleuchtung

6.1 Ausgabedaten

Der festgelegte Zeitschritt [t_s]

Die Energie, die für die Beleuchtung verbraucht wird, je Zeitschritt innerhalb von Räumen oder Zonen (W_t) [kWh/ t_s]

Die Summe der jährlichen Energie für die elektrische Beleuchtung im Gebäude (W) [kWh/Jahr]

Die Ausgabedaten dieser Methode sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5 — Ausgabedaten dieser Methode

Beschreibung	Symbol	Einheit	Beabsichtigtes Zielmodul
Spezifischer Zeitschritt	t_s		alle
Gebrauchte Energie für Beleuchtung innerhalb eines Raumes oder einer Zone	W_t	kWh	MX-X
Aufsummierung der jährlichen Energie für die künstliche Beleuchtung innerhalb eines Gebäudes	W	kWh	MX-X

Die Kenngröße *LENI*, die die numerische Beleuchtungsenergiekenngröße für die flächennormalisierte jährliche Energie ist, die zur Beleuchtung im Gebäude gebraucht wird [kWh/m² Jahr].

6.2 Berechnungszeitschritte

Die in Abschnitt 6 beschriebenen Methoden sind für folgende Zeitschritte geeignet:

- Jährlich - Verwendet für 8 760 Stunden;
- Monatlich - Verwendet für durchschnittlich 730 Stunden;
- Stündlich - Verwendet für (monatlich/730).

6.3 Eingangsdaten

6.3.1 Beleuchtungssystemdaten

Für die ausführliche Berechnungsmethode muss die Energieschätzung auf dem elektrischen Beleuchtungssystem basieren, das für die Beleuchtung sorgt, in Übereinstimmung mit den Anforderungen für Nicht-Wohngebäude EN 12464-1 für die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen oder EN 12193 für die Beleuchtung von Sportstätten; für Wohngebäude siehe die Empfehlungen des Technischen Berichts CEN/TR 15193-2 für die Beleuchtungskriterien.

Es ist wichtig, dass für alle Gebäude die Lichtlösung Tageslicht, sofern vorhanden, und elektrisches Licht kombinieren 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.

6.3.1.1 Beleuchtungssystem neuer oder sanierter Gebäude

Der Prozess zur Planung des elektrischen Beleuchtungssystems für alle Räume und Zonen innerhalb des Gebäudes muss als Ergebnis den erforderlichen Typ und die Anzahl der Leuchten ergeben; diese müssen im Produktkonzept 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 unverwechselbaren Produktreferenzcode identifiziert werden;
- die Mengen jedes spezifischen Typs von Leuchten;
- die Steuertechnik und Gerätetypen.

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

6.3.1.2 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 unverwechselbaren Produktreferenzcode identifiziert werden;
- die Mengen jedes spezifischen Typs von Leuchten;
- die Steuerungstechnik und Gerätetypen.

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 spezifiziert werden:

- Unverwechselbarer Produktreferenzcode;
- Maximale Eingangsleistung der Leuchten (P_i) [W];
- Leuchtensteuerungs-Leerlaufverlust-Leistung (P_{ci}) [W];
- Notbeleuchtungs-Akkumulatorladungsleistung (P_{ei}) [W].

Im Fall, dass alternative Berechnungsmethoden verwendet werden, dürfen die Daten, die sich durch die optionalen Berechnungsmethoden ergeben, verwendet werden.

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

6.3.2.2 Produktbeschreibungsdaten (qualitativ)

Die Produktbeschreibungsdaten müssen die Produktmerkmale und Funktionsmöglichkeiten hinsichtlich Dimmsteuerung, eingebauter Sensoren und Notbeleuchtungsvorrichtung angeben.

6.3.2.3 Produkttechnische Daten

Die produkttechnischen Daten müssen die Werte sein, die vom Hersteller entsprechend den zertifizierten Messungen angegeben werden, die anhand der relevanten Produktnormen durchgeführt werden. Wenn keine vom Hersteller angegebenen Leerlaufverlust-Energiedichtewerte vorhanden sind, werden im informativen Anhang B Vorgabewerte angegeben.

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

6.3.3 Systemplanungsdaten

Berechnungen müssen für jeden Raum, jede Zone oder jedes Gebäude erfolgen, um den Leistungsverbrauch der installierten Beleuchtung zu ermitteln und die Auswirkungen von Nutzungsrandbedingung und Tageslicht zu schätzen und über Planungs-/Wartungsfaktoren der Beleuchtungssteuerungen die Werte für die Teilbetriebsfaktoren F_O , F_D und F_C zu ermitteln.

Für Technologien mit eingebauten konstanten Lichtabgabekapazitäten, die in Systemen ohne Konstantlicht verwendet werden, muss die Messung des F_C -Werts auf LLMF basieren, wie in Anhang G beschrieben.

6.3.4 Betriebsbedingungen

Die Betriebsbedingungen für das Beleuchtungssystem sind in der Planung des Beleuchtungssystems spezifiziert, um die Beleuchtungsanforderungen für die Aufgaben oder Tätigkeiten in einem Raum, 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. Die Details der Steuerungstypen und ihrer Bedienung und Effektivität sind im Technischen Bericht CEN/TR 15193-2 angegeben.

Informationen über Nutzungsrandbedingungen in Gebäuden sind in EN 15251 angegeben.

6.3.5 Konstanten und physikalische Daten

Jährliche Betriebsstunden (t_y) – definiert als 8 760 Stunden.

6.4 Berechnungsverfahren

6.4.1 Anwendbare Zeitschritte

Dieses Verfahren kann mit den folgenden Zeitschritten verwendet werden:

- Jährlich;
- Monatlich;
- Stündlich.

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

Die Vorgabebelegungsstunden für den Gebäudetyp müssen EN 15251 entnommen werden.

Vorgabewerte werden auch in Anhang A aufgeführt.

6.4.3 Energieberechnung

6.4.3.1 Allgemeines

Die Beleuchtungsenergie-Berechnungsmethode ist in Bild 2 dargestellt.

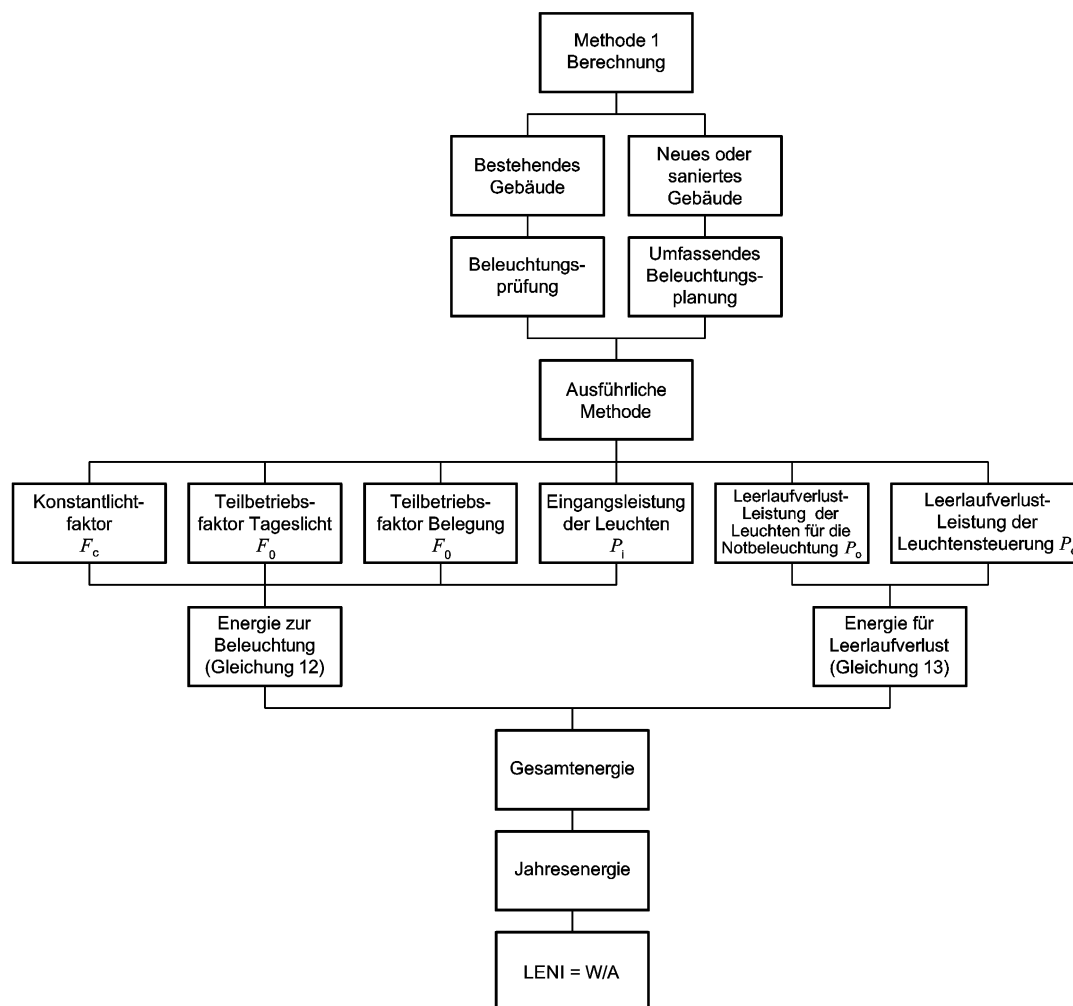


Bild 2 — Flussdiagramm für die Beleuchtungsenergieberechnungen

6.4.3.2 Berechnung der installierten Leistung

Für die umfassende Berechnungsmethode muss die Energieschätzung auf dem elektrischen Beleuchtungssystem basieren, das die Beleuchtung nach folgenden Anforderungen für Nicht-Wohngebäude erbringt: von EN 12464-1, für Arbeitsstätten in Innenräumen oder von EN 12193 für die Sportstättenbeleuchtung; die Beleuchtungskriterien für Wohngebäude sind dem Technischen Bericht CEN/TR 15193-2 zu entnehmen.

Die Eingangsleistung der Leuchten P_i 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 berechnet werden:

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

Dabei ist

n die Anzahl der einzelnen Leuchten im Bereich, der im Beleuchtungssystemplan definiert ist.

Vorgabewerte für Verbrauchslasten für Wohngebäude werden in Anhang B aufgeführt.

6.4.3.2.1 Bewertung der installierten Leistung in bestehenden Gebäuden

Die Bewertung der installierten Leistung 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 Summierung der zu den Leuchten in jedem Bereich des Gebäudes gelieferten Leistungen mit der Gleichung (1) berechnet werden.

6.4.3.3 Leerlaufverlust Anschlussleistungsanforderungen

Die erforderliche gesamte installierte Leistung zum Aufladen der Akkumulatoren in den Notfallleuchten (P_{em}) und zur Versorgung mit Leerlaufverlust-Leistung für die automatischen Steuerungen in den Leuchten, wenn die Lampen nicht eingeschaltet sind (P_{pc}), müssen berechnet werden. Die Berechnung erfolgt durch Summierung der Leistungsanforderungen jeder spezifizierten Leuchte, der Leerlaufverlust-Leistung (P_{ei}) zum Laden der Akkumulatoren und der Leerlaufverlust-Leistung (P_{ci}) für die automatische Steuerung in jedem Bereich des Gebäudes mit den Gleichungen:

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

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

Dabei ist

n die Anzahl der einzelnen Leuchten im Bereich, der im Beleuchtungssystemplan definiert ist.

Details der Bereitschaftsleistung und Energieberechnung und der Anforderungen sind in Anhang H angegeben.

6.4.3.4 Teilbetriebsfaktor Belegung (F_O)

Der Teilbetriebsfaktor Belegung F_O muss durch folgenden Rechenprozess berechnet werden:

$$F_O = 1,0 \quad (4)$$

F_O muss als gleich 1,0 angenommen werden, wenn

- die Beleuchtung auf „zentral“ geschaltet wird, d. h. in mehr als einem Raum gleichzeitig (z. B. ein einzelnes automatisches System — zum Beispiel 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 sind als 30 m², werden von einer Gruppe von Leuchten beleuchtet, die (manuell oder automatisch) zusammengeschaltet sind.

$$F_O < 1,0 \quad (5)$$

F_O muss als kleiner als 1,0 angenommen werden

- in Versammlungsräumen (was der von 1 Schalter und/oder 1 Detektor abgedeckte Bereich 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 (Präsenz-Erkennung) 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 folgendermaßen festgelegt werden:

Wenn $0,0 \leq F_A < 0,2$

$$F_O = 1 - [(1 - F_{OC}) \times F_A/0,2] \quad (6)$$

Wenn $0,2 \leq F_A \leq 0,9$

$$F_O = F_{OC} + 0,2 - F_A \quad (7)$$

Wenn $0,9 \leq F_A \leq 1,0$

$$F_O = [7 - (10 \times F_{OC})] \times (F_A - 1) \quad (8)$$

Wobei F_A der Anteil der Zeit ist, in welcher der Raum nicht belegt ist, und wobei F_{OC} als eine Funktion des Beleuchtungssteuersystems festgelegt wird.

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 Raum oder eine Zone im Gebäude als Funktion des Tageslichtversorgungsfaktors $F_{D,S}$ und des tageslichtabhängigen Beleuchtungssteuerungsfaktors $F_{D,C}$ mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$F_D = 1 - (F_{D,S} \times F_{D,C}) \quad (9)$$

Die Methoden zur Bestimmung des Tageslichtversorgungsfaktors $F_{D,S}$ und des tageslichtabhängigen Beleuchtungssteuerungsfaktors $F_{D,C}$ sind in Anhang F 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 folgender Gleichung berechnet werden:

$$F_C = 1 - \frac{1}{2} F_{cc} (1 - MF) \quad (10)$$

Dabei ist

F_{cc} der Faktor zur Beschreibung der Effizienz der Konstantlichtkontrolle;

MF der Wartungsfaktor der Planung.

Details der Wartungsfaktorkompensation sind in Anhang G aufgeführt.

Für Technologien mit eingebauter Konstantlichtregelung, die in Systemen ohne Konstantlicht benutzt werden, muss die Abtastung des F_C -Werts auf LLMF basieren, wie in Anhang G beschrieben.

6.4.3.7 Energieberechnung

Die geschätzte Gesamtenergie, die für die Beleuchtung für einen Zeitraum in einem Raum oder einer Zone des Gebäudes erforderlich ist, muss mit folgender Gleichung abgeschätzt werden:

$$W_t = W_{L,t} + W_{P,t} \text{ [kWh/t}_s\text{]} \quad (11)$$

Wobei $W_{L,t}$ die geschätzte Beleuchtungsenergie, die zum Zweck der Erfüllung der Beleuchtungsfunktion in einem Raum oder in einer Zone des Gebäudes erforderlich ist, mit folgender Gleichung zu berechnen ist:

$$W_{L,t} = \Sigma \{ (P_n \times F_c) \times F_o [(t_D \times F_D) + t_N] \} / 1\,000 \text{ [kWh/t}_s\text{]} \quad (12)$$

und $W_{P,t}$ die geschätzte Leerlaufverlustenergie, die während den nicht beleuchteten Zeiträumen für die Ladeleistung der Notbeleuchtung und die Aktivierungsenergie für die Beleuchtungskontrollen in einem Raum oder einer Zone des Gebäudes erforderlich ist, mit folgender Gleichung zu berechnen ist:

$$W_{P,t} = \Sigma \{ \{ P_{pc} \times [t_s - (t_D + t_N)] \} + (P_{em} \times t_e) \} / 1\,000 \text{ [kWh/t}_s\text{]} \quad (13)$$

ANMERKUNG 1 Die Gesamtbeleuchtungsenergie kann für jede erforderliche Zeitschritt-Periode 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 innerhalb eines Gebäudes muss mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$W = 8\,760/t_s \times \Sigma W_t \text{ [kWh/Jahr]} \quad (14)$$

summiert für alle Räume und Zonen im Gebäude.

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

$$\text{LENI} = W/A \text{ [kWh/(m}^2 \times \text{Jahr)}] \quad (15)$$

Dabei ist

W die Jahresgesamtenergie, die für die Beleuchtung verwendet wird [kWh/Jahr];

A die Gesamtnutzfläche des Gebäudes [m²].

6.5 Aufwandszahl für Beleuchtungssysteme

Die Effizienz eines gegebenen Beleuchtungssystems kann durch die Aufwandszahl ausgedrückt werden. Diese hat keinen Einfluss auf die Bestimmung des Energiebedarfs für Beleuchtung. Stattdessen kann sie durch eine Korrelation von zuvor abgeleiteten Werten abgeleitet werden. Durch Anwendung dieser Methodik kann eine schnelle Analyse der Energieströme (der energetischen

Aufwände) im Bereich Beleuchtung erfolgen, getrennt nach den unterschiedlichen technischen Komponenten von Beleuchtungssystemen.

Aufgrund der erforderlichen Konventionen bei der energetischen Bewertung von Licht und Beleuchtung, z. B. Referenzlichtausbeute und Referenzlichtstärkeverteilung, stellen sich Absolutwerte der Aufwandszahlen ein, die spezifisch für die Beleuchtung sind und nicht unmittelbar mit anderen technischen Gewerken im Gebäude vergleichbar sind.

Weitere Informationen sind in CEN/TR 15193-2 enthalten.

Die Aufwandszahl für Beleuchtungssysteme ist definiert als:

$$e_L = \frac{W_{us}}{W_{nd}} \quad (16)$$

Sie kann aus der folgenden formalen Aufteilung der einzelnen Einflüsse abgeleitet werden:

$$e_L = e_{L,C} \times e_{L,O} \times e_{L,D} \times e_{L,ES} \quad (17)$$

Dabei ist

- W_{us} der Endenergiebedarf für die Beleuchtung;
- W_{nd} der Nutzenergiebedarf für die Beleuchtung;
- e_L die Aufwandszahl für Beleuchtungssysteme;
- $e_{L,C}$ die Teilaufwandszahl für die Konstantlichtkontrolle;
- $e_{L,O}$ die Teilaufwandszahl für die Präsenzerfassung;
- $e_{L,D}$ die Teilaufwandszahl für die tageslichtabhängige Kunstlichtkontrolle;
- $e_{L,ES}$ der Teilaufwandszahl für das künstliche Beleuchtungssystem.

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

$$e_{L,C} = \frac{1 - \frac{1}{2} F_{CC} (1 - MF)}{1 - \frac{1}{2} (1 - MF)} \quad (18)$$

Dabei ist

- F_{CC} der Faktor zur Beschreibung der Effizienz der Konstantlichtkontrolle.

Die Teilaufwandszahl für die Präsenzerfassung wird mit der Gleichung (19) berechnet:

$$e_{L,O} = \frac{F_O}{(1 - F_A)} \quad (19)$$

Die Teilaufwandszahl für die tageslichtabhängige Kunstlichtkontrolle wird mit der Gleichung (20) berechnet

$$e_{L,D} = \frac{A_D(t_{\text{Day}} \cdot (1 - F_{D,S} \cdot F_{D,C}) + t_{\text{Night}}) + A_{ND}(t_{\text{Day}} + t_{\text{Night}})}{A_D(t_{\text{Day}} \cdot (1 - F_{D,S}) + t_{\text{Night}}) + A_{ND}(t_{\text{Day}} + t_{\text{Night}})} \quad (20)$$

Dabei ist

A_D der von Tageslicht beleuchtete Bereich;

A_{ND} der nicht von Tageslicht beleuchtete Bereich, der über Gesamtbereich $A - A_D$ abgeleitet werden kann.

Die Teilaufwandszahl für das künstliche Beleuchtungssystem wird mit der Gleichung (21) berechnet:

$$e_{L,ES} = \frac{P}{P_e} \quad (21)$$

Sie kann durch die formale Aufteilung der verschiedenen Auswirkungen nach Gleichung (22) abgeleitet werden:

$$e_{L,ES} = e_{L,ES,del} \times e_{L,ES,dis} \times e_{L,ES,gen} \quad (22)$$

Dabei ist

P spezifische elektrische Bewertungsleistung des Bereiches [W/m^2];

P_e die Bewertungsleistung zur Ermittlung der Nutzenergie [W/m^2];

$e_{L,ES,del}$ die Aufwandszahl Kunstlichtübergabe;

$e_{L,ES,dis}$ die Teilaufwandszahl Kunstlichtverteilung;

$e_{L,ES,gen}$ die Teilaufwandszahl Kunstlichterzeugung.

Die Teilaufwandszahl Kunstlichtübergabe wird mit der Gleichung (23) berechnet:

$$e_{L,ES,del} = \frac{F_{U,e}}{F_U} \quad (23)$$

Dabei ist

F_U der Raumwirkungsgrad;

$F_{U,e}$ der Raumwirkungsgrad zur Ermittlung der Nutzenergie.

Der Raumwirkungsgrad zur Ermittlung der Nutzenergie $F_{U,e}$ kann mithilfe von Tabelle 5 in Abhängigkeit vom Raumindex abgeleitet werden.

Tabelle 6 — Raumwirkungsgrad zur Ermittlung der Nutzenergie $F_{U,e}$ als Funktion des Raumindex

Raumindex k	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
Raumwirkungsgrad $F_{U,e}$	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 (24):

$$e_{L,ES,dis} = \frac{1}{\eta_{LB}} \quad (24)$$

Dabei ist

η_{LB} der Betriebswirkungsgrad der eingesetzten Leuchte.

Die Teilaufwandszahl für die Kunstlichterzeugung ergibt sich aus Gleichung (25):

$$e_{L,ES,gen} = \frac{140 \cdot f_B}{\eta_L} \quad (25)$$

Dabei ist

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

η_L der Lampenwirkungsgrad [lm/W];

f_B die Effizienz des Vorschaltgeräts.

Wenn die tabellarische Methode verwendet wird, die in 6.4.3.1 aufgeführt ist, kann die Teilaufwandszahl für das künstliche Beleuchtungssystem vereinfacht mit der Gleichung (26) berechnet werden:

$$e_{L,ES} = 1,75 \cdot \frac{P_{j,lx}}{P_{j,lx,direct}} \cdot k_L \quad (26)$$

7 Methode 2: Schnellverfahren zur Berechnung der benötigten Energie für die Beleuchtung

7.1 Ausgangsdaten

Der spezifizierte Zeitschritt (t_s) [jährlich].

Die vorläufige numerische Beleuchtungsenergiekenngröße, welche die bereichsnormalisierte, jährlich verbrauchte Energie zur Beleuchtung im Gebäude (LENI) [kWh/m² Jahr] ist. Der Wert kann auch als jährlicher Energiebedarf für die Beleuchtung W_L [kWh/m² Jahr] verwendet werden.

Die Summierung der jährlichen Energie für die elektrische Beleuchtung im Gebäude (W) [kWh/Jahr].

7.2 Berechnungszeitschritte

Jährlich — Verwendet für 8 760 Stunden

7.3 Eingangsdaten

7.3.1 Beleuchtungssystemdaten

Für das Schnellverfahren zur Berechnung muss die Energieschätzung auf dem elektrischen Beleuchtungssystem basieren, das die Beleuchtung gemäß den Anforderungen für Nicht-Wohngebäude liefert, von EN 12464-1 für die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen oder von EN 12193 für die Beleuchtung von Sportstätten; für Wohngebäude siehe die Empfehlungen des Technischen Berichts CEN/TR 15193-2 für die Beleuchtungskriterien.

Es ist wichtig, dass die Beleuchtungslösung für alle Gebäude Tageslicht und elektrisches Licht kombinieren muss, um alle gesetzlichen Anforderungen und die generellen und spezifischen Beleuchtungskriterien für die Plätze in den Gebäuden zu erfüllen.

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

Im Fall, dass alternative Berechnungsmethoden verwendet werden, dürfen die Beleuchtungssystemdaten, die aus den optionalen Berechnungsmethoden stammen, verwendet werden.

7.3.2 Produktdaten

7.3.2.1 Allgemeines

Wenn das Schnellverfahren verwendet wird, müssen die unverwechselbaren Produktmerkmale festgelegt werden (z. B. Lampentyp und Lichtstromabgabe).

7.3.2.2 Produktbeschreibungsdaten (qualitativ)

Die Produktbeschreibungsdaten müssen die Produktmerkmale und die Funktionsmöglichkeiten hinsichtlich Dimmsteuerung, eingebauter Sensoren und Notbeleuchtungsfunktionen angeben.

7.3.2.3 Produkttechnische Daten

Die Vorgabewerte für die Bereitschaftsenergiedichte sind in Anhang B aufgeführt.

7.3.3 Systemplanungsdaten

Für jeden Raum, jede Zone oder jedes Gebäude müssen Berechnungen durchgeführt werden um die installierten Beleuchtungsleistung zu ermitteln und den Einfluss von Belegung, Tageslicht und Planungs-/Wartungsfaktoren auf die Beleuchtungssteuerungen zu schätzen, indem die Werte der Teilbetriebsfaktoren F_O , F_D und F_C bestimmt werden.

Für Technologien mit eingebauter Konstantlichtregelung, die in Systemen ohne Konstantlicht verwendet werden, muss die Abtastung des F_C -Werts auf LLMF basieren, wie in Anhang G beschrieben.

7.3.4 Betriebsbedingungen

Die Betriebsbedingungen für das Beleuchtungssystem müssen so spezifiziert werden, dass die relevanten Beleuchtungskriterien und die Anforderungen für die Aufgaben oder die Tätigkeit in einem Raum, einer Zone oder einem Gebäude erfüllt werden, und sie müssen durch Steuerungen geregelt werden. Die Steuerungen müssen manuell oder automatisch betrieben werden. Details über Steuerungstypen, ihren Betrieb und ihre Effektivität sind in CEN/TR 15193-2 aufgeführt.

Informationen über Standardbelegungsmuster in Gebäuden sind in EN 15251 und in Anhang B aufgeführt.