

Energienormen für Beleuchtung

SIA 387/4 versus EN 15193

1 Einleitung

Die SIA-Norm 387/4 «Elektrizität im Gebäude für Beleuchtung» stellt seit vielen Jahren ein etabliertes Verfahren zur Berechnung und Bewertung des Energiebedarfs der Beleuchtung in Gebäuden zur Verfügung. Die Schweizer Norm ist Anforderung im Minergiestandard und bei den Förderprogrammen des Bundes (Prokilowatt). Ferner ist SIA 387/4 Bestandteil der MuKEN 2014 (Muster Energieverordnung der Kantone). Neben der seit 1996 erstmals erschienenen Schweizer Norm existiert seit einigen Jahren ein europäisches Pendant mit demselben Zweck: EN 15193 «Energetische Bewertung von Gebäuden - Energetische Anforderungen an die Beleuchtung».

Die Parallelen und Unterschiede der zwei Normen sollen hier erläutert werden.

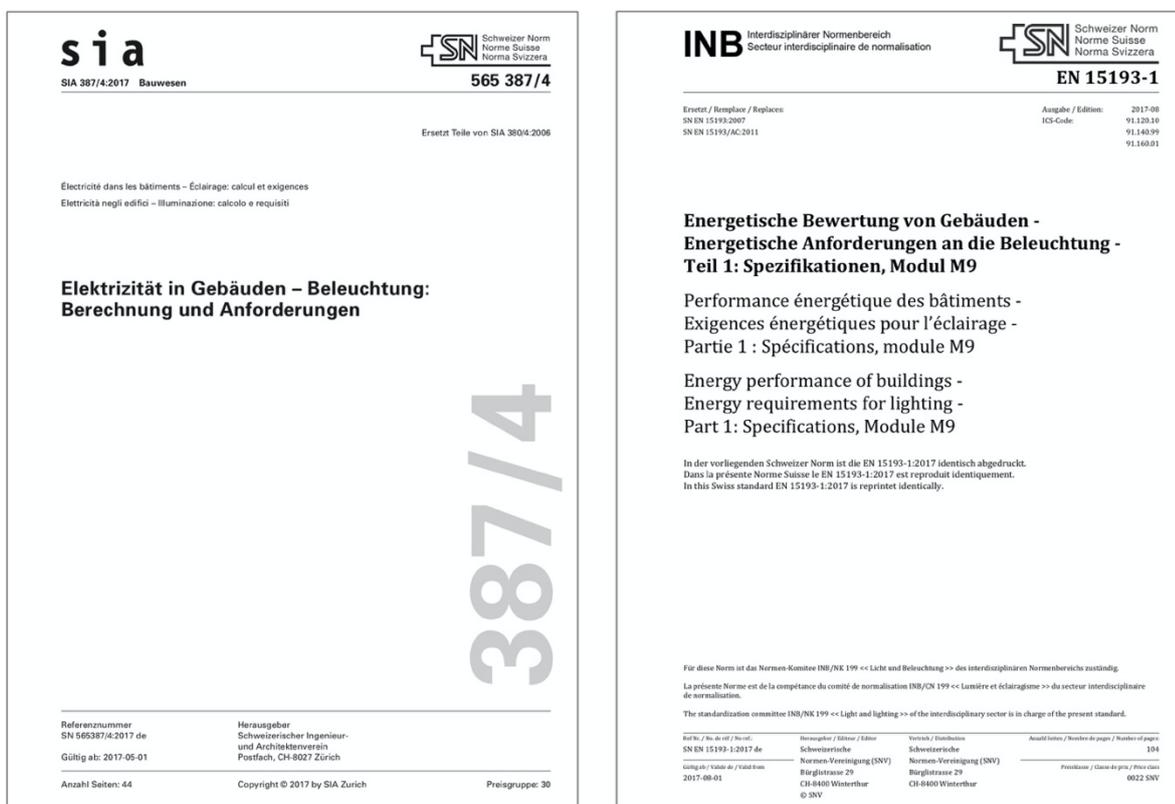


Abbildung 1: Titelseiten der zwei Normen

2 Überblick

In der tabellarischen Übersicht sind die behandelten Themen der zwei Normen vergleichend gegenübergestellt.

Inhalte der Norm	SIA 387/4	EN 15193
Vorgehen und Methoden	2	3
Berechnung der installierten Leistung	x	-
Tageslicht-Modell	x	x
Präsenz-Modell	x	x
Berechnung des Energiebedarfs	x	x
Darstellung der Energiebilanz	x	-
Energiebedarf im Standby	-	x
Wartungsplan der Beleuchtung	-	x
Energetische Anforderungen	x	-
Berechnungsbeispiele	x	-
Software-Tools	x	-
Validierung in der Praxis	x	-

Tabelle 1: Vergleich der zwei Normen im Überblick

3 Inhalte der Norm

3.1 Vorgehen und Methoden

Die EN 15193 beschreibt 3 Methoden:

- Die ausführliche Methode soll bei einer umfassenden Beleuchtungsplanung zur Anwendung kommen. Es können wahlweise Energieberechnungen in Stunden-, Tages- oder Jahresintervallen durchgeführt werden. Jeder Raum in einem Gebäude wird einzeln berechnet.
- Die schnelle Methode kommt zur Anwendung, wenn keine umfassende Beleuchtungsplanung durchgeführt wird. Die Energieberechnung bezieht sich auf Jahreswerte. Jeder Raum in einem Gebäude wird einzeln berechnet.
- Die Methode 3 behandelt die Direktmessung in bestehenden Gebäuden in Stunden-, Tages- oder Jahreswerten.

In der SIA-Norm werden 2 Methoden beschrieben:

- Methode 1: Berechnung des Energiebedarfs in Jahreswerten: diese Methode kann in der Tiefe entsprechend dem Projektstand angepasst werden – also von „grob“ in der Vorprojektphase bis „sehr fein“ in der Planungs- und Ausführungsphase.
- Methode 2: Berechnung des Energiebedarfs in Stundenwerten: diese Methode eignet sich in einer fortgeschrittenen Planungsphase und ist angezeigt, wenn Gebäudesimulationen des Gesamtenergiebedarfs (also inkl. Heizung, Lüftung und Klimaanlage) durchgeführt werden.

Bei SIA 387/4 muss nicht jeder Raum einzeln berechnet, es können Raumgruppen gleicher Nutzung gebildet werden. Zu Vereinheitlichung werden 45 Standardnutzungen gemäss SIA 2024 verwendet. Der Zusammenzug gleichartiger Räume reduziert den Aufwand für die Energieberechnung erheblich, ohne dass in der Praxis grössere Ungenauigkeiten entstehen.

3.2 Berechnung der installierten Leistung

Die EN 15193 macht keine Angaben, wie die Anschlussleistung einer Beleuchtung berechnet werden soll. Es wird lediglich darauf hingewiesen, dass die Leistungen aller Leuchtmittel zusammengezählt werden müssen.

In der SIA 387/4 gibt es ein Berechnungsmodell für eine frühe Planungsphase. In der Projekt- und Ausführungsphase wird die Anschlussleistung mit effektiv geplanten Werten verwendet; ermittelt zum Beispiel mit den verbreiteten, kostenlosen Software-Tools von Relux oder Dialux.

3.3 Tageslicht-Modell

Beide Normen beinhalten ein Tageslichtmodell. Die Modelle sind methodisch abweichend.

Bei EN 15193 wird ein Teilbetriebsfaktor für Tageslicht definiert, der zahlreiche Abhängigkeiten hat und raumweise ermittelt wird. Dabei spielen Himmelsrichtung, Transparenz des Glases/Bauteils, Konstruktion der Fenster (Oberlichter), Raumtiefe, genaue äussere Verbauung, tageslichtabhängige Steuerungssysteme und Sonnenschutz eine Rolle. Ein umfassendes Tabellenwerk listet Korrekturfaktoren für die einzelnen Teilfaktoren auf. In der schnellen Methode werden vereinfachte Annahmen und Berechnungsformeln angegeben.

Grundsätzlich definiert SIA 387/4 die gleichen Einflussfaktoren. Diese werden aber nicht detailliert berechnet, sondern auf Standardanwendungen referenziert. Z.B. Verschattung der Umgebung: innerstädtisch, in der Agglomeration oder ohne Verbauung. Der Planer muss also festhalten, ob und in welchem Masse eine Funktion vorhanden ist, aber nicht berechnen, wieviel diese Funktion «theoretisch» bringt.

Beim Tageslicht-Modell besteht grundsätzlich die grösste Differenz zwischen den zwei Normen.

3.4 Präsenz-Modell

Beide Normen beinhalten ein Präsenzmodell. Die Modelle definieren Reduktionsfaktoren der Betriebszeiten (Betriebsfaktoren) beim Einsatz von Präsenzmeldern in Abhängigkeit der Einstellungen und der Nutzungen, in welchen sie eingesetzt werden. Die Modelle sind methodisch sehr ähnlich; die Werte aber nicht exakt gleich.

3.5 Berechnung des Energiebedarfs

Beide Normen berechnen den Energiebedarf gleich und verlangen als Bewertungsgrösse den gleiche Kenngrösse.

$$\text{Energiebedarf (kWh/m}^2\text{)} = \text{installierte Leistung (W/m}^2\text{)} * \text{Nutzungszeit (h/a)} * \text{Einflussfaktoren}$$

Die Bewertungsgrösse ist der spezifische Energiebedarf in kWh/m² und nennt sich in der EN 15193 «LENI» (lighting energy numeric indicator). Bei SIA 387/4 wird die Bezeichnung «spezifische Energiebedarf für Beleuchtung» verwendet.

3.6 Darstellung der Energiebilanz

Auf eine Angabe zur Berechnung der Gesamtenergiebilanz wird in der EN 15193 verzichtet. In der SIA 387/4 ist die sogenannte «standardisierte Darstellung» ein zentrales Element der Norm: Aufbau, Berechnung und Darstellung werden genau beschrieben.

Nutzung	Fläche m ²	Leistung kW	Volllaststunden h/a	Energiebedarf MWh/a
Schulzimmer	1'215	8.6	1'008	8.7
Verkehrsfläche	561	2.6	645	1.7
Nebenräume	437	1.4	971	1.4
Lehrerzimmer	102	0.7	743	0.5
Garderoben	78	0.3	874	0.3
WC	64	1.1	532	0.6
Büro	84	0.7	884	0.6
Bibliothek	26	0.3	2'215	0.6
Küche	30	0.7	1'250	0.9
Total	2'597	16.5	926	15.3
Spezifischer Energiebedarf für Beleuchtung (= LENI)				5.9 kWh/m²

Tabelle 2: Die Darstellung der Energiebilanz von SIA 387/4 fehlt in der EN 15193

3.7 Energiebedarf im Standby

Der Aspekt des Standby-Verbrauchs wird nur in der EN 15193 behandelt, in der SIA 387/4 fehlt er. Während in der ausführlichen Methode eine genaue Ermittlung gefordert wird, beschränkt sich das schnelle Verfahren auf einen Pauschalwert von 1.5 kWh/m² für geregelte Leuchten.

Die fehlende Implementation des Stand-bys bei SIA 387/4 ist sicherlich ein Manko, das bei der nächsten Revision behoben werden sollte.

3.8 Wartungsplan der Beleuchtung

Mit der Zeit nimmt der Lichtstrom einer Beleuchtung durch Alterung der Komponenten und durch Verschmutzung ab. In der EN 15193 wird unter dem Stichwort «Teilbetriebsfaktor Konstantlicht» ein Wartungsplan gefordert, damit das Beleuchtungsstärke-Niveau über die gesamte Lebensdauer nicht unter den vorgeschriebenen Mindestwert fällt. Der bestimmende Wartungsfaktor (MF = Maintenance Factor) muss ermittelt und bei der Energierechnung mitberücksichtigt werden.

Die SIA 387/4 nimmt den Wartungsfaktor pauschal mit MF=0.8 an. Eine weitergehende Beschreibung fehlt. Der Aspekt des Maintenance-Factors sollte bei der nächsten Revision von SIA 387/4 vertieft behandelt werden.

3.9 Energetische Anforderungen

In der SIA-Norm 387/4 werden die Energiebedarfswerte für die einzelnen Raumgruppen berechnet und den Anforderungen (Grenz- und Zielwert) der 45 Standardnutzungen gemäss SIA 2024 gegenübergestellt.

Nutzung	Fläche m ²	Projektwert kWh/m ²	Anforderungen SIA 387/4	
			Grenzwert kWh/m ²	Zielwert kWh/m ²
Schulzimmer	1'215	7.2	18.3	6.6
Verkehrsfläche	561	3.0	5.7	1.1
Nebenräume	437	3.2	5.7	1.4
Lehrerzimmer	102	4.9	10.8	2.9
Garderoben	78	3.8	7.7	2.6
WC	64	9.4	10.9	3.1
Büro	84	7.2	21.5	6.0
Bibliothek	26	23.3	11.6	3.9
Küche	30	30.0	6.7	1.7
Gesamtergebnis	2'597	5.9	12.6	4.1
		= LENI		

Tabelle 3: Die Gegenüberstellung der berechneten Projektwerte mit Anforderungen fehlt in der EN 15193

In der EN 15193 fehlen konkrete Anforderungen auf der Basis des LENI. Stattdessen wird ein Bewertungsmodell skizziert, welches eine sogenannte Aufwandzahl definiert. Diese bildet das Verhältnis des Energiebedarfs zwischen einem Referenzgebäude und dem zu berechnenden Projekt. Die konkreten Parameter für das Referenzgebäude werden aber nicht festgehalten. Eine Bewertung ist so nicht möglich.

3.10 Berechnungsbeispiele

In der SIA 387/4 gibt es für mehrere Gebäudekategorien (Bürohaus, Schule, Restaurant, Warenhaus) musterhafte Berechnungen. In der EN 15193 existieren keine Beispielrechnungen, weder auf Raum-, Raumgruppen- noch Gebäudeebene.

3.11 Software-Tools

Für die SIA 387/4 gibt es mehrere Software-Tools (ReluxEnergyCH, www.lighttool.ch, Lesosai) Die von der Firma Relux ursprünglich vorgesehene Software für EN 15193 wurde mangels Bedarfs zurückgezogen.

3.12 Validierung in der Praxis

Die SIA 387/4 wird seit vielen Jahren eingesetzt: beim Minergiestandard, beim gesetzlichen Vollzug in einigen Kantonen, bei Förderprogrammen des Bundes und auch bei privaten Bauherren. Es gibt zwischenzeitlich mehrere Tausend Anwendungen. Die Norm wurde in diesem Prozess sehr gut validiert und in zwei Revisionen entsprechend den Erkenntnissen angepasst.

Für die EN 15193 gibt es keine bekannten und veröffentlichten Berechnungen und Studien.

4 Fazit

- SIA 387/4 ist in der Praxis bestens etabliert und hat sich in der Anwendung 1000-fach bewährt. Ihre Umsetzung in der Schweiz sollte – auch im Hinblick auf das sehr grosse Energie-sparpotential bei der Beleuchtung – weiter forciert werden.
- Die EN 15193 ist ein von der Wissenschaft geprägtes Produkt, welches in sehr komplexen Bauten und zu Forschungszwecken eine sinnvolle Anwendung finden kann. Für eine breite Umsetzung ist die Norm in der heutigen Form nicht geeignet: Es fehlen vergleichende Kennzahlen (Anforderungen), Beispielberechnungen, Software-Tools und eine praktische Validierung der Tauglichkeit. Eine Massentauglichkeit ist scheinbar nicht gegeben, das kann auch aus der Verwendung im Ausland erkannt werden.
- Einzelne Aspekte der EN 15193 könnten in einer Revision der SIA 387/4 eingebracht werden: zusätzlicher Energieverbrauch von Standby, Wartungsplan einer Beleuchtung, Kontrolle der Umsetzung und Messung im Betrieb.
- In einem nationalen Vorwort in der Schweizer Version von EN 15193 sollte die praktische Verwendung der zwei Normen kommentiert werden.
- Vertreter von SIA und SNV sollten versuchen, die Vorzüge und Erfahrungen von SIA 387/4 beim zuständigen technischen Komitee der EU einzubringen. Optimalerweise sollte eine neue Europa-Norm auf der Basis von SIA 387/4 entwickelt werden.

Autoren:

Stefan Gasser, Programmleiter energylight, gasser@slg.ch

Daniel Tschudy, Geschäftsführer SLG, tschudy@slg.ch

Schweizer Licht Gesellschaft, Römerstrasse 7, CH-4600 Olten, www.slg.ch

1. Mai 2020