

# Berechnung der Energieeffizienz von Beleuchtungen in Gebäuden Deutschlands verschiedene Wege

Oliver Bind

## Einleitung

Die Europäische Union hat 2002 eine Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erlassen. Diese sollte bis 2006 umgesetzt sein. Diese Richtlinie regelt im Anhang, dass auch die Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen in Nichtwohngebäuden in der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden berücksichtigt werden muss.

### ANHANG

#### Allgemeiner Rahmen für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Artikel 3)

1. Die Methode zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden umfasst mindestens folgende Aspekte:
  - a) thermische Charakteristik des Gebäudes (Gebäudehülle, Innenwände usw.). Dies kann auch die Luftdichtheit umfassen,
  - b) Heizungsanlage und Warmwasserversorgung, einschließlich ihrer Dämmcharakteristik,
  - c) Klimaanlage,
  - d) Belüftung,
  - e) eingebaute Beleuchtung (hauptsächlich bei Nutzgebäuden),
  - f) Lage und Ausrichtung der Gebäude, einschließlich des Außenklimas,
  - g) passive Solarsysteme und Sonnenschutz,
  - h) natürliche Belüftung,
  - i) Innenraumklimabedingungen, einschließlich des Innenraum-Sollklimas.

Die DIN V 18599 ff soll in Zukunft die Grundlagen der Berechnungsmethoden, gemäß Artikel 3 der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Nichtwohngebäuden in Deutschland gelegt werden. Hiermit geht Deutschland einen eigenen Weg. Die Schweiz hat mit der SIA 380-ff „Energien im Hochbau“ schon vor über 10 Jahren Berechnungsmethoden normiert.

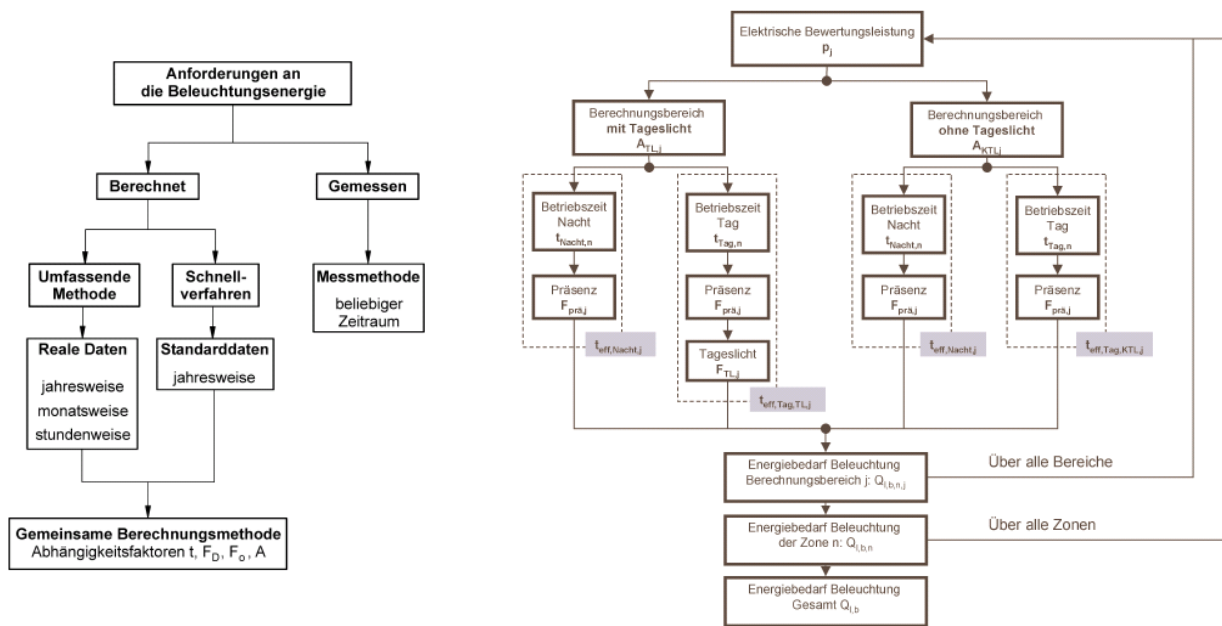
Andere Länder in Europa wie z.B. Österreich möchte die Berechnungsverfahren gemäß den, in Europa einheitlichen EN-Normen EN 15193, EN 15203, EN 15315 usw. des CEN verwenden. Diese sind aber untereinander nicht ausreichend abgestimmt. Diese EN-Normen werden in Zukunft als deutsche DIN EN – Normen umgesetzt. Die deutsche Energieeinsparungsverordnung (EnEV) wird für Nichtwohngebäude auf die, in sich abgestimmten Vornormen DIN V 18599 ff verweisen. Somit hat die deutsche Vornorm Gesetzescharakter. Die Schweiz muss zwar die EU-Richtlinie nicht übernehmen, hat sich aber verpflichtet die EN-Normen des CEN zu übernehmen.

Aus den zuständigen deutschen Ministerien gibt es zur Zeit keinen Zeitplan, den Verweis auf die DIN V 18599 ff zu Gunsten den EN-Normen aufzugeben. Somit wird es in Deutschland mindestens für einige Zeit, zwei verschiedene Normen für einen und denselben zu normenden Gegenstand geben. Dies führt zu Unsicherheiten in der Planung, da in den DIN-Normen von anderen Grundsätzen und Begriffen ausgegangen wird, als in den EN-Normen.

Die Anforderungen von Seiten der Baugesetzgebung in Deutschland werden dann andere sein, als die Anforderungen die vertragsrechtlich über die anerkannten Regeln der Technik automatisch vereinbart werden.

Im Hinblick aus der Ausstellung von Energieausweisen von Gebäuden im europäischen Vergleich sind die Kenntnisse der unterschiedlichen Berechnungsverfahren der DIN V 18599 ff gegenüber der EN 15193 nötig.

## EN 15193 versus DIN V 18599 Teil 4



Schema EN 15 193

Schema DIN V 18599 Teil 4

Die EN 15193 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Abschätzung des Energiebedarfs für die Beleuchtung“ setzt in Ihrer Grundlage auf eine schnelle Berechnung als Alternative zu einer Messung. Hierzu muss der so genannte LENI-Wert „Lighting energy numeric indicator“ ermittelt werden.

$$LENI = 1/A \times (W_p + W_L) \text{ kWh/m}^2/\text{year}$$

- •  $W_p$  jährliche parasitäre elektrische Energie
- •  $W_L$  jährliche elektrische Nutzenergie
- •  $A$  Gesamtnutzfläche des Gebäudes

Die parasitäre elektrische Energie  $W_p$  lässt sich bestimmen mit:

$$W_{p,t} = \sum \{ \{ P_{pc} \times [t_y - (t_D + t_n)] \} + (P_{em} \times t_{em}) \} / 1000 \text{ kWh}$$

- $P_{PC}$  elektrische Leistung der Kontrollgeräte
- $t_y$  Jahresstundenzahl = 8760 h
- $t_D$  Zeit in der Tageslicht genutzt wird
- $t_n$  Zeit in der kein Tageslicht genutzt wird
- $P_{em}$  elektrische Leistung der von Ladegeräten
- $t_{em}$  Ladezeit

Die Zeiten liegen in Tabellenform vor. Hat man keine Kenntnis von  $P$ , dann darf man  $W_p$  mit 6 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr ansetzen.

Die jährliche elektrische Nutzenergie für die Beleuchtung berechnet sich zu:

$$W_{L,t} = \sum \{ (P_n \times F_c) \times \{ (t_D \times F_o \times F_D) + (t_n \times F_o) \} / 1000 \text{ kWh}$$

- $P_n$  in diesem Bereich installierte elektrische Leistung
- $F_C$  Konstant-Beleuchtungsfaktor =  $(1+Wartungsf.)/2$
- $t_D$  Zeit in der Tageslicht genutzt wird
- $t_N$  Zeit in der kein Tageslicht genutzt wird
- $F_O$  Nutzungsabhängigkeitsfaktor
- $F_D$  Tageslichtversorgungsfaktor

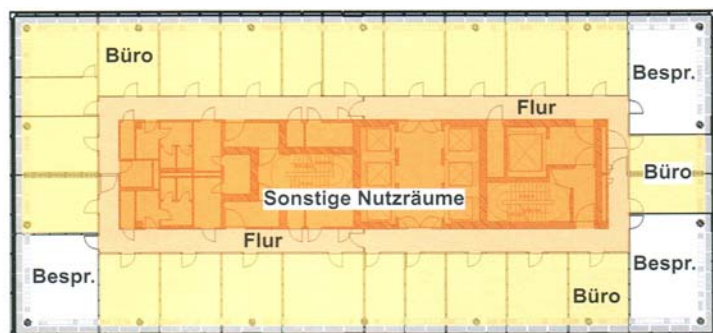
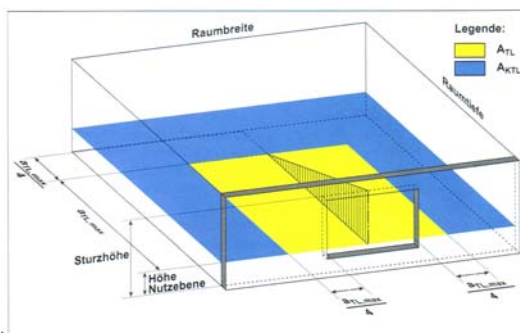
Für alle, in der Formel genannten Werte liegen Tabellenwerte zur schnellen Berechnung vor. Für Abweichungen werden informativ Berechnungsverfahren im Anhang der Norm vorgegeben. Ebenfalls im informativen Anhang sind Empfehlungen für übliche LENI-Werte genannt:

	Design criteria class	Parasite Emerge kWh/m <sup>2</sup> /	Parasite Control kWh/m <sup>2</sup> /year	$P_{load}$		$t_d$	$t_n$	$F_c$ no cte illuminance	$F_c$ no cte illuminance	$F_o$		$F_d$		LENI	LENI	
				W/m <sup>2</sup>	h					h	Manu	Auto	Manu			Auto
				Limiting value	Manu					Auto	Manu	Auto				
Office	*	1	5	15	2250	250	1	0.9	1	0.9	1	0.9	38.50	33.6		
	**	1	5	20	2250	250	1	0.9	1	0.9	1	0.9	51.00	42.9		
	***	1	5	25	2250	250	1	0.9	1	0.9	1	0.9	63.50	52.1		
Education	*	1	5	15	1800	200	1	0.9	1	0.9	1	0.8	31.00	25.9		
	**	1	5	20	1800	200	1	0.9	1	0.9	1	0.8	41.00	32.6		
	***	1	5	25	1800	200	1	0.9	1	0.9	1	0.8	51.00	39.2		
Hospital	*	1	5	15	3000	2000	1	0.9	0.9	0.8	1	0.8	68.50	53.5		
	**	1	5	25	3000	2000	1	0.9	0.9	0.8	1	0.8	113.50	85.2		
	***	1	5	35	3000	2000	1	0.9	0.9	0.8	1	0.8	158.50	116.9		
Hotel	*	1	5	10	3000	2000	1	0.9	0.7	0.7	1	1	36.00	37.5		
	**	1	5	20	3000	2000	1	0.9	0.7	0.7	1	1	71.00	69.0		
	***	1	5	30	3000	2000	1	0.9	0.7	0.7	1	1	106.00	100.5		
Restaurant	*	1	5	10	1250	1250	1	0.9	1	1	1	-	26.00	-		
	**	1	5	25	1250	1250	1	0.9	1	1	1	-	63.50	-		
	***	1	5	35	1250	1250	1	0.9	1	1	1	-	88.50	-		
Sport places	*	1	5	10	2000	2000	1	0.9	1	1	1	0.9	41.00	40.2		
	**	1	5	20	2000	2000	1	0.9	1	1	1	0.9	81.00	74.4		
	***	1	5	30	2000	2000	1	0.9	1	1	1	0.9	121.00	108.6		

Während die EN 15193 auf eine schnelle Ermittlung des erlaubten Energiebedarfs für die Anlagenteile alleine setzt, werden bei der DIN V 18599 ff jeweils Teile des Energiebedarfs ermittelt. Ob nun ein Gebäude als ganzes noch einen „zulässigen“ Energiebedarf besitzt, kann man nach der deutschen DIN V 18599 nur ermitteln, wenn der Energiebedarf alle Anlagenteile einzeln kennt. Somit ist eine Planung energieeffizienter Beleuchtung in Deutschland in Zukunft alleine durch den Lichtplaner, aus baurechtlichen Gesichtspunkten heraus gar nicht mehr möglich. Die deutsche DIN verlangt darüber hinaus umfangreiche Kenntnisse über die Nutzung des Gebäudes.

$$Q_{lf} = Q_{lb} = \sum_{n=1}^N F_{t,n} \cdot \sum_{j=1}^J Q_{lb,n,j}$$

Grundlage der DIN V 18599 Teil 4, ist die in Teil 1 genannten Aussagen über Einteilung in Zonen und Bereiche.



$$Q_{\text{lib},z,j} = p_j \cdot [A_{\text{TL},j} \cdot (t_{\text{eff,Tag,TL},j} + t_{\text{eff,Nacht},j}) + A_{\text{KTL},j} \cdot (t_{\text{eff,Tag,KTL},j} + t_{\text{eff,Nacht},j})]$$

Ziel in der DIN V 18599 ist grundsätzlich eine Aufsummierung der einzelnen Energiebedarfe der Bereiche von Beleuchtung unter Einbeziehung der tageslichtversorgten Bereiche und Zonen. Hierzu, und den Nutzungsprofilen (DIN V 18599 Teil 10) sollten dem Planer ausreichende Kenntnisse vorliegen.

Bei der Einbeziehung des Kunstlichts  $p_j$  hat der Planer die Möglichkeit diese mit verschiedenen Verfahren zu bestimmen:

- Tabellenverfahren
- Vereinfachtes Wirkungsgradverfahren
- Detaillierte Fachplanung

Beim Tabellenverfahren ermittelt der Planer anhand von Tabellen in Abhängigkeit des Wartungswerte, Beleuchtungskonzepte, Lampennutzung und Raumgeometrien den entsprechenden Wert pro Raum.

Das vereinfachte Wirkungsgradverfahren bietet, ähnlich dem Wirkungsgradverfahren bei der Berechnung der Beleuchtung ein Verfahren auf der Grundlage der bekannten Beleuchtungskörper und des Raumwirkungsgrades. Die detaillierte Fachplanung ermittelt den tatsächlichen Kunstlichtenergiebedarf.

Die DIN V 18599 verzichtet komplett auf die Einbeziehung von Hilfsenergie und Messungen. Do bleibt bei einer Betrachtung eines Bestandsgebäudes nur noch die detaillierte Fachplanung.

## Zusammenfassung

Die EN 15193 enthält schnelle, einfache und Mess-Methoden mit einem Ergebnis bezogen auf Gesamtfläche des Gebäudes, anders als bei der DIN V 18599 Teil 4. Die DIN V 18599 Teil 4 bietet Ergebnisse über Nutzungen von Bereiche und Zonen im Gebäude. Dies ist wesentlich aufwendiger und bedarf Informationen, die der Planer in der Regel zum Zeitpunkt der Planung noch gar nicht hat.

Das Tageslicht geht umfassend über Nutzungszeiten bei beiden Normen ausreichend in die Planung ein. In Schnellverfahren geben bei beiden Normen ein Überblick über die Energieeffizienz der Planung. Die EN 15193 alleine bezieht auch Hilfsenergie in die Energieeffizienzplanung mit ein.

Somit ist ein direkter Vergleich einer unter EN 15193 berechneten Anlage mit einer Anlage unter DIN V 18599 nicht so ohne weiteres möglich.

Dipl.-Ing.(TU)/Dipl.-Wirtschafting.(FH) Oliver Bind  
 BLP Ingenieurbüro Bind  
 Troppauer Straße 11  
 D-61440 Oberursel (Taunus)  
 O.Bind@blp-online.de