LiTG-Fachgebiet Tageslicht

STELLUNGNAHME ZUR TAGESLICHT-TECHNISCHEN QUALITÄT DES SONNENSCHUTZ NACH DIN 4108-2



47

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V.

Inhalt

1. Einleitung **3**

2. Sonneneintragskennwerteverfahren **3**

3. Thermische Gebäudesimulation **3**

4. Beispiel **4**

5. Fazit **7**

Impressum

Diese Publikation wurde erstellt von:
Dipl.-Ing. Ulrich Lang, WAREMA SE, Marktheidenfeld

Projektausschuss:
Dr.-Ing. Jan de Boer, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart
Markus Broich, Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf
Ulrich Koch, FVLR – Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V., Detmold

Redaktionelle Bearbeitung: Petra Lasar, Rösrath
Gestaltung: Ellen Stockmar, Berlin
Titelfoto: © Studio Arnt Haug

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG)
Danneckerstraße 16, 10245 Berlin
Telefon +49 30 / 26 36 95 24
E-Mail info@litg.de

1. Auflage April 2022, ISBN 978-3-927787-69-8

Nachdruck, elektronische Vervielfältigung oder Weitergabe, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung der LiTG und mit Quellenangabe gestattet.

Die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG) verwendet in ihren internen Papieren wie in allen Veröffentlichungen zur Bezeichnung und Ansprache von Personen ausschließlich die maskuline Form. Dies geschieht aus Gründen der Vereinfachung und besseren Lesbarkeit. Alle Personen, gleich welchen Geschlechts, betrachtet und behandelt die LiTG als gleichgestellt.

1. Einleitung

Im neuen Gebäudeenergiegesetz GEG wird für Neubauten der Nachweis gefordert, dass die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz erfüllt sind. Dies wurde auch schon vorher in der Energieeinsparverordnung EnEV verlangt.

Zur Nachweisführung wird auf die DIN 4108-2 verwiesen, in der zwei mögliche Verfahren aufgezeigt werden:

2. Sonneneintragskennwerteverfahren

Beim Sonneneintragskennwerteverfahren muss zweimal gerechnet werden. Zunächst wird ermittelt, wie hoch der Energieeintrag durch das System Fenster/Sonnenschutz, also der vorhandene Sonneneintragskennwert S_{vorh} bezogen auf die Grundfläche, ist.

Anschließend muss für das geplante Gebäude der zulässige Sonneneintragskennwert S_{zul}, der unter anderem von der Bauschwere und von der Region, in der das Gebäude steht, abhängt, berechnet werden.

Der Nachweis besteht schließlich darin aufzuzeigen, dass der vorhandene Sonneneintragskennwert kleiner ist als der zulässige.

$S_{vorh} \leq S_{zul}$

3. Thermische Gebäudesimulation

Wenn der Nachweis nicht mit dem Tabellenverfahren erbracht werden kann oder wenn das Tabellenverfahren nicht angewendet werden darf, kann der Nachweis mittels thermischer Gebäudesimulation geführt werden.

Dafür wird ein thermisches Simulationsprogramm benötigt, mit dem die im Gebäude entstehenden Temperaturen über den gesamten Jahresverlauf simuliert werden. Die Mindestanforderung an den sommerlichen Wärmeschutz ist erfüllt, wenn eine bestimmte Anzahl an „Übertemperaturgradstunden“ nicht überschritten werden. Die Übertemperaturgradstunden sagen aus, wie lange und um wieviel Grad die simulierte Innenraumtemperatur eine zulässige maximale Temperatur übersteigt.

4. Beispiel

Wird die zulässige maximale Temperatur eine Stunde lang um 2°C überschritten, ergibt das zwei Übertemperaturgradstunden.

Bei Wohngebäuden sind pro Jahr maximal 1200 und bei Nichtwohngebäuden maximal 500 Übertemperaturgradstunden zulässig. Die maximale Temperatur ist abhängig von der Klimaregion und liegt zwischen 25° und 27°C.

In beiden Nachweisverfahren spielt der g_{tot} – der Gesamtenergiedurchlassgrad von Fenster und Sonnenschutz – eine entscheidende Rolle. Er gibt Auskunft darüber, ob die Anforderungen erfüllt werden können oder nicht. Aufgrund der deutlichen Verschärfung der Anforderungen mit der Novellierung der DIN 4108-2 Ausgabe 2013 werden jene bei vielen Gebäuden nur noch bei sehr kleinen g_{tot}-Werten erfüllt. Dies führte dazu, dass viele Architekten und Fachplaner bei der Planung von Fenster/Sonnenschutz-Systemen zugunsten kleiner g_{tot} Werte Einbußen in Hinsicht der Tageslichtversorgung in Kauf nehmen.

Der g_{tot} setzt sich aus der kurzwelligen Solarstrahlung T_e – der UV-Strahlung, dem sichtbaren Tageslicht und der IR-Strahlung – sowie aus dem sekundären Wärmeabgabegrad q_i zusammen.

$g_{tot} = T_e + q_i$

Der sekundäre Wärmeabgabegrad q_i ist die Wärme, die von den aufgeheizten Bauteilen Fenster und Sonnenschutz in den Raum abgegeben wird und diesen zusätzlich zur kurzwelligen Solarstrahlung aufheizt.

Bei einem g_{tot} von 20 % würde – bei einer angenommenen Bestrahlungsstärke von 800W/m² an der Außenfassade – jeder Quadratmeter Fensterfläche den Raum mit 160 Watt aufheizen.

Da der g_{tot} aus den zwei oben beschriebenen Komponenten T_e und q_i besteht, können sich quantitativ gleiche g_{tot}-Werte in ihrer Zusammensetzung stark unterscheiden. So kann der g_{tot} zum Beispiel hauptsächlich aus solarer Strahlung T_e bestehen oder vorwiegend aus sekundärer Wärmeabgabe q_i.

Dies hat erheblichen Einfluss auf die „Qualität“ des g_{tot}-Wertes. Ein hoher Anteil an T_e bedeutet, dass viel sichtbares Tageslicht und IR-Strahlung in den Raum eindringen. Dieser Effekt wirkt sich sehr positiv auf die Leistungsfähigkeit, das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen aus. Dies wurde in zahlreichen Untersuchungen und Studien wissenschaftlich belegt.

Besteht der g_{tot} aber hauptsächlich aus sekundärer Wärmeabgabe, entstehen – zumindest im Sommer – keinerlei Vorteile für den Menschen, da kaum noch Tageslicht einfällt. Die langwellige Wärmestrahlung trägt lediglich zur Aufheizung des Raumes bei. Das fehlende Tageslicht muss dann oft durch Kunstlicht kompensiert werden, welches den Energieverbrauch und die Raumtemperaturen noch weiter steigen lässt.

Dies soll mit dem folgenden Beispiel verdeutlicht werden: Berechnet wurden der g_{tot} einer Außenjalousie mit weißen, leicht geöffneten Lamellen und der g_{tot} eines

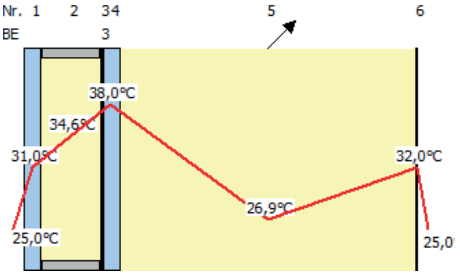
Berechnung SommerGlobal
2fach-Wärmeschutzglas + Blendschutz weiß

Projekt: LITG
Position: 06

Schichtaufbau (von außen nach innen)

Nummer	BE	Bezeichnung	mm
1		Standard	5,00
2		90% Argon	16,00
3	3	PLANITHERM ULTRA N (εn=3%)	
4		Standard	5,00
5		Luft frei belüftet innen-innen A(in)=100,00% A(out)=100,00%	80,00
6		41125_BlackOut_weiß *)	0,60
			106,60

*) BENUTZERDEFINIERT



Transmission, Reflexion, Absorption

ρ_v = 0,76 (Lichtreflexionsgrad außen)
ρ'_v = 0,91 (Lichtreflexionsgrad innen)
ρ_e = 0,61 (direkter Strahlungsreflexionsgrad außen)
ρ'_e = 0,78 (direkter Strahlungsreflexionsgrad innen)
α_e 1 = 0,14; 3 = 0,16; 5 = 0,09 (direkter Strahlungsabsorptionsgrad)

T_{UV} = **0,00** (ultravioletter Transmissionsgrad)
T_v = **0,00** (Lichttransmissionsgrad)
T_e = **0,00** (direkter Strahlungstransmissionsgrad)
R_a = 0 (allgemeiner Farbwiedergabeindex)

EN ISO 52022-3 T_e =25,00 °C T_i = 25,00 °C E_s = 500,00 W/m² Systemhöhe = 1,50 m

g_{th} = 0,078 (Wärmestrahlungsfaktor)
g_c = 0,035 (Konvektionsfaktor)
g_v = 0,127 (Belüftungsfaktor)

$h_{c,e}$ = 8,00 W/m²K $h_{c,i}$ = 2,50 W/m²K
q_i = **0,240** (sekundäre Wärmeabgabe nach innen)
g_{tot} = **0,24** (Gesamtenergiedurchlassgrad)

Berechnung von Ug (EN 673) und g (EN 410) nur für geschlossene Hohlräume möglich.
VORSPANNEN: Dreifachaufbau und Mittelscheibe beschichtet.
Benutzerdefinierte Materialien werden verwendet.

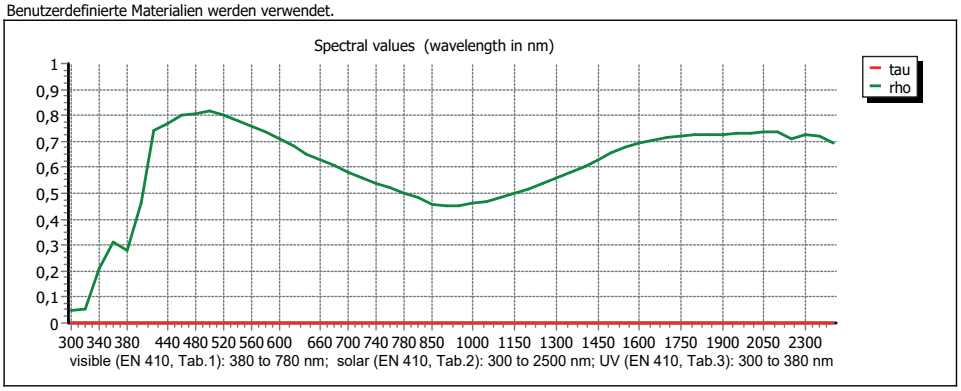


Abbildung 1
2fach-Wärmeschutzglas mit Blendschutz in Weiß (Berechnung: SommerGlobal)

innenliegenden, weißen Blendschutzrollos mit hoher Lichtreflexion und ohne Lichttransmission.

In beiden Fällen wird ein g_{tot} von 0,24 % erreicht.

Für die Nachweisverfahren nach DIN 4108-2 wären beide Sonnenschutzlösungen gleich gut.

Genauer betrachtet erkennt man jedoch, dass zwischen beiden Sonnenschutzlösungen erhebliche Qualitätsunterschiede bestehen.

Bei dem innenliegenden Rollo besteht der gesamte Energieeintrag aus langwelliger Wärmestrahlung q_i. Kurzwellige Solarstrahlung (UV, Tageslicht und IR) gelangt nicht länger in den Raum.

Abbildung 2
2fach-Wärme-schutzglas mit Außenjalousie in Weiß (Berechnung: SommerGlobal)

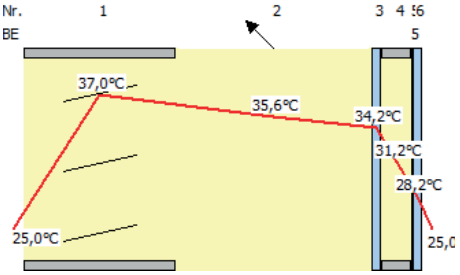
Berechnung SommerGlobal
2fach-Wärmeschutzglas+ Außenjalousie weiß

Projekt: LITG
Position: 07

Schichtaufbau (von außen nach innen)

Nummer	BE	Bezeichnung	mm
1		Lam_Superweiß_beiseitig (l=80, d=72, a=77°, h=45°, dir=85,00%) *)	77,95
2		Luft frei belüftet aussen-aussen A(in)=0,00% A(out)=0,00%	100,00
3		Standard	5,00
4		90% Argon	16,00
5	5	PLANITHERM ULTRA N (εn=3%)	
6		Standard	5,00
			203,95

*) BENUTZERDEFINIERT



Transmission, Reflexion, Absorption

ρ_v = 0,53 (Lichtreflexionsgrad außen)
ρ'_v = 0,32 (Lichtreflexionsgrad innen)
ρ_e = 0,45 (direkter Strahlungsreflexionsgrad außen)
ρ'_e = 0,35 (direkter Strahlungsreflexionsgrad innen)

T_{UV} = **0,02** (ultravioletter Transmissionsgrad)
T_v = **0,31** (Lichttransmissionsgrad)
T_e = **0,19** (direkter Strahlungstransmissionsgrad)
R_a = 95 (allgemeiner Farbwiedergabeindex)

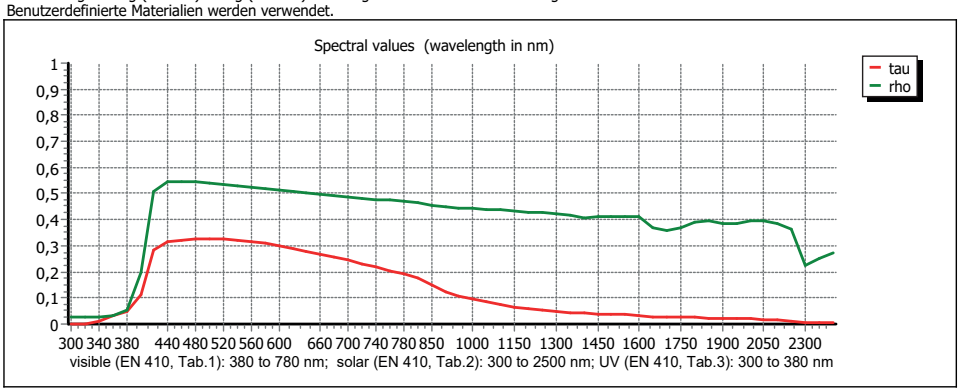
α_e 1 = 0,30; 3 = 0,04; 5 = 0,03 (direkter Strahlungsabsorptionsgrad)

EN ISO 52022-3 T_e = 25,00 °C T_i = 25,00 °C E_s = 500,00 W/m² Systemhöhe = 1,50 m

g_{th} = 0,032 (Wärmestrahlungsfaktor)
g_c = 0,016 (Konvektionsfaktor)
g_v = 0,000 (Belüftungsfaktor)

$h_{c,e}$ = 8,00 W/m²K $h_{c,i}$ = 2,50 W/m²K
q_i = **0,048** (sekundäre Wärmeabgabe nach innen)
g_{tot} = **0,24** (Gesamtenergiedurchlassgrad)

Berechnung von Ug (EN 673) und g (EN 410) nur für geschlossene Hohlräume möglich.
Benutzerdefinierte Materialien werden verwendet.



Bei der Sonnenschutzlösung mit der Außenjalousie fällt noch soviel Tageslicht (T_{vis}=32%) ein, dass der Raum damit ausreichend beleuchtet wird. Mit dem sehr guten allgemeinen Farbwiedergabeindex R_a=95 wird eine ausgezeichnete Farbwiedergabe garantiert.

Die langwellige Wärmestrahlung q_i macht hier nur noch 15 % des Energieeintrags aus; der Rest kommt von natürlichem Sonnenlicht.

5. Fazit

Vordergründig identische g_{tot}-Werte können sich stark unterscheiden, denn es gibt den qualitativ „guten“ und „schlechten“ g_{tot}-Wert. Beim Planen und Auslegen des Systems Verglasung und Sonnenschutz sollten deshalb Systeme gefordert und ausgeschrieben werden, die neben dem erforderlichen g_{tot} auch einen möglichst hohen Tageslichttransmissionsgrad T_{vis} haben.

Da man in der gültigen Normung leider keine Hinweise und Forderungen dazu findet, wird immer wieder – wahrscheinlich auch unwissentlich – mit Sonnenschutzsystemen geplant, die kaum noch Tageslicht einfallen lassen. Die aktuell laufende Überarbeitung der DIN 4108-2 bietet die Chance, den g_{tot} zukünftig differenzierter zu betrachten und einen Mindestanteil an Sonnenlicht zu fordern. Hersteller von Sonnenschutzsystemen könnte man verpflichten, neben den absoluten g_{tot}-Werten die Anteile T_e und q_i anzugeben.

Für Architekten und Fachplaner wäre es dann sehr einfach, Sonnenschutzsysteme mit hoher tageslichttechnischer Qualität zu erkennen, zu planen und auszuschreiben.

Die **Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG)** mit über 100-jähriger Tradition versteht sich als dynamisches Netzwerk und Wissensplattform für alle Licht-Interessierten. Sie gliedert sich in 16 Bezirksvertretungen mit rund 2300 Mitgliedern. Sie wird geleitet durch einen Vorstand und einen Vorstandsrat. Fachliche Belange behandelt der Technisch-Wissenschaftliche Ausschuss (TWA).

Die **LiTG** verbindet Wissenschaftler aus Forschung und Lehre, Ingenieure und Techniker aus Entwicklung, Fertigung, Projektierung und Vertrieb, Mitarbeiter aus Bundes- und Landesministerien sowie Kommunalverwaltungen, Architekten, Innenarchitekten, Lichtplaner, Elektrofachplaner, Handwerker, Produktdesigner, Mediziner, Künstler und Studierende. Zu ihren korporativen Mitgliedern zählen wissenschaftliche Institutionen, Fachverbände und Organisationen, Unternehmen aus allen Bereichen der Lichtindustrie, Stadtverwaltungen, Energieversorger, Architektur-, Ingenieur- und Lichtplanungsbüros.

Die **LiTG** fördert die Lichttechnik in Theorie und Praxis auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene. Sie engagiert sich mit ihrer Fortbildung »Geprüfter Lichtexperte (LiTG)« auf Basis des europäischen Bildungsstandards »European Lighting Expert (ELE)« in der fachlichen Aus- und Weiterbildung und in der Forschung. Sie bietet ein breitgefächertes Programm aus Vorträgen, Diskussionen und Exkursionen, das über innovative Anwendungen, Produkte, Dienstleistungen, Forschungsvorhaben und Normen und Gesetze informiert.

Die **LiTG** beteiligt sich an der Erarbeitung nationaler und internationaler Normen und Vorschriften und kooperiert dazu mit nationalen und internationalen Fachorganisationen (z. B. DIN, CEN, ISO, CIE) sowie den lichttechnischen Gesellschaften aus aller Welt. Sie veranstaltet wissenschaftliche Fachtagungen zu aktuellen Themen auf nationaler und internationaler Ebene.

Die **LiTG** erstellt und verbreitet Arbeits- und Forschungsergebnisse mit neuesten lichttechnischen Erkenntnissen in Form allgemein verständlicher technisch-wissenschaftlicher Publikationen zu folgenden Schwerpunkten:

- **Außenbeleuchtung**
- **Melanopische Lichtwirkungen**
- **Lichtmanagement**
- **Fahrzeugbeleuchtung**
- **Farbe**
- **Innenbeleuchtung**
- **Lichtarchitektur**
- **Lichtquellen und Leuchten**
- **Messen, Bewerten und Berechnen**
- **Physiologie und Wahrnehmung**
- **Tageslicht**

LiTG-Publikationen sind frei von kommerziellen Zielen.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V.

Danneckerstraße 16
10245 Berlin

Telefon +49 30 / 26 36 95 24
E-Mail info@litg.de

www.litg.de