

Web-Seminar Kompakt

Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

Referent: **Martin Delker**

Bauherrenberater

Passivhausplaner, Architekt

ehrenamtlicher Berater im Bauzentrum München

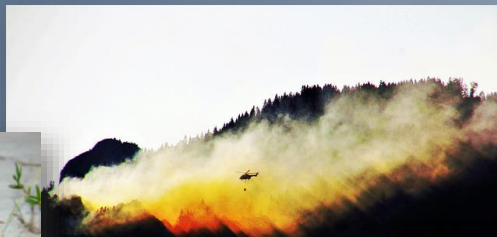
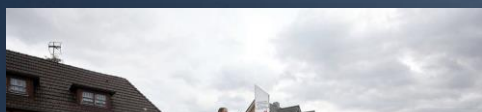
Vorsitzender Bürgerlobby Klimaschutz e.V. Deutschland



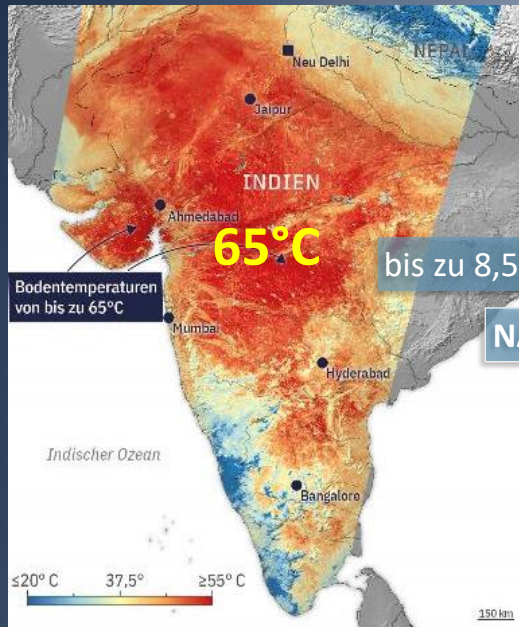
Bürgerlobby Klimaschutz
Citizens' ClimateLobbyGermany e.V. (CCL-D)

- Bauherrenberater
- Passivhausplaner, Architekt
- ehrenamtlicher Berater im Bauzentrum München: Passivhaus, Energieeinsparpotentiale bei MFH / WEG-Gebäude, Sommerl. Wärmeschutz
- Vorsitzender Bürgerlobby Klimaschutz e.V. Deutschland

ERDERWÄRMUNG IST BEI UNS ANGEKOMMEN

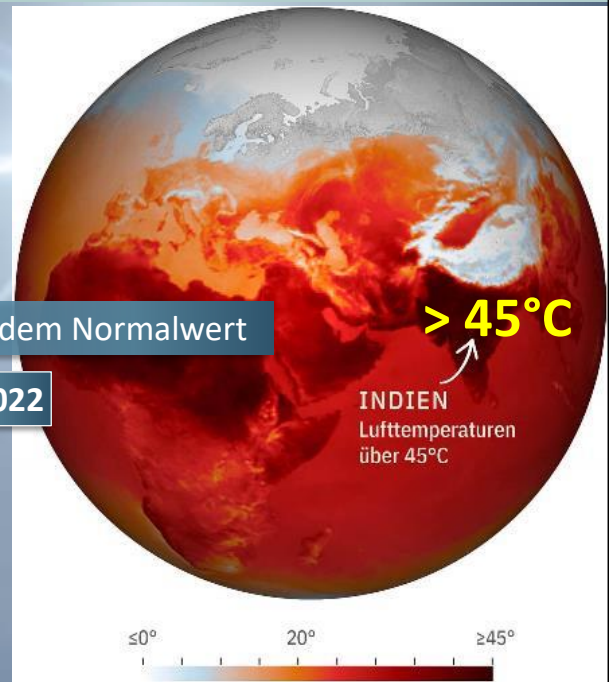


NOCH WETTER ODER SCHON KLIMA?



bis zu 8,5 Grad über dem Normalwert

NASA/ESA 2022



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

3

Ist das **noch Wetter** oder **schon Klima**?

Rekordtemperaturen in Indien: wo 1 Milliarde Menschen leiden unter extremer Hitze

- In der Luft bis 46 Grad,
- am Boden bis 65 Grad

[Yannick Wiget](#), [Mathias Lutz](#)

Publiziert: 03.05.2022, 18:22

Indien erlebte schon den wärmsten März seit Beginn der Aufzeichnungen vor 122 Jahren.

Im April ging es so weiter, die nationale Wetterbehörde meldete vielerorts neue Rekorde.

- Zeitweise Temperaturen **bis zu 8,5 Grad über dem Normalwert**

AUSNAHME ODER REGEL?

bei Erwärmung um 1,5° C

um 2,0° C

um 3,0° C

Dürremonitor Deutschland
am 6. August 2018

Relative Zunahmen der
Dürrezeiten (in Prozent)



Dürremonitor Deutschland am 6. August 2018:

Mehr als 90 Prozent der Fläche Deutschlands leiden unter extremer Dürre.

Relative Zunahmen der Dürrezeiten (in Prozent) in den Bundesländern verglichen mit dem Referenzzeitraum 1971 – 2000

Durchschnittliche prozentuale Zunahme der Dürredauer in Deutschland

bei Erwärmungsgraden von 1,5 Grad, 2 Grad und 3 Grad Celsius.

Im historischen Referenzzeitraum 1971 bis 2000 lag sie statistisch bei zwei Monaten pro Jahr.

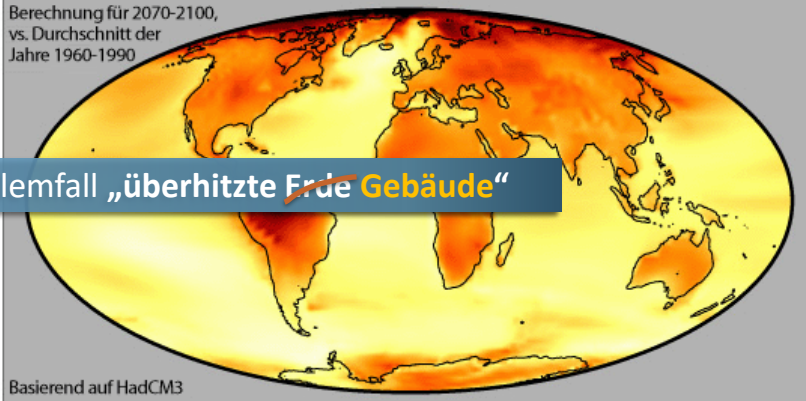
Grün eingefärbte Flächen entsprechen einer durchschnittlichen Zunahme von weniger als 30 Prozent.

Rot eingefärbte Flächen entsprechen einer durchschnittlichen Zunahme von mehr als 70 Prozent.

GLOBALE ERWÄRMUNG

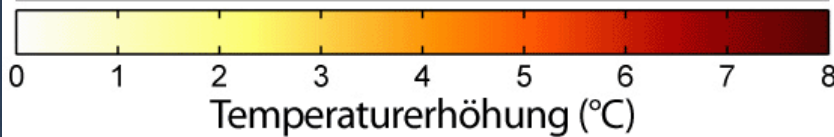
Vorausberechnung der globalen Erwärmung

Berechnung für 2070-2100,
vs. Durchschnitt der
Jahre 1960-1990



Problemfall „überhitzte Erde Gebäude“

Basierend auf HadCM3



Glücklicherweise jetzt in aller Munde: Erderwärmung,
oder besser: Erderhitzung!

Eine **Karte der prognostizierten globalen Erwärmung** zum Ende des 21. Jahrhunderts.

In diesem verwendeten HadCM3-[Klimamodell](#) beträgt die **durchschnittliche Erwärmung 3 °C**.

Bereits erreicht: Erwärmung **um 1,1**

Bis 2100 nach Angaben des IPCC: **bis 6,4 °C**

Der Problemfall „überhitzte Gebäude“ wird langfristig häufiger und extremer auftreten!

Erhalt einer lebensfreundlichen Umwelt

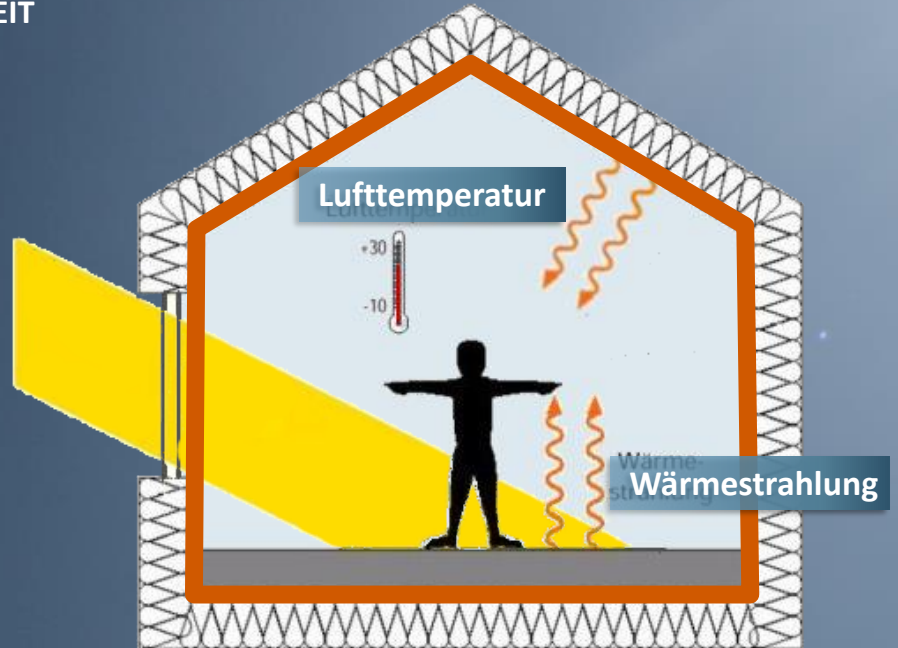


Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

6

Und es geht um den **Erhalt einer lebensfreundlichen Umwelt**

THERMISCHE BEHAGLICHKEIT



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

7

Durch Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz soll

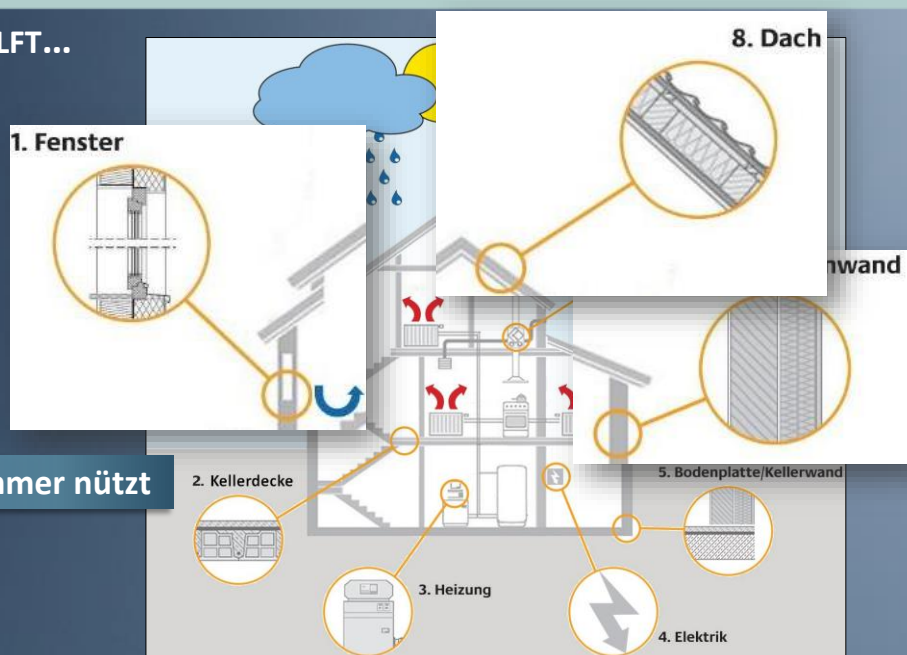
- die sommerliche thermische Behaglichkeit in Aufenthaltsräumen sichergestellt und
- eine **hohe Erwärmung der Aufenthaltsräume vermieden** und
- der Energieeinsatz für Kühlung vermindert werden.

➔ **operative Temperatur** (Empfindungstemperatur)

mit Lufttemperatur und Wärmestrahlung aus Oberflächentemperaturen haben Einfluss:

WAS IM WINTER HILFT...

... und auch im Sommer nützt



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

8

Überblick der Ansatzpunkte für eine energieeffiziente Haussanierung:

1. Fenster (oder Verglasung) tauschen

2. Kellerdecke dämmen

3. Heizung tauschen (oder optimieren)

4. Elektrik; hier vor allem: EE (PV)

5. Kellerwand (oder Sockel!) dämmen

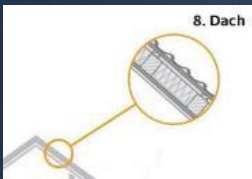
- Die Dämmung der Kelleraußenwände ist eine relativ aufwendige Arbeit. Wer ein altes Haus aufgrund eines Feuchtschadens ohnehin aufgraben muss, kann die freigelegten Wände zuerst abdichten und mit gegen Feuchtigkeit unempfindlichem Material wie Hartschaumplatten dämmen.
- Einfacher gestaltet es sich, die Kellerdecke von unten zu dämmen. Wenn genug Raumhöhe vorhanden ist, können Sie z.B. selbst 4, 6 oder besser 10 Zentimeter Dämmstoff von unten an die Decke kleben/dübeln

6. Außenwand (Fassade) dämmen

7. Lüftung mit Wärmerückgewinnung einbauen

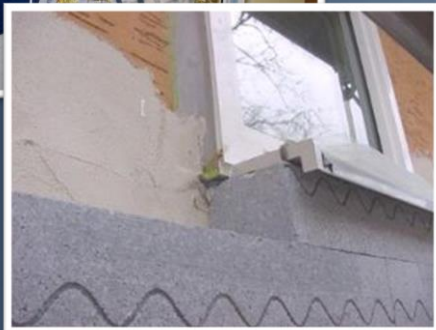
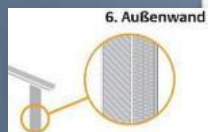
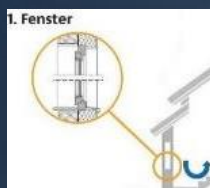
8. Dach dämmen

Beispiel: Dach



- Bei Altbauten geht über das Dach besonders viel Wärme verloren.
Der **beste Zeitpunkt** das Dach zu dämmen ist,
 - wenn es **neu gedeckt** werden muss, oder
 - wenn **das Dachgeschoß ausgebaut** werden soll
(im Zuge solcher Arbeiten können Sie Leitungen oder Leerrohre für eine später geplante Solaranlage gleich mitverlegen)
 - **wenn eine Photovoltaik- oder eine Solarthermie-Anlage** auf dem Dach montiert werden soll

Beispiel: Fenster / Fassade



Neben dem **gedämmten Dach** sind neue **Fenster** und die **Fassadendämmung** wichtig.

Gesamtplan

Damit Sanieren wirklich gelingt, ist eine Gesamtplanung notwendig. Für eine Sanierungsberatung mit Variantenstudie, Energieausweis und Umsetzungskonzept gibt es **Bundes- und kommunale Förderungen**

- Wer zum Beispiel die Außenwand dämmt, sollte wenn möglich gleichzeitig neue Fenster einbauen: Wärmebrücken vermeiden.
- Fenster gehören nicht mehr in die Mitte der Mauerwerkswand, sondern in die Ebene der Dämmung (Wärmebrücken vermeiden)
- Material: es gibt ökologische Unterschiede – die sind marginal gegenüber dem Unterschied zwischen gedämmt und ungedämmt!

„TRAUMHÄUSER“



Quelle: solarlux



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

11

Beispiele:

- Moderne Architektur – „Traumhäuser“
- Tageslicht, gezielt in Gebäuden genutzt, spart elektrische Energie und steht überdies als Lichtquelle gratis – je nach Jahreszeit mehr oder minder intensiv – zur Verfügung.
- Es enthält doppelt so viel Lichtstrom wie jede menschengemachte Lichtquelle,
- entspricht perfekt unserem Sehapparat und
- ist für unser physisches Wohlbefinden unersetzlich.
- In Büroräumen beispielsweise kann Tageslicht bis zu 80% des Lichtbedarfs decken
- Bürogebäude und Arbeitsplätze stehen daher im Zentrum des Themas Tageslichtnutzung

TAGESLICHT IN INNENRÄUMEN - ASPEKTE ✦ PSYCHISCHE WIRKUNG

Helligkeitseindruck, Sichtverbindung nach außen



Foto: StockSnap auf Pixabay

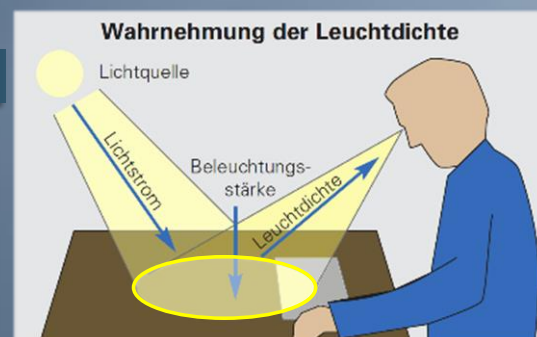
Tageslicht in Innenräumen kann unter verschiedenen Aspekten betrachtet werden:

- die **psychische Wirkung**: hierunter fallen
 - der subjektive **Helligkeitseindruck** und
 - die **Sichtverbindung** nach außen

TAGESLICHT IN INNENRÄUMEN - ASPEKTE ✦ SEHBEDINGUNGEN

Helligkeitseindruck, Sichtverbindung nach außen

angemessene Beleuchtungsstärke für Sehaufgabe



Tageslicht in Innenräumen kann unter verschiedenen Aspekten betrachtet werden:

- ...
- die **Sehbedingungen**: sie betreffen z. B.
 - eine **zur Erfüllung der Sehaufgabe angemessene Beleuchtungsstärke**
 - die **Begrenzung von Blendung**;
- abgestrahlte Leistung: **Lichtstrom Φ (in lm = lumen)**
- auf eine Fläche fallender Lichtstrom: **Beleuchtungsstärke (lux)**
- Helligkeitseindruck, den eine selbstleuchtende oder bestrahlte Fläche vermittelt: **Leuchtdichte L (in $\text{cd}/\text{m}^2 = \text{candela}/\text{m}^2$)**

TAGESLICHT IN INNENRÄUMEN - ASPEKTE ✦ BIOLOGISCHE WIRKUNG

Helligkeitseindruck, Sichtverbindung nach außen

angemessene Beleuchtungsstärke für Sehaufgabe

Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit



Foto: AkshayaPatra Foundation auf Pixabay

...die **biologische Wirkung**: hiervon sind **Gesundheit, Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit** betroffen

TAGESLICHT IN INNENRÄUMEN - ASPEKTE ✦ THERMISCHE BEHAGLICHKEIT

Helligkeitseindruck, Sichtverbindung nach außen

angemessene Beleuchtungsstärke für Sehaufgabe

Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit

thermische Behaglichkeit bei Sonneneinstrahlung



g3gg0 auf Pixabay

...

- die **thermische Behaglichkeit**: sie betrifft die **Begrenzung von unzuträglicher Strahlungs- und Wärmebelastung**;

TAGESLICHT IN INNENRÄUMEN - ASPEKTE ✦ ENERGIEEFFIZIENZ

Helligkeitseindruck, Sichtverbindung nach außen

angemessene Beleuchtungsstärke für Sehaufgabe

Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit

thermische Behaglichkeit bei Sonneneinstrahlung

Verringerung des Energiebedarfs in Gebäuden



jdpereira auf Pixabay

...

- die **Energieeffizienz**: betrifft die **Verringerung des Energiebedarfs in Gebäuden durch Tageslichtnutzung**.

WELCHE BAUREGELN GIBT ES DAZU?

TAGESLICHTVERSORGUNG

BayBO Art. 45

DIN 5034

DIN EN 17037

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

GEG

DIN 4108-2



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

17

- Bundesgerichtshof im Jahr 1998: „**DIN-Normen sind keine Rechtsnormen, sondern private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter.**“
- Die Anwendung von Normen ist grundsätzlich freiwillig.
- **Normen** sind nicht bindend, das unterscheidet sie von **Gesetzen**.
- **Rechtsverbindlichkeit** erlangen Normen, wenn Gesetze oder Rechtsverordnungen **auf sie verweisen**.
- Daneben können Vertragspartner die Anwendung von Normen **auch in Vereinbarungen verbindlich** festlegen.
- BayBO Art. 45 - Aufenthaltsräume
- DIN 5034-1 - Tageslicht in Innenräumen
- DIN EN 17037 - Tageslicht in Gebäuden
- **GebäudeEnergieGesetz (GEG 2020) § 14:** sommerlicher Wärmeschutz für alle Neubauten und Erweiterungen nachzuweisen.
 - Nachweisverfahren die in Abschnitt 8 **DIN 4108-2** [2013-02] benannten Verfahren festgelegt:
 - Sonneneintragskennwertverfahren (Nr. 8.3 DIN 4108-2)
 - Thermische Gebäudesimulation (Nr. 8.4 DIN 4108-2)

RECHTSNORM ODER EMPFEHLUNG?

TAGESLICHTVERSORGUNG

BayBO Art. 45

DIN 5034

DIN EN 17037

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

GEG

DIN 4108-2

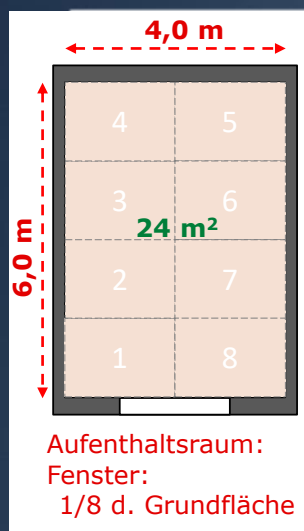


Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

18

- Bundesgerichtshof im Jahr 1998: „**DIN-Normen sind keine Rechtsnormen, sondern private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter.**“
- Die Anwendung von Normen ist grundsätzlich freiwillig.
- Normen sind nicht bindend, das unterscheidet sie von Gesetzen.
- Rechtsverbindlichkeit erlangen Normen, wenn Gesetze oder Rechtsverordnungen (wie zum Beispiel GEG oder EU-Richtlinien) auf sie verweisen.
- Daneben können Vertragspartner die Anwendung von Normen auch in Vereinbarungen verbindlich festlegen.
- **BayBO Art. 45** - Aufenthaltsräume
- **DIN 5034-1** - Tageslicht in Innenräumen
- **DIN EN 17037** - Tageslicht in Gebäuden
- **GebäudeEnergieGesetz (GEG 2020) § 14:** sommerlicher Wärmeschutz für alle Neubauten und Erweiterungen nachzuweisen.
 - Nachweisverfahren die in Abschnitt 8 **DIN 4108-2** [2013-02] benannten Verfahren festgelegt:
 - Sonneneintragskennwertverfahren (Nr. 8.3 DIN 4108-2)
 - Thermische Gebäudesimulation (Nr. 8.4 DIN 4108-2)

TAGESLICHT-RE



BayBO Art. 45

Aufenthaltsräume

DIN 5034

Tageslicht in Innenräumen

DIN EN 17037

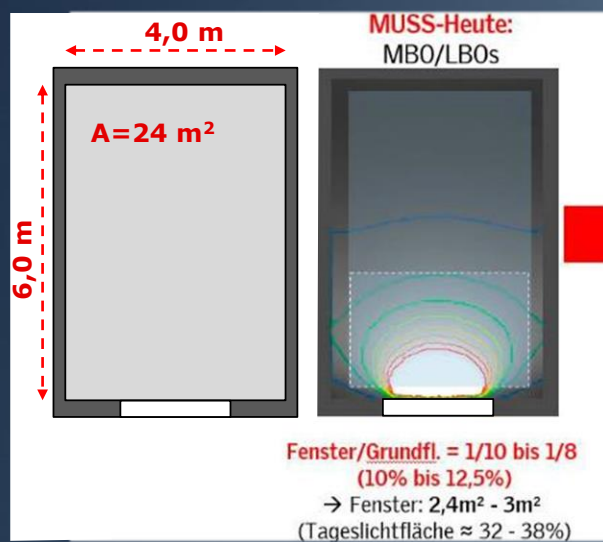
Tageslicht in Gebäuden

BayBO

Tageslicht, gezielt in Gebäuden genutzt, **spart elektrische Energie** und steht überdies als Lichtquelle gratis – je nach Jahreszeit mehr oder minder intensiv – zur Verfügung.

- Es enthält **doppelt so viel Lichtstrom** wie jede menschengemachte Lichtquelle,
- entspricht perfekt unserem Sehapparat und ist für unser physisches Wohlbefinden unersetzlich.
- In Büroräumen beispielsweise kann Tageslicht bis zu 80% des Lichtbedarfs decken, vorausgesetzt, elektrisches Licht wird nur eingesetzt, soweit es tatsächlich notwendig ist.
- Auf diese Weise wird sowohl die Nutzungsqualität als auch die Energieeffizienz von Gebäuden entscheidend verbessert.
- Bürogebäude und Arbeitsplätze bilden aus diesem Grund das Zentrum des Themas [Tageslichtnutzung](#).
- **Vorgaben der Landesbauordnungen** basieren stets auf einer Festlegung von **Fenstergrößen in Abhängigkeit von der Raumgröße**.
 - Die **Gesamtfläche der Fensterausschnitte** muss mindestens **1/10 bis 1/8 (10-12,5 %) der Netto-Grundfläche** des Raumes ausmachen.
- **BayBO Art. 45 (Fassung: 14.08.2007) Aufenthaltsräume**
 - [...]
 - (2) ¹**Aufenthaltsräume** müssen ausreichend belüftet und **mit Tageslicht belichtet** werden können.
 - ²Sie müssen Fenster mit einem Rohbaumaß der Fensteröffnungen von **mindestens einem Achtel der Netto-Grundfläche** des Raums einschließlich der Netto-Grundfläche verglaster Vorbauten und Loggien haben.

TAGESLICHT-REGELN IM VERGLEICH



BayBO

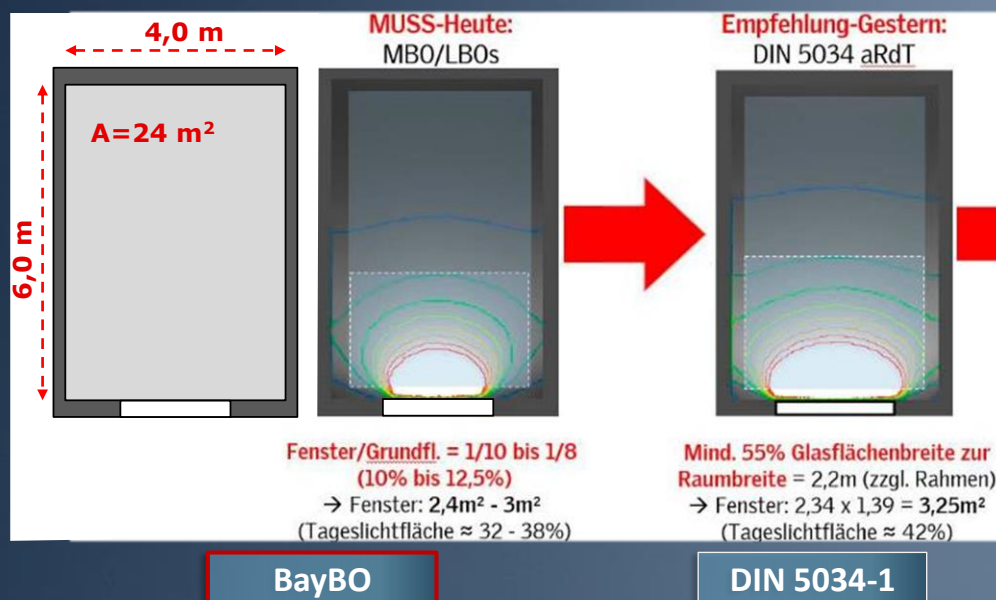
DIN 5034-1

Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

20

- DIN 5034-1: **Tageslichtquotient D** (Daylight factor)
 - E_p – **Beleuchtungsstärke im Bezugspunkt auf der Nachweisebene** im Raum
 - E_a – gleichzeitige **Horizontalbeleuchtungsstärke im Freien** (unverbaut, bedeckter Himmel)
 - D – eine konstante Größe für jeden Raumpunkt
- Helligkeit z. B. in Wohnräumen (und Arbeitsräumen), ist ausreichend, wenn
 - D auf einer horizontalen Bezugsebene, gemessen in $0,85 \text{ m}$ über dem Fußboden
 - in halber Raumtiefe und 1 m Abstand von den Seitenwänden
 - mindestens $0,9 \%$ im Mittel, und
 - am ungünstigsten Punkt wenigstens $0,75 \%$ beträgt.

TAGESLICHT-REGELN IM VERGLEICH

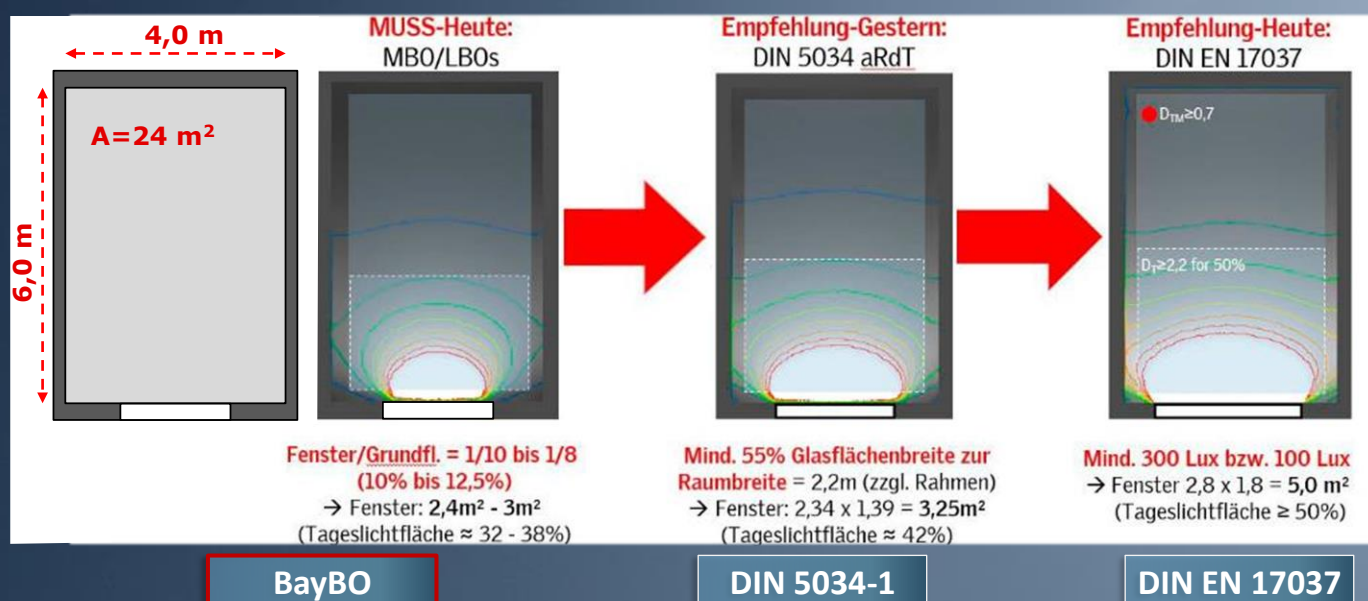


Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

21

- DIN 5034-1: **Tageslichtquotient D** (Daylight factor)
 - E_p – **Beleuchtungsstärke im Bezugspunkt auf der Nachweisebene** im Raum
 - E_a – gleichzeitige **Horizontalbeleuchtungsstärke im Freien** (unverbaut, bedeckter Himmel)
 - D – eine konstante Größe für jeden Raumpunkt
- Helligkeit z. B. in Wohnräumen (und Arbeitsräumen), ist ausreichend, wenn
 - D auf einer horizontalen Bezugsebene, gemessen in 0,85 m über dem Fußboden
 - in halber Raumtiefe und 1 m Abstand von den Seitenwänden
 - mindestens 0,9 % im Mittel, und
 - am ungünstigsten Punkt wenigstens 0,75 % beträgt.

TAGESLICHT-REGELN IM VERGLEICH



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

22

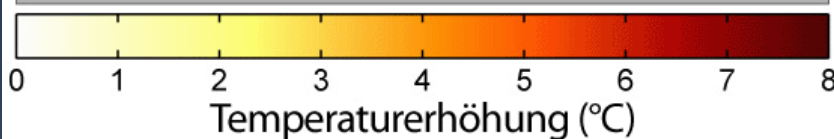
- TEIL 1: WAS WOLLEN WIR ERREICHEN UND WORAUF MÜSSEN WIR ACHTEN?
- DIN 5034-1: **Tageslichtquotient D** (Daylight factor)
 - E_p – **Beleuchtungsstärke im Bezugspunkt auf der Nachweisebene** im Raum
 - E_a – gleichzeitige **Horizontalbeleuchtungsstärke im Freien** (unverbaut, bedeckter Himmel)
 - D – eine konstante Größe für jeden Raumpunkt
- Helligkeit z. B. in Wohnräumen (und Arbeitsräumen), ist ausreichend, wenn
 - D auf einer horizontalen Bezugsebene, gemessen in 0,85 m über dem Fußboden
 - in halber Raumtiefe und 1 m Abstand von den Seitenwänden
 - mindestens 0,9 % im Mittel, und
 - am ungünstigsten Punkt wenigstens 0,75 % beträgt.

Vorausberechnung der globalen Erwärmung

Berechnung für 2070-2100,
vs. Durchschnitt der
Jahre 1960-1990

Problemfall „überhitzte Erde Gebäude“

Basierend auf HadCM3



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

23

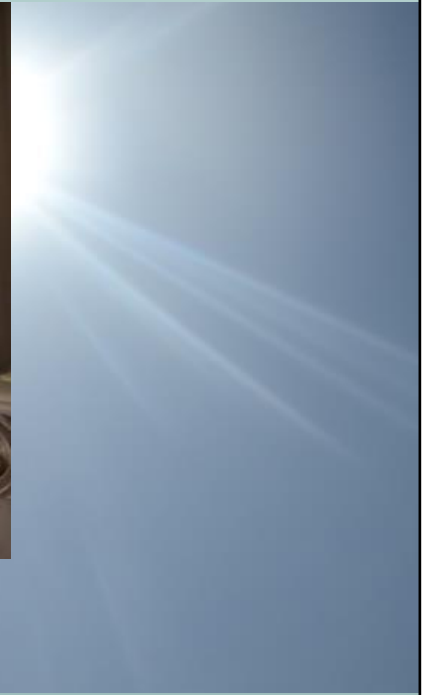
Glücklicherweise jetzt in aller Munde: Erderwärmung,
oder besser: Erderhitzung!

Eine **Karte der prognostizierten globalen Erwärmung** zum Ende des 21. Jahrhunderts.

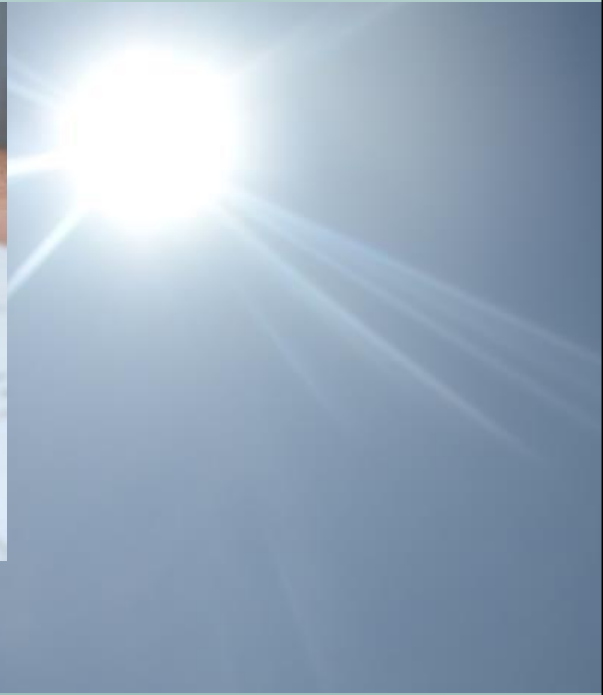
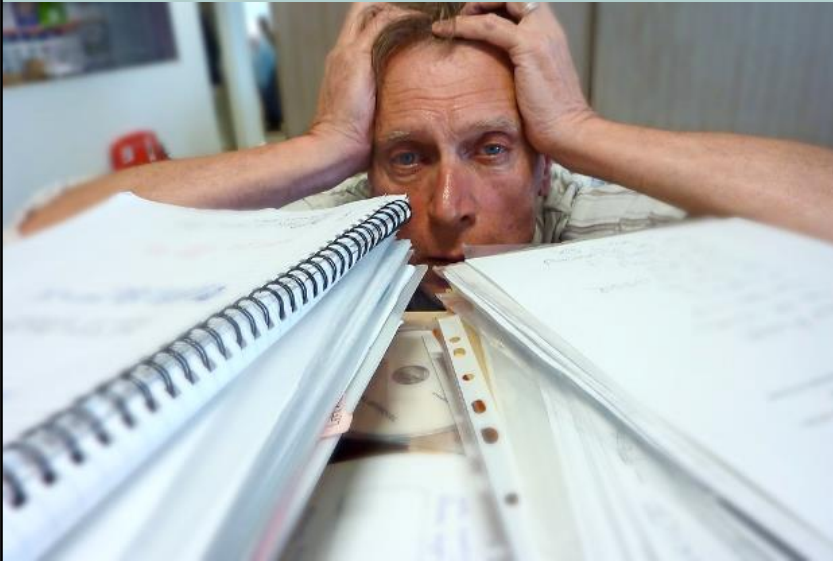
In diesem verwendeten HadCM3-[Klimamodell](#) beträgt die **durchschnittliche Erwärmung 3 °C**.

Bis 2100 nach Angaben des IPCC: Erwärmung **um 1,1 bis 6,4 °C**

Der Problemfall „**überhitzte Gebäude**“ wird langfristig häufiger und extremer auftreten!



Direkte Sonneneinstrahlung
morgens beim Aufwachen wunderbar –
eine Stunde später im Büro: grauenhaft!



Direkte Sonneneinstrahlung
morgens beim Aufwachen wunderbar –
eine Stunde später im „Homeoffice“: grauenhaft!

Erhalt zumutbarer Bedingungen im Innenraum



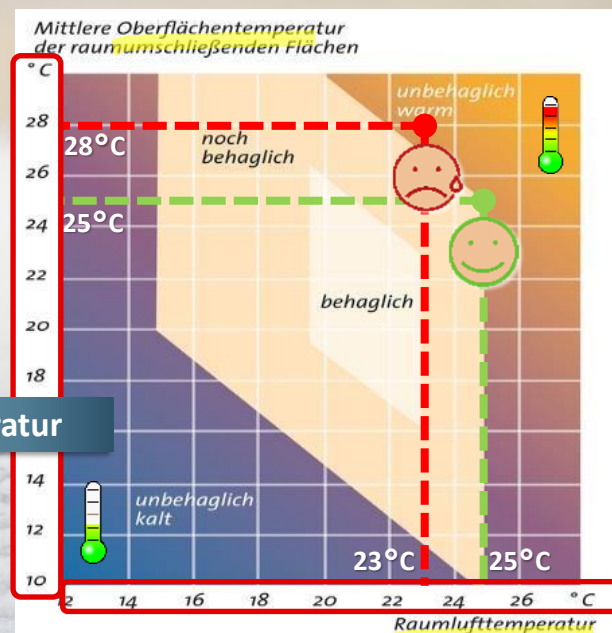
Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach [Abschnitt 8](#) sollen

- die **sommerliche thermische Behaglichkeit** in Aufenthaltsräumen **sicherstellen**
- eine hohe **Erwärmung** der Aufenthaltsräume **vermeiden**
- den **Energieeinsatz** für Kühlung **vermindern**.

WORUM GEHT ES EIGENTLICH?

Thermische Behaglichkeit im Sommer

operative Temperatur



Auszug aus der ASR A3.5:

„Eine gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur liegt vor, wenn die **Wärmebilanz** (Wärmezufuhr, Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe) des menschlichen Körpers **ausgeglichen** ist.“

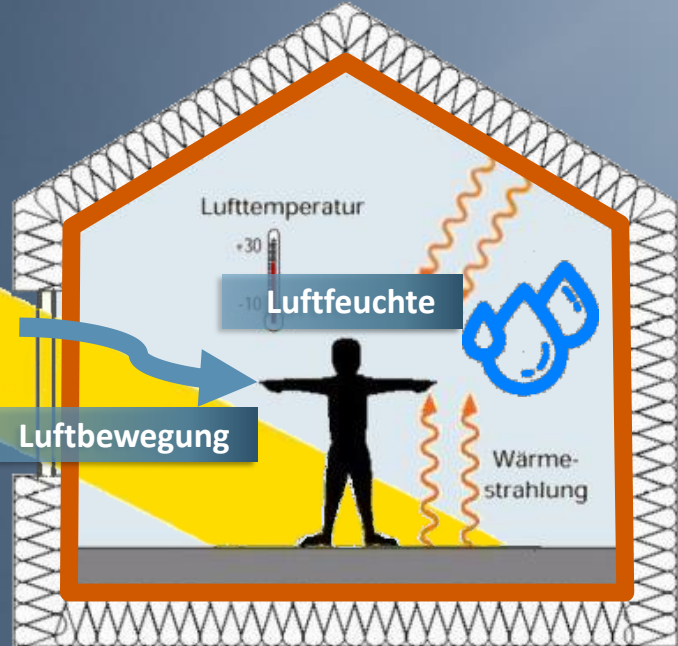
- ein bekannter Maßstab zur Beurteilung thermischer Komfortzustände ist die **operative Temperatur** (Empfindungstemperatur): sie stellt den Mittelwert aus der **Lufttemperatur** und den gemittelten **Oberflächentemperaturen** des Raumes dar
- 25°C Lufttemperatur bei gleich hohen Oberflächentemperaturen werden von den meisten Menschen **noch als behaglich** empfunden
- 2 K weniger, bei gleichzeitig 3 K höheren Oberflächentemperaturen **schon als unbehaglich** warm

WELCHE EINFLUSSFAKTOREN?

Thermische Behaglichkeit

Sonneneinstrahlung

Luftbewegung



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

28

Durch Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach [Abschnitt 8](#) soll

- die sommerliche thermische Behaglichkeit in Aufenthaltsräumen sichergestellt und
- eine **hohe Erwärmung der Aufenthaltsräume vermieden** und
- der Energieeinsatz für Kühlung vermindert werden.

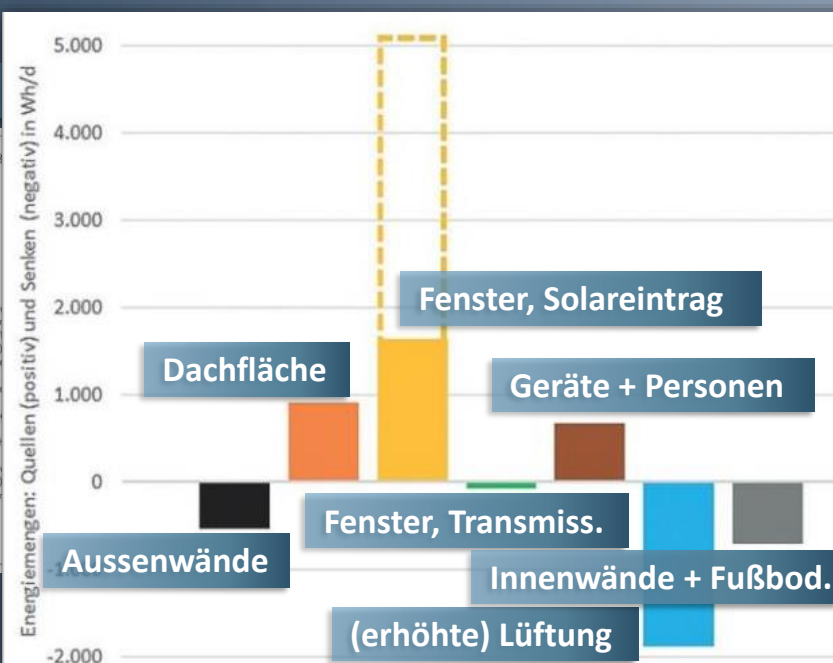
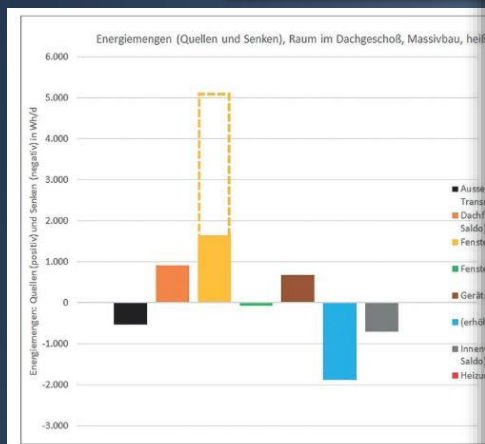
Neben der **operativen Temperatur** (Empfindungstemperatur)

mit Lufttemperatur und Wärmestrahlung aus Oberflächentemperaturen haben Einfluss:

- Sonneneinstrahlung
- Luftbewegung
- Luftfeuchte

WORAUF BESONDERS ACHTEN?

Energiemengen



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

29

Energiemengen durch die Innenoberflächen der Bauteile,

- aufsummiert über 24 Stunden von 06:00 bis 06:00 des Folgetags.
- Beispiel: 15 m² großer Raum im Dachgeschoß,
 - Massivbau,
 - Steildach und
 - Dachflächenfenster
 - nach Süden orientiert, Rollläden.
- Vorzeichen: positiv = in den Raum hinein.

[v.l.n.r.:]

- Aussenwände (Pufferung und Transmission, Saldo)
- Dachfläche (Pufferung und Transmission, Saldo)
- Fenster (Solar, 1 m², mit Rollläden)
 - Gestrichelt = Fenster ohne Rollläden
- Fenster (Transmission)
- Geräte + Personen
- (erhöhte) Lüftung
- Innenwände + Fußboden (Pufferung, Saldo)

WORAUF BESONDERS ACHTEN?

Abb. 26: Mittlerer solarer Eintrag auf eine vertikale Fläche für den Standort Graz (Daten gemäß ÖNORM B 8110-5)

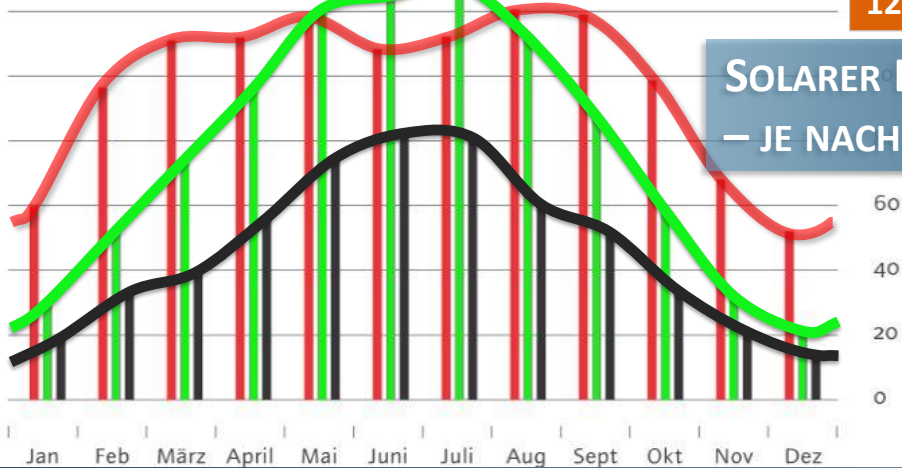
Mittlere Strahlungsleistung

■ Süd
■ West/Ost
■ Nord

120 W/m²

**SOLARER EINTRAG
— JE NACH AUSRICHTUNG**

H. Ferk, D. Rüdiger et al. 2016, | AEE INTEC



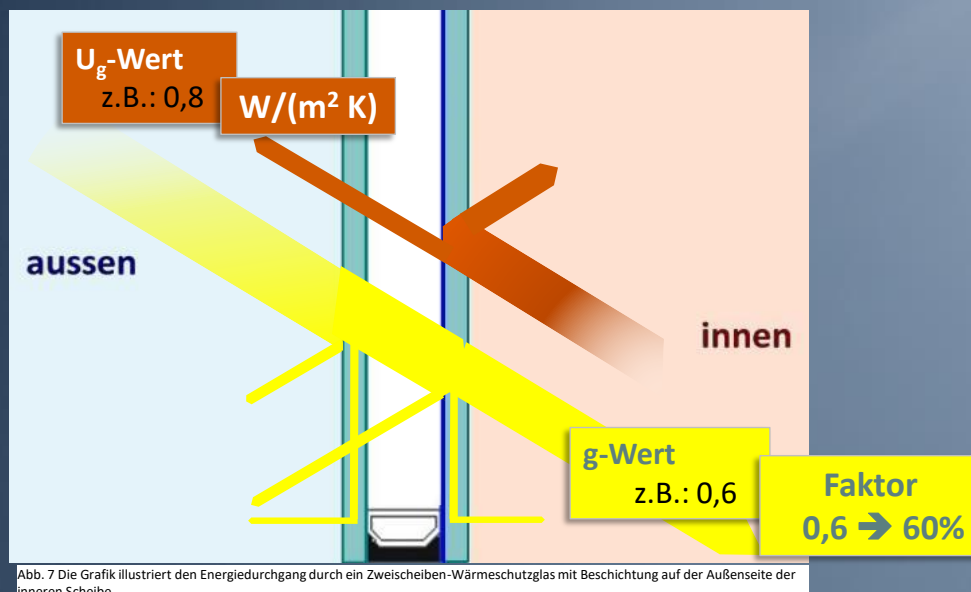
Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

30

Mittlerer solarer Eintrag auf eine vertikale Fläche

- Süden: weiß jeder
- Norden: NICHT gleich NULL !
- Westen/Osten: im Sommer sogar höher (Einfallswinkel)

WÄRMELASTEN DURCH ÄUßERE WÄRMEQUELLE MINIMIEREN



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

31

solaren Parameter: bestimmt durch **Reflexion, Transmission und Absorption**

Im Sonnenschutzglasbereich sind diese wie folgt definiert:

Reflexion – Der Anteil der Sonneneinstrahlung, der in die Atmosphäre zurückgeworfen (reflektiert) wird.

Direkte Transmission – Der Anteil der Sonneneinstrahlung, der direkt durch das Glas nach innen gelangt.

Absorption – Der Anteil der Sonneneinstrahlung, der im Glas in Wärme umgewandelt wird.

Gesamtenergiedurchlässigkeit (g-Wert) – Der gesamte Anteil der Sonneneinstrahlung, der durch das Glas gelangt. Er setzt sich zusammen aus der direkten Energietransmission und dem Anteil, der vom Glas absorbiert und anschließend als Wärme zur Raumseite abgegeben wird.

Lichtdurchlässigkeit – Der Anteil des sichtbaren Lichts, der durch das Glas gelangt.

Lichtreflexion – Der Teil des einfallenden sichtbaren Lichts, der von der Verglasung reflektiert wird.

Weitere technische Daten:

Mittlerer Durchlassfaktor – Das Verhältnis der Gesamtenergiedurchlässigkeit der Verglasung zu der eines Einfachglases mit einer Dicke von 3 mm.

Selektivitätskennzahl – Das Verhältnis von Lichttransmission zu Gesamtenergiedurchlässigkeit.

RECHTSNORM?



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

32

- **GebäudeEnergieGesetz (GEG 2020) § 14:**
 - Ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz nach [Absatz 1](#) liegt vor, wenn die Anforderungen nach [DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8](#) eingehalten werden [...]

DIN 4108-2

Zwei Nachweisverfahren sind möglich:

- **Tabellenverfahren**
↳ Begrenzung der Sonneneintragskennwerte!
- **Thermische Simulation**
↳ Begrenzung der Übertemperatur-Gradstunden!

- sommerlicher Wärmeschutz für alle Neubauten und Erweiterungen nachzuweisen.
 - Nachweisverfahren die in Abschnitt 8 **DIN 4108-2** [2013-02] benannten Verfahren festgelegt:
 - Sonneneintragskennwertverfahren (Nr. 8.3 DIN 4108-2)
 - Thermische Gebäudesimulation (Nr. 8.4 DIN 4108-2)
- **Nachweis verpflichtend**, wenn
 - Wohngebäude neu errichtet werden oder
 - wenn bei Erweiterungen mehr als 50 m² zusammenhängende Nutzfläche hinzukommen.
- **DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz**
 - legt Grenzwerte fest, die im Nachweisverfahren eingehalten werden müssen (für den **Wohnungsbau ohne eine technische Klimatisierung**!)
- regelt auch, unter welchen Umständen **auf einen Nachweis verzichtet** werden darf.
- **Bezugswerte der operativen Innentemperatur** für die Sommerklimaregionen und **Übertemperaturgradstundenanforderungswerte**
- Bezugswert der **Innentemperatur** Wohngebäude B: **26°C**
- Anforderungswert **Übertemperaturgradstunden** Wohngebäude B: **1200 Kh/a**

WIE FÜHRE ICH DEN NACHWEIS BEIM NEUBAU?

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach GEG

- Begrenzung der Sonneneintragskennwerte
→ nach DIN 4108-2:2013
Abschnitt 8 – Mindestanforderung an den sommerlichen Wärmeschutz
- „[...] Voraussetzungen für den Verzicht auf einen Nachweis“

Räume, bei denen auf einen Nachweis grundsätzlich verzichtet werden kann, müssen nach Nr. 8.2.2 DIN 4108-2 folgende Voraussetzungen erfüllen:

- geringer grundflächenbezogener Fensterflächenanteil entsprechend Tabelle 6 (je nach Fensterorientierung zwischen 7% und 15%)
- vorhandener außenliegender Sonnenschutz bei einem grundflächenbezogenen **Fensterflächenanteil von max. 35%:**
 - mit $F_c \leq 0,30$ bei Verglasungen mit $g > 0,40$
 - mit $F_c \leq 0,35$ bei Verglasungen mit $g \leq 0,40$

DIN 4108-2: BERECHNUNG ODER NICHT?

- Darf auf Nachweis verzichtet werden?

• *Ja, wenn: $f_{WG} \leq 0,10$*

- sonst:

• *Ja, wenn $f_{WG} \leq 0,35$*

• UND

*außenliegender Sonnenschutz
vorhanden/geplant*

• bei $g_{senkr} > 0,40$: $F_c \leq 0,30$

• bei $g_{senkr} \leq 0,40$: $F_c \leq 0,35$



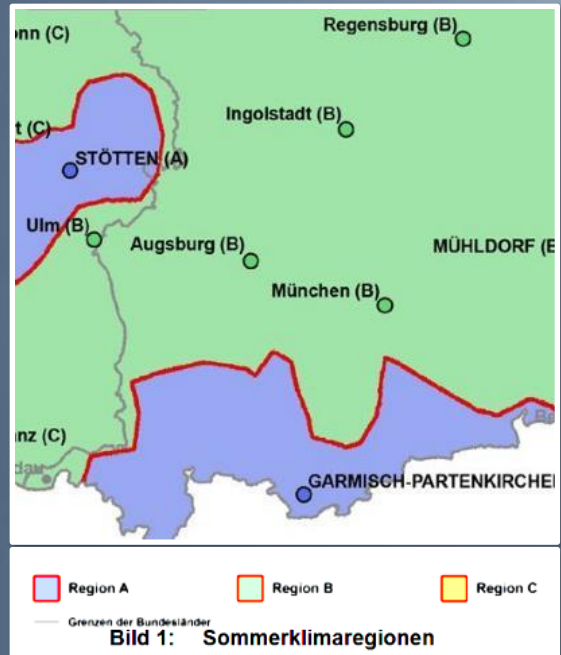
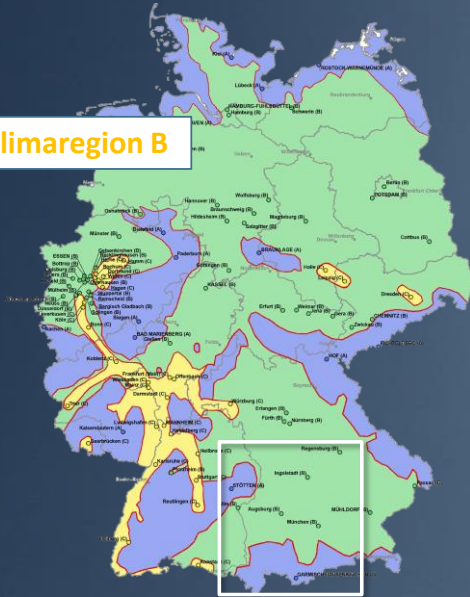
f_{WG} : grundflächenbezogener Fensterflächenanteil in %

Räume, bei denen auf einen Nachweis grundsätzlich verzichtet werden kann, müssen nach Nr. 8.2.2 DIN 4108-2 folgende Voraussetzungen erfüllen:

- geringer grundflächenbezogener Fensterflächenanteil entsprechend Tabelle 6 (je nach Fensterorientierung zwischen 7% und 15%)
- vorhandener außenliegender Sonnenschutz bei einem grundflächenbezogenen **Fensterflächenanteil von max. 35%**:
 - mit $F_c \leq 0,30$ bei Verglasungen mit $g > 0,40$
 - mit $F_c \leq 0,35$ bei Verglasungen mit $g \leq 0,40$

ERMITTLUNG: 1. KLIMAREGION

Klimaregion B



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

36

Sonneneintragskennwertverfahren

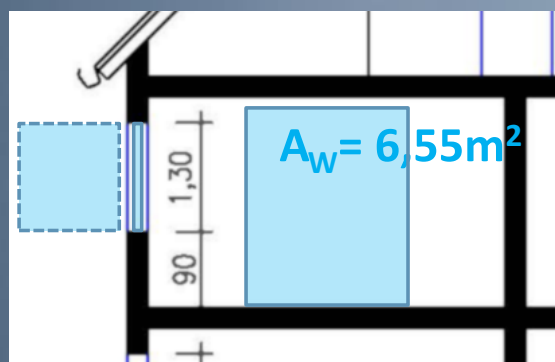
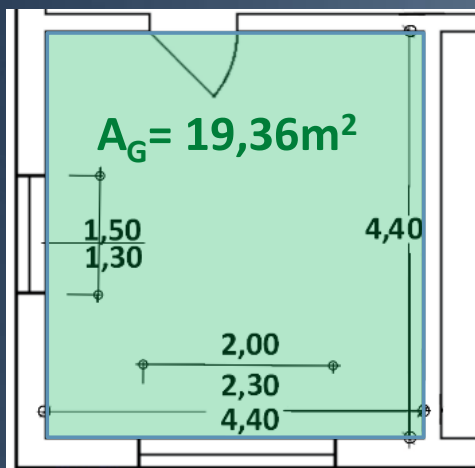
Das Sonneneintragskennwertverfahren nach Nr. 8.3 DIN 4108-2 basiert auf einem Vergleich zwischen einem zulässigen Sonneneintragskennwert S_{zul} und einem für den Raum ermittelten Sonneneintragskennwert S_{vorh} . Für den Nachweis muss $S_{vorh} \leq S_{zul}$ erfüllt sein.

Der zulässige Sonneneintragskennwert S_{zul} ist abhängig von:

- der Sommerklimaregion, in der sich das Gebäude befindet (A, B oder C)
- der Bauart des Gebäudes (leichte, mittlere und schwere Bauart)
- dem grundflächenbezogenen Fensterflächenanteil ($f_{WG} = A_W / A_G$)
- einer vorhandenen erhöhten ($n > 2 \text{ h}^{-1}$) oder hohen ($n > 5 \text{ h}^{-1}$) Nachtlüftung
- einer vorhandenen Sonnenschutzverglasung ($g \leq 0,4$)
- der Fensterneigung und Orientierung der Fenster
- dem Einsatz passiver Kühlung

Folie: Sommer-Klimaregionen

ERMITTLUNG: 2. GRUNDFLÄCHENBEZOGENER FENSTERFLÄCHENANTEIL



$$f_{WG} = A_W / A_G = 6,55 / 19,36 = 0,338$$

Sonneneintragskennwertverfahren

Berechnung vorhandener Sonneneintragskennwert S_{vorh}

Folie: grundflächenbezogenen Fensterflächenanteil

DIN 4108-2: BERECHNUNG ODER NICHT?

- Darf auf Nachweis verzichtet werden?

• *Ja, wenn: $f_{WG} \leq 0,10$*

- sonst:

• *Ja, wenn $f_{WG} \leq 0,35$*

UND

*außenliegender Sonnenschutz
vorhanden/geplant*

- sonst:

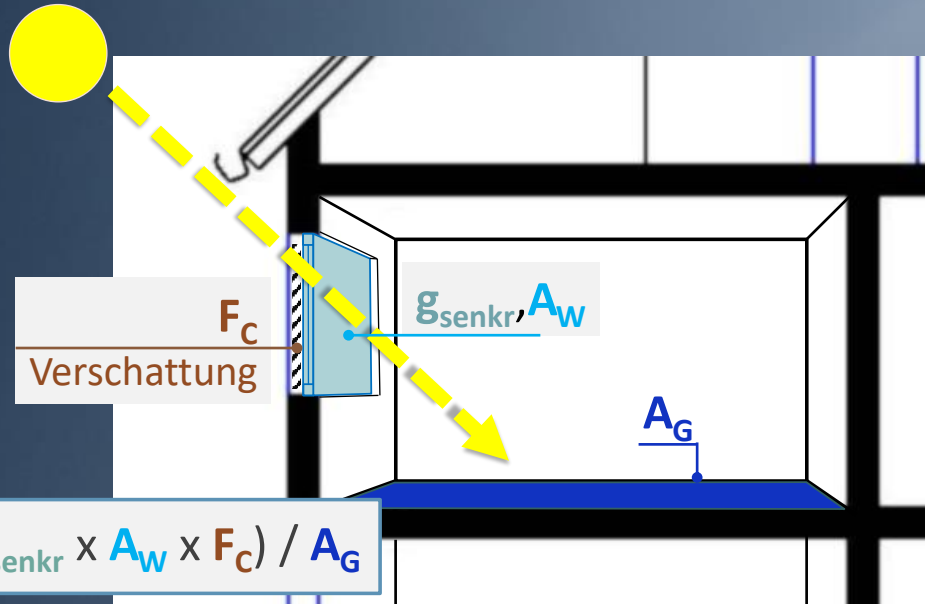
BERECHNUNG !

f_{WG} : grundflächenbezogener Fensterflächenanteil in %

Räume, bei denen auf einen Nachweis grundsätzlich verzichtet werden kann, müssen nach Nr. 8.2.2 DIN 4108-2 folgende Voraussetzungen erfüllen:

- geringer grundflächenbezogener Fensterflächenanteil entsprechend Tabelle 6 (je nach Fensterorientierung zwischen 7% und 15%)
- vorhandener außenliegender Sonnenschutz bei einem grundflächenbezogenen **Fensterflächenanteil von max. 35%:**
 - mit $F_C \leq 0,30$ bei Verglasungen mit $g > 0,40$
 - mit $F_C \leq 0,35$ bei Verglasungen mit $g \leq 0,40$

ERMITTLUNG: 3. VORHANDENER SONNENEINTRAG



Sonneneintragskennwertverfahren

Berechnung vorhandener Sonneneintragskennwert S_{vorh}

Folie: Berechnung S_{vorh}

Mit:

A_G Nettogrundfläche des Raumes

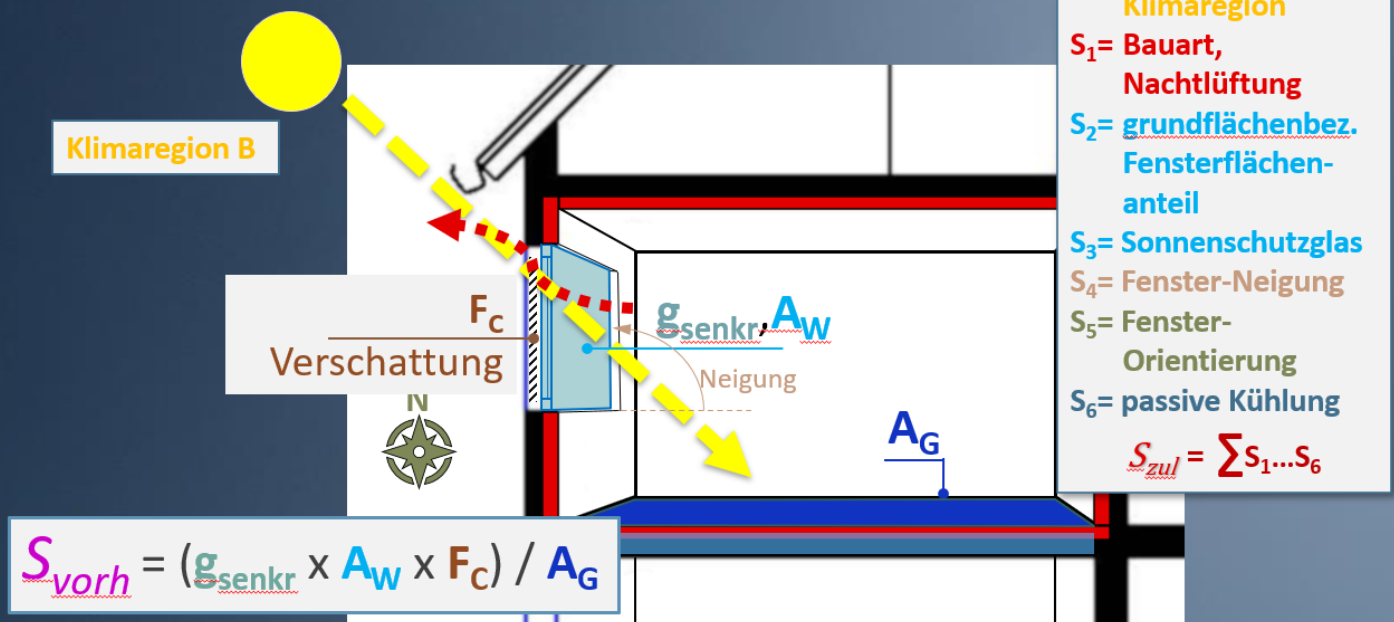
g_{senkr} Gesamtenergiedurchlassgrad des Glases für senkrechten Strahlungseinfall

A_w die Fensterfläche des Fensters

F_c Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen nach [Tabelle 7](#).



ERMITTLUNG: 5. ZULÄSSIGER SONNENEINTRAGSKENNWERT



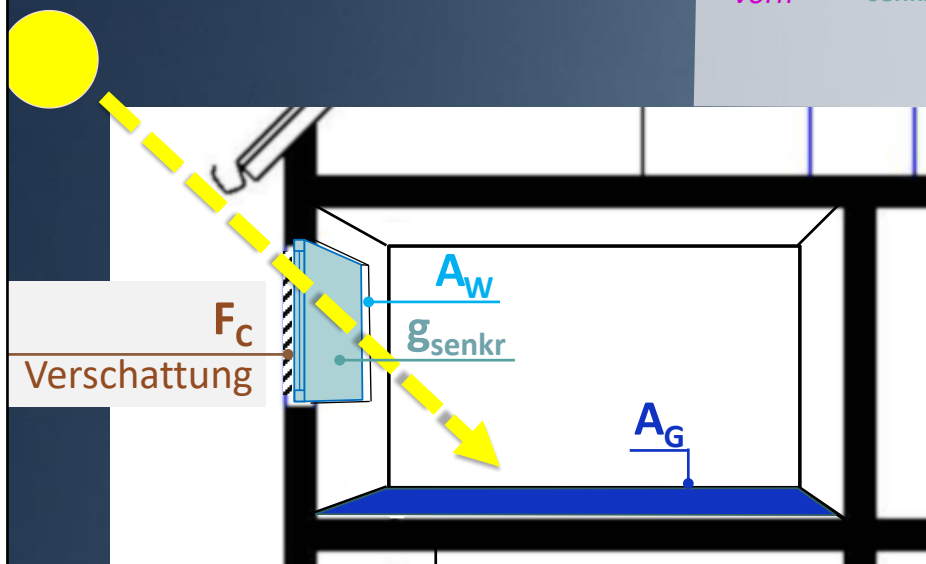
Sonneneintragskennwertverfahren

Berechnung zulässiger Sonneneintragskennwert nach

Der zulässige Sonneneintragskennwert S_{zul} ist abhängig von:

- der Sommerklimaregion, in der sich das Gebäude befindet (A, B oder C)
- der Bauart des Gebäudes (leichte, mittlere und schwere Bauart)
- dem grundflächenbezogenen Fensterflächenanteil ($f_{WG} = A_w / A_g$)
- einer vorhandenen erhöhten ($n > 2 \text{ h-1}$) oder hohen ($n > 5 \text{ h-1}$) Nachtlüftung
- einer vorhandenen Sonnenschutzverglasung ($g \leq 0,4$)
- der Fensterneigung und Orientierung der Fenster
- dem Einsatz passiver Kühlung

BERECHNUNG



$$S_{\text{vorh}} = (g_{\text{senkr}} \times A_W \times F_C) / A_G \leq S_{\text{zul}} = 0,067$$

$$A_W / A_G = f_{\text{WG}} = 0,417$$

$$S_{\text{zul}} / f_{\text{WG}} = \max. g_{\text{total}}$$

$$0,067 / 0,417 = 0,160$$

$$g_{\text{senkr}} \times F_C \leq 0,160$$

$$\min. F_C = 0,160 / g_{\text{senkr}}$$

$$\min. F_C = 0,160 / 0,6 = 0,27$$

Sonneneintragskennwertverfahren

Berechnung vorhandener Sonneneintragskennwert S_{vorh}

Folie: Berechnung S_{vorh}

Mit:

A_G Nettogrundfläche des Raumes

g_{senkr} Gesamtenergiedurchlassgrad des Glases für senkrechten Strahlungseinfall

A_W die Fensterfläche des Fensters

F_C Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen nach [Tabelle 7](#).

WIE FÜHRE ICH DEN NACHWEIS BEIM NEUBAU?

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach GEG

- Begrenzung der Sonneneintragskennwerte
→ nach DIN 4108-2:
Abschnitt 8 – Mindestanforderung an den sommerlichen Wärmeschutz
- „[...] Nachweis [...] mindestens für den Raum [...], der [...] zu den höchsten Anforderungen [...] führt“
- Begrenzung der Übertemperatur-Gradstunden!
→ durch Thermische Simulation

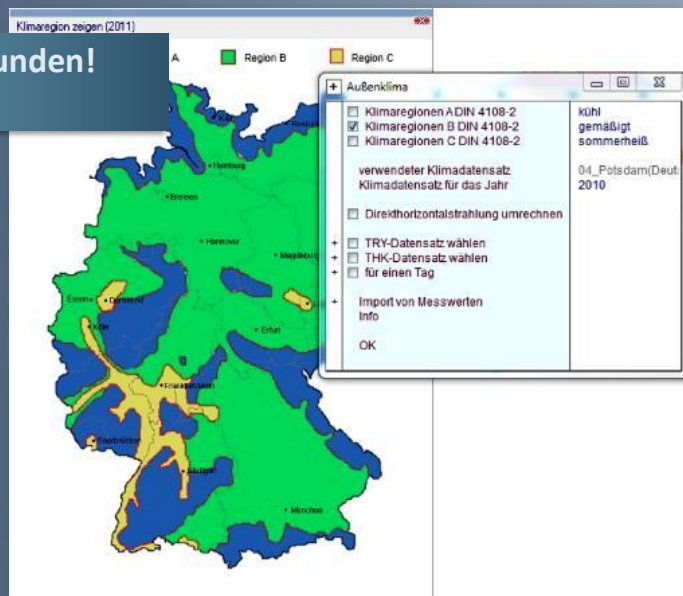
NACHWEIS DES SOMMERLICHEN WÄRMESCHUTZES FÜR NEUBAU

- gefordert im **GEG**
- beschrieben in der **DIN 4108-2**
 - **Sonneneintragskennwertverfahren** (Nr. 8.3 DIN 4108-2)
 - **Thermische Gebäudesimulation** (Nr. 8.4 DIN 4108-2)

ALTERNATIVE: THERMISCHE SIMULATION

Begrenzung der Übertemperatur-Gradstunden!
→ durch Thermische Simulation

Klimadaten



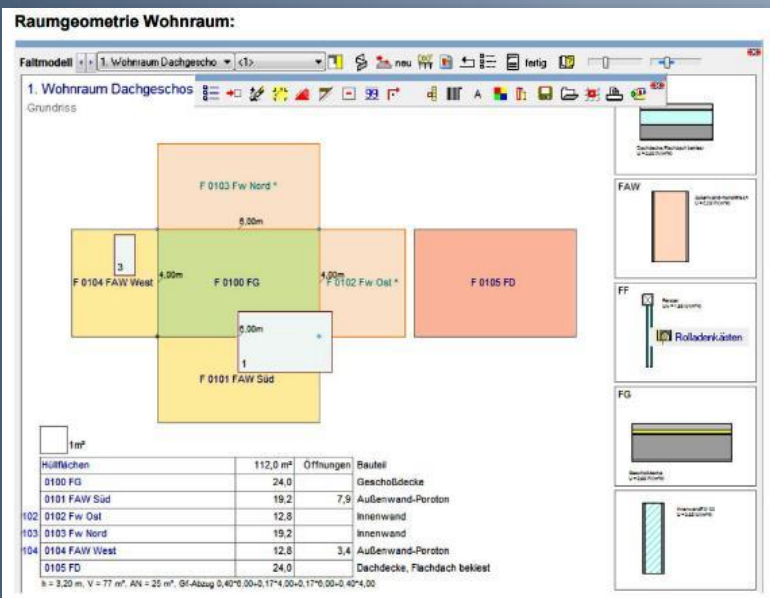
Nachweis durch Anwendung einer **dynamisch-thermischen Simulation**:

- inklusive detailgenauer Abbildung von Gebäudegeometrie und -konstruktionen
- erfordert mehr Aufwand
- Berücksichtigung
 - von tatsächlichen geplanten Nutzungszeiten
 - geplanten internen Wärmeeinträgen
 - umgebenden Bauteilen
- Effektivität von Maßnahmen für den Wärmeschutz im Sommer kann so genauer und anwendungsspezifischer bewertet werden

ALTERNATIVE: THERMISCHE SIMULATION

Klimadaten

Raumgeometrie: „Faltmodell“



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

44

Nachweis durch Anwendung einer **dynamisch-thermischen Simulation**:

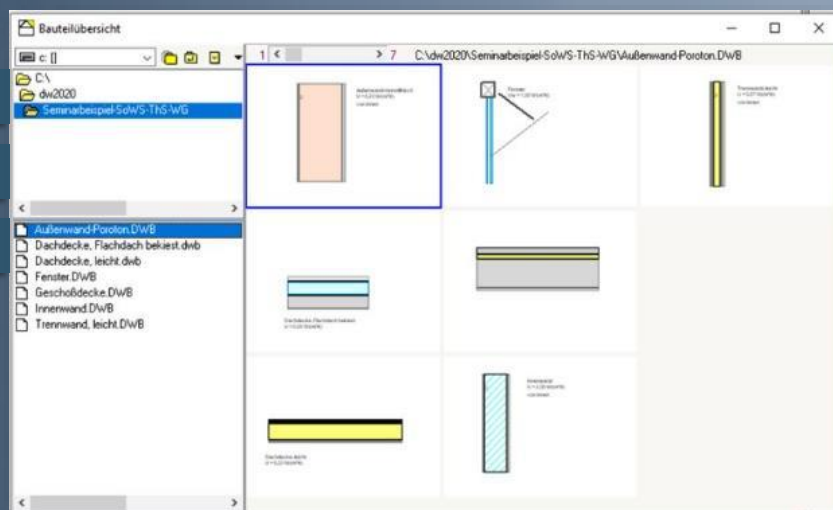
- inklusive detailgenauer Abbildung von Gebäudegeometrie und -konstruktionen
- erfordert mehr Aufwand
- Berücksichtigung
 - von tatsächlichen geplanten Nutzungszeiten
 - geplanten internen Wärmeeinträgen
 - umgebenden Bauteilen
- Effektivität von Maßnahmen für den Wärmeschutz im Sommer kann so genauer und anwendungsspezifischer bewertet werden

ALTERNATIVE: THERMISCHE SIMULATION

Klimadaten

Raumgeometrie: „Faltmodell“

Bauteile



Nachweis durch Anwendung einer **dynamisch-thermischen Simulation**:

- inklusive detailgenauer Abbildung von Gebäudegeometrie und -konstruktionen
- erfordert mehr Aufwand
- Berücksichtigung
 - von tatsächlichen geplanten Nutzungszeiten
 - geplanten internen Wärmeeinträgen
 - umgebenden Bauteilen
- Effektivität von Maßnahmen für den Wärmeschutz im Sommer kann so genauer und anwendungsspezifischer bewertet werden

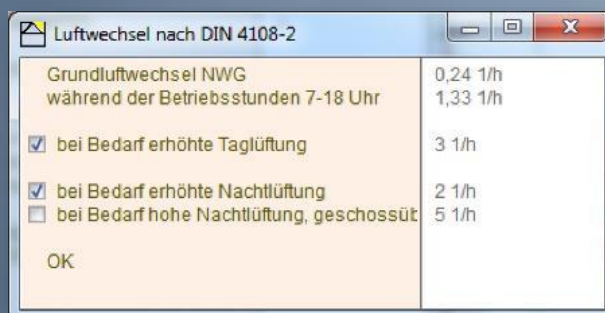
ALTERNATIVE: THERMISCHE SIMULATION

Klimadaten

Raumgeometrie: „Faltmodell“

Bauteile

Luftwechsel



Nachweis durch Anwendung einer **dynamisch-thermischen Simulation**:

- inklusive detailgenauer Abbildung von Gebäudegeometrie und -konstruktionen
- erfordert mehr Aufwand
- Berücksichtigung
 - von tatsächlichen geplanten Nutzungszeiten
 - geplanten internen Wärmeeinträgen
 - umgebenden Bauteilen
- Effektivität von Maßnahmen für den Wärmeschutz im Sommer kann so genauer und anwendungsspezifischer bewertet werden

ALTERNATIVE: THERMISCHE SIMULATION

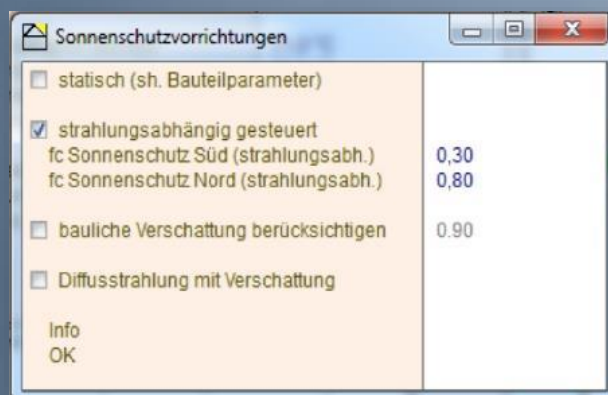
Klimadaten

Raumgeometrie: „Faltmodell“

Bauteile

Luftwechsel

Sonnenschutz



Nachweis durch Anwendung einer **dynamisch-thermischen Simulation**:

- inklusive detailgenauer Abbildung von Gebäudegeometrie und -konstruktionen
- erfordert mehr Aufwand
- Berücksichtigung
 - von tatsächlichen geplanten Nutzungszeiten
 - geplanten internen Wärmeeinträgen
 - umgebenden Bauteilen
- Effektivität von Maßnahmen für den Wärmeschutz im Sommer kann so genauer und anwendungsspezifischer bewertet werden

ALTERNATIVE: THERMISCHE SIMULATION

Klimadaten

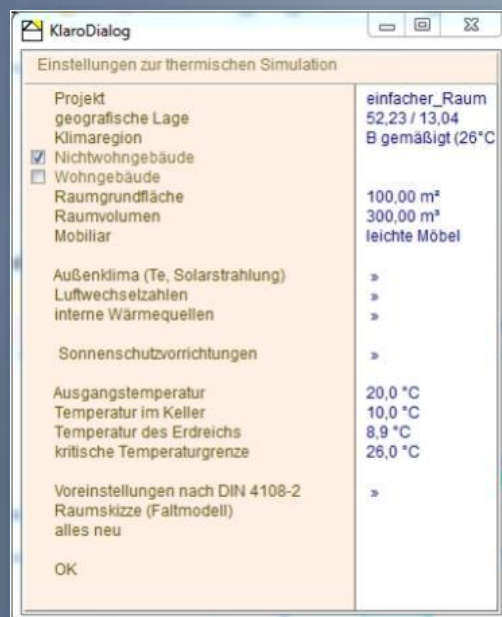
Raumgeometrie: „Faltmodell“

Bauteile

Luftwechsel

Sonnenschutz

Simulationseinstellungen



Nachweis durch Anwendung einer **dynamisch-thermischen Simulation**:

- inklusive detailgenauer Abbildung von Gebäudegeometrie und -konstruktionen
- erfordert mehr Aufwand
- Berücksichtigung
 - von tatsächlichen geplanten Nutzungszeiten
 - geplanten internen Wärmeeinträgen
 - umgebenden Bauteilen
- Effektivität von Maßnahmen für den Wärmeschutz im Sommer kann so genauer und anwendungsspezifischer bewertet werden

ALTERNATIVE: THERMISCHE SIMULATION

Klimadaten

Raumgeometrie: „Faltmodell“

Bauteile

Luftwechsel

Sonnenschutz

Simulationseinstellungen

Simulations-Ergebnisse



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

49

Nachweis durch Anwendung einer **dynamisch-thermischen Simulation**:

- inklusive detailgenauer Abbildung von Gebäudegeometrie und -konstruktionen
- erfordert mehr Aufwand
- Berücksichtigung
 - von tatsächlichen geplanten Nutzungszeiten
 - geplanten internen Wärmeeinträgen
 - umgebenden Bauteilen
- Effektivität von Maßnahmen für den Wärmeschutz im Sommer kann so genauer und anwendungsspezifischer bewertet werden

MAßNAHMEN

wo immer möglich ohne Einsatz energieintensiver Klimatisierung!



Raumklimageräte enthalten klimaschädliche HFKW und haben einen hohen Energiebedarf.

Quelle: kanvag / Fotolia.com

MAßNAHMEN

- wo immer möglich ohne Einsatz energieintensiver Klimatisierung



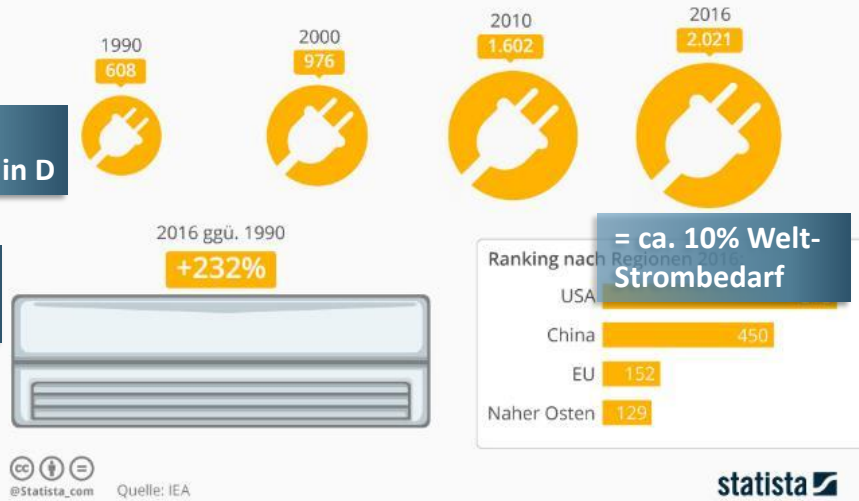
GLOBALER STROMBEDARF FÜR KLIMAAANLAGEN

Kühle Luft

Energieverbrauch für Klimaanlage in Wohn- und Bürogebäuden (in TWh)

= ca. 100% jährl.
Stromerzeugung in D

wo immer möglich ohne Einsatz
energieintensiver Klimatisierung!



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

51

energieintensive Klimatisierung:

- geschätzt rund **10 Prozent** des **gesamten Stromverbrauchs der Welt**
- **1990: 600 Terrawattstunden**
- **2016: >2.000 TWh**, entspricht in etwa der **gesamten jährlichen Bruttostromerzeugung Deutschlands**

SONNENSCHUTZVERGLASUNGEN



	U-Wert Glas [W/m²K]	g-Wert [%]	Lichtdurch- lässigkeit [%]
1 Scheibe	bis 5,8	87 %	> 90 %
2 Scheiben 12 mm Abs	2,8 - 3,0	80 %	ca. 90 %
2 Scheiben 8 bis 20 mm Argon - Kry	Sonnenschutzglas		3fach
2 Scheiben 8 bis 20 mm Argon - Kry	Wärmedurchgangskoeffizient U_g (W/m²K)		0,7
2 Scheiben 8 bis 20 mm Argon - Kry	Lichttransmissionsgrad (%)		54
3 Scheiben je 8 bis 10 Krypton - Xenon Füllung (→ U, g sinken)	Gesamtenergiedurchlassgrad (%)		25

2fach

1,0

60

27

g-Wert = Gesamtenergiedurchlassgrad für Solarstrahlung bei senkrechtem Einfallswinkel berücksichtigt

- direkte Transmission von Solarstrahlung im gesamten Wellenlängenspektrum
- indirekte Transmission, d.h. Absorption von Solarstrahlung in der Verglasung und anschließende Wärmeabgabe an den Raum

INNEN ANGEBRACHTER SONNENSCHUTZ

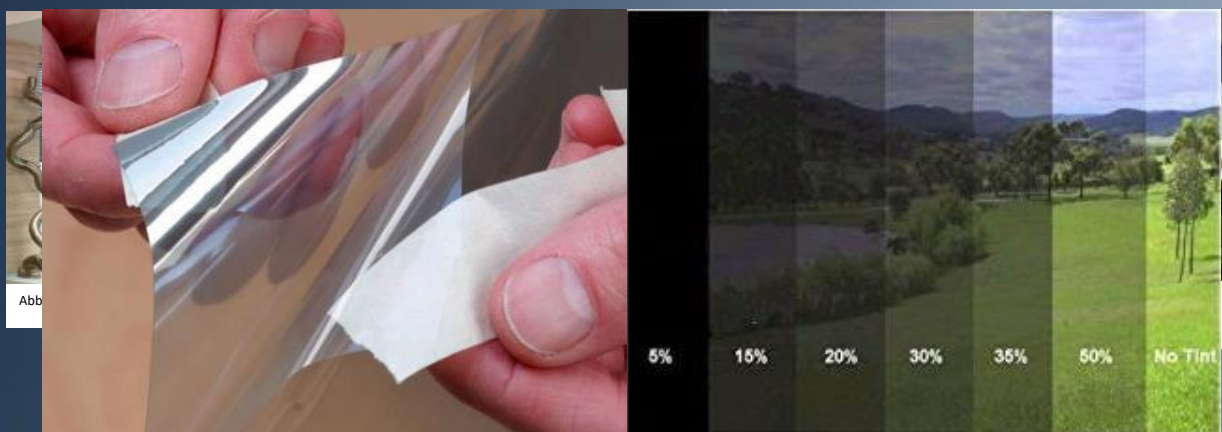


Abb. 15 Sonnenschutzfolien, selbstklebend
Mehr Sonnenschutz = weniger Durchsicht!

SONNENSCHUTZ: VERSCHATTUNG

innen oder außen?



Bild von stokpic auf Pixabay



Bild von Daniel Roos auf Pixabay

Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

54

Klappläden als Sonnenschutz

Vorteil:

- Sehr effizient, Abminderung: hoch

Nachteile:

- Lichtdurchlässigkeit stark reduziert (erfordert elektrische Beleuchtung)
- Bedienungskomfort gering
- Bedienungsaufwand hoch

VERSTELLBARE SONNENSCHUTZVORRICHTUNGEN

Zeile	Sonnenschutzvorrichtung ^a	F _c
1	Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,0
2	Innenliegend oder zwischen den Scheiben ^b :	
2.1	weiß oder reflektierende Oberfläche mit geringer Transparenz	0,75
2.2	helle Farben oder geringe Transparenz ^c	0,8
2.3	dunkle Farbe oder höhere Transparenz	0,9
3	Außenliegend	
3.1	drehbare Lamellen, hinterlüftet	0,25
3.2	Jalousien und Stoffe mit geringer Transparenz ^c , hinterlüftet	0,25
3.3	Jalousien, allgemein	0,4
3.4	Rollläden, Fensterläden	0,3
3.5	Vordächer, Loggien, freistehende Lamellen ^d	0,5
3.6	Markisen ^d , oben und seitlich ventiliert	0,4
3.7	Markisen ^d , allgemein	0,5

Abb. 10 Abminderungsfaktoren F_c von Sonnenschutzvorrichtungen DIN 4108-2

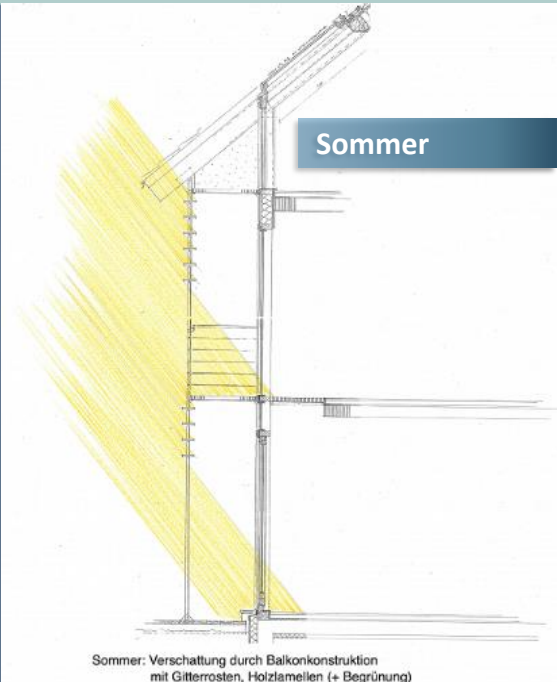
-25%

-75%

SONNENSCHUTZ DURCH BAUELEMENTE



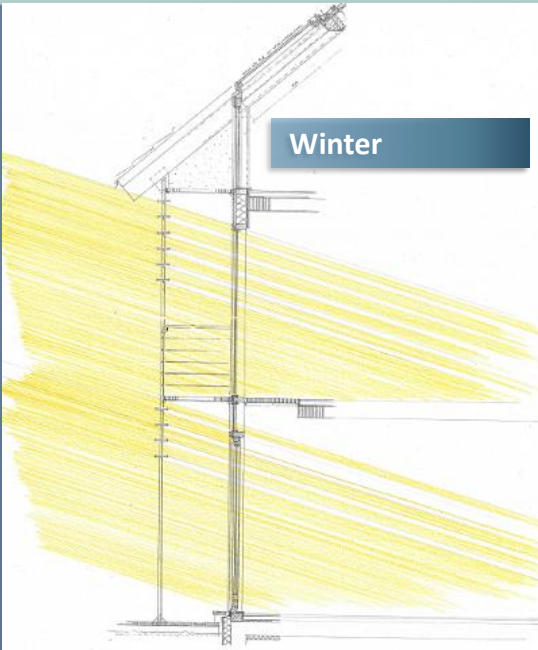
STORCH + FEDERLE FREIE ARCHITEKTEN PARTNERSCHAFT MBH



SONNENSCHUTZ DURCH BAUELEMENTE

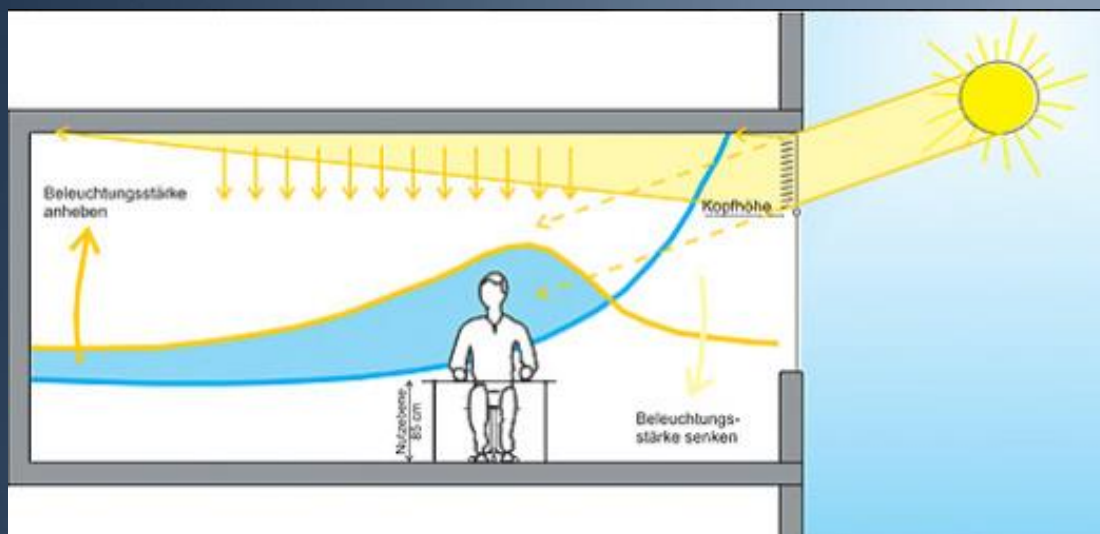


STORCH + FEDERLE FREIE ARCHITEKTEN PARTNERSCHAFT MBH



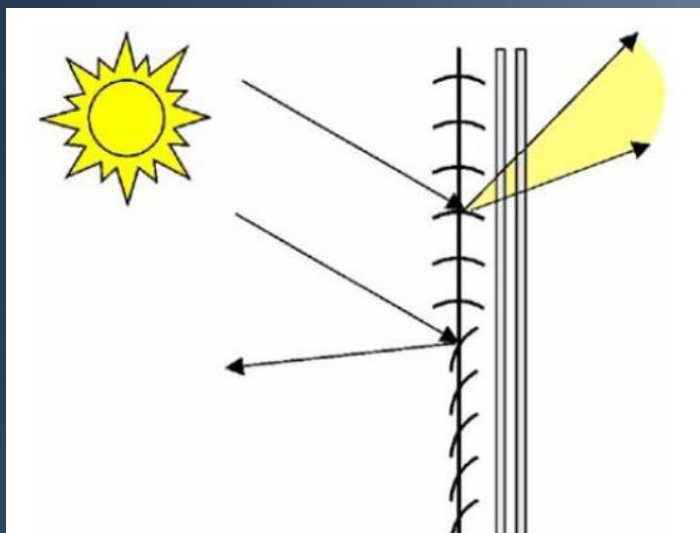
Winter: Balkonkonstruktion und Weinbewuchs ohne Laub ermöglichen Sonneneinstrahlung tief in den Raum

LÖSUNGEN: SONNENSCHUTZ MIT TAGESLICHTLENKUNG



Quelle: Baunetz_Wissen <<https://www.baunetzwissen.de/licht/fachwissen/tageslichtsysteme/tageslichtlenkung-167226>>

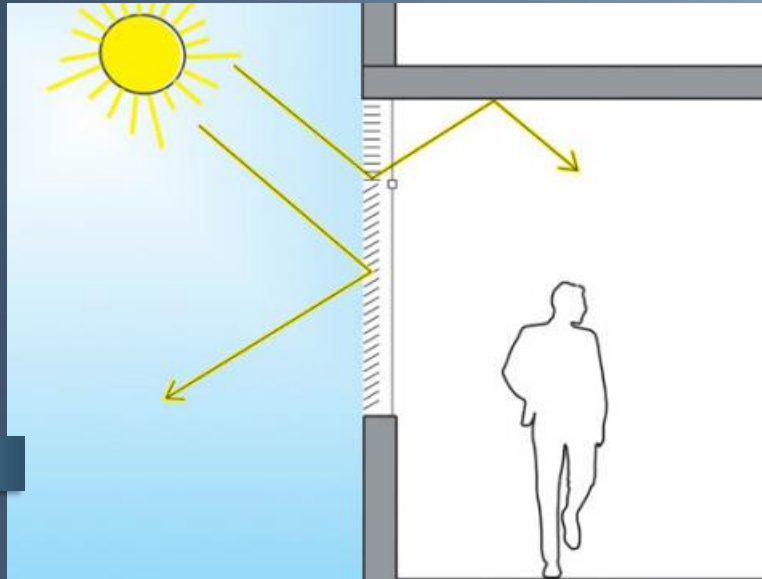
SONNENSCHUTZ MIT TAGESLICHTLENKUNG TEILVERSTELLBAR



LÖSUNGEN: SONNENSCHUTZ MIT TAGESLICHTLENKUNG

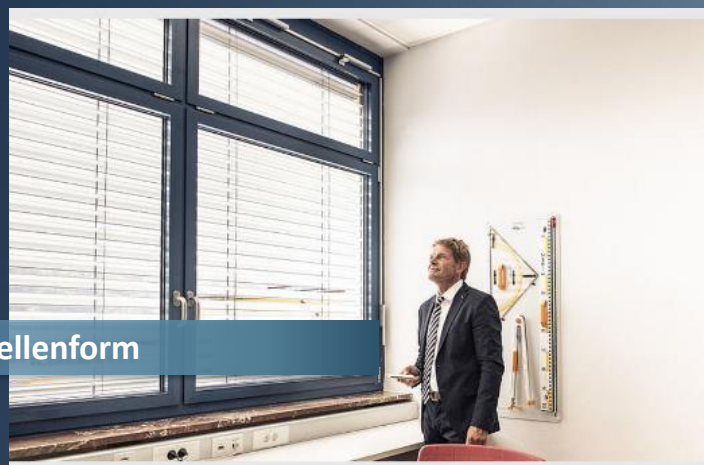


Lamellensteuerung



Quelle: Baunetz_Wissen <<https://www.baunetzwissen.de/licht/fachwissen/tageslichtsysteme/tageslichtlenkung-167226>>

LÖSUNGEN: SONNENSCHUTZ MIT TAGESLICHTLENKUNG



Lamellenform

Foto: Schlotterer, Sicht + Sonnenschutz

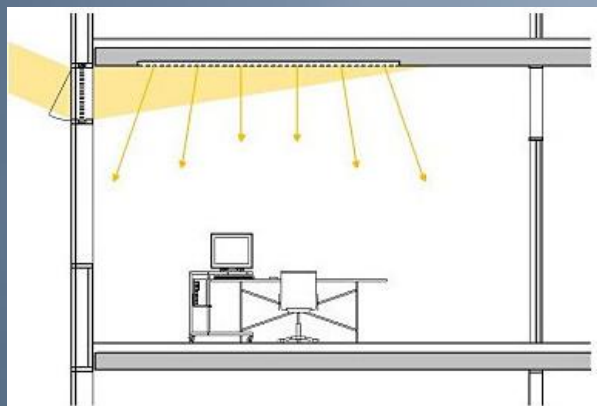


Foto: Schlotterer, Sicht + Sonnenschutz

LÖSUNGEN: SONNENSCHUTZ MIT TAGESLICHTLENKUNG



Quelle: Baunetz_Wissen <<https://www.baunetzwissen.de/licht/fachwissen/tageslichtsysteme/tageslichtlenkung-167226>>



WÄRMELAST ABFÜHREN DURCH LUFTWECHSEL

Fensterstellung	Luftwechsel h^{-1}
Fenster und Türen ganz geschlossen	0,1 bis 0,3
Fenster gekippt, Rolladen zu	0,3 bis 1,5
<u>Fenster gekippt, kein Rolladen</u>	0,8 bis 4,0
Fenster halb offen	5 bis 10
Fenster ganz offen	9 bis 15
<u>Gegenüberliegende Fenster offen („Durchzug“)</u>	Größer als etwa 40

NACHTLÜFTUNGSKLAPPEN



Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

64

- Nachtlüftung UND Einbruchschutz!



Martin Delker
Dipl.-Ing. Univ. Architekt

Beratung für Bauherren

Holen Sie sich allen Rat, den Sie brauchen, um ein schönes, qualitativ hochwertiges, gesundes, und dabei nachhaltiges, umweltfreundliches und klimagerechtes Zuhause zu bauen – eines, das Ihnen noch in Jahrzehnten Grund zu Stolz und Freude ist.

 [Kostenlosen Kennenlern-Termin buchen](#)

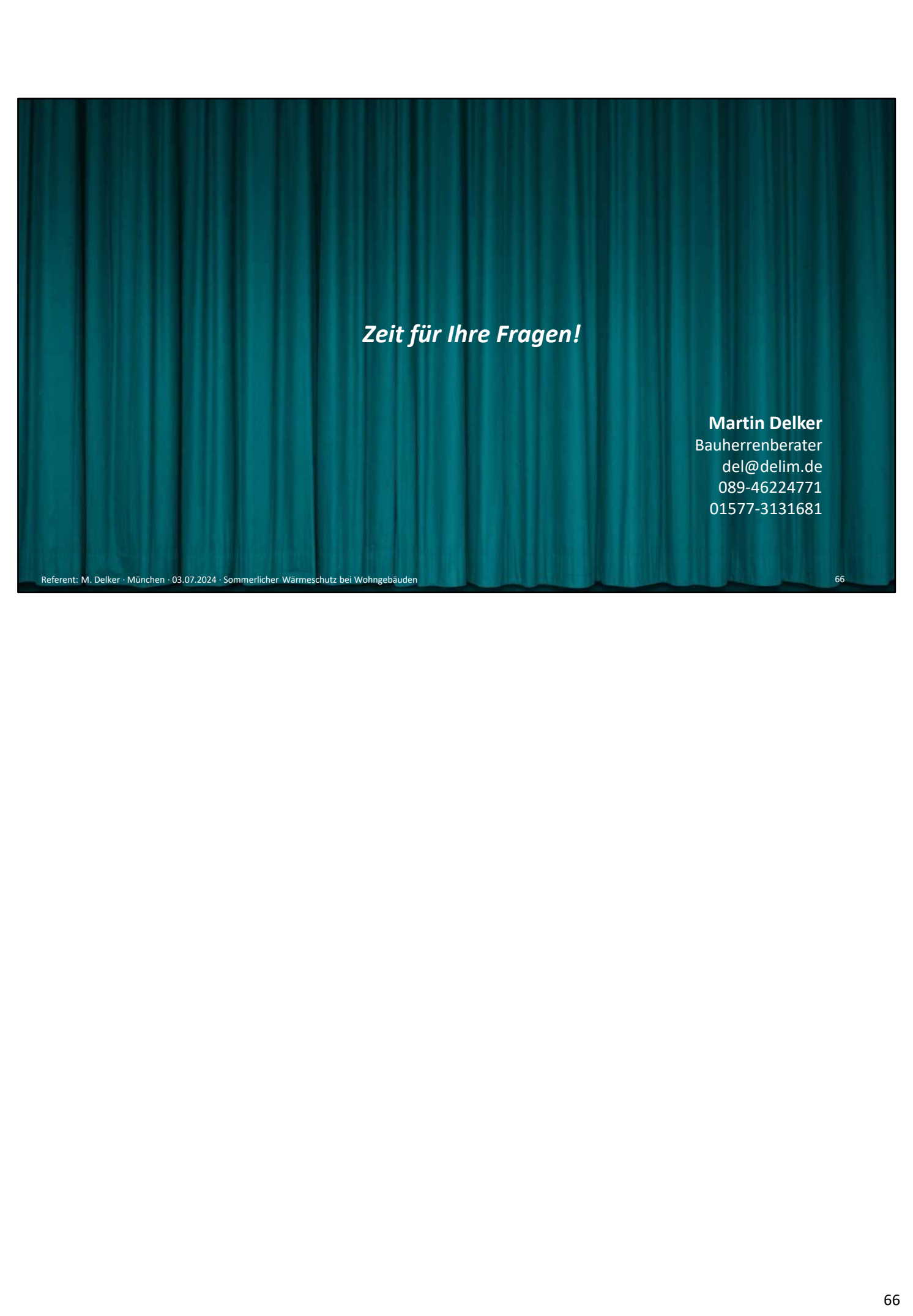


www.delim.de del@delim.de

Referent: M. Delker · München · 03.07.2024 · Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden

65

- WERBEBLOCK:
- Beratung für Bauherren
 - Suche Planer für die Bereiche
 - Heizanlagen mit Erneuerbaren Energien (Wärmepumpen – Gas-Hybrid – Solarthermie – Erdsonden – bodennahe Geothermie)

A background image of a teal-colored curtain with vertical folds, covering the entire slide.

Zeit für Ihre Fragen!

Martin Delker
Bauherrenberater
del@delim.de
089-46224771
01577-3131681