

Web-Forum: Klimaanpassung: Möglichkeiten bei Gebäude und Gebäudehülle

Sommerlicher Wärmeschutz und Klimaschutz

Referent: **Martin Delker**

Bauherrenberater

Passivhausplaner, Architekt

ehrenamtlich: Berater im Bauzentrum München

ehrenamtlich: Vorsitzender Bürgerlobby Klimaschutz Deutschland



 Bauzentrum
München

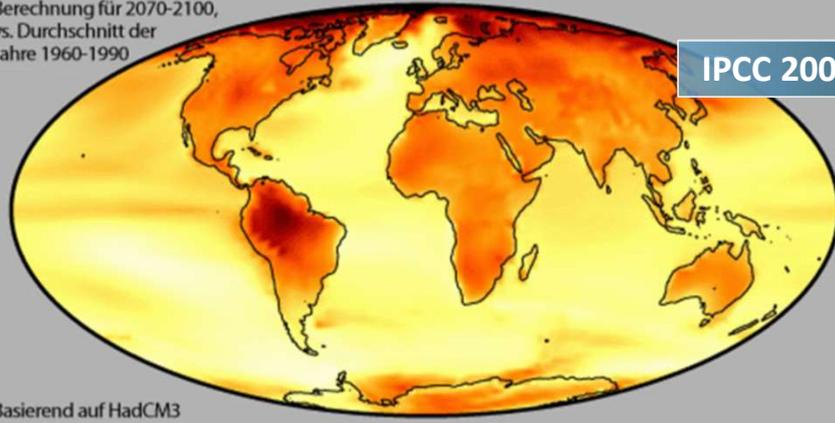


Bürgerlobby Klimaschutz
Citizens' Climate Lobby Germany e. V. (CCL D)

WARUM KLIMASCHUTZ?

Vorausberechnung der globalen Erwärmung

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



Basierend auf HadCM3

0 1 2 3 4 5 6 7 8

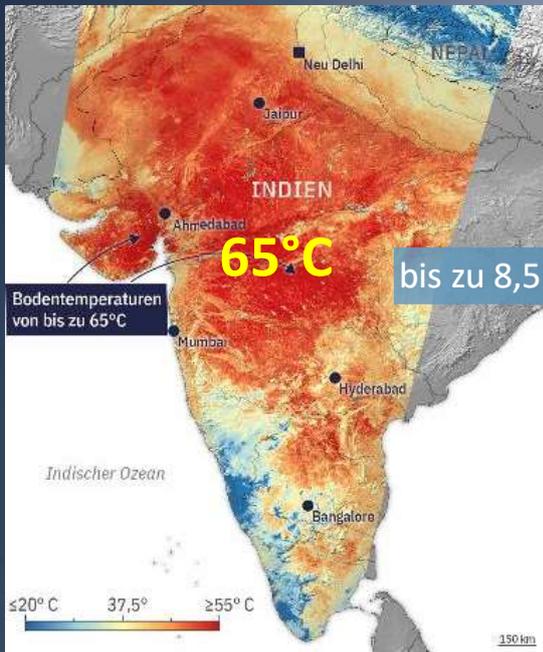
Temperaturerhöhung (°C)

Statt Klimaschutz besser: „**Menschheitsschutz**“

Vorausberechnung der globalen Erwärmung IPCC-Bericht 2001 - für die letzten 30 Jahre dieses Jahrhunderts (ab 2070)



WARUM KLIMASCHUTZ?



bis zu 8,5 Grad über dem Normalwert

Referent: M. Delker

München · 17.05.2022

Web-Forum: Klimaanpassung: Möglichkeiten bei Gebäude und Gebäudehülle

3

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**

WARUM KLIMASCHUTZ?

Erhalt einer lebensfreundlichen Umwelt



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.**

WORUM GEHT ES BEIM SOMMERLICHEN WÄRMESCHUTZ?

Erhalt zumutbarer Bedingungen im Innenraum



wo immer möglich:
gänzlich ohne Einsatz
energieintensiver Klimatisierung

WORUM GEHT ES BEIM SOMMERLICHEN WÄRMESCHUTZ?

- Um den Erhalt **zumutbarer Bedingungen im Innenraum**
- Wesentlich wird es auch sein, den **Energieeinsatz für ein behagliches Sommerklima in den Gebäuden so gering wie möglich zu halten.**
- Betrachtet man die Ursachen des Klimawandels, so sollte dieses Ziel, wo immer möglich, gänzlich **ohne den Einsatz energieintensiver Klimatisierung** erreicht werden.

WORUM GEHT ES EIGENTLICH?

Thermische Behaglichkeit

...im Sommer

wenn Wärmezufuhr, Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe des menschlichen Körpers ausgeglichen sind

WORUM GEHT ES EIGENTLICH?

...um Katzenvideos!

Nein!

... um Thermische Behaglichkeit

...im Sommer

Auszug aus der ASR A3.5:

„Eine gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur liegt vor,

- wenn die **Wärmebilanz** (Wärmezufuhr, Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe) des menschlichen Körpers **ausgeglichen** ist.“

WAS BESTIMMT UNSER WÄRMEEMPFINDEN?

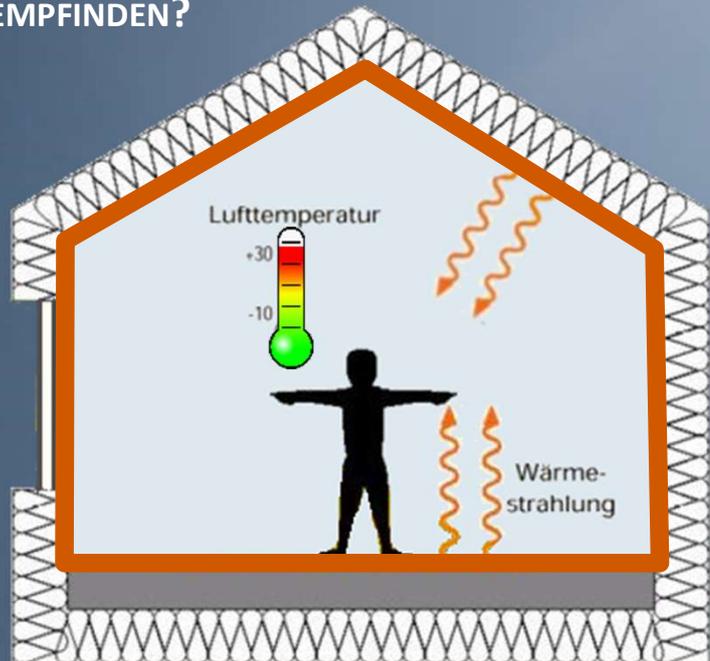
Mittelwert aus

Lufttemperatur

Oberflächentemperatur



= operative Temperatur

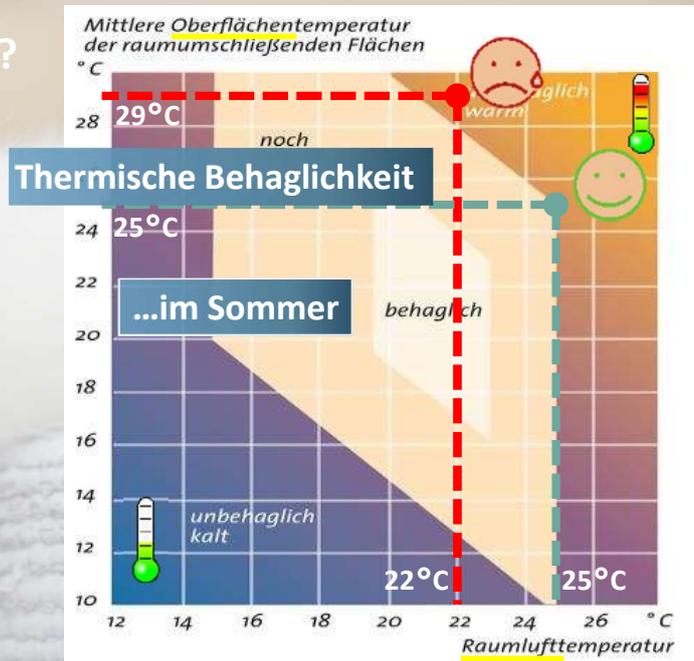


- **WAS BESTIMMT UNSER WÄRMEEMPFINDEN?**

- 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
- operative Temperatur (= Empfindungstemperatur)
 - Lufttemperatur
 - Temperatur der umgebenden Oberflächen



WELCHE TEMPERATUR WIRD ALS BEHAGLICH EMPFUNDEN?



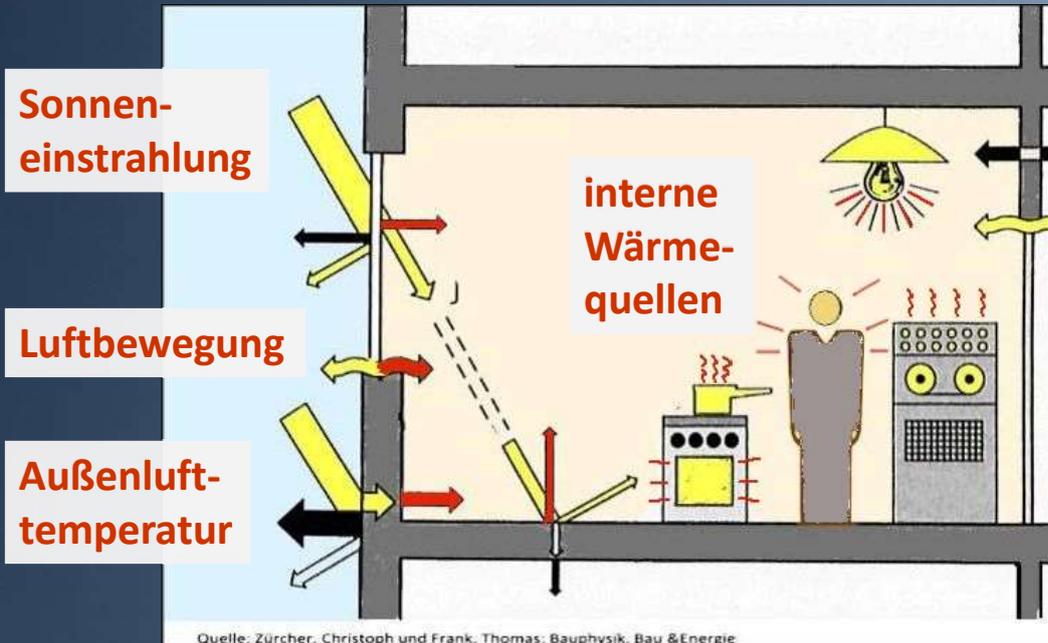
- Selbst 3° kühlere Raumlufte kann unbehaglich wirken, wenn umgebende Oberflächen zu warm sind
 - Erlebnis: Auto in der Sonne > aufgeheizte Armaturenverkleidung hinter der Windschutzscheibe > unangenehm trotz kalter Klimaanlage-Zuluft

WAS TUN AM GEBÄUDE?

- Einflussfaktoren
- Maßnahmen
- Einflusspotential

WAS TUN AM GEBÄUDE?

EINFLUSSFAKTOREN



EINFLUSSFAKTOREN:

- Außenlufttemperatur
- Luftbewegung
- Sonneneinstrahlung
- interne Wärmequellen

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
- geschätzt rund 10 Prozent des gesamten Stromverbrauchs der Welt
- 600 Terrawattstunden verbraucht. Auch das ist eine sehr große Zahl, sie entspricht in etwa der gesamten jährlichen Bruttostromerzeugung der Bundesrepublik Deutschland



STROMBEDARF FÜR KLIMAAANLAGEN GLOBAL

Kühle Luft

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



= ca. 100% jährl. Stromerzeugung D

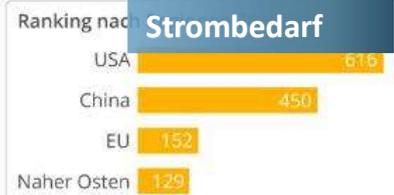
wo immer möglich ohne Einsatz energieintensiver Klimatisierung

2016 ggü. 1990

+232%



= ca. 10% Welt-Strombedarf



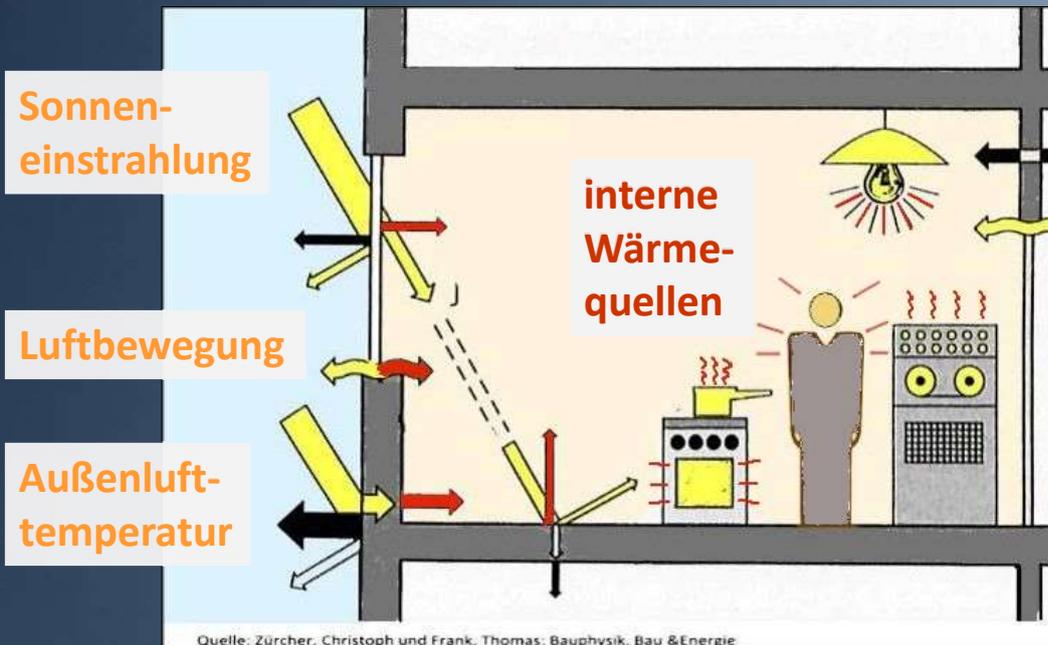
Quelle: IEA

statista

MAßNAHMEN

- wo immer möglich ohne Einsatz energieintensiver Klimatisierung
- geschätzt rund 10 Prozent des gesamten Stromverbrauchs der Welt
- 600 Terrawattstunden verbraucht. Auch das ist eine sehr große Zahl, sie entspricht in etwa der gesamten jährlichen Bruttostromerzeugung der Bundesrepublik Deutschland

EINFLUSSFAKTOREN



EINFLUSSFAKTOREN:

- Außenlufttemperatur
- Luftbewegung
- Sonneneinstrahlung
- interne Wärmequellen

WÄRMELASTEN DURCH INNERE WÄRMEQUELLEN

Einflusspotential:



Beispiele:

- Kerze/n
- PC
- Kochen
- Person am Schreibtisch,

• Tätigkeit im Sitzen wie Lesen und Schreiben	I	100
• Sehr leichte körperliche Tätigkeit im Stehen oder Sitzen	II	150
• Leichte körperliche Tätigkeit	III	190
• Mittelschwere bis schwere körperliche Tätigkeit	IV	270

INNERE WÄRMEQUELLEN



Referent: M. Delker

München - 17.05.2022

Web-Forum: Klimaanpassung: Möglichkeiten bei Gebäude und Gebäudehülle

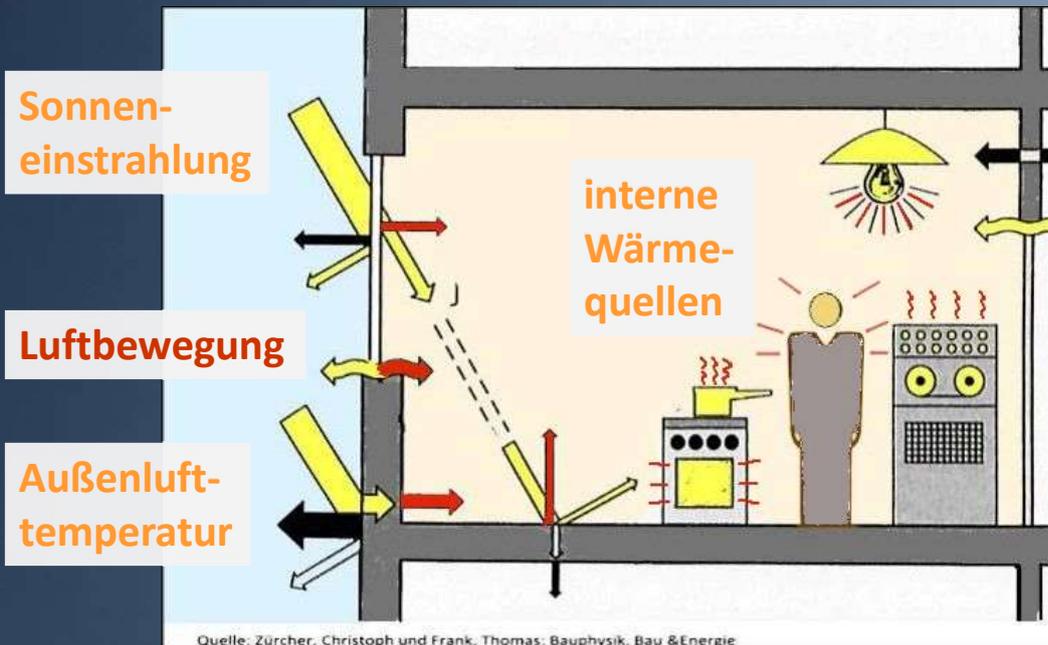
15

Beispiele:

- Kerze/n
- PC
- Kochen
- Person am Schreibtisch,

• Tätigkeit im Sitzen wie Lesen und Schreiben	I	100
• Sehr leichte körperliche Tätigkeit im Stehen oder Sitzen	II	150
• Leichte körperliche Tätigkeit	III	190
• Mittelschwere bis schwere körperliche Tätigkeit	IV	270

EINFLUSSFAKTOREN



EINFLUSSFAKTOREN:

- Außenlufttemperatur
- Luftbewegung
- Sonneneinstrahlung
- interne Wärmequellen

LUFTBEWEGUNG

Einflusspotential:



EINFLUSSFAKTOR LUFTBEWEGUNG

Ventilator

LUFTBEWEGUNG

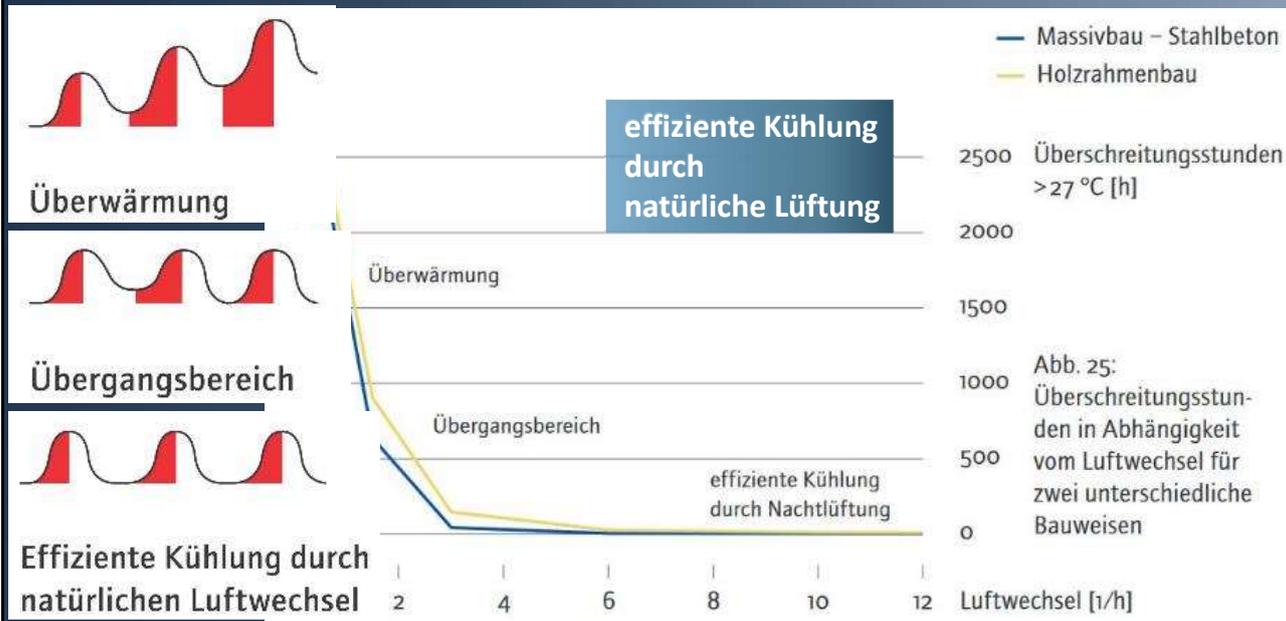
Einflusspotential: ■ ■ ■ □ □

Nachtlüftung



- In anderer Form
 - sehr wirksam
 - Sehr effizient

NACHTLÜFTUNG



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

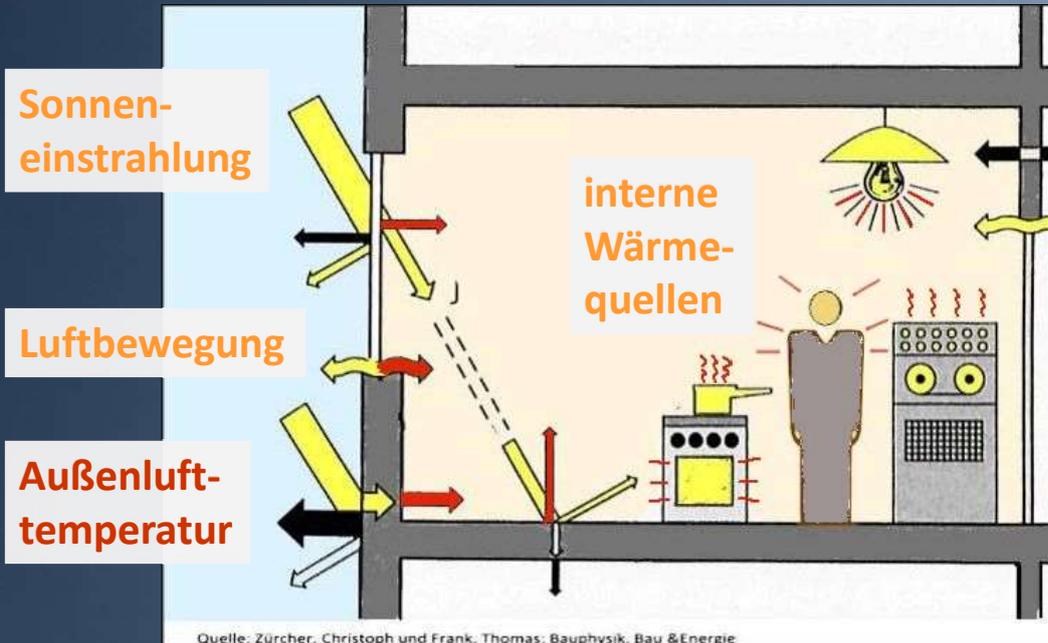
EINFLUSSFAKTOR LUFTBEWEGUNG

- **Überwärmung**
Wärmeeinträge des Tages werden nachts **nicht mehr vollständig abgeführt >> Wärme kumuliert**
- **Übergangsbereich**
Wärmeeinträge des Tages werden nachts (oder in Folgenächten) **gerade noch ausreichend abgeführt**
- **Effiziente Kühlung** durch natürlichen Luftwechsel
Wärmeeinträge werden nachts bei kühleren Temperaturen **gut abgeführt**

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

EINFLUSSFAKTOREN



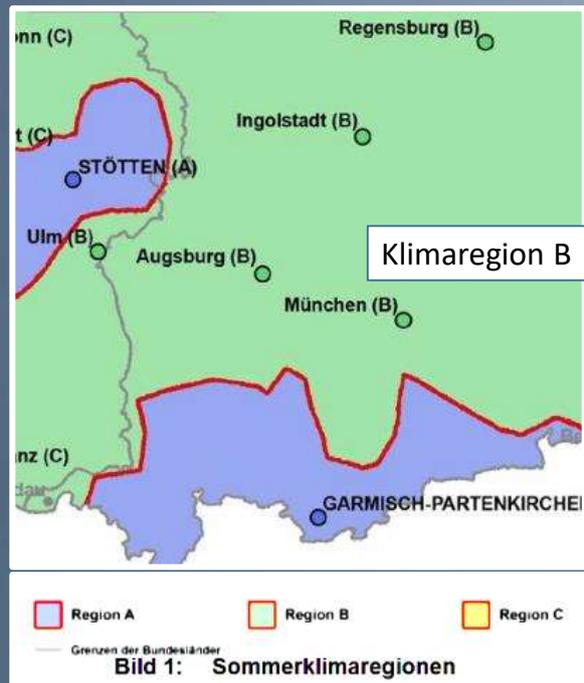
EINFLUSSFAKTOREN:

- **Außenlufttemperatur**
- **Luftbewegung**
- **Sonneneinstrahlung**
- **interne Wärmequellen**



AUSSENLUFTTEMPERATUR

Einflusspotential:



EINFLUSSFAKTOR **AUSSENLUFTTEMPERATUR**

Sommer-Klimaregionen

AUSSENLUFTTEMPERATUR

>> TEMPERATURDURCHGANG NACH INNEN

Einflusspotential:

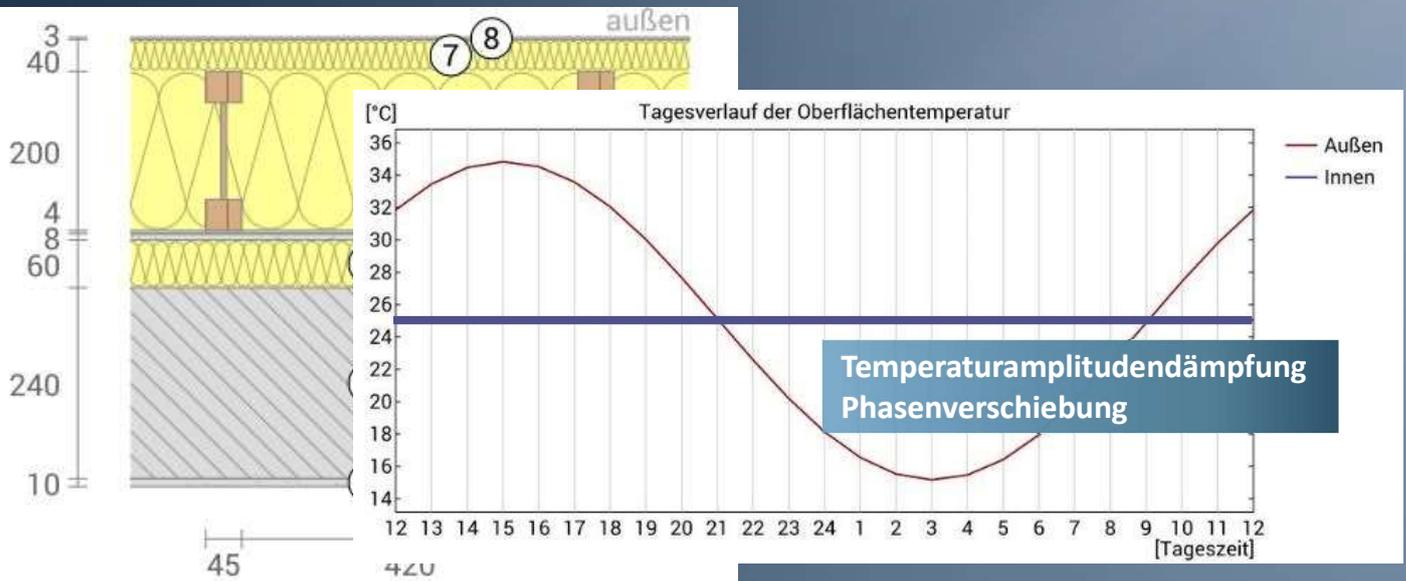
Wand

Dach

EINFLUSSFAKTOR **AUSSENLUFTTEMPERATUR**

>> TEMPERATURDURCHGANG NACH INNEN

AUSSENLUFTTEMPERATUR TEMPERATURDURCHGANG NACH INNEN



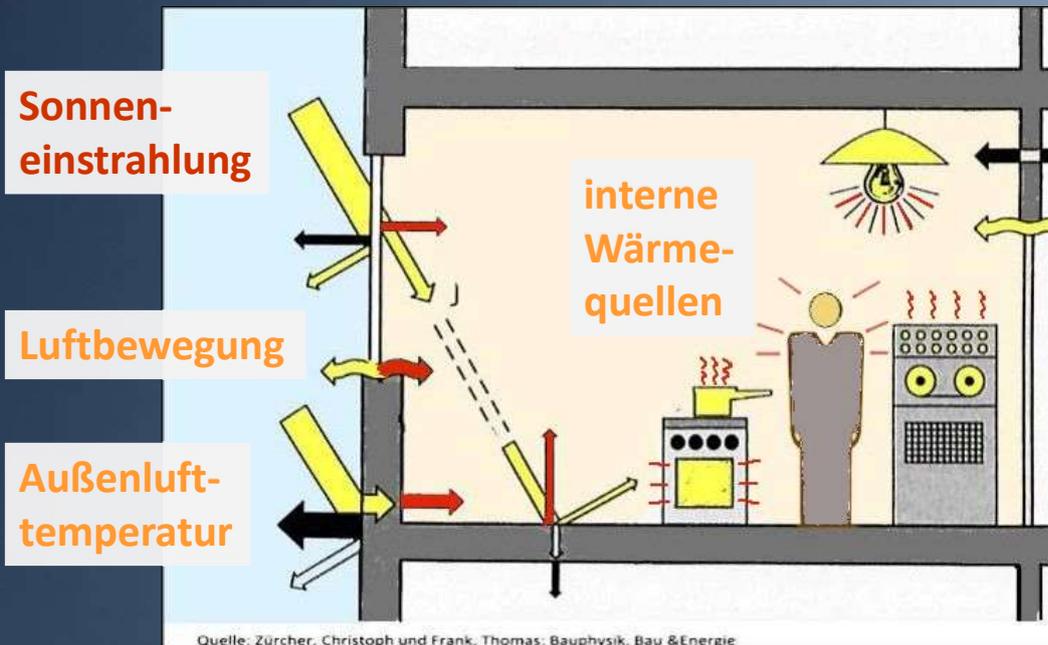
EINFLUSSFAKTOR **AUSSENLUFTTEMPERATUR**

TEMPERATURDURCHGANG

Temperaturamplitudendämpfung: >100

Phasenverschiebung: nicht relevant

EINFLUSSFAKTOREN



EINFLUSSFAKTOREN:

- Außenlufttemperatur
- Luftbewegung
- Sonneneinstrahlung
- interne Wärmequellen



SONNENEINSTRALUNG

Einflusspotential:



EINFLUSSFAKTOR **Sonneneinstrahlung**

Folie: Sommer-Klimaregionen

SONNENEINSTRALUNG



Quelle: solarlux

Beispiele:

- Moderne Architektur – „Traumhäuser“

SONNENSCHUTZVERGLASUNGEN

Einflusspotential:



Quelle: solarlux

Beispiele:

- Moderne Architektur – „Traumhäuser“

SONNENSCHUTZVERGLASUNGEN

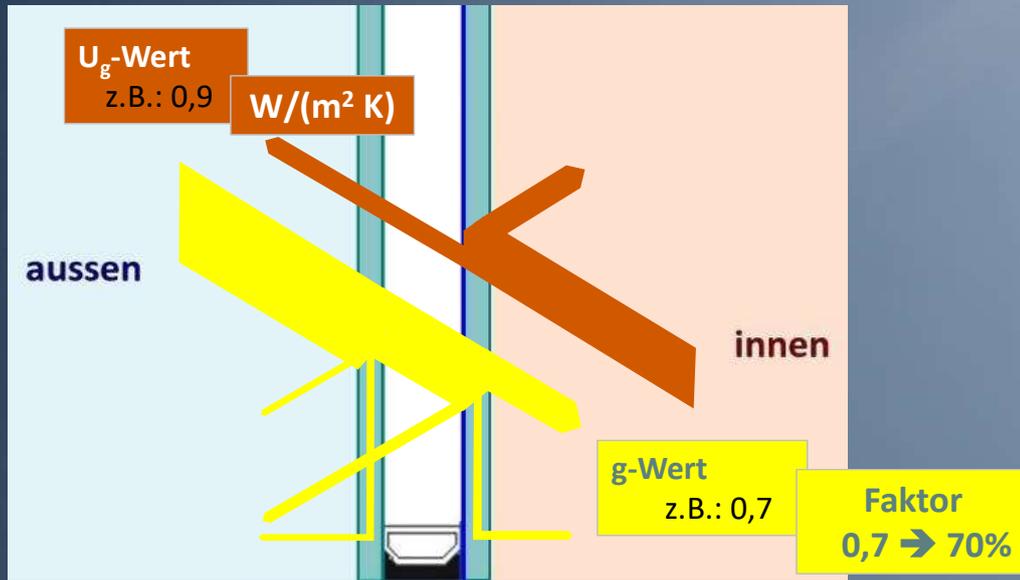


Abb. 7 Die Grafik illustriert den Energiedurchgang durch ein Zweischeiben-Wärmeschutzglas mit Beschichtung auf der Außenseite der inneren Scheibe

- Moderne Verglasungen erfüllen unterschiedlichste Funktionen
 - Bremsen (in der Heizperiode) den Wärmedurchgang von innen nach aussen
 - im Sommer: halten sie einen Teil der Strahlungsenergie vom Innenraum ab
- In unterschiedlichster Ausprägung meist durch aufgedampfte Beschichtungen auf den Gläsern



SONNENSCHUTZVERGLASUNGEN

	U-Wert Glas [W/m ² K]	g-Wert [%]	Lichtdurch- lässigkeit [%]	
1 Scheibe	bis 5,8	87 %	> 90 %	
2 Scheiben "Isolierverglasung" 12 mm Abst.	2,8 - 3,0	80 %	ca. 90 %	
Sonnenschutzglas				
2 Scheiben 8 bis 20 mm Argon - Kryt.	Wärmedurchgangskoeffizient U _g (W/m ² K)			3fach 2fach
	Lichttransmissionsgrad (%)			
3 Scheiben je 8 bis 10 mm Krypton - Xenon Füllung (→ U, g sinken)	Gesamtenergiedurchlassgrad (%)			
			25	

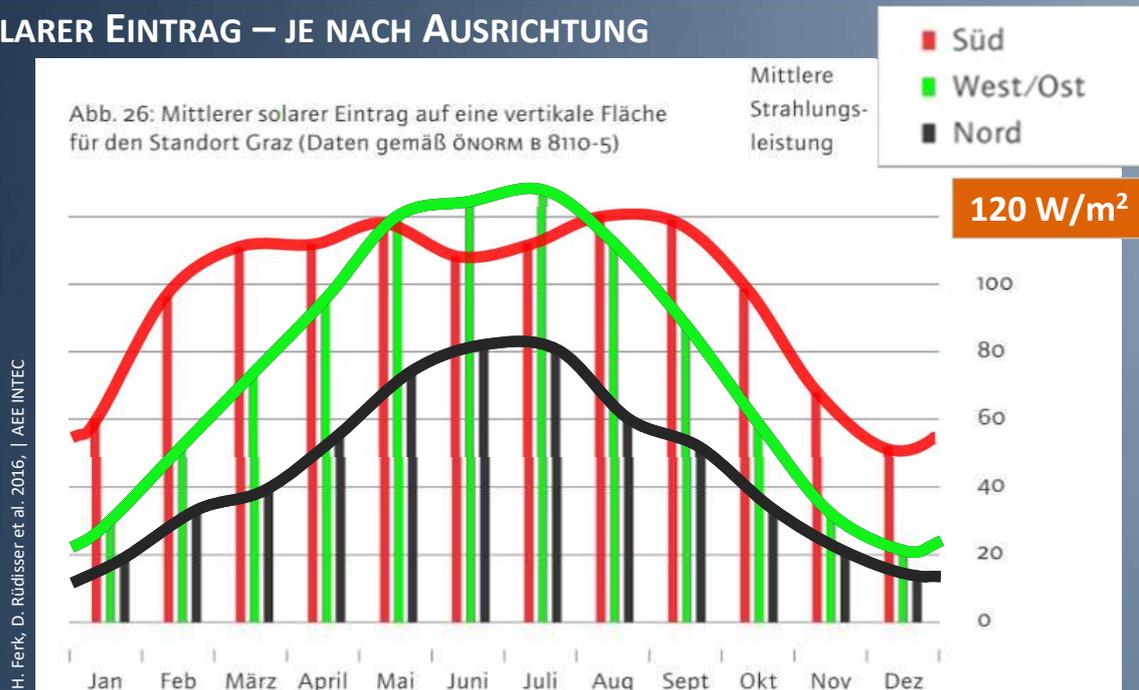


g-Wert = Gesamtenergiedurchlassgrad für Solarstrahlung bei senkrechtem Einfallswinkel berücksichtigt

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

SOLARER EINTRAG – JE NACH AUSRICHTUNG

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



Mittlerer solarer Eintrag auf eine vertikale Fläche

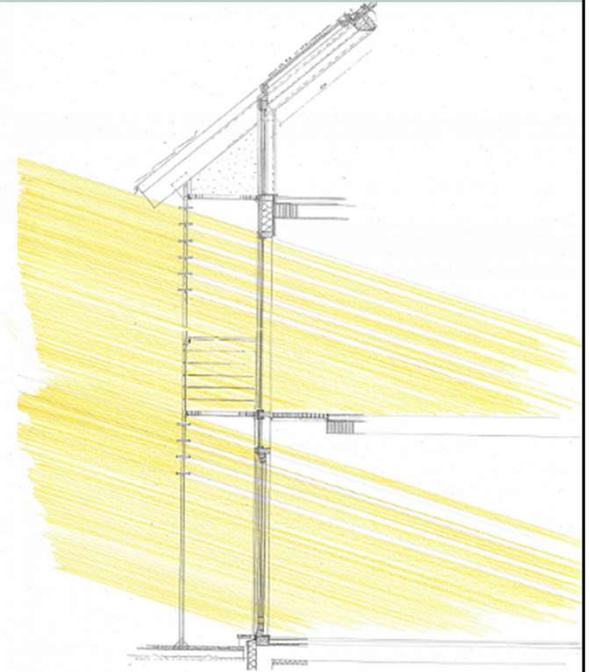
- Süden: weiß jeder
- Norden: NICHT gleich NULL !
- Westen/Osten: im Sommer sogar höher (Einfallswinkel)



SONNENSCHUTZ DURCH BAUELEMENTE



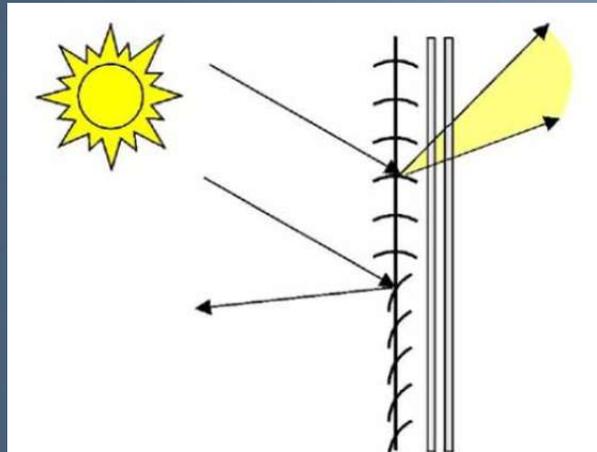
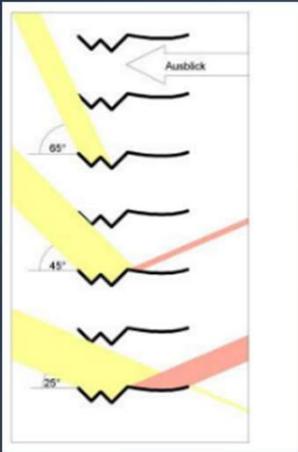
STORCH + FEDERLE FREIARCHITECTEN PARTNERSCHAFT/MBB



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

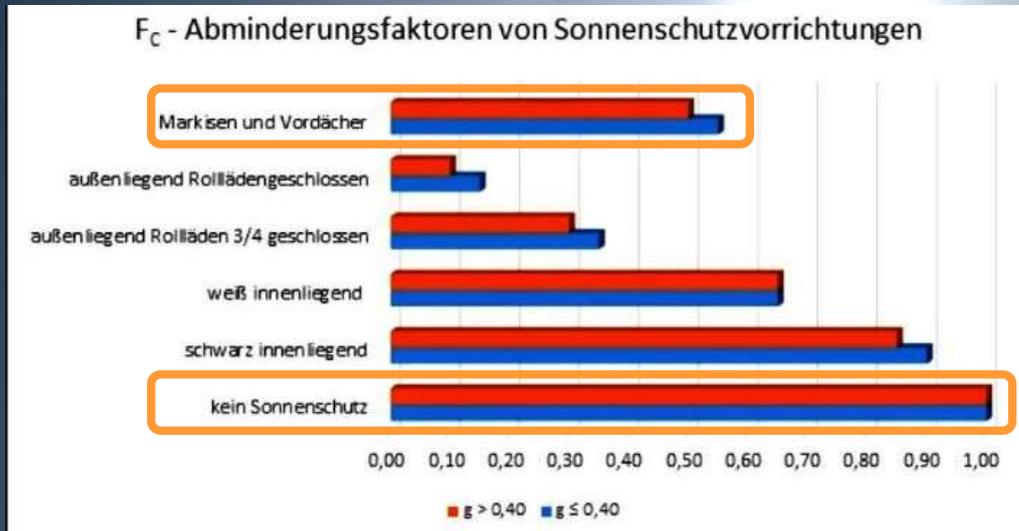


AUßEN ANGEBRACHTER SONNENSCHUTZ MIT TAGESLICHTLENKUNG



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

ABMINDERUNGSFAKTOREN DES SONNENSCHUTZES



Vergleich der Abminderungsfaktoren des Sonnenschutzes nach DIN 4108-2 - Bild: Thomas Duzia, Wuppertal

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

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%

INNEN ANGEBRACHTER SONNENSCHUTZ

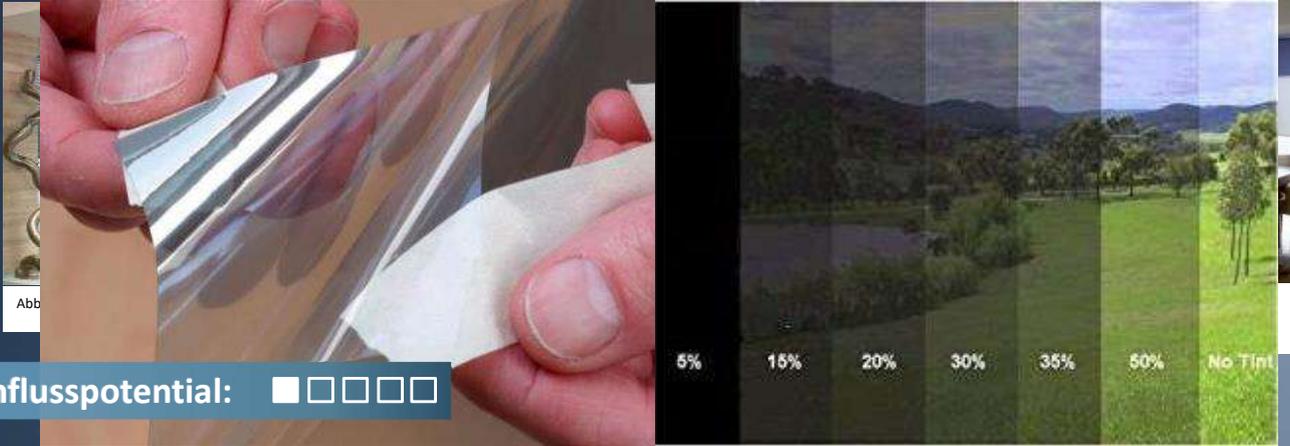


Abb. 15 Sonnenschutzfolien, selbstklebend

MAßNAHMEN ZUM SOMMERLICHEN WÄRMESCHUTZ

ZUSAMMENFASSUNG

(in der Regel) vom Eigentümer zu beeinflussen:

- Einbau Sonnenschutz-Verglasung
(Vorteil: zusätzliche Energieeinsparung durch Wärmeschutz im Winter)
- Montage von verstellbaren außenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen
(Raffstoren, Markisen, Rollos/Jalousien)
- Automatische Nachtlüftung durch Einbau von motorisierten Fensteröffnern
- Einbau einer kontrollierten Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnung mit Sommer-Bypass)
- Einbau von Phasenwechselmaterialien zur Erhöhung des thermischen Speichervermögens (z.B. PCM-Gipsbauplatten)
- Einbau von aktiven Kühlgeräten (z.B. sogenannten Klima-Splitgeräten)

- Einbau Sonnenschutz-Verglasung
(Vorteil: zusätzliche Energieeinsparung durch Wärmeschutz im Winter); Die Rahmen und besonders tiefen Glashalteleisten lassen vermutlich sogar eine moderne Dreifachverglasung zu, die zusätzlich erhebliche Energieeinsparungen im Winter ermöglicht. Bei 4-fach-Verglasung sind Lamellenraffstoren im Scheibenzwischenraum möglich
- Montage von verstellbaren außenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen
(z.B. Raffstoren, Rollos/Jalousien); durch spezielle Kantung der Lamelle oder unterschiedliche Neigung der Lamellen in verschiedenen Bereichen des Behangs ist hohe Tageslichtausbeute zur Vermeidung zusätzlicher Beleuchtung möglich
- Einbau einer kontrollierten Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnung mit Sommer-Bypass
(Vorteil: zusätzliche Energieeinsparung durch WRG im Winter; Luftfilter reinigen die Luft zusätzlich von Staub, Pollen etc.); auch zur Unterstützung von o.g. Nachtlüftung
- Erhöhen des thermischen Speichervermögens durch Einbau von Phasenwechselmaterialien (z.B. PCM-Gipsbauplatten); wirksam in Verbindung mit Nachtlüftung
- Einbau von aktiven Kühlgeräten (z.B. sogenannten Klima-Splitgeräten), auch mit Wärmepumpe sowie getrennter Innen- und Außeneinheit

MAßNAHMEN ZUM SOMMERLICHEN WÄRMESCHUTZ

ZUSAMMENFASSUNG

(in der Regel) vom Nutzer zu beeinflussen:

- Bei Ersatzkauf von EDV- und Beleuchtungsgeräten auf geringe Wärmeabgabe achten
- Wärmeabgebende Geräte vor längeren Nichtbenutzungsphasen abschalten
- Wenn organisatorisch möglich, in den frühen Morgenstunden manuell querlüften
- Montage von verstellbaren innenliegenden Sonnenschutz-Rollos/-Jalousien (mit Textil- oder Folienbehang)
- Montage von geeigneten Sonnenschutzfolien auf den Glasscheiben der Fenster (Nachteile: Reduzierung von Lichteinfall / Ausblick, weniger Wärmegewinn i Winter)
- wirksame Kühlung durch Verdunstung (Aufhängen feuchter Textilien im Luftzug der Fenster)



ten

ien

- (in der Regel) vom Nutzer zu beeinflussen:
- Bei Ersatzkauf von EDV- und Beleuchtungsgeräten auf geringe Wärmeabgabe achten
- Wärmeabgebende Geräte vor längeren Nichtbenutzungsphasen abschalten
- Wenn organisatorisch möglich, in den frühen Morgenstunden manuell querlüften (durch Wachdienst?!)
- Montage von verstellbaren innenliegenden Sonnenschutz-Rollos/-Jalousien (mit Textil- oder Folienbehang)
- Montage von geeigneten Sonnenschutzfolien auf den Glasscheiben der Fenster (Nachteile: Reduzierung von Lichteinfall / Ausblick, weniger Wärmegewinn i Winter)
- unkonventionelle, wirksame Kühlung durch Verdunstung (Aufhängen feuchter Textilien im Luftzug der Fenster)



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

- WERBEBLOCK