

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Wichtige Faktoren,
die die Innenraumtemperatur
beeinflussen

Rahmen- bedingungen

Nachweisführung und Sommer-
klimaregionen

Wichtige Einflussfaktoren

Verschattung, Lüftungsverhalten,
Bauweise

Checkliste

Gebäudeplanung und -nutzung



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Die Klimaerwärmung führt auf lange Sicht zu heißeren Sommern. Temperaturanstiege und zunehmende Hitzeperioden wirken sich nicht nur auf unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden aus, sondern beeinflussen auch die Gebäudeplanung und -technik. Aktuelle Trends in der zeitgenössischen Architektur wie z. B. ein höherer Glasanteil in der Gebäudehülle und eine zunehmende Tendenz zur Holz- und damit Leichtbauweise tragen dazu bei, dass das Verhalten von Gebäuden bei sommerlicher Hitze immer mehr in den Fokus rückt. Wesentliche Aufgabe des sommerlichen Wärmeschutzes ist es, starke Wärmeeinträge in das Gebäude zu verhindern und den Energieeinsatz für ein behagliches Raumklima z. B. durch aktive Kühlung so gering wie möglich zu halten.

DIESE RAHMENBEDINGUNGEN MUSS MAN KENNEN

Normung und Nachweisverfahren

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) fordert in § 3 Absatz 4 einen verbindlichen Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes.

Die Nachweisführung kann in den meisten Fällen mit dem vereinfachten Sonneneintragskennwertverfahren nach DIN 4108-2 erfolgen. Wenn die Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens ausgeschlossen ist, ist zur Bewertung der thermischen Verhältnisse eine dynamisch-thermische Simulationsrechnung durchzuführen.




Die Berechnung nach dem Sonneneintragskennwertverfahren bezieht sich auf die Energiemenge, die durch die Fenster in den Innenraum dringt. Für die Berechnung wird der kritischste Raum im Gebäude zugrunde gelegt, wie z. B. Eckräume mit Fenstern nach Süden und Westen oder Dachräume.

Für die Nachweisführung kann auch eine dynamisch-thermische Simulation herangezogen werden. Hier werden die Anforderungswerte der Übertemperatur-Gradstunden nach DIN 4108-2 als Bezugsgrößen verwendet. Auf das Jahr hochgerechnet bewerten sie die Höhe (in Kelvin) und die Dauer (in Stunden) der Überschreitung der operativen Raumtemperatur. Da die Aufenthaltsdauer und die Leistungsanforderungen in Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden voneinander abweichen, sind auch die Anforderungswerte der Übertemperatur-Gradstunden unterschiedlich festgeschrieben. Für die fachgerechte Planung und Ausführung der Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz

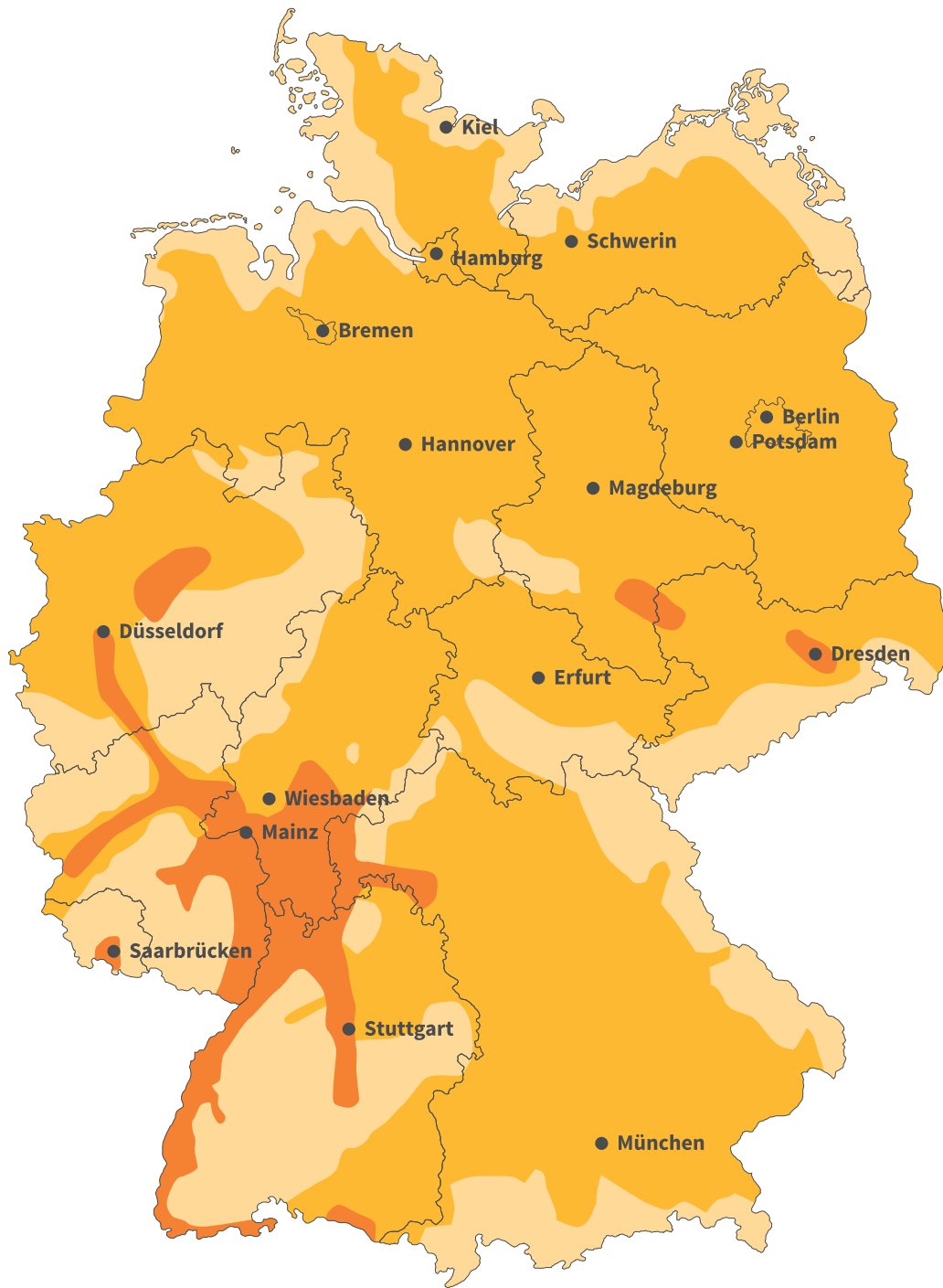
tragen Architekten, Planer oder Handwerker auf Grundlage der EnEV gesetzlich verpflichtend die Verantwortung.

Sommerklimaregionen

Um die regionalen Unterschiede der sommerlichen Klimaverhältnisse zu berücksichtigen, wird Deutschland hinsichtlich der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 in drei Sommerklimaregionen eingeteilt:

-  Sommerklimaregion A mit höchsten Monatsmitteltemperaturen $\leq 16,5^\circ\text{C}$; dazu zählen beispielsweise die Mittelgebirgs- oder Küstenregionen
-  Sommerklimaregion B mit höchsten Monatsmitteltemperaturen zwischen $16,5^\circ\text{C}$ und 18°C , dazu zählen die meisten Gebiete in Deutschland wie z. B. die Städte Hamburg, Berlin, Erfurt oder München
-  Sommerklimaregion C mit höchsten Monatsmitteltemperaturen $\geq 18^\circ\text{C}$, dazu zählen Flussniederungen wie z. B. das Rheintal

Die DIN 4108-2 legt in Abhängigkeit von diesen Klimaregionen fest, wie hoch die Innentemperaturen in Wohngebäuden sein dürfen.



Quelle: DIN 4108-2:2013-02

Tabelle 1 | nach DIN 4108-2

Bezugswerte der operativen Innentemperatur für die Sommerklimaregionen und Anforderungswerte der Übertemperatur-Gradstunden.

Sommerklimaregion	Bezugswert der operativen Innentemperatur* °C	Anforderungswert Übertemperatur-Gradstunden	
		Wohngebäude	Nichtwohngebäude
A	25°C	1200 Kh/a	500 Kh/a
B	26°C		
C	27°C		

*Die operative Innentemperatur beschreibt den Mittelwert aus Raumlufttemperatur und flächenmäßig gemittelter Oberflächentemperatur der raumschließenden Bauteilflächen (Strahlungstemperatur). Die Raumlufttemperatur wird neben den Sonneneinträgen auch durch interne Wärmequellen (z. B. Personen oder Geräte) bestimmt. Die angegebenen Bezugswerte der operativen Innentemperaturen sind nicht im Sinne von zulässigen Höchstwerten für Innentemperaturen zu verstehen. Eine Übertemperatur-Gradstunde entsteht, wenn die operative Innentemperatur für eine Stunde um ein Kelvin überschritten wird. Dabei liegt die operative Innentemperatur je nach Klimazone bei 25, 26 bzw. 27 °C und darf in Wohngebäuden maximal um 1200 Übertemperatur-Gradstunden Kh/a, in Nichtwohngebäuden um 500 Kh/a überschritten werden.¹ (Vgl. DIN 4108-2:2013-02, Seite 28, Tabelle 9, Anmerkung 2)

DARAUF KOMMT ES AN: DIE WICHTIGSTEN EINFLUSSFAKTOREN

Es gibt verschiedene Faktoren, die im Sommer das Innenraumklima in Gebäuden beeinflussen. Insbesondere in Städten, wo Hitzeinseln entstehen können, sind Architekten und Planer gefordert, bereits in der Entwurfsphase geeignete Maßnahmen einzuplanen, die eine übermäßige Aufheizung der Gebäude vermeiden. Dabei reicht es nicht aus, sich auf einzelne Faktoren zu konzentrieren.²

Sonnenschutz und Verschattung

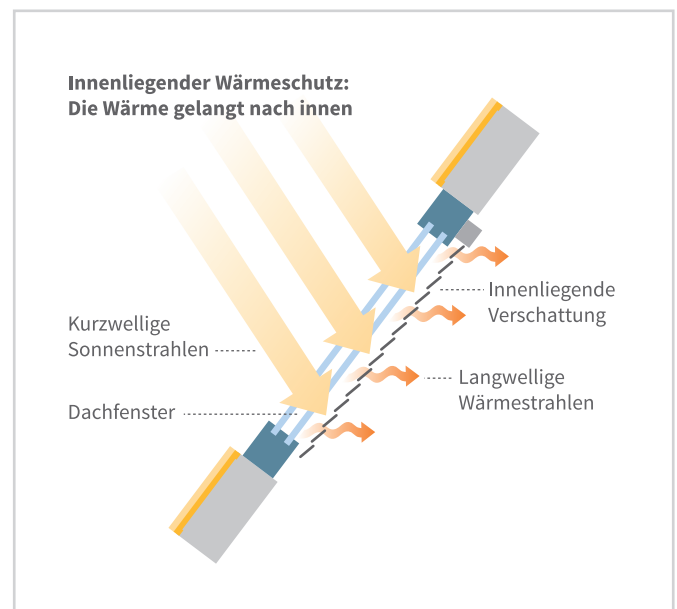
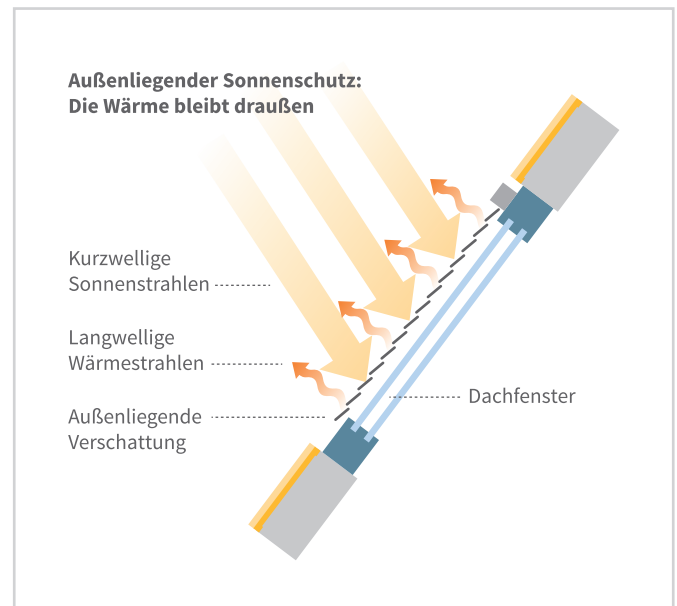
Zu den wichtigsten Parametern zählen der grundflächenbezogene Fensterflächenanteil, die Orientierung und Neigung der Fenster, die Art der Verglasung und die Wirksamkeit des eingesetzten Sonnenschutzes.

Grundsätzlich ist ein außenliegender Sonnenschutz wirksamer als innenliegende Elemente. Das hat vor allem bauphysikalische Gründe. Für nicht sichtbare, kurze Sonnenstrahlen ist normales Fensterglas relativ gut durchlässig. In den Raum getragen, werden diese Strahlen an den im Raum befindlichen Oberflächen absorbiert, in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt und wieder abgegeben. Glas ist für diese langwellige Strahlung nahezu undurchlässig. Die Strahlen werden deshalb wieder in das Rauminnere reflektiert. In der Folge heizt sich der Raum auf und es entsteht der sogenannte „Glashauseffekt“.

Durch einen außenliegenden Sonnenschutz wie Jalousien, Markisen oder Rollläden mit einem hohen Verschattungsgrad werden die Sonnenstrahlen zum Teil absorbiert und heizen den Sonnenschutz auf. Die langwellige Wärmestrahlung, die der Sonnenschutz dann abgibt, entsteht vor der Verglasung und kann diese nicht passieren. Sie wird nach außen reflektiert und gelangt nicht in den Raum. Liegt der Sonnenschutz dagegen innen, entsteht die langwellige Wärmestrahlung hinter der Verglasung und wird deshalb in das Rauminnere abgegeben.

Außenliegende Rollläden und Jalousien bringen jedoch nur dann etwas gegen die Sommerhitze, wenn sie auch richtig genutzt werden. Faustregel: Morgens sollten die Fenster auf der Ostseite, tagsüber die Fenster auf der Südseite und abends die Fenster auf der Westseite verschattet sein und geschlossen bleiben.

Grafik 1 | Außenliegende Verschattung bietet wirksamen Sonnenschutz



Quelle: Gebäudehülle Schweiz²

Bei der Planung sind jedoch auch klimatische Bedingungen wie z. B. Wind- und Sonnenaufkommen oder Auflagen des Denkmalschutzes zu berücksichtigen. Deshalb ist bei der Planung auch die Wahl der Verglasungsart entscheidend. Mit passenden Sonnenschutzgläsern kann der Gesamtenergiedurchlassgrad erheblich reduziert werden.

Bauweise und Materialeigenschaften

Die Bauweise und die eingesetzten Materialien der raumabschließenden Bauteile beeinflussen die Wärmeleitfähigkeit der Konstruktion. **Massive Bauteile wie z. B. Bodenaufbauten oder Innenwände aus Beton, Stein oder Mauerwerk speichern die Wärme sehr gut und können Temperaturspitzen in Innenräumen reduzieren, wenn eine ausreichende Verschattung und gute Lüftungsmöglichkeiten vorhanden sind.** Auch die Kombination von Leichtbauwänden mit massiven Bauteilen im Gebäudeinneren hilft, die Rauminnentemperaturen komfortabel zu halten. Außenbauteile wie Dach oder Fassade mit hohem Dämmstandard und niedrigem U-Wert begrenzen ebenfalls den sommerlichen Wärmeeintrag von außen nach innen.

Der Aufbau der Außenbauteile, also die Anordnung und Wirksamkeit der einzelnen Bauteilschichten, beeinflusst ebenfalls das sommerliche Raumklima. So wirken z. B. in einer wärmegeprägten Holzdach-Konstruktion nur die raumseitigen Schichten unterhalb der Wärmedämmung als kurzfristige Wärmespeicher, also meist nur dünne Gipskartonplatten oder ähnliche Bekleidungen, die in direktem Kontakt mit dem Innenraum stehen und eine höhere Wärmespeicherkapazität besitzen. Sie können dazu beitragen, die Spitzentemperatur im Raum zu dämpfen.

Wärme dämmen oder speichern?

Speichermassen in Außenbauteilen können die Wärmedämmung nicht ersetzen. Schwere Baustoffe mit hoher Speichermasse haben in der Regel einen geringen Wärmewiderstand. Deshalb können sie Wärme „zwischenspeichern“ und den Wärmeeintrag zeitlich verzögern. Auf der anderen Seite können Dämmstoffe nicht als Speichermasse gewertet werden. Ihre Masse ist zu gering. **Dämmstoffe haben einen hohen Wärmewiderstand und können deshalb im Sommer den Wärmeeintrag von außen nach innen eindämmen. Allerdings spielt die Wahl der Dämmstoffart in Bezug auf den sommerlichen Wärmeschutz kaum eine Rolle.** Die Innenraumtemperatur, die an einem heißen Sommertag in einem Raum zu erwarten ist, variiert je nach den verwendeten Dämmstoffarten um maximal 1 Kelvin.⁴



Lüften muss sein

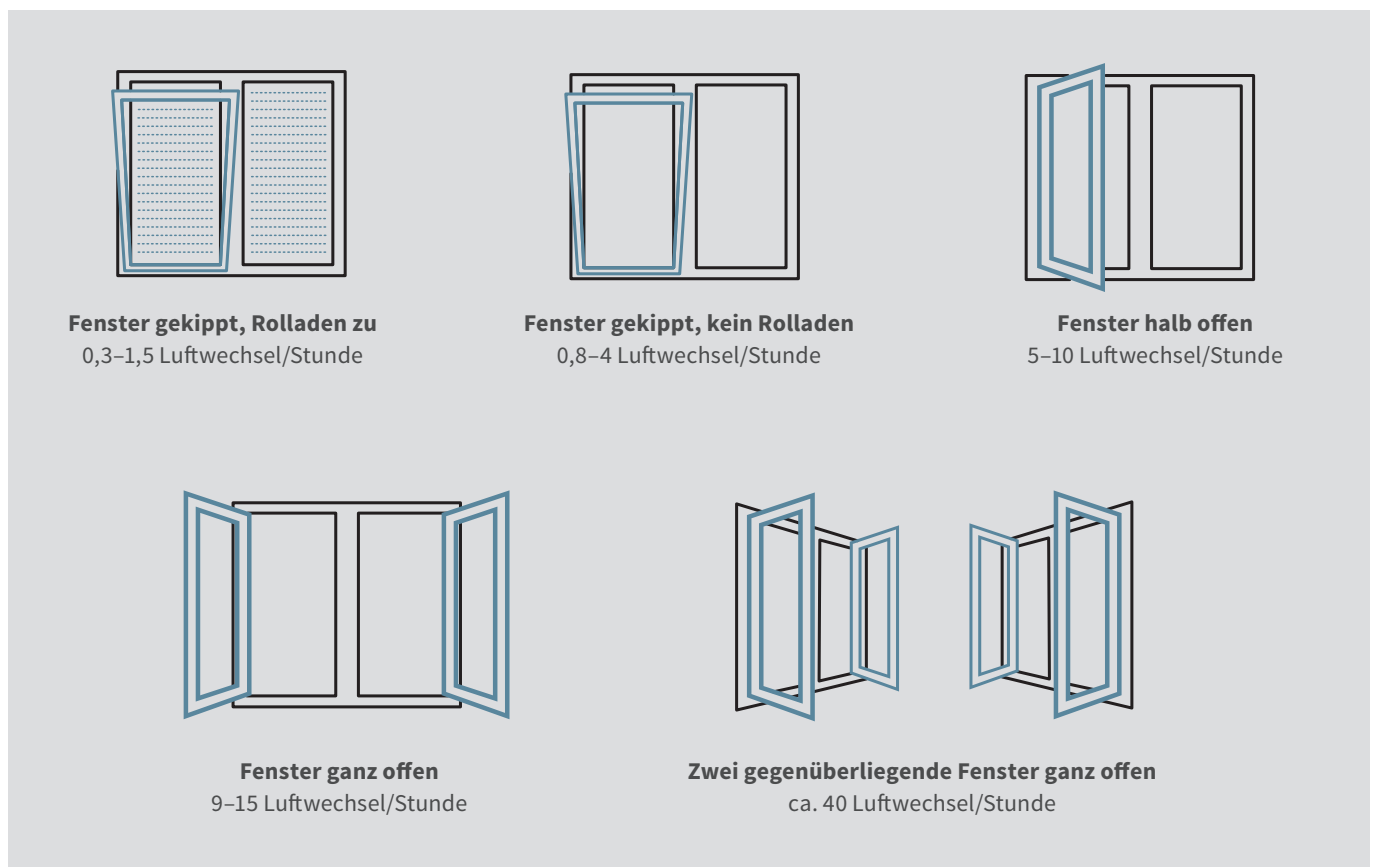
In der Nacht und während der frühen Morgenstunden liegen in allen Sommerklimaregionen die Außentemperaturen meistens unter den Innenraumtemperaturen. Durch gezieltes Lüften kann überschüssige Raumwärme effektiv abgeführt werden.

Zum Lüften ist es vorteilhaft, wenn in der kühlen Tageszeit einander gegenüberliegende Fenster ganz geöffnet werden. Dadurch können optimale Luftwechselraten erzeugt und Wärme gezielt aus den Wohnräumen nach außen abgeführt werden. Das gelingt jedoch nur so lange, wie die Außentemperatur niedriger als die Innentemperatur ist.

Interne Wärmelasten

Die thermische Behaglichkeit in einem Raum wird nicht nur durch die Raumlufttemperatur, die Oberflächentemperatur der umgebenden Wände, der Decke und des Boden sowie der Luftbewegung beeinflusst, sondern auch vom Menschen selbst, seiner Tätigkeit bzw. seinem Nutzerverhalten. In Bürogebäuden haben interne Wärmelasten (z. B. Personenwärme, Abwärme von Geräten und Beleuchtung) einen starken Einfluss auf das thermische Raumklima. In Klassenräumen führt eine höhere Anzahl an Schülern zu höheren internen Wärmelasten. **Um auch im Sommer ein komfortables Raumklima zu gewährleisten, müssen bei der Gebäudeplanung die internen Wärmelasten berücksichtigt werden.** Dazu gehören eine angemessene Personenbelegung der Räume, eine auf hohe Tageslichtnutzung ausgerichtete Raumplanung mit entsprechender Verschattung und eine energieeffiziente Beleuchtung und Geräteausrüstung.

Grafik 2 | Luftwechselraten in Abhängigkeit von der Fensterlüftungsart



Quelle: Gebäudehülle Schweiz²

BERECHNUNGEN MIT BAUTEILBEZOGENEN KENNGRÖSSEN KÖNNEN IRREFÜHREND SEIN

Damit lässt sich die tatsächliche Raumtemperatur im Sommer nicht beurteilen

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist entsprechend der Nachweisverfahren nach EnEV bzw. nach DIN 4108-2 zu führen. Einige Berechnungsprogramme bieten im Rahmen von U-Wert-Berechnungen dennoch die Möglichkeit, zusätzliche Bauteilgrößen zum sommerlichen Wärmeschutz zu berechnen. Bauteilbezogene Kenngrößen sind z. B. das Temperaturamplitudenverhältnis TAV, die Temperaturamplitudendämpfung und die Phasenverschiebung.⁶ Auch wenn einzelne Bauteile nach diesen Berechnungsverfahren als sehr gut beurteilt werden, kann der sommerliche Wärmeschutz für einen Raum bzw. ein Gebäude sehr schlecht sein. Diese bauteilbezogenen Kennwerte basieren auf mathematischen Vereinfachungen von komplexen Differentialgleichungssystemen.

Bei der Festlegung von mathematischen Randbedingungen wird entweder ein Temperaturverlauf oder die Wärmestromdichte zeitunabhängig, also konstant angesetzt. So wird z. B. die raumseitige Wärmeabgabe der opaken Außenbauteile gleich null gesetzt und bleibt damit unberücksichtigt. Das kann irreführende Ergebnisse zur Folge haben. Andere maßgebliche Einflussfaktoren des sommerlichen Wärmeschutzes wie Raumlüftung, Ausrichtung, Größe und Art der Fenster sowie Sonnenschutzvorrichtungen und deren Wirkung, interne Wärmequellen, speicherfähige Massen der Gebäudeinnenbauteile oder raumseitige speicherfähige Massen der raumumschließenden opaken Bauteile bleiben unberücksichtigt. Deshalb werden Raumtemperaturen für sommerliche Hitzeperioden seit den 70er Jahren mittels dynamischer Simulationsverfahren unter Einbeziehung aller maßgeblichen Parameter physikalisch korrekt prognostiziert.

Da der sommerliche Wärmeschutz maßgeblich über die Verschattung der transparenten Flächen (Fenster) erfolgt, ist der Nachweis mittels des vereinfachten Verfahrens der Sonneneintragskennwerte nach DIN 4108-2 für die meisten gut gedämmten Gebäude ausreichend.

Waren bauteilbezogene Berechnungen wie das Temperaturamplitudenverhältnis TAV, die Temperaturamplitudendämpfung und die Phasenverschiebung bei der Beurteilung des Wärmeeintrags in Gebäude mit schlecht gedämmten Außenwänden und kleinen Fensterflächen anwendbar, so lassen sie heute jedoch keine Rückschlüsse auf die tatsächliche thermische Behaglichkeit von genutzten Räumen in Phasen von sommerlich hohen Außentemperaturen für gut gedämmte Gebäude zu.⁷

Wie sich die Innenraumtemperatur im Sommer beeinflussen lässt

Nicht nur für zeitgenössische Neubauten mit hohem Glasanteil, sondern auch für ältere Bestandsgebäude, bei denen eine Sanierung ansteht, gibt es dynamische Simulationsprogramme, mit denen passive Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz geplant werden können, um ein übermäßiges Aufheizen und einen zusätzlichen Energieeinsatz für das Kühlen der Räume zu vermeiden. Die nachfolgende Übersicht zeigt die wichtigsten Einflussfaktoren für die Planung und das Nutzerverhalten.

CHECKLISTE FÜR GEBÄUDEPLANUNG UND -NUTZUNG

Minimierung des solaren Wärmeeintrags

- Fest installierte, außenliegende Sonnenschutzvorrichtungen
- Fensterflächenanteil optimieren, nicht größer wählen als für die Raumnutzung angemessen
- Energieeffiziente Gebäudehülle mit niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten

Abkühlung

- Querlüftung über Fenster in der Nacht und während der frühen Morgenstunden

Bauweise

- Schwere Bauweise (Massivbauweise) statt Leichtbauweise
- Wenn möglich, keine Einbauten / Verkleidungen wie z. B. abgehängte Decken oder vollflächige Akustikmaßnahmen, da sie die Wärmespeicherfähigkeit des Bauteils reduzieren

Minimierung der internen Wärmelasten

- Energieeffiziente Geräte und Beleuchtung

Quellen: Gebäudehülle Schweiz / J. N. Nackler: Sommerlicher Wärmeschutz⁸

FAZIT: BEHAGLICHKEIT IST AUCH IM SOMMER WICHTIG!

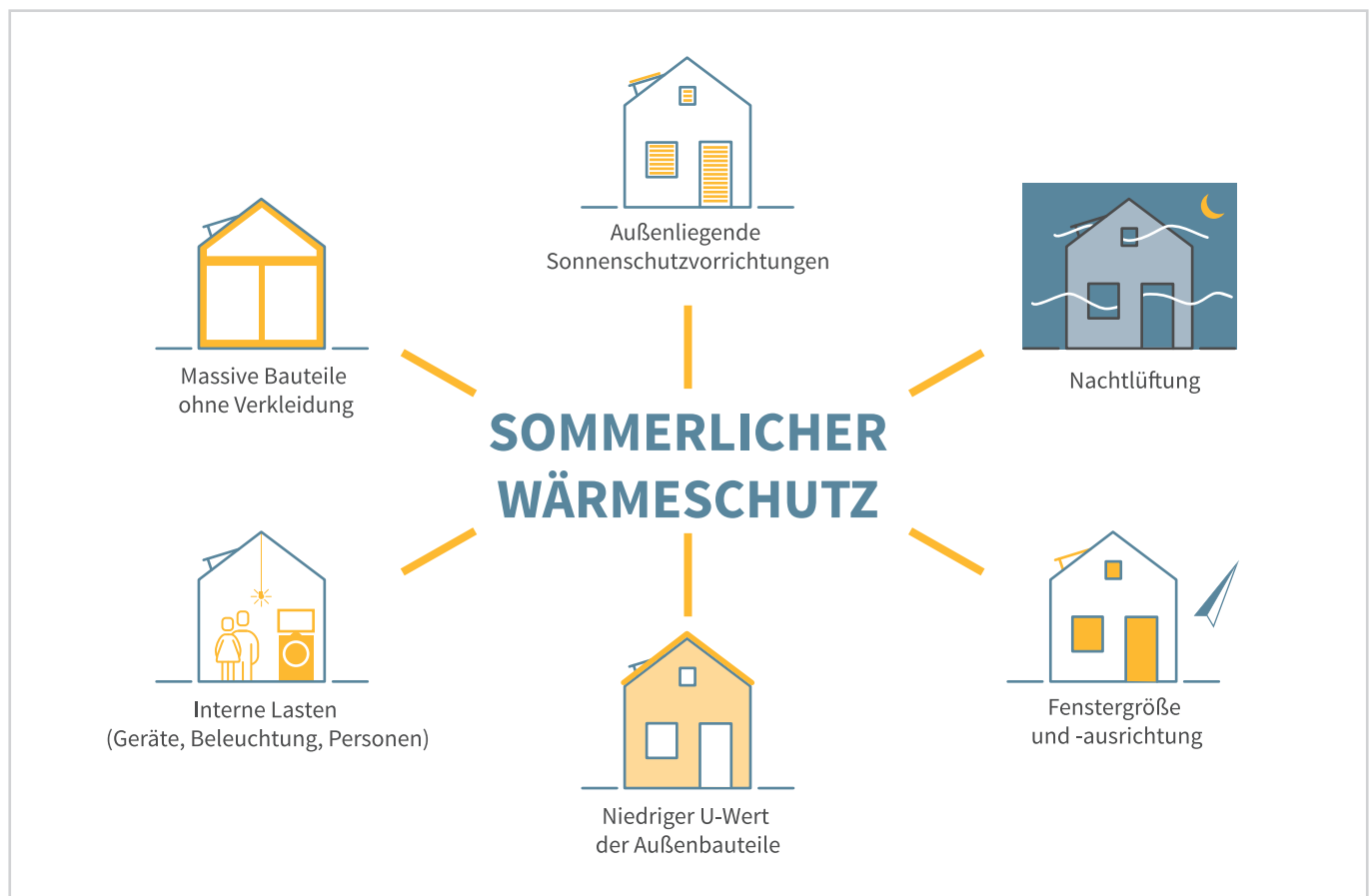
Ziel der Maßnahmen für einen sommerlichen Wärmeschutz ist, dass auch an heißen Sommertagen die Innenraumtemperaturen komfortabel und für die Bewohner bzw. Nutzer erträglich bleiben. Dabei sind verschiedene Faktoren zu beachten.

Nicht nur für den sommerlichen Wärmeschutz, sondern auch für die Energieeffizienz ist ein niedriger Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) der Außenbauteile wichtig. Je niedriger

der U-Wert, umso geringer die Wärmemenge, die im Sommer über ein Bauteil in den Innenraum gelangt. Eine wirksam gedämmte Gebäudehülle spart zu jeder Jahreszeit Energie.

Bei einer fachgerechten Gebäude- oder Sanierungsplanung wird auch an heißen Sommertagen die Behaglichkeit in genutzten Räumen wie z. B. einer Dachgeschosswohnung erheblich verbessert.

Grafik 3 | Wichtige Faktoren, die die Innenraumtemperatur beeinflussen



Grafik nach: Gebäudehülle Schweiz / Prof. Dr.-Ing. M. H. Spitzner / IVP

- 1 | DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Ausgabe Februar 2013.
- 2 | J. N. Nackler: Sommerlicher Wärmeschutz. Vergleich von Berechnungsansätzen und Entwicklung eines Planungsinstrumentes für Entwurfsfindung und Nachweis. Dissertation an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung. Wien, März 2017.
- 3 | Gebäudehülle Schweiz, Technische Kommission Energie: Merkblatt Sommerlicher Wärmeschutz. Uzwil.
- 4 | Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. (FIW) München: Sommerliches Temperaturverhalten eines Dachzimmers bei unterschiedlichem Dachaufbau. Untersuchungsbericht vom 13.11.2000.
- 5 | Gebäudehülle Schweiz, Technische Kommission Energie: Merkblatt Sommerlicher Wärmeschutz. Uzwil.
- 6 | W. Heindl: Neue Methoden zur Beurteilung des Wärmeschutzes im Hochbau. In: Die Ziegelindustrie 4-6 / 1967.
- 7 | A. Holm, C. Sprengard, H. Simon (Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. (FIW) München): Hitzeschutz - Was im Sommer wirklich zählt. In: mikado 8 / 2013, S. 30-33.
- 8 | Gebäudehülle Schweiz, Technische Kommission Energie: Merkblatt Sommerlicher Wärmeschutz. Uzwil. J. N. Nackler: Sommerlicher Wärmeschutz. Vergleich von Berechnungsansätzen und Entwicklung eines Planungsinstrumentes für Entwurfsfindung und Nachweis. Dissertation an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung. Wien, März 2017.