



*Daniel Kehl  
Dipl.-Ing. (FH),  
wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Bernser Fachhochschule  
Architektur, Holz und Bau  
Biel, Schweiz*

## **Sommerliches Komfortklima**

Plan- und nachweisbar?!



# Sommerliches Komfortklima

Die Mechanismen, die Raumtemperaturen in einem Gebäude komfortabel halten, sind hinlänglich bekannt. Dabei haben die solaren Wärmeeinträge über Fenster, das richtige Lüftungsverhalten und die internen Wärmelasten (z.B. Fernseher, Personen, Herd etc.) die grössten Einflüsse. Der Planende kann die Fensterflächen bemessen, hat die Möglichkeit Verschattungseinrichtungen (Storen, Rollläden, Markisen etc.) vorzusehen und letztendlich Lüftungsmöglichkeiten (öffnbare Fenster) zur Verfügung zu stellen. Die Nutzung von Verschattung und Lüftung liegt oftmals aber nicht in seiner Hand. Die internen Wärmelasten kann der Planende nicht beeinflussen. Letztendlich bleibt ihm nur noch bei der Bauweise (Wärmespeicherkapazität des Raumes) die Möglichkeit das sommerliche Wohnklimaklima zu beeinflussen. Welche Massnahme welchen Einfluss hat, soll im Folgenden erläutert werden.

## Was ist Komfortklima?

Der Mensch ist unterschiedlichen Einflüssen ausgesetzt. Das Wohlbefinden in Bezug auf Temperatur hängt im Wesentlichen mit der Bekleidung, der Tätigkeit sowie dem Umgebungsklima zusammen. Zu letzterem gehören Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur der Umgebungsflächen, Luftgeschwindigkeit und relative Luftfeuchte. Allerdings reagieren nicht alle Menschen auf ein und dasselbe Umgebungsklima gleich. In [SN EN ISO 7730: 2006] wird daher ein Verfahren beschrieben, nachdem das Mass der Unzufriedenen ermittelt werden kann. Bereits die bekannte Abbildung aus [SIA 180: 1999] basiert auf dieser Grundlage.

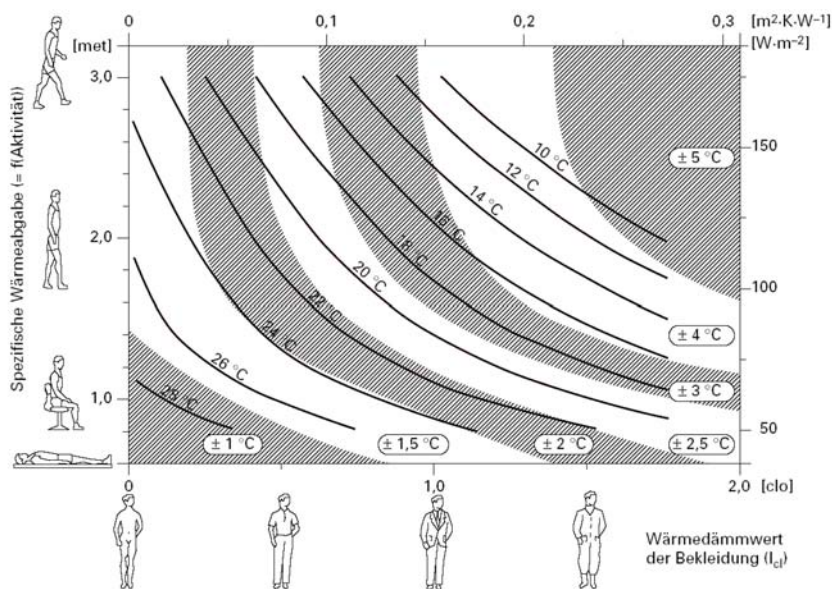


Abb. 1: Raumtemperatur in Abhängigkeit von Tätigkeit (y-Achse) und Bekleidung (x-Achse) basierend auf [SN EN ISO 7730: 2006]

Eine andere Abbildung mit ähnlichen Grenzen befindet sich in [SIA 382/1: 2007]. Demnach ist die Planung einer Kühlung erst notwendig, wenn Simulationen ergeben, dass die obere Grenzkurve (siehe Abb. 2, obere durchgezogene Linie) während der Nutzungszeit von 100 h/a überschritten wird. Da die SIA 382/1 allerdings für Lüftungs- und Klimaanlage konzipiert ist, hat Thomas Frank von der EMPA für die neue SIA 180 einen Erweiterungsvorschlag gemacht (siehe Abb. 2; gestrichelte Linie). Einen Nachweis für solche Überschreitungskriterien kann aber in der Planungsphase nur über Simulationen erfolgen. Daher wird es in der zukünftigen SIA 180 weitere Nachweisverfahren (Globalbeurteilung und vereinfachtes Verfahren) geben.

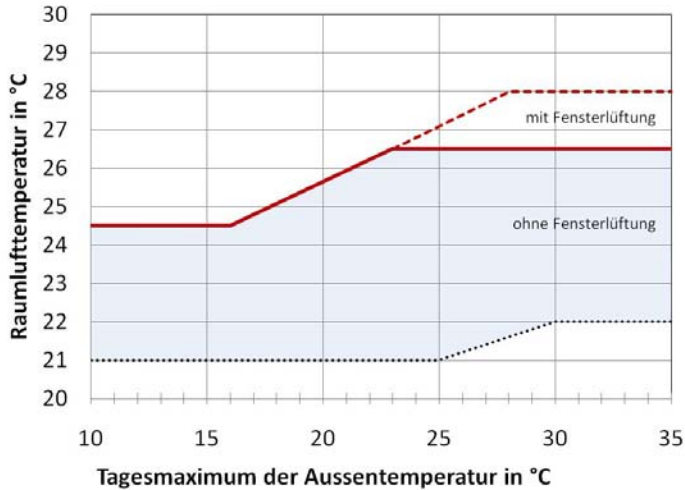


Abb. 2: zulässiger Raumtemperaturbereich je nach Tagesmaximum der Aussentemperatur nach [SIA 382/1: 2007] (grau). Erst wenn die obere Grenzkurve (durchgehende Linie) mehr als 100 h/a überschritten wird, ist eine Kühlung zu planen. Nachweisverfahren: Simulation

Gestrichelte Linie: Vorschlag für die neue SIA 180 für Räume mit Fensterlüftung

## Einflussgrößen auf das Raumklima

Die Einflussgrößen auf das Raumklima sind bereits erwähnt worden. In der Studie von [Frank 2008] wurden für einen Dachraum, die einzelnen Größen quantifiziert. Sie gelten natürlich nur für den spezifischen Raum, verdeutlichen aber die einzelnen Effekte sehr gut. Was aus der Grafik nicht hervorgeht, ist, wie die Werte einzuschätzen sind. Ist 1 oder 3 Luftwechsel pro Stunde viel und wie können diese erreicht werden? Kann die Lüftungsanlage nicht die Nachtlüftung übernehmen? Wie erreicht man einen g-Wert von 0,15 – 0,6? Welchen Dämmstoff sollte man wählen? Im Folgenden werden einzelne Aspekte erläutert und so einsortiert, dass der Planer sie besser einschätzen kann.

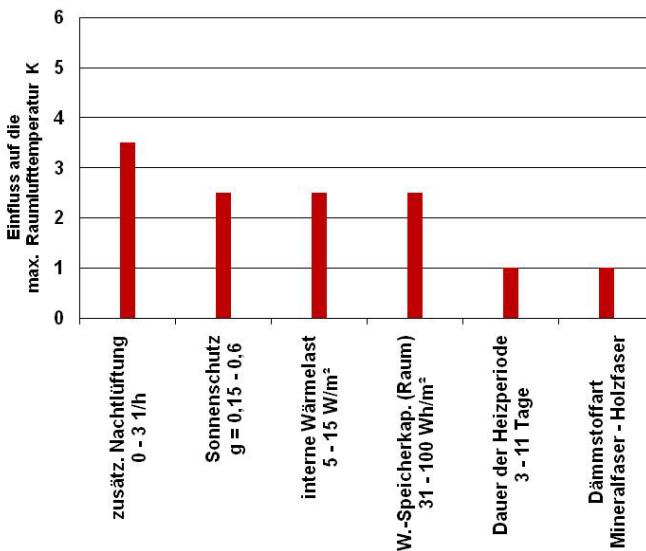


Abb. 3: Einflussgrößen und die einzelnen Effekte auf die Raumtemperatur (im Mittel) für einen Dachraum mit moderaten Fensterflächen (20 % auf Bodenfläche) (verändert aus [Frank 2008])

- Nutzung der **Nachtlüftung** und des **Sonnenschutzes** sind stark vom Bewohner abhängig.
- **Interne Wärmelast** (Kochen, elekt. Geräte, Personen etc.) abschätzbar.
- **Wärmespeicherkapazität** des Raumes plan- und nachweisbar.
- Dauer der **Heizperiode** nicht veränderbar.
- **Dämmstoffart** plan- und nachweisbar.

## Dämmstoffart

Wie aus Abb. 3 ersichtlich, hat die Wahl des Dämmstoffes bei heute üblichen U-Werten einen Einfluss von ca. 1 K. auf die maximale Raumtemperatur. Ein Dämmstoff wie Zellulose oder Holzfaserdämmplatte mit einer erhöhten spezifischen Speicherkapazität puffert also die Spitzen oben als auch unten ab. Auf den ganzen Sommer betrachtet, ist der Einfluss als sehr gering zu bezeichnen. Dieses Ergebnis ist mittlerweile durch diverse Veröffentlichungen [Spitzner 2008][Frank 2008][Hauser et.al. 2005][Hinrichs, Holm 2008] bestätigt (siehe auch Abb. 4).

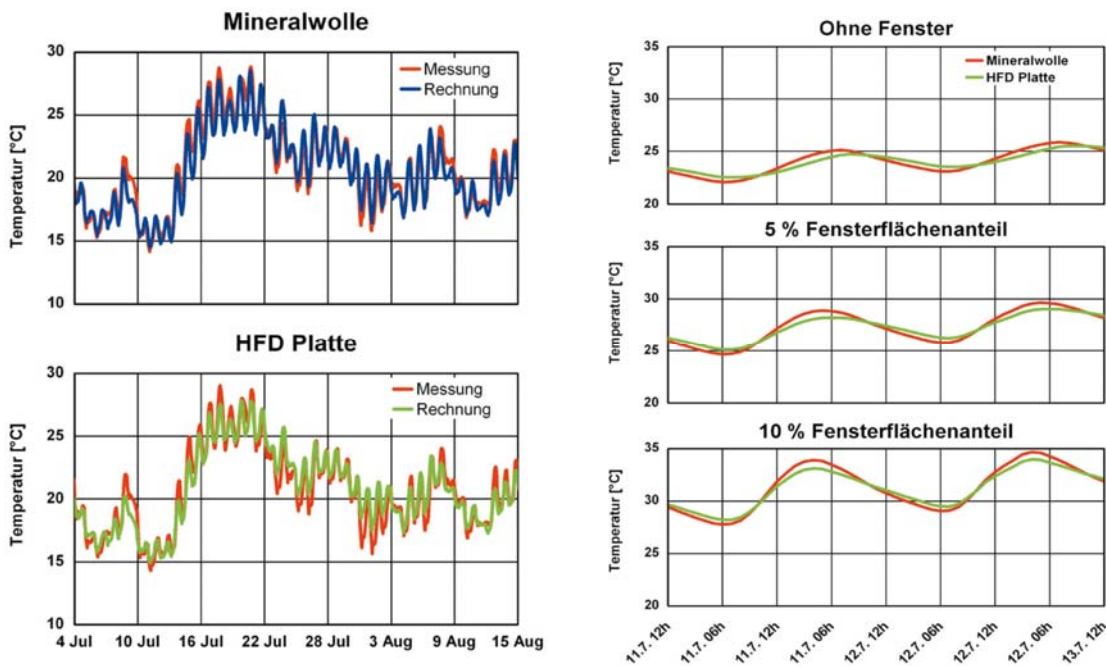


Abb. 4: Raumlufthemperatur in einem Dachraum mit unterschiedlichen Dämmstoffen und unterschiedlichen Fensterflächenanteilen [Hinrichs, Holm 2008].

Links: Validierung des Berechnungsmodells: gute Übereinstimmung zwischen Simulation und Messung in einem kleinen Dachraum ( $7 \text{ m}^3$ ) auf dem Freilandversuchsgelände des Instituts für Bauphysik, Holzkirchen.

Rechts: Untersuchung des Parameters Fensterfläche in einem normalen Dachraum

### Temperaturamplitudendämpfung und Phasenverschiebung

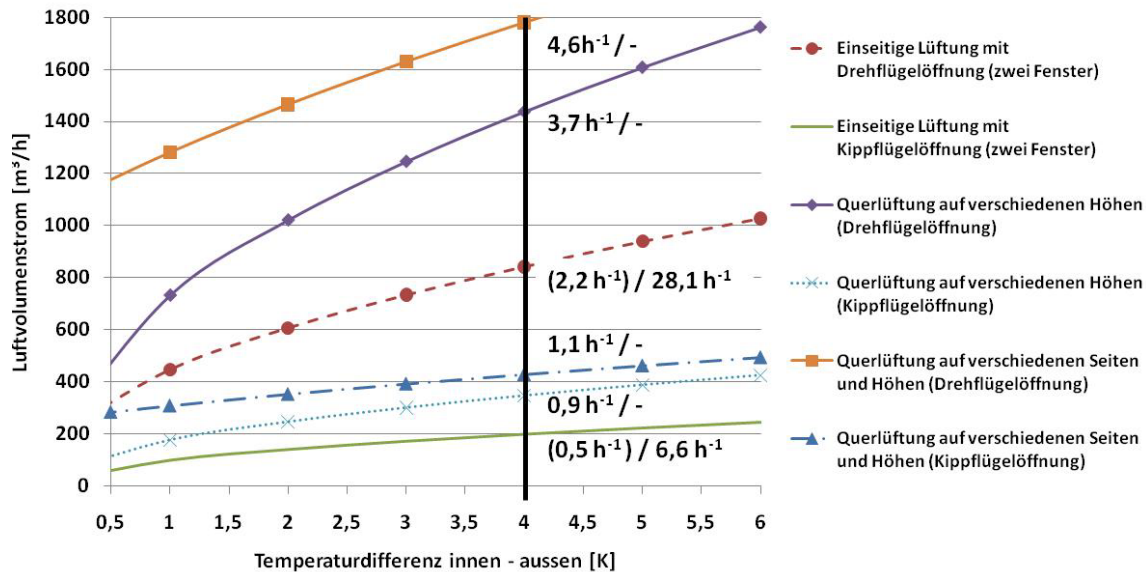
Oftmals findet man in diversen Publikationen die Begriffe „Phasenverschiebung“ und „Temperaturamplituden-Dämpfung“ von Bauteilen und deren hohe Bedeutung für die Behaglichkeit des sommerlichen Raumklimas. Gleiches gilt für den  $U_{24}$ -Wert nach SIA 180. Die Aussagekraft für das Raumklima solcher Kenngrößen ist heute sehr begrenzt. Sie sagen, etwas über das Bauteil aber nichts über den dahinterliegenden Raum aus. Dies ist besonders gut in Abb. 4 ersichtlich: Während in einem Fensterlosen Raum noch eine Phasenverschiebung zu erkennen ist, ist bereits bei geringen Fensterflächenanteilen nichts mehr davon zu sehen. Die oft zitierte Bauteileigenschaft „Phasenverschiebung“ hat unter realen Bedingungen und heutigen Dämmstandards keinen Einfluss auf die Raumtemperatur. Bereits vor über 30 Jahren wurde herausgearbeitet, dass der Einfluss der solaren Einträge durch Fenster weit höher ist als der Effekt durch die Bauteile. Bei heutigen Konstruktionen fällt dies noch deutlicher aus, da sich das Wärmeschutzniveau wesentlich verbessert hat (siehe auch [Feist 1998]).

### Lüftung

Die Lüftung hat einen erheblichen Einfluss auf das Raumklima. Betrachtet man nochmals den Dachraum von [Frank 2008] mit einem Grundluftwechsel von  $0,5 \text{ h}^{-1}$ , beträgt der Unterschied zwischen 0 - 3 zusätzlichem Nachtluftwechsel ca. 3,5 K (2 K tags– 4,5 K nachts). Daher sollte man ihr eine erhöhte Aufmerksamkeit schenken. Manko dabei: Man kann sie zwar planen, die Nutzung bleibt aber in der Hand des Bewohners.

#### a) Fensterlüftung

Die Fensterlüftung trägt sehr viel für niedrige Raumtemperaturen im Sommer bei. Allerdings hängt sie sehr stark davon ab ob und wie die Fenster genutzt werden. Folgendes Diagramm zeigt den Unterschied.



Fensterbreite = 0,85 m; Höhe = 1,5 m

Abb. 5: Unterschiedliche Fensterkonstellationen (Kippflügel/ Drehflügel/ Gegenüber und/oder über zwei Geschosse geöffnet) und deren Auswirkung auf Volumenströme und Luftwechsel (Temperaturgetrieben und Windgetrieben (1 m/s) nach [Schnieders 2003])

a) einem Haus: 154 m<sup>2</sup> - 385 m<sup>3</sup> / b) einem Raum: 12 m<sup>2</sup> - 30 m<sup>3</sup>

Selbst mit zwei gekippten Fenstern, die durch Querlüftung über Nacht geöffnet sind, erreicht man max. 1,1 h<sup>-1</sup> (– · – Linie). Für die nächtliche Anwendung ist diese Variante durchaus auch für ein ganzes Haus geeignet, allerdings müssten Storen als Einbruchschutz noch bedacht werden, die den Luftwechsel erheblich reduzieren. Aus den Luftwechseln für ein einzelnes Zimmer (6,6 h<sup>-1</sup> bei zwei Fenstern und 3,3 h<sup>-1</sup> bei einem Fenstern) wird allerdings ersichtlich, dass ein gekipptes Fenster eine gute Lüftungsmöglichkeit für Einzelräume darstellt.

Die besten Werte erzielt man hingegen, wenn die Fenster vollständig geöffnet (Drehflügel) und über zwei Geschossen verteilt sind (Bsp.: 3,7 h<sup>-1</sup>). Noch günstiger wird es, wenn sie gegenüber liegen (Bsp.: 4,6 h<sup>-1</sup>) und sich sowohl thermischer Auftrieb als auch Wind wirken. Allerdings muss auch hier bei herunter gelassenen Storen mit erheblichen Reduktionen gerechnet werden. Folglich bleibt diese Variante etwas für morgens und abends. In der Summe bleibt festzuhalten, dass Luftwechsel, wie sie von Thomas Frank simuliert wurden, durchaus erreichbar sind.

## b) Lüftungsanlage

Eine Lüftungsanlage kann für die Temperaturreduzierung im Sommer kaum genutzt werden. Sie ist in der Regel für den hygienisch notwendigen Luftwechsel im Winter ausgelegt und kann mit einem Luftwechsel von 0,3 - 0,5 h<sup>-1</sup> kaum zur Kühlung beitragen. Sie unterstützt maximal die Fensterlüftung. Dabei wirkt sich ein Erdregister sicher positiv aus. Bei Anlagen mit Wärmerückgewinnung ist auf einen Bypass zu achten, der im Sommer die Wärmerückgewinnung umgeht. Würde man die Lüftungsanlage für die heißen Sommerwochen auslegen, wäre sie vollkommen überdimensioniert und würde zudem bei einer Erhöhung des Luftwechsels erhebliche Schallemissionen und zusätzliche Energieverbräuche erzeugen.

## Fenstergröße und Sonnenschutz ist das A und O

Sowohl mit der Größe des Fensters als auch mit der Art des Sonnenschutzes kann der Planende den Raum in Richtung Komfortklima beeinflussen. Es ist eine Binsenweisheit, dass bei grösser werdendem Glasflächenanteil die Raumtemperaturen im Raum steigen. Die Verglasungsfläche kann man entweder auf die Fassadenfläche oder auf die dahinterliegende Grundfläche des Raumes ( $A_{NGF}$ ) beziehen. Bisher liegen allerdings keine Untersuchungen vor, wie häufig und in welcher Größenordnung die Flächenanteile in der Praxis vorkommen. Daher



wurde in einem aktuell laufenden Forschungsvorhaben an der Berner Fachhochschule [BFH 2010] die Raum- und Fenstergrößen ermittelt, um weitergehenden Parameteruntersuchungen durchführen zu können (Abb. 6). In über 90 % der Fälle liegt die Glasfläche unterhalb von 40 % bezogen auf die Grundfläche ( $A_{NGF}$ ). Die gleiche Auswertung ergibt beim Bezug auf die Fensterfläche ( $f_g$ ) eine maximale Fensterfläche von 40 %.

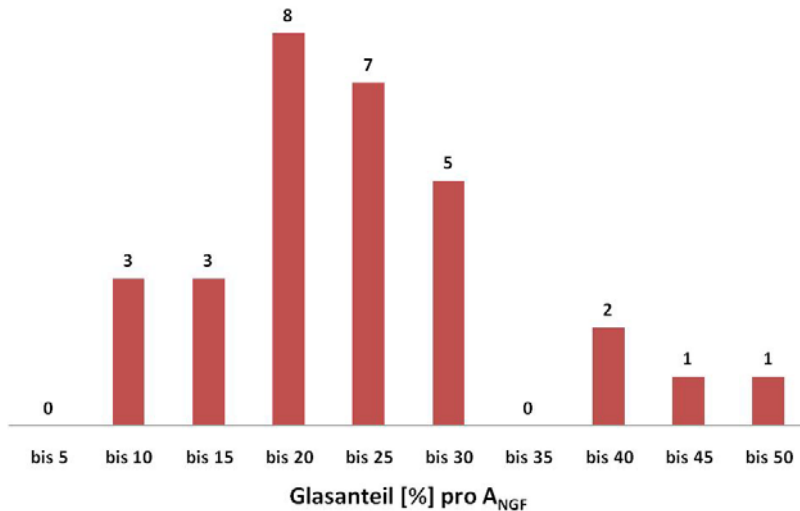


Abb. 6: Anzahl der Räume mit verschiedenen Glasflächenanteilen (Bezug auf die Grundfläche  $A_{NGF}$ ) 30 ausgewertete Räume

(Stand April 2010)

In der aktuellen SIA 382/1, in der die Planung von Lüftungs- und Klimaanlage geregelt ist, werden auch bauliche Anforderungen an den Sonnenschutz der Glasflächen gestellt. In der Norm heisst es dazu: „Bei Räumen, für die nach den Kriterien dieser Norm eine Kühlung notwendig oder erwünscht ist, ..., müssen die nachfolgenden Anforderungen an den Sonnenschutz eingehalten werden. Auch bei Räumen ohne Kühlbedarf ist deren Einhaltung anzustreben.“ [SIA 382/1: 2007] Bis zu einem Glasanteil von 40 - 46 % ist die Anforderung an den Energiedurchlassgrad (g-Wert) von Glas und Sonnenschutz gleichbleibend. Erst darüber hinaus muss der g-Wert weiter reduziert werden. In der Tabelle 1 sind konkrete g-Werte für verschiedene Verschattungssysteme enthalten. Daraus wird ersichtlich, dass ohne eine ausenliegende Verschattung die Anforderungen nicht zu erfüllen sind.

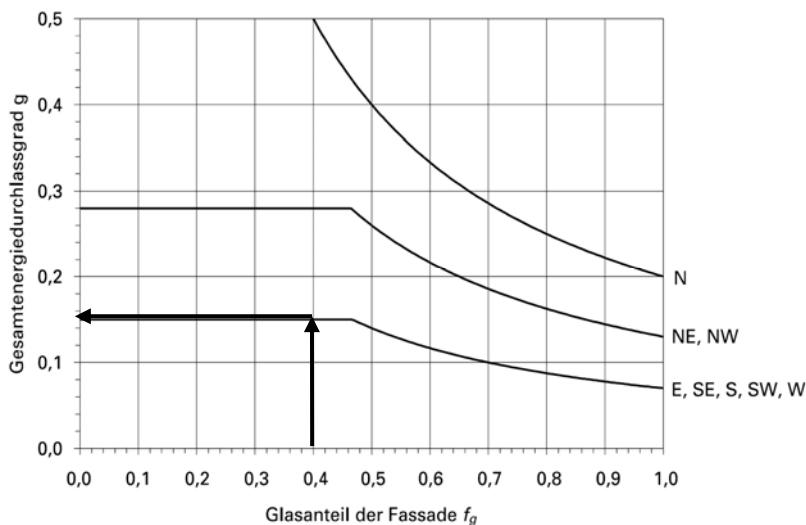


Abb. 7: Bauliche Anforderung an den g-Wert (Energiedurchlassgrad) von Fenstern (Glas + Sonnenschutz), abhängig von Glasanteil und Orientierung [SIA 382/1: 2007].

Beispiel: Fenster zwischen Ost über Süd bis West müssen einen g-Wert von 0,15 aufweisen. Dies ist nur über ausenliegende Verschattung zu erreichen (siehe Tab. 1)

Tab. 1: Solare Kennwerte typischer Verglasungen mit Sonnenschutz [SIA 382/1: 2007]

Verglasung	Sonnenschutz	Farbe	$\tau_{e,B}$	$\tau_v$	$g$
Zweifachglas normal	aussen	pastell	0,1	0,09	0,13
Zweifachglas normal	innen	hell	0,1	0,09	0,37
Zweifach-Wärmeschutzglas	aussen	pastell	0,1	0,08	0,09
Zweifach-Wärmeschutzglas	innen	hell	0,2	0,16	0,40
Zweifach-Kombiglas 73/41	innen	hell	0,2	0,15	0,32
Zweifach-Kombiglas 50/24	innen	hell	0,2	0,11	0,23
Dreifachglas normal	aussen	pastell	0,1	0,08	0,11
Dreifachglas normal	innen	hell	0,1	0,09	0,37
Dreifach-Wärmeschutzglas	aussen	pastell	0,1	0,07	0,07
Dreifach-Wärmeschutzglas	innen	pastell	0,2	0,15	0,40
Dreifach-Wärmeschutzglas	innen	hell	0,2	0,15	0,36

$\tau_{e,B}$  solarer Transmissionsgrad des Sonnenschutzes

### Interne Wärmelasten

Auch die internen Wärmelasten durch elektrische Geräte, Personen, Kochen etc. tragen zu erhöhten Raumtemperaturen bei. In diesem Beitrag wird allerdings nicht näher darauf eingegangen. Genaue Auskunft liefert das [Merkblatt 2024: 2006]. Im normalen Wohnbereich und Einzelraumbüros liegt die interne Wärmelast zwischen 5 W/m<sup>2</sup> und max. 10 W/m<sup>2</sup>.

### Spezifische Wärmespeicherkapazität des Raumes

Wie aus Abb. 3 ersichtlich, wurden bei [Frank 2008] mit Raumspeicherkapazitäten zwischen 31 und 100 Wh/(m<sup>2</sup>K) gerechnet. Bei der Ermittlung der Kapazität muss der Planende besonders auf die genaue Definition in den Normen achten. Wie sich bei einer Analyse verschiedener Normen und der Literatur ergeben hat, ist dies sehr unterschiedlich geregelt. Während in der [SIA 382/1: 2007] die Wärmeübergangswiderstände mit berücksichtigt werden, steht im [Merkblatt 2024: 2006]: „Spezifische Wärmespeicherfähigkeit eines Raumes  $C_m$ : Die Wärmespeicherfähigkeit wird nach EN ISO 13786 ... ohne Berücksichtigung des Oberflächenwiderstandes  $R_{si}$  ermittelt.“ Und die aktuelle SIA 180 gibt gar keine Auskunft.

Ausserdem ist festzustellen, dass der Holzanteil, der bei der U-Wert Berechnung berücksichtigt wird, oftmals bei Bauteilberechnungen für die sommerliche Betrachtung unberücksichtigt bleibt. Nur in [Frank 2008] wird er mit eingerechnet. Diesbezüglich findet aktuell ein Forschungsvorhaben an der Hochschule Luzern statt, um herauszufinden, wie sich der Holzanteil auf das Bauteilverhalten im Sommer auswirkt. So können sich für ein und denselben Raum vier unterschiedliche Wärmespeicherkapazitäten ergeben. Der Planende muss hier besonders achtsam sein.

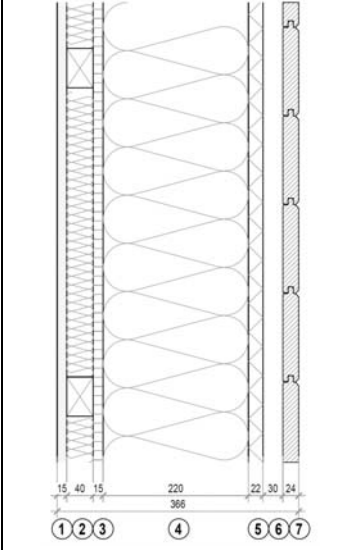
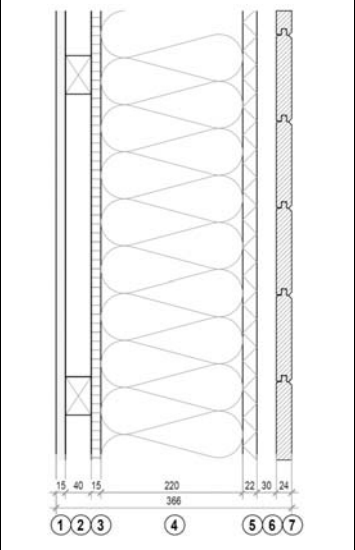
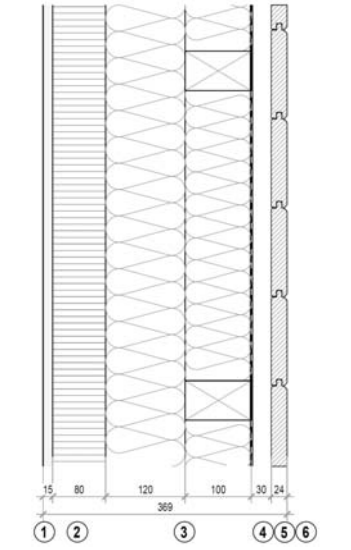
Tab. 2: Raumspeicherkapazitäten  $C_R/A_{GNF}$  für einen Dachraum mit gleichen Bauteilen aber unterschiedlichen Berechnungsansätzen (mit/ohne Wärmeübergangswiderstand; mit/ohne Holzanteil)

Beschreibung	Ohne Berücksichtigung von $R_{si}$	Mit Berücksichtigung von $R_{si}$
Ohne Berücksichtigung des Holzanteils	35,6 Wh/(m <sup>2</sup> ·K)	26,2 Wh/(m <sup>2</sup> ·K)
Mit Berücksichtigung des Holzanteils	31,6 Wh/(m <sup>2</sup> ·K)	30,9 Wh/(m <sup>2</sup> ·K)

Wie bereits erwähnt, wird aktuell ein Forschungsvorhaben an der Berner Fachhochschule [BFH 2010] zum sommerlichen Komfortklima in Wohngebäuden durchgeführt. Bei der Grundlagenermittlung wurden über 140 Bauteilaufbauten von Herstellern nach Dämmdicke, Bepflanzungen, Aufbauten etc. analysiert, ausgewertet und in Gruppen eingeteilt. So haben sich beispielsweise bei den Aussenwänden folgende Aufbauten herauskristallisiert. Sie decken damit einen grossen Teil des Holzbaus ab.



Tab. 3: Verschiedene Aussenwandaufbauten inkl. der bauphysikalischen Kennwerte; beispielhaft an Aussenwänden (In der spez. Wärmespeicherkapazität wurde der Holzanteil berücksichtigt)

	Aufbau 1	Aufbau 2	Aufbau 3
<b>Bauteilaufbau</b>			
<b>U-Wert</b>	0,15 – 0,16 W/(m <sup>2</sup> ·K)*	0,17 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,16 – 0,17 W/(m <sup>2</sup> ·K)*
<b>C ohne R<sub>si</sub></b>	7 – 8* Wh/(m <sup>2</sup> ·K)	10 – 11* Wh/(m <sup>2</sup> ·K)	14 Wh/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>C mit R<sub>si</sub></b>	7 Wh/(m <sup>2</sup> ·K)	9 Wh/(m <sup>2</sup> ·K)	11 Wh/(m <sup>2</sup> ·K)

\* Je nach Dämmstoff

Aufbau 1 und 2 gilt auch für einschalige Aufbauten ohne Installationsebene:

Aufbau 1: nur Gipsbauplatte

(Holzwerkstoffplatte hat keinen Einfluss mehr auf die Speicherkap.) und

Aufbau 2: Gipsbau- plus Holzwerkstoffplatte.

Gleiches wurde für Dach und Deckenaufbauten durchgeführt. Aus der Analyse der Bauteile ergeben sich je nach Kombination der Bauteilaufbauten Wärmespeicherkapazitäten  $C_R/A_{NGF}$  für einen Beispielraum zwischen 26 und 48 Wh/(m<sup>2</sup>·K). Besonderen Einfluss hat hier der Fussboden. Bereits der Wechsel von einem Holzfussboden zu einem Zementunterlagsboden erhöht die Wärmespeicherkapazität des Beispielraumes von 26 auf 39 Wh/(m<sup>2</sup>·K).

## Fazit

Unter der Berücksichtigung aller Aspekte, muss man für den Wohnungsbau die Abb. 3 wie folgt anpassen.

A) Hohe innere Wärmelasten von 15 W/m<sup>2</sup> sind nicht im Wohnungsbau und selbst in Büroräumen kaum zu erwarten.

B) Die spezifische Wärmekapazität des Raumes im Holzbau bewegt sich in der Untersuchung von Thomas Frank zwischen 31 und 43 Wh/(m<sup>2</sup>·K).

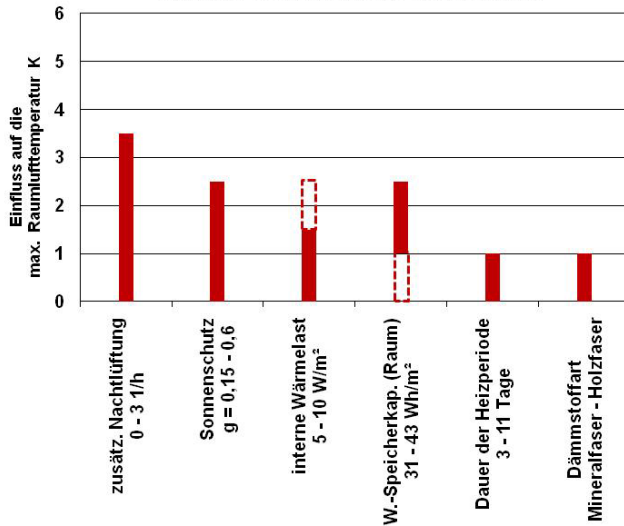


Abb. 8: Einflussgrößen und die einzelnen angepassten Effekte auf die Raumtemperatur in Wohnbauten in Holzbauweise. (verändert aus [Frank 2008]) Nachlüftung und Sonnenschutz gewinnen an Bedeutung.

## Von der Theorie zur Praxis - Komfortklima ist messbar

In dem Forschungsvorhaben von [Menard et.al. 2009] konnte anhand von Messungen gezeigt werden, dass sich ein komfortables Raumklima in Wohnbauten einstellt. Es wurden in acht Wohnbauten in Holzbauweise über einen Sommer lang die Aussenluft- und Raumlufttemperaturen sowie das Verhalten der Nutzer in Bezug auf Verschattung gemessen (Abb. 9).

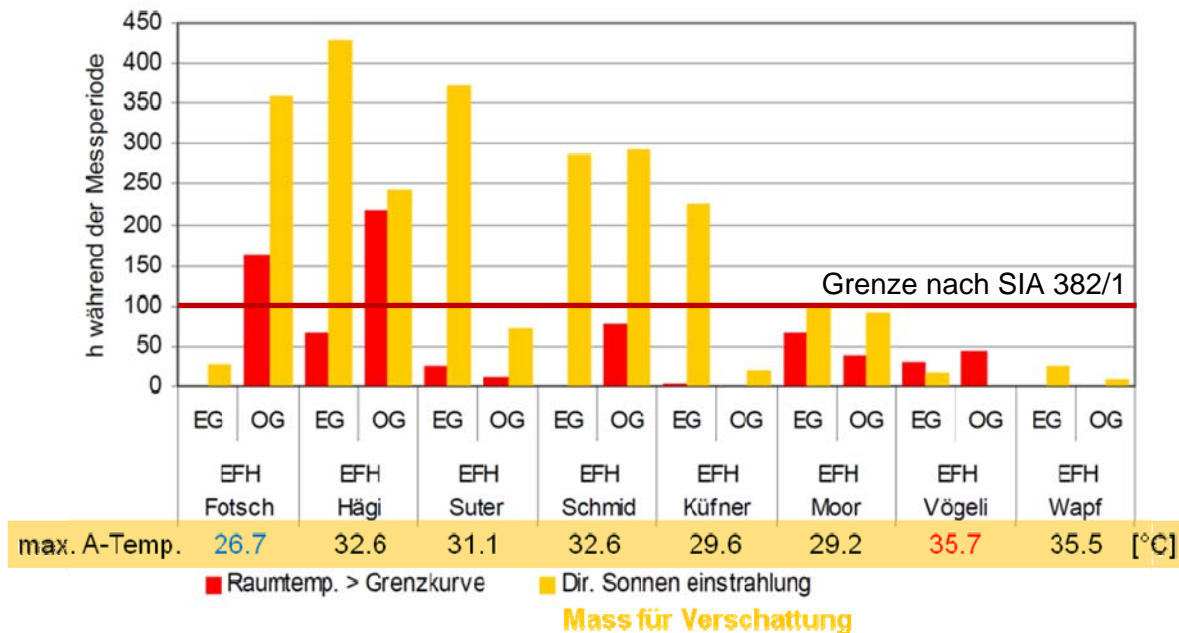


Abb. 9: Messungen über die Bedienung des Sonnenschutzes und die Raumtemperaturen [Menard et.al. 2009] Die hellen Balken sind ein Mass der Verschattung (je höher, desto weniger wurde verschattet). Die dunklen Balken ist die Summe der Stunden über der Grenzkurve nach [SIA 382/1: 2007]. 100 h<sup>-1</sup> sind nach SIA 382/1 ohne Kühlung zulässig.

Es lassen sich aus den Messungen folgende Ergebnisse zusammenfassen.

- Die Aussenlufttemperatur steht nicht im direkten Zusammenhang zur Überhitzung im Raum.
- Tendenziell werden auf Grund des thermischen Auftriebs im Obergeschoss höhere Temperaturen erreicht wie im Erdgeschoss.

- Es besteht ein Zusammenhang zwischen Bedienung des Sonnenschutzes (helle Balken in Abb. 9) und den erhöhten Raumlufttemperaturen mit Überschreitung der oberen Grenzkurve nach SIA 382/1. Familie Fotsch nimmt allerdings eine Überhitzung bewusst in Kauf.

## Literatur

- [BFH 2009] Berner Fachhochschule: Aktuelles Forschungsvorhaben: „Sommerliches Komfortklima in Wohngebäuden“, Unterstützt durch das Bundesamt für Energie und verschiedene Wirtschaftspartner, Stand April 2010 (noch kein Forschungsbericht)
- [Feist 1998] Feist, W.: Passivhaus Sommerklima Studie, Passivhaus Institut, Eigenverlag, Darmstadt 1998
- [Frank 2008] Frank, Th.: Sommerlicher Wärmeschutz von Dachräumen - Analyse der Einflussfaktoren auf das Raumklima, Bericht 444'383d im Auftrag der isover AG, Dübendorf 2008
- [Hinrichs, Holm 2008] Hinrichs, J.P.; Holm, A.: Thermische Untersuchungen an einem Metaldach mit Zwischensparrendämmung aus Mineralwolle und Holzfaserdämmplatten, Beitrag in Zeitschrift Wärmeschutz, Kälteschutz, Schallschutz, Brandschutz, Ladenburg 2008
- [Menard et.al. 2009] Menrad, M.; Nutt M.; Keller, P.: Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden in Holzbauweise – Messungen in acht Minergie Einfamilienhäusern, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern 2009
- [Merkblatt 2024: 2006] Merkblatt 2024: Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 2006
- [Schnieders 2003] Schnieders, J.: Beitrag im Protokollband „Lüftungsstrategien für den Sommer“, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser; Passivhaus Institut, Darmstadt 2003
- [SIA 180 1999] SIA 180: Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1999
- [SIA 382/1] SIA 382/1: Lüftungs- und Klimaanlageanlagen – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 2007
- [SN EN ISO 7720 2006] SN EN ISO 7720 2006: Ergonomie der thermischen Umgebung - Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit, Zürich 2006
- [SN EN 15251 2007] SN EN 15251 2007: Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik, Zürich 2006
- [Spitzner 2008] Spitzner, M.: Im Winter warm, im Sommer heiss? Winterlicher und sommerlicher Wärmeschutz, Beitrag zur SAH Holztagung 2009, Weinfelden, Eigenverlag, Zürich 2008

