

# Newsletter

Ein Info-Service des Verbandes Österreichischer Ziegelwerke

Ausgabe 2 – August 2008

## Bewertung der Sommertauglichkeit von Gebäuden

*Bei Gebäudestandorten in unseren Breiten ist es möglich, Gebäude so zu planen und zu bauen, dass der Komfort auch während hochsommerlicher Hitzeperioden ohne zusätzlichen Energieaufwand gewährleistet ist. Räume in solchen Gebäuden zeichnen sich dadurch aus, dass sie auch während extrem heißer Witterungsperioden nicht zur Überwärmung neigen, sofern die Sonnenschutzrichtungen zweckentsprechend verwendet und sinnvolle Lüftungsstrategien angewendet werden [1].*

*Der Anreiz für den Planer, dem Sommerverhalten von Gebäuden durch eine planungsbegleitende Optimierung größere Aufmerksamkeit zu schenken, soll durch den Wechsel von der derzeit geforderten und praktizierten „ja/nein“ – Entscheidung des Norm-Nachweises [2] hin zu einer Zuordnung des sommerlichen Raumverhaltens zu Güteklassen (ähnlich dem Energieausweis) erreicht werden.*

### Stark steigender Energieverbrauch durch Klimatisierung



Abbildung 1: Quelle: [3]

Es scheint nahe liegend, der Überwärmungsneigung von Räumen mittels Einsatz von Klimageräten entgegen zu treten. Selbst bei geglückten Klimatisierungskonzepten haftet einer solchen „Lösung“ aber der Nachteil an, dass mit der Notwendigkeit zur Kühlung ein nicht unerheblicher, zusätzlicher Energieaufwand verbunden ist, der je nach Gebäudekonzeption und Lage den Heizwärmebedarf eines Gebäudes deutlich übersteigen kann (vor allem im Nicht-Wohnbau).

Eine ganze Reihe von Zeitungsberichten weisen in letzter Zeit auf zunehmende Bewusstseinsbildung und den stark steigenden Energieverbrauch im



Zusammenhang mit Gebäudekühlung hin. Die Steigerungsraten in diesem Bereich betragen 40% in den EU-15 bis 2020, das heißt eine Erhöhung von derzeit 75.000 Gigawattstunden auf 115.000 Gigawattstunden [4]. Das entspricht dem Stromverbrauch von 30 Millionen „Österreichshaushalten“ (Österreich-Haushalts-Durchschnittsverbrauch unter 4.000 Kilowattstunden pro Jahr).



Abbildung 2: Quelle: [4]

Allein in Oberösterreich verschlingt laut aktueller Medienmeldung (3. Juni 2008) der Kampf gegen die Sommerhitze einen Betrag von 20 Millionen Euro und jährlich 140 Millionen Kilowattstunden Strom, bei stark steigender Tendenz.



Abbildung 3: Quelle: [5]

In der Richtlinie 2002/91/EG [6] über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, die seit Anfang 2006 in den EU-Staaten umgesetzt sein muss, heißt es unter Punkt (18)

*In den letzten Jahren ist eine zunehmende Verwendung von Klimaanlage in den südlichen Ländern Europas zu verzeichnen. Dies führt zu großen Problemen bei den Spitzenlastzeiten in den Ländern mit der Folge, dass die Stromkosten steigen ... . Vorrang sollte Strategien eingeräumt werden, die zur Verbesserung des thermischen Verhaltens der Gebäude in der Sommerperiode beitragen. Weiterzuentwickeln sind hierzu die Techniken der passiven Kühlung und insbesondere jene Techniken, die zur Verbesserung der Qualität des Raumklimas ... von Gebäuden beitragen.*

Nach Punkt (19) der Richtlinie müssen neben Heizkesseln auch Klimaanlage regelmäßig durch qualifiziertes Personal gewartet werden, um korrekten Betrieb gemäß der Produktspezifikation zu gewährleisten – ein zusätzlicher Kostenfaktor. In der Nutzungsphase eines Gebäudes entsteht durch die Installation einer Klimaanlage.

## Überwärmung

Neigt ein Raum unter hochsommerlichen Bedingungen zur Überwärmung, so ist dies im Allgemeinen mit einer erheblichen Komfortminderung verbunden, die das Wohlbefinden aber auch die Gesundheit der Bewohner gefährden kann [1].

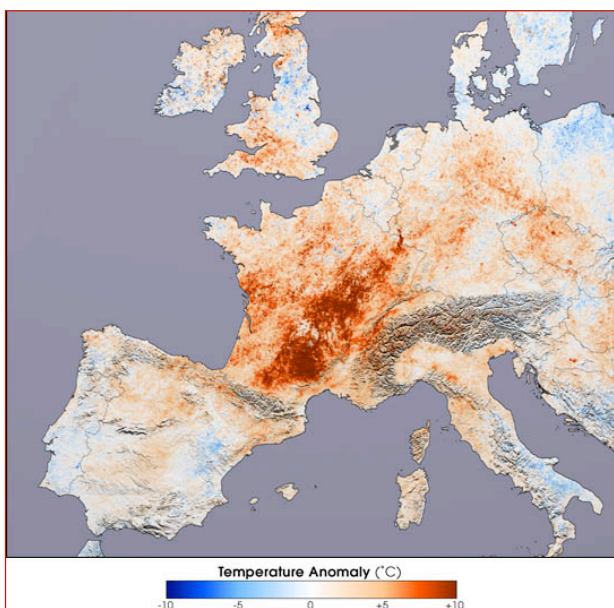


Abbildung 4: [http://de.wikipedia.org/wiki/Hitzewelle\\_2003](http://de.wikipedia.org/wiki/Hitzewelle_2003)

Vor allem seit dem Hitzesommer 2003 in Europa (siehe NASA Grafik mit gezeigter Abweichung von Mitteltemperaturen im europäischen Extremsommer 2003), gibt es Studien die die Gefährlichkeit der Hitze zu evaluieren versuchen.

Auf der Wissenschaftsseite des ORF gibt es dazu zum Beispiel Meldungen der Universität für Bodenkultur und der Medizin-Uni Wien [12] und der Harvard School of Public Health [13].

Mit der Minderung des Gesundheitswerts ist normalerweise auch eine Minderung des ökonomischen Werts der Immobilie verbunden [1].

## Was heißt Sommertauglichkeit nach ÖNORM [2]?

Die als Kriterium für die Sommertauglichkeit eingeführten Obergrenzen für die empfundene Temperatur betragen 27°C bei Tagnutzung und 25°C bei Nachtnutzung. Diese normativ gesetzten Obergrenzen haben physiologische Gründe. Auf Temperaturen über 27°C, also bei „Überwärmung“ des Raums, reagiert der Körper mit permanenter Schweißabsonderung. Dies bedeutet nicht nur eine empfindliche Einbuße an Komfort sondern auch über die erhöhte Belastung des Körpers eine Verminderung des dem Raum zuzuordnenden Gesundheitswerts. Betrachtet wird das thermische Raumverhalten am Ende einer hochsommerlichen Hitzeperiode, also der kritische Fall.

Anzuwenden ist die ÖNORM für alle Gebäude und Räume, die dem dauernden oder vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen und in denen weder größere technische Wärmequellen noch Menschenansammlungen auftreten.

Wenig bekannt ist, dass diese Norm auch Regeln und einen Nachweis zur Erhöhung des solaren Heizenergiebeitrags in (strahlungs-)klimatisch günstig gelegenen Gebäuden oder Gebäudeteilen liefert.

## Sommertauglichkeitsnachweis – Bauvorschriften

Nach OIB Richtlinie 6, der Harmonisierung Bautechnischer Vorschriften (Fassung, 25. April 2007), ist die sommerliche Überwärmung von Gebäuden zu vermeiden und bei Neubau und umfassender Sanierung von **Wohngebäuden** die ÖNORM B 8110-3 einzuhalten.

Für **Nicht-Wohngebäude** (der Gebäudekategorien 1 bis 11 gemäß Punkt 2.2.2 der RL 6) ist entweder die sommerliche Überwärmung gemäß ÖNORM B 8110-3 einzuhalten, wobei die tatsächlichen inneren Lasten zu berücksichtigen sind, oder es ist der maximal zulässige außeninduzierte Kühlbedarf  $KB^*_{V,NWG,max}$  (Nutzungsprofil Wohngebäude, Infiltration  $n_x = 0,15$ ) pro m³ Bruttovolumen von 1,0 kWh/m³a einzuhalten.



## Wie entwickelt sich unser regionales Klima?

Globale Klimamodelle berechnen das Wettergeschehen in der Atmosphäre in kleinen Zeitschritten für ein „grobes Gitternetz“ das über die Erdkugel „gebreitet“ ist. Die Netz-Knoten sind in Mitteleuropa im günstigsten Fall 100 km entfernt. Für lokale Aussagen ist das zu ungenau. Für Österreich existierte vor dem recli:more Projekt [8] keine fundierte Berechnung der künftigen regionalen Klimaentwicklung. Die Simulationen zeigen bis 2050 (im 10-Jahres-durchschnitt) folgende Entwicklung: Die **mittlere Jahrestemperatur** wird 2 bis 2,5°C ansteigen, beim Alpenhauptkamm mehr. Der **Temperaturanstieg** fällt jahreszeitlich und nach Region **unterschiedlich** aus:

- **Winter** Norden & Osten: +1,3 bis 1,8°C,  
Süden & Westen +1,5 bis 2°C
- **Frühjahr** Generell: +1,8 bis 2,5°C,  
Westen & gesamter Alpenraum: +2 bis 3°C
- **Sommer** Generell: +2 bis 2,5°C,  
Westen & Alpenraum: +2,5 bis 3°C
- **Herbst** Generell: +2,5 bis 3°C,  
Westen: +2,3 bis 3°C

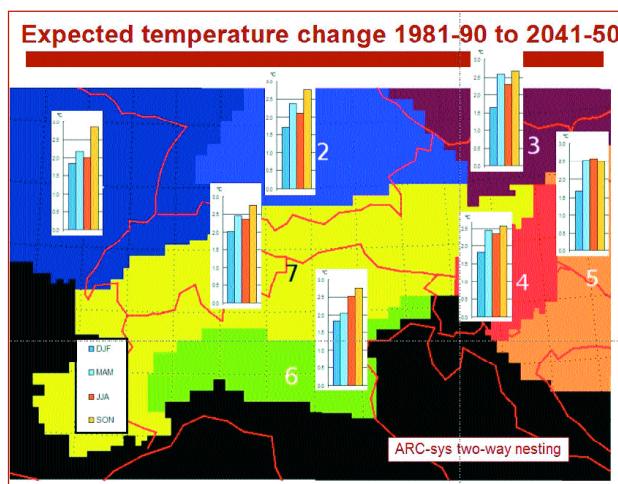


Abbildung 5: Quelle [8]

Die **Niederschläge** werden insgesamt **abnehmen**, vor allem im Osten:

- im Sommer und v.a. im Herbst kommt es zu einer großräumigen Abnahme
- im Winter und Frühling ist gelegentlich eine regional differenzierte Zunahme möglich

Die Zahl der **Starkniederschläge** wird um einige Ereignisse pro Jahr **ansteigen**.

Die Zahl der **Sommertage** pro Jahr mit über 25°C wird sich **verdoppeln** (bis 80!).

Die Zahl der **Hitzetage** pro Jahr mit über 30°C wird sich im Osten **vervierfachen** (bis 25!).

Die Zahl der **Frosttage** wird sich in vielen Tälern **halbieren** (im Mittel ca. -25 Tage).

## Studie: Bewertung der Sommertauglichkeit von Gebäuden durch Güteklassen

Aufgabenstellung dieser Forschungsarbeit war das Auffinden von tauglichen Kriterien, die eine sinnvolle und einfach umsetzbare Einführung von **Güteklassen** zulassen und Rücksicht auf die derzeit vorzufindende Situation (Normen, vorhandene Programme, ...) im Bereich des Sommertauglichkeitsnachweises nehmen. Neben **konstanten Parametern** der Berechnung (z.B. Standort nach [2], Raumnutzung, Lüftung, Rahmenanteil Fenster, Verschmutzungsfaktor Fenster, Emissionsgrad langwelliger Strahlung, ...), gibt es **variierende Parameter**:

### a. Bauweise:

„schwer“ (Ziegelbauweise)

„leicht“ (Leichtkonstruktion, allerdings mit Massivestrich von 6 cm und (vergleichbarer) mehrfacher Gipskartonfaserplatten-Beplankung)

### b. Wärmedämmstandard:

Bauordnung / Niedrigenergiehaus / Passivhaus

U-Werte der Bauweisen: Bauordnung (BO): ca. 0,32 W/m²K

(z.B. Bauweise „schwer“ - HLZ 38)

Niedrigenergiehaus (NEH): ca. 0,21 W/m²K

(z.B. Bauweise „schwer“ - HLZ 50) und

Passivhaus (PH): ca. 0,10 W/m²K

(z.B. Bauweise „schwer“ HLZ 20 + 36 cm WD)

Als grober Anhaltswert für das Wärmespeichervermögen des Testraums 1 in Abhängigkeit von Bauweise und Wärmedämmstandard, ist in der folgenden Tabelle die nach ÖNORM B8110-3 errechnete gesamte speicherwirksamen Masse  $m_w$  (kg) ausgewiesen.

| Bauweise (Testraum 1)                              | BO (Anteil %) | NEH (Anteil %) | PH (Anteil %) |
|----------------------------------------------------|---------------|----------------|---------------|
| A Bauweise massiv (Putz mittelschwer)              | 7628 (91,0)   | 7604 (91,0)    | 7856 (91,2)   |
| B Bauweise massiv (Putz schwer)                    | 8382 (100)    | 8358 (100)     | 8610 (100)    |
| C Bauweise leicht (mit Estrich, mehrfach beplankt) | 3948 (47,1)   | 4103 (49,1)    | 4081 (47,4)   |
| D Bauweise leicht (ohne Estrich, einfach beplankt) | 1848 (22,0)   | 2002 (24,0)    | 1980 (23,0)   |

Tabelle 1: Quelle – eigene Berechnungen

### Anmerkung:

In der Parameterstudie wurde für die Bauweise schwer mit Zeile A für die Bauweisen NEH und PH, mit Zeile B für die Bauweise Bauordnung und mit Zeile C für die Bauweise leicht (Bauordnung, NEH und PH) gerechnet. Eine leichte Bauweise ohne Estrich und einfacher Gipskartonbeplankung wurde in die Parameterstudie nicht aufgenommen. Diese Bauweise hätte nur ca. ein Viertel der Speichermasse der schweren Ziegelbauweise.

Als Beispiel für das unterschiedliche Raumverhalten bei schwerer bzw. leichter Bauweise zeigt folgende Abbildung die errechneten Tagesverläufe der Raumlufttemperatur für den nach Bauordnung errichteten

Raum 1 bei mittlerer Fenstergröße, der Verwendung von Außenjalousien und einer, nach Westen orientierten Außenwand.

Obzwar der Tagesmittelwert der errechneten Raumlufttemperatur mit 25,8°C für beide Berechnungsvarianten identisch ist, führt die wesentlich höhere Tagesschwankung ( $\Delta\Theta = \Theta_{\max} - \Theta_{\min} = 4,2 \text{ K}$ ) bei leichter Bauweise (Tabelle 1, Zeile C) zu Überwärmung am späteren Nachmittag (Maximum 28,1°C). Bei schwerer Bauweise erweist sich der Raum aufgrund der mit  $\Delta\Theta = \Theta_{\max} - \Theta_{\min} = 1,9 \text{ K}$  wesentlich kleineren Tagesschwankung als sommertauglich; das Maximum der Lufttemperatur ist in diesem Fall mit 26,8°C identisch mit dem Maximum der empfundenen Temperatur.

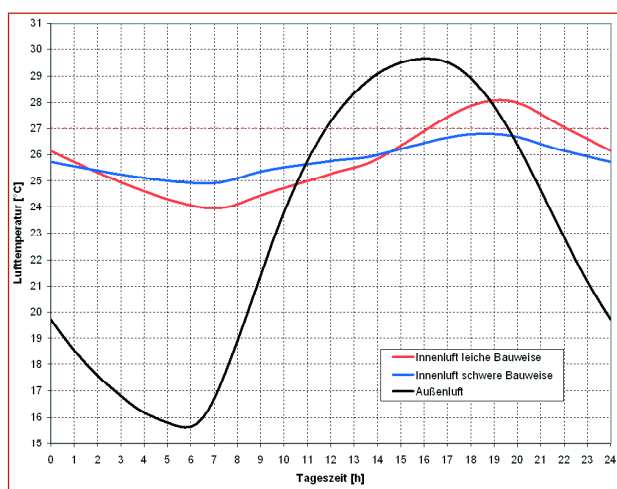


Abbildung 6: Berechnete Tagesverläufe der Raumlufttemperatur bei Norm-Außenklima in Abhängigkeit von der Bauweise; Variante: Raum 1 / Bauordnung / Fenstergröße mittel / Außenjalousie / 1 Fassadenebene / Westorientierung

#### c. Fensterfläche:

##### klein / mittel / groß

|        |                               |
|--------|-------------------------------|
| klein  | 12% der Nutzfläche des Raumes |
| mittel | 18% der Nutzfläche des Raumes |
| groß   | 24% der Nutzfläche des Raumes |

#### d. Verschattungseinrichtungen:

##### keine / Innenjalousie / Außenjalousie

#### e. Orientierung der Fenster:

|                                       |                                                                   |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Testraum 1:</b><br>(Mittelgeschoß) | 1 Fassadenebene (Nord / Ost / Süd / West, jeweils vertikal)       |
| <b>Testraum 1:</b><br>(Mittelgeschoß) | 2 Fassadenebenen (Nord + Ost / Süd + West; jeweils vertikal)      |
| <b>Testraum 2:</b><br>(Dachgeschoß)   | 1 Dachschräge (Nord / Ost / Süd / West, Dachneigung jeweils 39°)  |
| <b>Testraum 2:</b><br>(Dachgeschoß)   | 2 Dachschrägen (Nord + Süd / Ost + West, Dachneigung jeweils 39°) |

Folgende Vorgangsweise wurde für die Einführung der Güteklassen gewählt:

#### 1. Durchführung von Parameterstudien anhand von 3 ausgewählten Modellräumen mit

- Berechnung der Tagesverläufe der empfundenen Temperatur mittels thermischer Gebäudesimulation [2], [9], [11]
- Berechnung der immissionsflächenbezogenen wirksamen Speichermasse des Raums [2]

#### Ergebnis aus den Parameterstudien an Hand der drei Testräume

Für die drei Testräume ergeben sich insgesamt 648 mögliche Berechnungsvarianten. Durch Ausscheiden aller jener Fälle, für die die Sommertauglichkeit gemäß [2] nicht gegeben ist, reduziert sich die Zahl der verwertbaren Berechnungsvarianten auf 163. Der Umstand, dass sich nur ca. ein Viertel der Berechnungsfälle als sommertauglich erweist, ist ein Indiz dafür, dass die Planung von Gebäuden mit normgemäßem sommerlichen Raumverhalten nicht einfach ist sondern eine Herausforderung an den Planer in Hinblick auf Wissen und Engagement darstellt.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Aufteilung der verwertbaren Berechnungsvarianten auf die Testräume.

|        |                  | Zahl der Berechnungsvarianten möglich |          |
|--------|------------------|---------------------------------------|----------|
|        |                  | sommertauglich                        |          |
| Raum 1 | 1 Fassadenebene  | 216                                   | 71 (33%) |
|        | 2 Fassadenebenen | 108                                   | 47 (44%) |
| Raum 2 | 1 Dachschräge    | 216                                   | 23 (11%) |
| Raum 3 | 2 Dachschrägen   | 108                                   | 22 (20%) |

Tabelle 2: Anzahl der nach ÖNORM B8110-3 als sommertauglich eingestufteten Varianten in Abhängigkeit von der Raumgeometrie

Es zeigt sich, dass zum einen Testraum 2, also der Fall des ausgebauten Dachgeschosses, in Hinblick auf die Vermeidung sommerlicher Überwärmung deutlich kritischer einzustufen ist, als Testraum 1. Zum anderen neigen die Varianten mit Fenstern in nur einer Ebene aufgrund der reduzierten Lüftungsmöglichkeit eher zur Überwärmung als die Varianten mit Fenstern in 2 verschiedenen Ebenen.

#### 2. Überprüfung der thermischen Qualität in Abhängigkeit von den gesetzten Parametern

- Bei welchem Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur ist die Sommertauglichkeit (gerade) noch gegeben?
- Wie groß ist der Überschuss an immissionsflächenbezogener speicherwirksamer Masse?



### 3. Analyse der Ergebnisse

- Statistische Verteilung der Berechnungsfälle über dem maximal möglichen Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur

Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Berechnungsfälle über  $\Theta_{e,max}$  für eine Klassenbreite von 0,5 K.

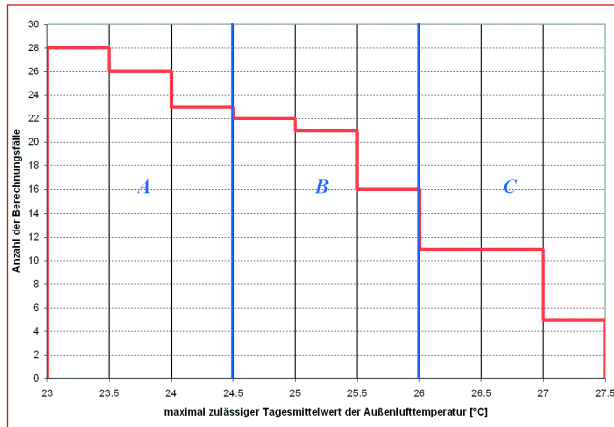


Abbildung 7: Klassenweise Auszählung der Berechnungsfälle in Abhängigkeit vom maximal zulässigen Wert des Tagesmittels der Außenlufttemperatur  $\Theta_{e,max}$  für alle sommertauglichen Berechnungsfälle

### 4. Einführung einer Güteklasseneinteilung

- Zuordnung von Temperaturintervallen des Tagesmittelwerts der Außenlufttemperatur zu Güteklassen
- Zuordnung von Intervallen für den Überschuss an immissionsflächenbezogener speicherwirksamer Masse zu Güteklassen

Für die 163 als sommertauglich eingestuftten Berechnungsfälle wurde mittels weiterer Simulationen das thermische Verhalten bei höheren Außenlufttemperaturen untersucht und jeweils der maximal mögliche Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur  $\Theta_{e,max}$  notiert, bei dem der Berechnungsfall noch sommertauglich nach Norm ist.

Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten Parameterstudie wird folgende Güteklasseneinteilung mit Temperaturintervallen vorgeschlagen:

| Klasse   | Intervall für $\Theta_{e,max}$                                                          |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b> | $23,0^{\circ}\text{C} \leq \Theta_{e,max} < 24,5^{\circ}\text{C}$<br>sommertauglich     |
| <b>B</b> | $24,5^{\circ}\text{C} \leq \Theta_{e,max} < 26,0^{\circ}\text{C}$<br>gut sommertauglich |
| <b>C</b> | $\Theta_{e,max} \geq 26,0^{\circ}\text{C}$<br>sehr gut sommertauglich                   |

Tabelle 3:

Gilt für den Fall, dass der Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur für normgemäße Berechnung  $\Theta_{e,Norm} = 23^{\circ}\text{C}$  ist.

$\Theta_{e,max}$  – höchster Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur, bei dem der Raum noch sommertauglich ist ( $\Theta_i \leq 27^{\circ}\text{C}$ )

$\Theta_{e,max}$  – wurde mittels thermischer Gebäudesimulation berechnet

Die mit 1,5 K verhältnismäßig hohe Breite der angesetzten Temperaturintervalle ist u.a. im vereinfachten Verfahren der ÖNORM B8110-3 begründet.

### Allgemeiner Fall:

$\Theta_{e,Norm}$  wird standortabhängig bestimmt (130 Überschreitungstage in 10 Jahren – nach Klimadatenkatalog) [14]

Um die gefundene Einteilung in Güteklassen auf das vereinfachte Verfahren der ÖNORM B8110-3 umlegen zu können, ist es notwendig, die Korrelation zwischen der Obergrenze für den Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur  $\Theta_{e,max}$  und dem Überschuss an immissionsflächenbezogener speicherwirksamer Masse  $\Delta m_{w,l}$  – also der Differenz zwischen berechneter immissionsflächenbezogener speicherwirksamer Masse des untersuchten Raums und der von der Norm vorgegebenen mindest erforderlichen immissionsflächenbezogenen speicherwirksamen Masse – zu untersuchen.

Eine Analyse dieser Problematik zeigt, dass es unerlässlich ist, zwischen Räumen mit Fenstern in nur einer Fassadenebene und solchen mit Fenstern in 2 Fassadenebenen zu unterscheiden.

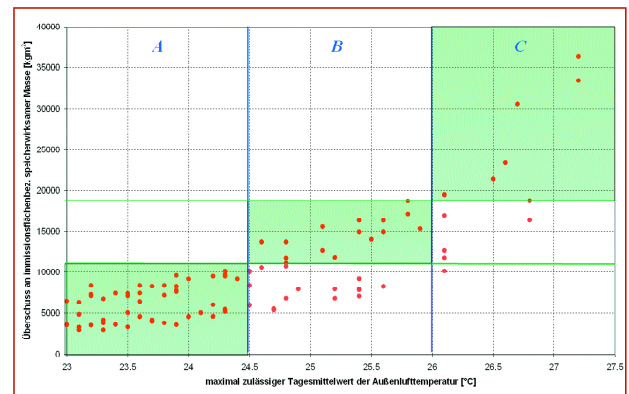


Abbildung 8: Korrelation zwischen dem Überschuss an immissionsflächenbezogener speicherwirksamer Masse  $\Delta m_{w,l}$  und dem maximal zulässigen Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur  $\Theta_{e,max}$  für die untersuchten, sommertauglichen Räume mit Fenstern in nur einer Fassadenebene

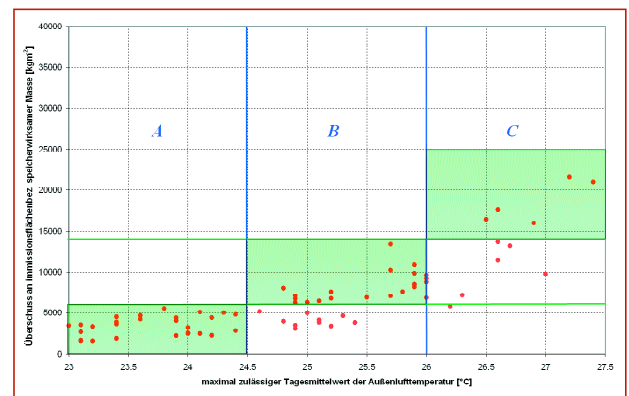


Abbildung 9: Korrelation zwischen dem Überschuss an immissionsflächenbezogener speicherwirksamer Masse  $\Delta m_{w,l}$  und dem maximal zulässigen Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur  $\Theta_{e,max}$  für die untersuchten, sommertauglichen Räume mit Fenstern in zwei Fassadenebenen

Die Ergebnisse aus der Studie sind wie folgt (LE = Lüftungsebenen bzw. Ebenen mit Lüftungsöffnungen):

### sehr gut sommertauglich

$$\Theta_{e,max} \geq 26,0^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta m_{w,l} \geq 19.000 \text{ kg/m}^2 \text{ (1 LE)}$$

$$\Delta m_{w,l} \geq 14.000 \text{ kg/m}^2 \text{ (2 oder mehr LE)}$$

C

### gut sommertauglich

$$24,5^{\circ}\text{C} \leq \Theta_{e,max} < 26,0^{\circ}\text{C}$$

$$11000 \text{ kg/m}^2 \leq \Delta m_{w,l} < 19000 \text{ kg/m}^2 \text{ (1 LE)}$$

$$6000 \text{ kg/m}^2 \leq \Delta m_{w,l} < 14000 \text{ kg/m}^2 \text{ (2 oder mehr LE)}$$

B

### sommertauglich

$$23,0^{\circ}\text{C} \leq \Theta_{e,max} < 24,5^{\circ}\text{C}$$

$$0 \leq \Delta m_{w,l} < 11000 \text{ kg/m}^2 \text{ (1 LE)}$$

$$0 \leq \Delta m_{w,l} < 6000 \text{ kg/m}^2 \text{ (2 oder mehr LE)}$$

A

**Anmerkung:** In der Studie ist im Gegensatz zum Energieausweis die beste Klasse die Klasse „C“, dies kann natürlich jederzeit verändert werden.

#### Ergebnisse der Simulationen

- Die Überwärmungsneigung der untersuchten Räume wird wesentlich durch den Wärmeeintrag aufgrund der Sonneneinstrahlung beeinflusst. Fenstergröße und Fensterorientierung sind damit wichtige Parameter für das Sommerverhalten von Räumen. Dominierend wirkt sich dann die Wahl der Verschattungseinrichtung auf den sommerlichen Verlauf der Raumtemperatur aus. Äußere Einflüsse (z.B. Wind) sind für die Funktion der Verschattungseinrichtung zu beachten.
- Die Möglichkeit, über verschiedene Fassaden-ebenen zu lüften, verbessert das sommerliche Raumverhalten deutlich.
- Schwere Bauweise führt zu einer kleineren Tages-schwankung der Raumtemperatur. Im Vergleich zu leichten Bauweisen ergeben sich damit deutlich niedrigere Temperaturspitzen im Raum.
- Der Wärmedämm-Standard (Bauordnung, NEH, PH) der Außenbauteile hat für das Sommerverhalten nur untergeordnete Bedeutung.
- Generell erweist sich der Fall des Dachbodenausbaus mit Dachflächenfenstern in Hinblick auf das Erreichen der Sommertauglichkeit als wesentlich kritischer als ein „normaler“ Raum mit vertikalen Fenstern.

#### Zusammenfassung der Forschungsarbeit

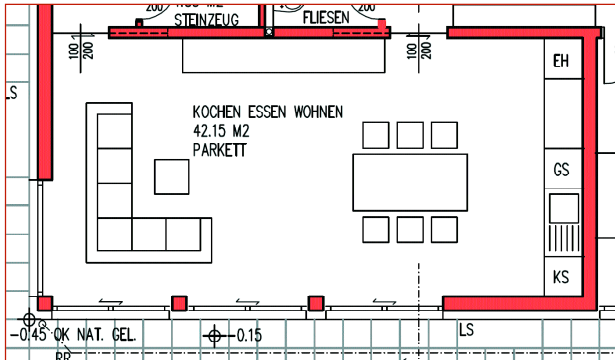
- Die Einführung von Güteklassen für die Bewertung des sommerlichen Verhaltens von Räumen und Gebäuden ist sinnvoll und in Hinblick auf die Verhinderung eines starken Anstiegs des Kühl-energiebedarfs dringend notwendig.
- Das Heranziehen des maximal möglichen Tages-mittelwerts der Außenlufttemperatur, bei dem normgemäßes Raumverhalten noch gegeben ist, als Kriterium für eine Einteilung in Güteklassen führt auf eine praktikable und einfach zu durchschauende Vorgangsweise.
- Der Überschuss an immissionsflächenbezogener speicherwirksamer Masse kann bei Verwendung des vereinfachten Verfahrens als Kriterium für die Einteilung in Güteklassen herangezogen werden.
- Der Umstieg von der derzeit praktizierten „ja/nein“ – Entscheidung auf eine Einstufung in Güteklassen für das thermische Sommerverhalten ist sowohl bei Verwendung des vereinfachten Verfahrens als auch bei Heranziehung der Mittel der thermischen Gebäudesimulation ohne nennenswerten Aufwand und damit jederzeit möglich.

## Berechnungen / Beispiele

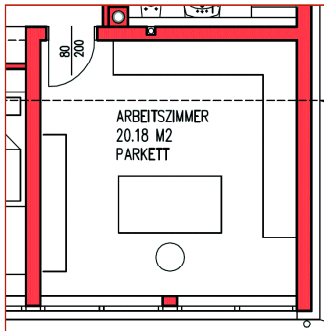
Nach den Grundlagen der Studie noch einige Beispiele um vielleicht etwas Gefühl für die konkrete Umsetzung zu bekommen.

Dazu werden die „Vermeidung sommerlicher Überwärmung“ und die Ausnutzung des „Solaren Heizenergiebeitrags“ an zwei Beispielen ermittelt, unter Variation verschiedener Einflussgrößen.

Die folgende Abbildung [15] zeigt eine Wohn-/Esssituation im Erdgeschoß mit großzügiger Verglasung nach Süd und West.



Für ein Sparrendach mit Tondachdeckung wurde folgende Situation eines Raumes (Arbeitsraum oder Schlafzimmer) mit Steildachuntersicht gewählt. Die Fensterorientierung ist wieder Süd.



In die Berechnung gehen unter anderem folgende Daten ein:

|    |                                      | Wohn-/Essraum |                | Arbeits- oder Schlafzimmer |                | Bauteil                                                                                                 |                                       | flächenbezogene speicherwirksame Masse innen $m_{w,B;A;24}$ |                   |
|----|--------------------------------------|---------------|----------------|----------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1  | Grundriss                            | 9,305 / 4,53  | m              | 4,505 / 4,48               | m              |                                                                                                         |                                       |                                                             |                   |
| 2  | Fläche Außenwand (Innenabmessung)    | 17,89 (netto) | m <sup>2</sup> | 27,87 (netto)              | m <sup>2</sup> | HLZ 50 (KZM Verputz) U = 0,21 W/m <sup>2</sup> K                                                        | 51,97                                 |                                                             | kg/m <sup>2</sup> |
| 3  | Fenster Süd                          | 13,56         | m <sup>2</sup> | 5,59                       | m <sup>2</sup> | 3-Scheibenverglasung                                                                                    |                                       |                                                             |                   |
| 4  | Fenster West                         | 4,52          | m <sup>2</sup> | 0                          | m <sup>2</sup> | 3-Scheibenverglasung                                                                                    |                                       |                                                             |                   |
| 5  | Verglasungsanteil                    | 80%           |                | 75%                        |                |                                                                                                         | 12,04                                 |                                                             | kg/m <sup>2</sup> |
| 6  | Fensterrahmen (gedämmt)              | 20%           |                | 25%                        |                |                                                                                                         | 38,47                                 |                                                             | kg/m <sup>2</sup> |
| 7  | g-Wert (Gesamtenergie-Durchlassgrad) | 0,51          |                | 0,51                       |                |                                                                                                         |                                       |                                                             |                   |
| 8  | Innenwand (tragend)                  | 31,97         | m <sup>2</sup> | 30,14                      | m <sup>2</sup> | HLZ 20 (KZM Verputz)                                                                                    | 82,97                                 |                                                             | kg/m <sup>2</sup> |
| 9  | Türen                                | 4             | m <sup>2</sup> | 1,6                        | m <sup>2</sup> | Innentür Holzwerkstoff                                                                                  | 23,78                                 |                                                             | kg/m <sup>2</sup> |
| 10 | Bodenfläche                          | 42,15         | m <sup>2</sup> | 20,18                      | m <sup>2</sup> | Bodenbelag, Estrich 5 cm, ... Ziegeldecke mit KZM Verputz                                               | 93,61                                 |                                                             | kg/m <sup>2</sup> |
| 11 | Deckenfläche                         | 42,15         | m <sup>2</sup> |                            |                | Bodenbelag, Estrich 5 cm, ... Ziegeldecke mit KZM Verputz                                               | 106,95                                |                                                             | kg/m <sup>2</sup> |
| 12 | Dachfläche                           |               |                | 21,49                      | m <sup>2</sup> | a) Sparrendach mit GKF Beplankung bzw. b) GKF + Holzwoleplatte bzw. c) Ziegelmassivdach mit KZM Verputz | a) 17,44 bzw. b) 37,42 bzw. c) 107,69 |                                                             | kg/m <sup>2</sup> |
| 13 | Volumen                              | 109,59        | m <sup>3</sup> | 69,94                      | m <sup>3</sup> |                                                                                                         |                                       |                                                             |                   |

Bei der Abschätzung wurden die Faktoren 0,27 (Außenjalousie, Fensterläden mit Jalousiefüllung- beweglich, unterlüftet, Belichtung ohne künstliche Beleuchtung möglich) und 0,53 (Zwischenjalousie) in der Berechnung verwendet.



|                     |                                                                 |                      |                  |                                                               |                                                            |                                                             |                                   |                                    | Vermeidung sommerlicher Überwärmung [2]      |                                                                        |                                                                         |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Solarer Heizenergiebeitrag [2]                                                      |                                                                         |  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--|
| Bauweise bzw. Hülle |                                                                 | Geschoß bzw. Raumart | Luftungsebene(n) | Fensteranteil gesamt (Architekturfürliche) an der Grundfläche | Fensteranteil Süd (Architekturfürliche) an der Grundfläche | Fensteranteil West (Architekturfürliche) an der Grundfläche | Abschattung Süd (Z-Wert lt. Norm) | Abschattung West (Z-Wert lt. Norm) | gesamte speicherwirksame Masse $m_{Wj}$ (kg) | erf. immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse $m_{Wj}$ (kg/m²) | vorh. immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse $m_{Wj}$ (kg/m²) | Differenz (kg/m²) | Klassifizierung lt. Vorsschlag Studie<br>A = $0 \leq \Delta n_{Wj} < 1000 \text{ kg/m}^2$ (1 LE)<br>B = $1000 \text{ kg/m}^2 \leq \Delta n_{Wj} < 1500 \text{ kg/m}^2$ (1 LE)<br>C = $\Delta n_{Wj} \geq 1500 \text{ kg/m}^2$ (2 oder mehr LE)<br>$\Delta n_{Wj} \geq 15.000 \text{ kg/m}^2$ (2 oder mehr LE) | erf. immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse $m_{Wj}$ (kg/m²) (siehe Norm) | vorh. immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse $m_{Wj}$ (kg/m²) |  |
| 1                   | Ziegel-Massiv HLZ 50                                            | EG                   | 2                | 42,90                                                         | 32,18                                                      | 10,73                                                       | 0,27                              | 0,27                               | 12443,45                                     | $\geq 2000$                                                            | 6051,02                                                                 | 4.051,02          | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 1633,77                                                                 |  |
| 2                   | Ziegel-Massiv HLZ 50                                            | EG                   | 2                | 32,18                                                         | 21,45                                                      | 10,73                                                       | 0,27                              | 0,27                               | 12600,63                                     | $\geq 2000$                                                            | 8085,1                                                                  | 6.085,10          | B                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 2182,98                                                                 |  |
| 3                   | Ziegel-Massiv HLZ 50                                            | EG                   | 2                | 32,18                                                         | 21,45                                                      | 10,73                                                       | 0,53                              | 0,53                               | 12600,63                                     | 2.835,56                                                               | 4118,82                                                                 | 1.283,26          | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 2182,98                                                                 |  |
| 4                   | Ziegel-Massiv HLZ 50                                            | EG                   | 2                | 21,45                                                         | 21,45                                                      |                                                             | 0,27                              |                                    | 12757,32                                     | $\geq 2000$                                                            | 12810,53                                                                | 10.810,53         | B                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 3458,84                                                                 |  |
| 5                   | Ziegel-Massiv HLZ 50                                            | EG                   | 2                | 21,45                                                         | 21,45                                                      |                                                             | 0,53                              |                                    | 12757,32                                     | $\geq 2000$                                                            | 6526,12                                                                 | 4526,12           | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 3458,84                                                                 |  |
| 6                   | Ziegel-Massiv HLZ 50                                            | EG                   | 2                | 21,45                                                         | 10,73                                                      | 10,73                                                       | 0,53                              | 0,53                               | 12757,32                                     | $\geq 2000$                                                            | 6127,81                                                                 | 4127,81           | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 3247,74                                                                 |  |
| 7                   | Ziegel-Massiv HLZ 50                                            | EG                   | 2                | 16,09                                                         | 16,09                                                      |                                                             | 0,27                              |                                    | 12835,29                                     | $\geq 2000$                                                            | 17185,1                                                                 | 15185,1           | C                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 4639,98                                                                 |  |
| 8                   | Ziegel-Massiv HLZ 50, Sparrendach mit Tondachdeckung            | OG                   | 1                | 27,7                                                          | 27,7                                                       |                                                             | 0,27                              |                                    | 6065,46                                      | $\geq 2000$                                                            | 10506,45                                                                | 8506,45           | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 2836,75                                                                 |  |
| 9                   | Ziegel-Massiv HLZ 50, Sparrendach mit Tondachdeckung            | OG                   | 1                | 27,7                                                          | 27,7                                                       |                                                             | 0,53                              |                                    | 6065,46                                      | 2592,87                                                                | 5352,35                                                                 | 2759,48           | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 2836,75                                                                 |  |
| 10                  | Ziegel-Massiv HLZ 50, Sparrendach (Aufbau b) mit Tondachdeckung | OG                   | 1                | 27,7                                                          | 27,7                                                       |                                                             | 0,27                              |                                    | 6494,83                                      | $\geq 2000$                                                            | 11250,21                                                                | 9250,21           | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 3037,56                                                                 |  |
| 11                  | Ziegel-Massiv HLZ 50, Ziegel-Massivdach mit Tondachdeckung      | OG                   | 1                | 27,7                                                          | 27,7                                                       |                                                             | 0,27                              |                                    | 8005,07                                      | $\geq 2000$                                                            | 13866,22                                                                | 11866,22          | B                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 3743,88                                                                 |  |
| 12                  | Ziegel-Massiv HLZ 50, Ziegel-Massivdach mit Tondachdeckung      | OG                   | 1                | 27,7                                                          | 27,7                                                       |                                                             | 0,53                              |                                    | 8005,07                                      | 2592,87                                                                | 7063,93                                                                 | 4471,06           | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 3743,88                                                                 |  |
| 13                  | Ziegel-Massiv HLZ 50, Ziegel-Massivdach mit Tondachdeckung      | OG                   | 1                | 13,85                                                         | 13,85                                                      |                                                             | 0,27                              |                                    | 8098,5                                       | $\geq 2000$                                                            | 28006                                                                   | 26006             | C                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2800 (1200)                                                                         | 7561,62                                                                 |  |

Die Klasse A (sommertauglich) ist praktisch immer erreichbar. Für die Klasse B (gut sommertauglich) müssen entweder die Einstrahlungsflächen (Fenster) verkleinert werden (z.B. Zeile 2, 4) oder die Speichermassen erhöht werden (z.B. Zeile 11). In diesen Bereichen gibt es auch genügend Spielraum für eine Abschattungslösung mit Zwischenjalousien (z.B. Zeile 3, 5, 12). Die Sommertauglichkeitsklasse C erfordert Disziplin im Bereich der Fenstergrößen und genügend Speichermassen in Kombination mit einer entsprechenden Abschattung (z.B. Zeile 7 und 13).

## Literatur

- [1] Forschungsarbeit „Bewertung der Sommertauglichkeit von Gebäuden“, Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Klaus Krec (2006); Kurzfassung im Download auf [www.ziegel.at](http://www.ziegel.at)
- [2] ÖNORM B 8110-3, Wärmeschutz im Hochbau – Wärmespeicherung und Sonneneinstrahlung, Ausgabe 1999-12-01 als Ersatz für die ÖNORM Vornorm B 8110-3:1989-03 und ÖNORM B 8110-3/AC1, Wärmeschutz im Hochbau – Wärmespeicherung und Sonneneinstrahlung (Berichtigung), Ausgabe 2001-06-01
- [3] ImmobilienStandard, 10./11./12. Mai 2008, Mit 21 Grad durch den Sommer, Seite 11 (2008)

- [4] Oberösterreichische Nachrichten, 17. Juli 2007, *Heißes Problem: Der Bedarf an Kälte steigt. Die Kühlung verbraucht in EU-15 Strom von 20 Millionen Haushalten*, Seite 9 (2007)
- [5] Kronen Zeitung, 03. Juni 2008, *Allein in Oberösterreich verschlingt der Kampf gegen die Hitze jährlich 140 Millionen Kilowattstunden. Verbrauch steigt! 20 Millionen werden für die Kühlung verblasen*, Seite 18-19 (2008)
- [6] RICHTLINIE 2002/91/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2002)
- [7] OIB – Richtlinie 6, Energieeinsparung und Wärmeschutz, Ausgabe 25.04.2007 (2007)
- [8] recli:more (research for climate protection: model run evaluation)
- [9] KLIMAZUKUNFT ÖSTERREICH, Kleinräumige Klimaszenarien - 1981-1990 und 2041-2050, Signale des Klimawandels, Medieninformation zum Projektabschluss Ein Projekt von: Austrian Research Centers GmbH – ARC Bereich systems research; Wegener Center for Global and Climate Change, Graz; Institut für Meteorologie & Geophysik, Universität Wien; Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Wien; Zentralanstalt für Meteorologie & Geodynamik, Wien (2007)
- [10] GEBÄUDE 6.0, Programmpaket zur Simulation des thermischen Verhaltens von Räumen, Raumgruppen und Gebäuden, © 1995-2006, Krec K., Benutzerhandbuch (2006)
- [11] Berechnungsprogramm zur Wärmespeicherung nach ÖNORM B 8110-3, Gratis-download unter [www.ziegel.at](http://www.ziegel.at), Version 08/2002
- [12] ÖNORM EN ISO 13791, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Sommerliche Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik – Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren (2004)
- [13] <http://science.orf.at/APA>, 20.7.2007, <http://science.orf.at/science/news/148786> Deutlich mehr Hitzetote durch Klimawandel (Universität für Bodenkultur und der Medizin-Universität Wien)
- [14] <http://science.orf.at/APA>, 6.7.2007, <http://science.orf.at/science/news/148582> Klimaerwärmung erhöht Zahl der Todesfälle (Harvard School of Public Health)
- [15] Heindl W., Sigmund A. & Krec K., Klimadatenkatalog, Kommissionsverlag: Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Wien (1984)
- [16] Aus Projekt HTL Innsbruck mit Dank für die Genehmigung der Grundrissverwendung.

## Impressum:



### HERAUSGEBER:

Verband Österreichischer Ziegelwerke, A-1100 Wien, Wienerberg-City, Wienerbergstraße 11  
Tel.: 01/587 33 46-0, Fax: 01/587 33 46-11, e-mail: [verband@ziegel.at](mailto:verband@ziegel.at)

FÜR DEN INHALT VERANTWORTLICH: Dipl.-Ing. Norbert Prommer

GRAFIK & SATZ: Gerda Auterith