

Forschungsprojekt

Bewertung der Sommertauglichkeit von Gebäuden

Kurzfassung

Derzeit wird dem sommerlichen Raum- und Gebäudeverhalten – landläufig unter dem Schlagwort „Sommertauglichkeit“ bekannt – in Österreich insofern Beachtung geschenkt, als üblicherweise für einen aus dem Gebäude herausgegriffenen „kritischen“ Raum der Sommertauglichkeitsnachweis gemäß ÖNorm B8110-3 durchgeführt wird. Dieser Nachweis läuft – sowohl bei Verwendung des vereinfachten Verfahrens als auch bei Zugriff auf die Mittel der thermischen Gebäudesimulation – auf eine „ja/nein“ – Entscheidung hinaus.

In der Planungspraxis hat diese seit vielen Jahren praktizierte Vorgangsweise dazu geführt, dass der Sommertauglichkeit von Gebäuden nur eine untergeordnete Bedeutung zugeordnet wird und der Sommertauglichkeitsnachweis zu einem Formalakt geworden ist.

Aus bauphysikalischer Sicht steht dieser Vorgangsweise entgegen, dass gerade das sommerliche Raumverhalten durch ein komplexes Zusammenspiel vieler verschiedener Einflüsse bestimmt wird. Für den Planungsprozess bedeutet dies, dass bei planungsbegleitender Behandlung dieses Problemkreises ein sehr großes Optimierungspotential besteht, das bei der derzeit praktizierten Vorgangsweise auch nicht annähernd ausgeschöpft wird.

Aus ökologischer und ökonomischer Sicht steht der derzeit eher stiefmütterlichen Behandlung der Sommertauglichkeitsproblematik im Planungsprozess entgegen, dass bereits jetzt beim Energieverbrauch von Gebäuden eine Verlagerung vom Energieverbrauch für die Raumheizung hin zum Energieverbrauch für die Raumkühlung zu verzeichnen ist. Vor dem Hintergrund des bereits in den letzten beiden Jahrzehnten spür- und messbaren Trends zu höheren Außenlufttemperaturen sowohl im Winter als auch im Sommer ist unschwer ableitbar, dass sich dieser Trend ohne den Einsatz von gezielten Gegenmaßnahmen weiter rasch verstärken wird.

Aus diesem Grund wird in der hier vorliegenden Forschungsarbeit ausgelotet, ob die dringend notwendige Anhebung der Bedeutung des sommerlichen Raumverhaltens im Planungsprozess mittels einfacher und sofort umsetzbarer Maßnahmen möglich ist. Der Anreiz für den Planer, dem Sommerverhalten von Gebäuden größere Aufmerksamkeit zu schenken, soll hierbei durch den Wechsel von der derzeit geforderten und praktizierten „ja/nein“ - Entscheidung des Norm-Nachweises hin zu einer Zuordnung des sommerlichen Raumverhaltens zu Güteklassen geschaffen werden.

Aufgabenstellung dieser Forschungsarbeit ist das Auffinden von tauglichen Kriterien, die eine sinnvolle und einfach umsetzbare Einführung von Güteklassen zulassen und Rücksicht auf die derzeit vorzufindende Situation im Bereich des Sommertauglichkeitsnachweises nehmen.

Ausgangspunkt der Überlegungen war die derzeit für Sommertauglichkeitsnachweise heran zu ziehende ÖNorm B8110-3. In dieser Norm ist u. a. das thermischen Simulationen des sommerlichen Raumverhaltens zugrunde zu legende „Norm-Außenklima“ definiert. Mit der Setzung von Obergrenzen für die berechnete empfundene Temperatur im untersuchten Raum sind in der ÖNorm B8110-3 aber auch die Kriterien für einen „sommertauglichen“ – also in Hinblick auf sein Sommerverhalten normgemäßen – Raum festgesetzt.

Bezüglich der Einführung von Güteklassen für das sommerliche Raumverhalten erscheint es nicht sinnvoll, die als Kriterium für die Sommertauglichkeit eingeführten Obergrenzen für die empfundene Temperatur (27 °C bei Tagnutzung und 25 °C bei Nachtnutzung) anzutasten. 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 zuordenbaren Gesundheitswerts.

Vor dem Hintergrund des sich abzeichnenden Trends zu höheren sommerlichen Außenlufttemperaturen ist es nahe liegend, den Verlauf der Außenlufttemperatur als Parameter für eine Einteilung in Güteklassen heran zu ziehen. Die Sommertauglichkeitsuntersuchung soll damit insofern erweitert werden, als nach der normgemäßen Berechnung bei sommertauglichen Räumen der Tagesgang der Außenlufttemperatur so lange nach oben hin verschoben wird, bis das Sommertauglichkeitskriterium gerade noch erfüllt ist. Die für normgemäße Sommertauglichkeitsberechnungen zu verwendende Tagesamplitude der Außenlufttemperatur von $\pm 7,0$ K wird hierbei als brauchbarer Ansatz für einen Strahlungstag, d. h. einen klaren, unbewölkten Tag, unverändert beibehalten. Lediglich der Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur wird schrittweise erhöht.

Um zu überprüfen, ob jener Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur $\bar{\Theta}_{e,max}$, bei dem die für den Raum errechnete empfundene Temperatur die von der Norm gesetzte Obergrenze gerade noch nicht überschreitet, als Kriterium für die Einführung von Güteklassen geeignet ist, wurden im Rahmen dieser Forschungsarbeit Parameterstudien unter Zugrundelegung dreier verschiedener Raumgeometrien durchgeführt. Als Parameter dieser Studien gehen die Bauweise (leicht oder schwer), der Wärmedämmstandard (Bauordnung, Niedrigenergiebauweise, Passivhausbauweise) sowie die Größe der Fenster, die Fensterorientierung und die Verschattung der Fenster ein.

Als erstes Ergebnis der durchgeführten Parameterstudien zeigt sich, dass von den insgesamt 648 möglichen Berechnungsfällen lediglich 163, also ca. 25%, den Anforderungen der ÖNorm B8110-3 in Hinblick auf das sommerliche Raumverhalten entsprechen. 485 erweisen sich somit als nicht sommertauglich und werden bei den folgenden Auswertungen nicht berücksichtigt. 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, Geschick und Engagement darstellt.

Für die 163 als sommertauglich eingestuften Berechnungsfälle wurde mittels weiterer Simulationen das thermische Verhalten bei höheren Außenlufttemperaturen untersucht und jeweils der maximal mögliche Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur $\bar{\Theta}_{e,max}$ notiert. Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Berechnungsfälle über $\bar{\Theta}_{e,max}$ für eine Klassenbreite von 0,5 K.

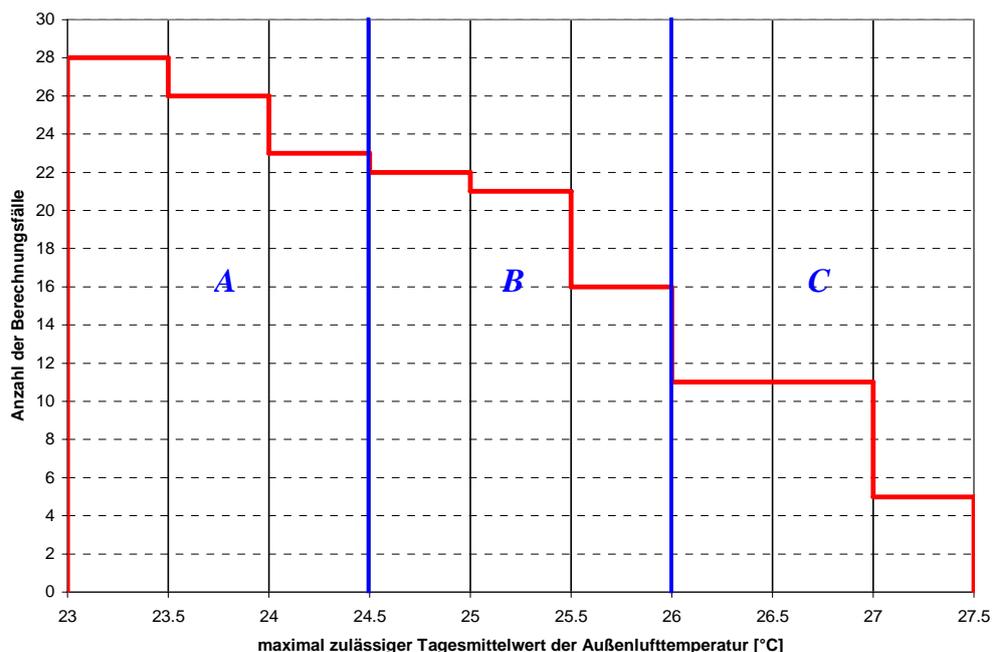


Abb. 1: Klassenweise Auszählung der Berechnungsfälle in Abhängigkeit vom maximal zulässigen Wert des Tagesmittels der Außenlufttemperatur $\bar{\Theta}_{e,max}$ für alle sommertauglichen Berechnungsfälle

Es zeigt sich, dass „die Reserven“ in Hinblick auf ein sommertaugliches Raumverhalten bei höheren Außentemperaturen in einem relativ breiten Bereich schwanken und $\bar{\Theta}_{e,max}$ sich somit als brauchbares Kriterium für die Einführung von Güteklassen anbietet. Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten Parameterstudie wird folgende Klasseneinteilung vorgeschlagen.

Klasse	Intervall für $\bar{\Theta}_{e,max}$	
A	$23,0\text{ °C} \leq \bar{\Theta}_{e,max} < 24,5\text{ °C}$	sommertauglich
B	$24,5\text{ °C} \leq \bar{\Theta}_{e,max} < 26,0\text{ °C}$	gut sommertauglich
C	$\bar{\Theta}_{e,max} \geq 26,0\text{ °C}$	sehr gut sommertauglich

Tab. 1: Zuordnung von $\bar{\Theta}_{e,max}$ zu den Güteklassen

Die Grenzen für die eingeführten Güteklassen sind in Abbildung 1 als blaue Linien markiert.

Die bisher geschilderte Vorgangsweise zur Einführung von Güteklassen für die Sommertauglichkeit von Räumen war auf die rechnerische Prognose des sommerlichen Raumverhaltens mittels normgemäßer thermischer Gebäudesimulation aufgebaut. In diesem Zusammenhang muss jedoch berücksichtigt werden, dass der Einsatz von Simulationsprogrammen auch heute noch die Ausnahme und nicht die Regel ist. Sommertauglichkeitsnachweise werden derzeit fast zu 100% nach dem vereinfachten Verfahren der ÖNorm B8110-3 über die Ermittlung von „immissionsflächenbezogenen speicherwirksamen Massen“ durchgeführt.

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 $\bar{\Theta}_{e,max}$ 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 speicherwirk-

samen 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.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die errechneten Werte für $\Delta m_{w,l}$ in Abhängigkeit von den per Simulation errechneten Werten von $\bar{\Theta}_{e,max}$ für alle sommertauglichen Varianten.

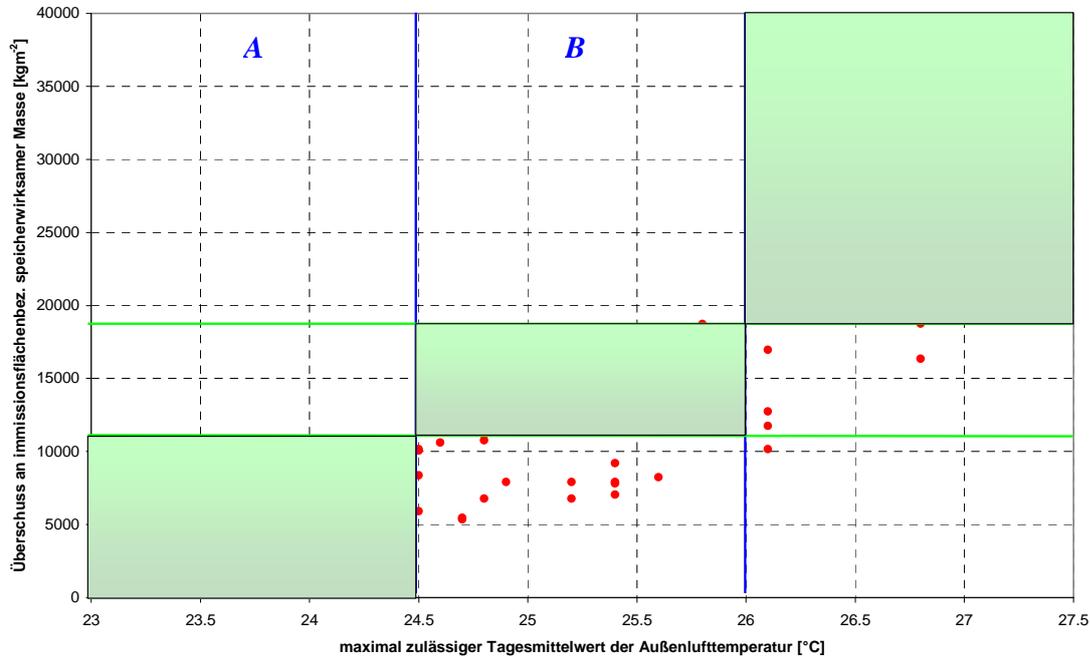


Abb. 2: Korrelation zwischen dem Überschuss an immissionsflächenbezogener speicherwirksamer Masse $\Delta m_{w,l}$ und dem maximal zulässigen Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur $\bar{\Theta}_{e,max}$ für die untersuchten, sommertauglichen Räume mit Fenstern in nur einer Fassadenebene

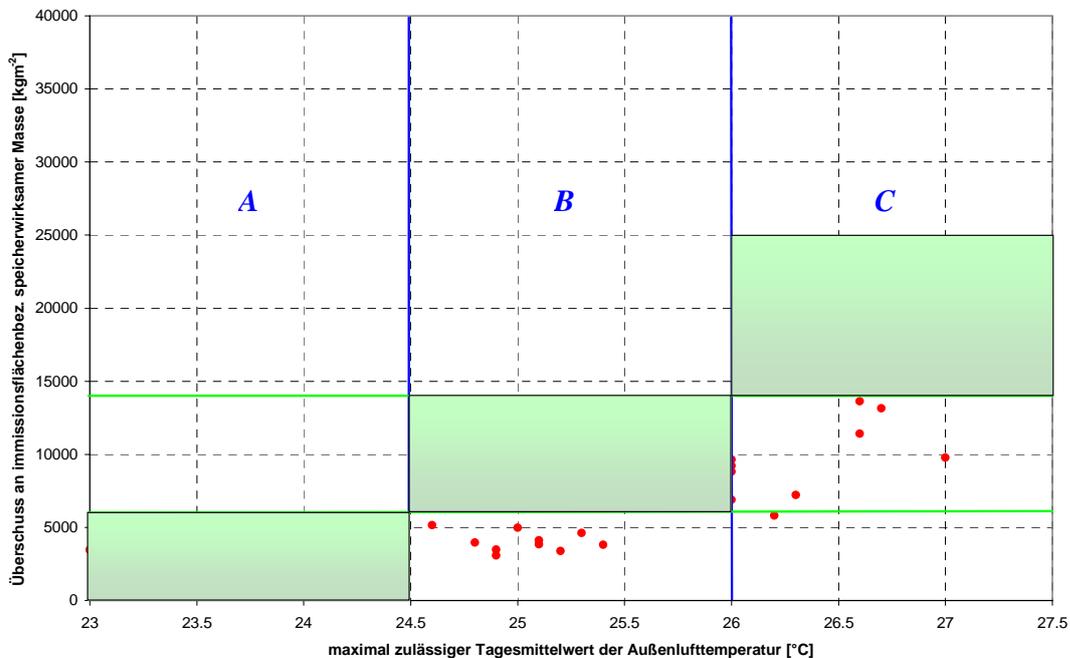


Abb. 3: Korrelation zwischen dem Überschuss an immissionsflächenbezogener speicherwirksamer Masse $\Delta m_{w,l}$ und dem maximal zulässigen Tagesmittelwert der Außenlufttemperatur $\bar{\Theta}_{e,max}$ für die untersuchten, sommertauglichen Räume mit Fenstern in zwei Fassadenebenen

Wie in obigen Abbildungen gezeigt, treten bei Verwendung des vereinfachten Verfahrens Obergrenzen für $\Delta m_{w,1}$ (grüne Linien) anstelle der Grenzen für $\bar{\Theta}_{e,max}$ (blaue Linien) als Kriterium für die Einteilung in Güteklassen auf. Die Berechnungsfälle in den grün hinterlegten Rechtecken werden unabhängig von der Wahl des Nachweis Verfahrens – der thermischen Gebäudesimulation oder des vereinfachten Verfahrens der ÖNorm B8110-3 – jeweils der gleichen Güteklasse zugeordnet. Wie in Abbildung 2 und 3 ersichtlich, wurden die Obergrenzen für $\Delta m_{w,1}$ so gesetzt, dass Fälle, bei denen das vereinfachte Verfahren zu einer anderen Güteklasse führt als die wesentlich genauere thermische Simulation (dies sind alle jene Fälle, die außerhalb der grünen Rechtecke liegen), jeweils in eine niedrigere Güteklasse eingestuft werden. Bei Verwendung des vereinfachten Verfahrens erfolgt die Einstufung in Güteklassen also so, dass eine Überschätzung der thermischen Qualität des Raums unter sommerlichen Bedingungen nicht zu befürchten ist.

Der Umstand, dass die Überprüfung der Sommertauglichkeit in nicht wenigen Fällen bei Verwendung des vereinfachten Verfahrens zu einem anderen Ergebnis führt als bei Zugriff auf Simulationsprogramme, ist mit der Ungenauigkeit des vereinfachten Verfahrens zu erklären. Als Nebenergebnis der durchgeführten Parameterstudien hat sich u. a. bei insgesamt 67 Berechnungsfällen gezeigt, dass das vereinfachte Verfahren Räume als sommertauglich bewertet, die bei genauerer Betrachtung mittels thermischer Simulation zu (teils ausgeprägter) Überwärmung neigen. Es stellt sich somit heraus, dass die Beurteilung des sommerlichen Raumverhaltens mit dem vereinfachten Verfahren der ÖNorm B8110-3 nicht sehr zuverlässig ist und oft auch nicht auf „der sicheren Seite“ liegt. Bei hohem Anspruch an Planungssicherheit ist somit grundsätzlich die Verwendung von Simulationsprogrammen für die Prognose des sommerlichen Raumverhaltens anzuraten.

Zusammenfassend ist in folgender Zuordnungstabelle das Ergebnis der Korrelationsuntersuchungen als Vorschlag für eine Güteklasseneinteilung dargestellt.

	Intervall für $\Delta m_{w,1}$	
Klasse	1 Ebene mit Lüftungsöffnungen	2 oder mehr Ebenen mit Lüftungsöffnungen
A	$0 \text{ kgm}^{-2} \leq \Delta m_{w,1} < 11000 \text{ kgm}^{-2}$	$0 \text{ kgm}^{-2} \leq \Delta m_{w,1} < 6000 \text{ kgm}^{-2}$
B	$11000 \text{ kgm}^{-2} \leq \Delta m_{w,1} < 19000 \text{ kgm}^{-2}$	$6000 \text{ kgm}^{-2} \leq \Delta m_{w,1} < 14000 \text{ kgm}^{-2}$
C	$\Delta m_{w,1} \geq 19000 \text{ kgm}^{-2}$	$\Delta m_{w,1} \geq 14000 \text{ kgm}^{-2}$

Tab. 2: Zuordnung von $\Delta m_{w,1}$ zu den Güteklassen

In Hinblick auf die Umsetzbarkeit der vorgeschlagenen Einteilung in Güteklassen ist festzuhalten, dass in Bauphysik-Programmen, die das vereinfachte Verfahren der B8110-3 implementiert haben, die immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse des Raums berechnet und natürlich auch die mindesterforderliche immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse gemäß ÖNorm B8110-3 ermittelt wird. Der Schritt zu einer Güteklassenzuordnung über $\Delta m_{w,1}$ als Kriterium erfordert somit lediglich eine Subtraktion und die Zuordnung des Ergebnisses gemäß Tabelle 2. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass ein Umstieg von der derzeit praktizierten „ja/nein“ – Entscheidung auf eine Einstufung in Güteklassen ohne nennenswerten Aufwand und jederzeit möglich ist.

Bei Anwendung von Simulationsprogrammen stört die Notwendigkeit mehrfacher Durchrechnungen unter Veränderung des Tagesmittelwerts der Außenlufttemperatur insofern nicht, als der Aufwand für diese Mehrfachberechnung im Vergleich zum Aufwand für die Datenerhebung und Dateneingabe vernachlässigbar ist.

Zusammenfassend kann die der Forschungsarbeit zugrunde liegende Fragestellung wie folgt beantwortet werden:

- 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 Kühlenergiebedarfs dringend notwendig.
- Das Heranziehen des maximal möglichen Tagesmittelwerts 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.

Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Klaus Kreč