

# WÄRMESPEICHERUNG – DIE ÖNORM B 8110-3

Dipl.-Ing.Dr. Christian Pöhn  
MA 39 – VFA, Bauphysiklabor

Es ist Sommer 2003. Wir sind im Büro und es ist sehr heiß. In einer kurzen Pause – die Kleidung klebt bereits an der Haut – denken wir darüber nach, ob die Klimaanlage, die erst einige Jahre zuvor einstimmig von allen Kolleginnen und Kollegen abgelehnt wurde, nicht doch eine Überlegung wert gewesen wäre. Nach dem Arbeitstag – vor dem Verlassen des Büros haben wir in Sorge vor Wind und nicht geladenen Gästen sämtliche Fenster fest verschlossen – kommen wir nach Hause und es ist nicht minder heiß. Wir haben vergessen den Sonnenschutz, vor dem Weg zur Arbeit herunterzuziehen. Während die Wohnung gelüftet wird und wir uns irgendwie Abkühlung verschaffen, fragen wir uns, ob dieser Zustand eigentlich bei der Planung von Gebäuden Berücksichtigung gefunden hat. Er hat!

In Österreich gibt es seit vielen Jahren eine Norm, nach der die Vermeidung der sommerlichen Überwärmung nachgewiesen werden kann. Dabei wird die thermische Trägheit eines Raumes – vorzüglich des ungünstigsten Raumes – berechnet und dann in Abhängigkeit von Lüftungsmöglichkeiten und Immissionsflächen mit Anforderungen verglichen. Diese Anforderungen basieren auf einem ausgewählten Sommerklima, das für Österreich ein statistisches Maximum darstellt, und der Annahme, dass Menschen grundsätzlich an Wohlbefinden verlieren, wenn die Lufttemperatur über 27 Grad Celsius ansteigt. Allerdings setzt die Norm auch voraus, dass jedenfalls Lüftung auch zu einem Zeitpunkt stattfindet, wo dies überhaupt sinnvoll ist – also in den kühleren Nachtstunden – und dass allenfalls innerhalb des Nachweises verwendete Abschattungseinrichtungen auch während der Immissionszeit in Verwendung kommen. Dies sind zwei unerhört wichtige Rahmenbedingungen. In der als Einleitung gegebenen Erinnerung an den heißen Sommer 2003 wurden beide Maßnahmen sträflich vernachlässigt.

Wie funktioniert nun der Nachweis im Detail?

Vorerst hat man den ungünstigsten Raum aus der Sicht der sommerlichen Überwärmung zu suchen. Es ist dies naturgemäß einer jener Räume, der eine große Immissionsfläche besitzt und dabei wenig Speichermasse aufweist.

Was sind Speichermassen?

Bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs von Gebäuden können auch Gewinne in Rechnung gestellt werden. Insbesondere Gewinne infolge solarer Strahlung müssen nicht immer dann zur Verfügung stehen, wenn wir sie uns wünschen würden. Nachdem jeder Gegenstand aber eine gewisse thermische Trägheit besitzt – man denke an die Beispiele noch nicht gefrorener Seen am Winteranfang oder an das herrliche Schauspiel eines Temperatursturzes im Gebirge mit Regen und Teile des Regenwassers verdampfen auf den noch warmen Felsen – ist dies auch eine Eigenschaft, die Gebäuden zueigen ist. Insbesondere der Tag-Nacht-Temperaturgang stellt hier die thermische Trägheit dar. Wünschen wir uns im Winter gleichsam eine Speicherung allenfalls stattgefundener solarer Immission, so gilt dieser Wunsch gerade in umgekehrter Richtung einer möglichen

Aufnahme von Wärme in während der Nacht abgekühlten Bauteilen und somit Abfederung des Außenlufttemperaturganges.

Wie berechnet man Speichermassen?

Grundsätzlich ist es für den Physiker relativ einfach, die thermische Trägheit von Bauteilen zu berechnen. Es bedarf nur der Lösung der instationären Wärmeleitungsgleichung für eine gewisse Periode im eingeschwungenen Zustand. Basierend auf Europäischen Normen geschieht dies in der ÖNORM EN 13786 unter Miteinbeziehung der Übergangswiderstände als Speicherkapazität von Bauteilen. Die ÖNORM B 8110-3 verwendet eben diesen Berechnungsalgorithmus, vernachlässigt aber die Übergangswiderstände und rechnet nach Erhalt der Speicherkapazität in Speichermassen um. Relativ einfach ist eine „Milchmädchenrechnung“ unter folgenden Annahmen:

- Annahme der spezifischen Speicherkapazität mit 0,5 kJ/kgK für metallische, mit 1,0 kJ/kgK für mineralische und 1,5 kJ/kgK für organische Baustoffe
- Berücksichtigung von maximal der Hälfte der Bauteildicke (z.B. werden bei 16 cm dicken Bauteilen nur acht Zentimeter berücksichtigt), maximal zehn Zentimeter cm (z.B. werden bei 30 Zentimeter dicken Bauteilen nur zehn Zentimeter berücksichtigt) oder maximal bis zur ersten Dämmstoffschicht (z.B. werden bei einem Fußbodenaufbau nur der Trockenestrich oder der Betonestrich bis zur Trittschalldämmschicht berücksichtigt).
- Die so zu berechnende Speicherkapazität  $d \cdot \rho \cdot c$  wird anschließend mit der Referenz-Speicherkapazität  $c_0 = 1046,7 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  in Speichermassen umgerechnet.

Ein exaktes Verfahren ist – wie oben erwähnt – der ÖNORM EN 13786 zu entnehmen. Eben dort werden auch die Grenzen dieser vereinfachten Methode aufgezeigt.

Als nächster Schritt muss einerseits die Immissionsfläche des Raumes und andererseits der immissionsflächenbezogene, stündliche Luftvolumenstrom ermittelt werden.

$$A_I = \sum A_{AL} \cdot f_G \cdot g \cdot z \cdot Z_{ON} + A_S + A_T$$

Dabei stellen  $A_S$  die Personenwärme in 0,2 Quadratmeter pro Person dar und  $A_T$  die technischen Wärmequellen in 2 Quadratmeter je 1 kW gleichzeitig genutzter elektrischer Leistung.

$$V_{L,S} = \frac{n_L \cdot V}{A_I}$$

In Abhängigkeit vom immissionsflächenbezogenen, stündlichen Luftvolumenstrom ist nun die mindesterforderliche immissionsflächenbezogene, speicherwirksame Masse zu ermitteln.

| Immissionsflächenbezogener<br>Luftvolumenstrom $V_{L,S}$ in $m^3/h \cdot m^2$   | stündlicher | Immissionsflächenbezogene<br>$m_{w,Al}^{2)}$ in $kg/m^2$ | speicherwirksame<br>Masse |
|---|-------------|--|---------------------------|
| $\geq 100$  |             | $\geq 2000$  |                           |
| 75  |             | $\geq 4000$  |                           |
| 50 <sup>1)</sup>  |             | $\geq 8000$  |                           |
| <sup>1)</sup> ... immissionsbezogene Luftvolumenströme von weniger als $50 m^3/h \cdot m^2$ führen zu einem hohen Überwärmungsrisiko und sind daher grundsätzlich zu vermeiden.<br><sup>2)</sup> ... im Bedarfsfall zu interpolieren. |             |  |                           |

Für die  $Z_{ON}$ -Faktoren zur Berücksichtigung der Glasflächen-Orientierung und Neigung werden ebenfalls in der Norm Werte vorgegeben:

| Neigung<br>Flächennormalen | Orientierung |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                            | 0°           | 45°  | 90°  | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° |
|                            | N            | NO   | O    | SO   | S    | SW   | W    | NW   |
| 0°                         | 0,54         | 0,82 | 1,12 | 1,14 | 1    | 1,14 | 1,12 | 0,82 |
| 30°                        | 0,85         | 1,15 | 1,54 | 1,69 | 1,7  | 1,69 | 1,54 | 1,15 |
| 60°                        | 1,61         | 1,68 | 1,88 | 2,04 | 1,9  | 2,04 | 1,88 | 1,68 |
| 90°                        | 2,06         |      |      |      |      |      |      |      |

Für den Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$  werden in der ÖNORM B 8110-3 folgende Richtwerte angegeben:

| Zeile | Glasart und Bezeichnung            | Aufbau<br>Glas-/ZR <sup>3)</sup> /Glas-<br>dicke (mm) | Licht-<br>transmissionsgrad<br>$e$ | Strahlungs-<br>transmissions-<br>grad $s$ | Gesamt-<br>energiedurchlassgr<br>ad $g^{1)}$ |
|-------|------------------------------------|---|------------------------------------|---|--|
| 1     | Einfachglas <sup>2)</sup>          | 4   | 0,90                               | 0,85                                      | 0,87   |
| 2     | Doppelverglasung <sup>2)</sup>     | 4/ZR/4  | 0,80                               | 0,72                                      | 0,75   |
| 3     | 3fach-Verglasung <sup>2)</sup>     | 4/ZR/4/ZR/4   | 0,72                               | 0,64                                      | 0,67   |
| 4     | 4fach-Verglasung <sup>2)</sup>     | 4/ZR/4/ZR/4/ZR/4                                      | 0,64                               | 0,55                                      | 0,6  |
| 5     | Wärmeschutzglas<br>goldbeschichtet | 1,4<br>4/ZR/4   | 0,60                               | 0,45                                      | 0,57   |
| 6     | Wärmeschutzglas<br>goldbeschichtet | 1,6<br>4/ZR/4   | 0,65                               | 0,53                                      | 0,65   |
| 7     | Wärmeschutzglas<br>goldbeschichtet | neutral<br>4/ZR/4                                     | 0,62                               | 0,44                                      | 0,50   |
| 8     | Wärmeschutzglas<br>neutral         | 4/ZR/4  | 0,79                               | 0,52                                      | 0,67   |

|   |                                     |        |      |      |      |
|---|-------------------------------------|--------|------|------|------|
|   | silberbeschichtet                   |        |      |      |      |
| 9   | Sonnenschutzglas                    | 5/ZR/5 | 0,66 | 0,4  | 0,5  |
| 10  | Profilbauglas einfach               | 6      | 0,89 | 0,81 | 0,84 |
| 11  | Profilbauglas doppelt               | 6/ZR/6 | 0,79 | 0,60 | 0,70 |
| 12  | Profilbauglas zinnoxidbeschichtet   | 6/ZR/6 | 0,72 | 0,54 | 0,60 |
| 13  | Profilbauglas kobaltoxidbeschichtet | 6/ZR/6 | 0,27 | 0,23 | 0,33 |
| <sup>1)</sup> Werden gegenüber der Tabelle 6 günstigere Rechenwerte für die Sonnenenergiedurchlässigkeit transparenter Bauteile deklariert, so sind Nachweise einer akkreditierten Prüfanstalt vorzulegen.<br><sup>2)</sup> ungefärbtes Fensterglas<br><sup>3)</sup> ZR = Zwischenraum von 6 mm bis 12 mm |                                     |        |      |      |      |

Für die Abschattungsfaktoren z werden in der ÖNORM B 8110-3 folgende Richtwerte angegeben:

| Zeile   | Abschattungsvorrichtung  | Abminderungsfaktor <sup>1)</sup> z |
|---|--|------------------------------------|
| 1   | keine Abschattungsvorrichtung  | 1,00                               |
| 2   | Außenjalousie, Fensterläden mit Jalousiefüllung (beweglich, unterlüftet, Belichtung ohne künstliche Beleuchtung möglich) | 0,27                               |
| 3   | Zwischenjalousie   | 0,53                               |
| 4   | Innenjalousie (je nach Farbe und Material)   | 0,75                               |
| 5   | beschattungswirksame Vordächer, Balkone und horizontale Lamellenblenden  | 0,32                               |
| 6   | Markisen (seitlicher Lichteinfall möglich)   | 0,43                               |
| 7   | Rollläden, Fensterläden mit voller Füllung   | 0,32                               |
| 8   | helle Innenvorhänge <sup>3)</sup> , Reflexionsvorhänge <sup>3)</sup> und Innenmarkisen                                   | 0,75                               |
| 9   | Bepflanzung <sup>3)</sup>  | 0,50 bis 1,00 <sup>2)</sup>        |
| <sup>1)</sup> Werden gegenüber der Tabelle 7 günstigere Abminderungsfaktoren von Abschattungsvorrichtungen deklariert, sind Nachweise einer akkreditierten Prüfanstalt vorzulegen.<br><sup>2)</sup> Ohne besonderen Nachweis ist der ungünstigste Wert zu wählen.<br><sup>3)</sup> Bei baubehördlichen Nachweisen ist dieser Abminderungsfaktor unter Umständen nicht zu berücksichtigen. |  |                                    |

Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang die Beachtung folgender Punkte:

- Eine Überschreitung der Maximal-Temperatur ist statistisch gesehen möglich, sollte jedoch in zehn Jahren unterhalb von 130 Tagen liegen. Allerdings, erlaubt sich der Autor zu bemerken, ist die Annahme des Bemessungsklimas bereits einige Jahre alt und nimmt keinerlei Bezug auf eine allenfalls derzeit stattfindende ausgeprägtere Hitzeperiode im Sommer.

- Auf die ausreichende Berücksichtigung von technischen Wärmequellen und Personen kann nicht eindringlich genug hingewiesen werden. Insbesondere bedenke man bei Büros die vielen versteckten Wärmequellen in Form von Netzgeräten aller Art und beispielsweise bei Schulen oder Kindertagesheimen die Anzahl der Kinder.
- Nicht genug kann darauf hingewiesen werden, dass auch positive Nachweise auf die Mithilfe des Nutzers nicht verzichten können, da nur er das Lüftungsverhalten während der kühleren Nachtstunden und das Abschattungsverhalten während der Immissionsperiode beeinflussen kann.

Die Umsetzung der RICHTLINIE 2002/91/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ist in folgender Weise möglich:

- Festlegung des höchstzulässigen jährlichen Heizwärmebedarfes  $HWB_{BGF}$  der Gebäude/Gebäudeteile
- Festlegung des höchstzulässigen jährlichen Kühlwärmebedarfes  $KWB_{BGF}$  der Gebäude/Gebäudeteile

Darüber hinaus ist ein Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz gemäß obiger Richtlinie mit Angaben über die Qualität und Inspektion des Heizsystems und allfälliger Klimaanlage sowie mit Empfehlung zu etwaigen Verbesserungen zu ergänzen.

Stellt man nun die Überlegung an, dass für den sommerlichen Wärmeschutz eine ähnlich abstrakte Größe zu ermitteln ist wie es der nicht standortbezogene Heizwärmebedarf ist, so führt dies unter der Berücksichtigung einer zu wählenden Soll-Maximaltemperatur, eines anzunehmenden Maximalluftwechsels und der im Rahmen der Ermittlung des Heizwärmebedarfs nicht ausnutzbaren Gewinne zum Kühlwärmebedarf. Aufgrund der bewährten Existenz der ÖNORM B 8110-3 kann für Wohngebäude auf die Ermittlung des Kühlwärmebedarfs unter der Voraussetzung des positiven Nachweises der Vermeidung der sommerlichen Überwärmung für den ungünstigsten Raum verzichtet werden. Für andere Gebäude ist als Energiekennzahl für die warme Jahreszeit der Kühlwärmebedarf gemäß dieser Norm zu ermitteln.

Literatur

ÖNORM B 8110-3

ÖNORM EN 13786

ÖNORM B 8110-8