

## Kapitel 3

### Termosfassade

### Zum Verständnis der neuen energieeinsparenden Fassadentechnik

### Das Wetter

#### Vorbemerkung

In Nr.1 wurde ausgesagt, dass die wetterbestimmten Vorgänge an der Gebäudeoberfläche im Wesentlichen den Heizenergieaufwand bestimmen. Die EnEV und die DIN 4108 und nun auch die DIN EN ISO 6946 sehen das allerdings anders. Dort bestimmt der Transmissionswärmestrom auf seinem Weg vom Innenraum zur Gebäudeoberfläche den Energieaufwand. Der entscheidende Vorgang, nämlich der Energieübergang an der Gebäudeoberfläche ( $\alpha_a$ ) (Alpha außen), neuerdings mit ( $R_{se}$ ) bezeichnet, wird mit der pauschalen Größe  $25 \text{ W/m}^2$  behandelt, der als Energieabtrag interpretiert werden kann. Wie dieser Pauschalwert zustande gekommen ist, ist nicht ersichtlich. Jedenfalls ist dieser Wert unsinnig. Jedermann kann das empirisch erfahren. Selbst bei strenger Kälte kann Sonneneinstrahlung zur Erwärmung einer Außenwand führen. Es findet also Energieeintrag statt. Bei mildem Winterwetter, aber heftigem Wind kann der konvektive Energieabtrag Größenordnungen von mehr als  $200 \text{ W/m}^2$  erreichen. All dieses kann natürlich mit einem Pauschalwert nicht erfasst werden. Wir müssen daher so gut wie möglich das Wetter in unsere Berechnungen einbeziehen. Tun wir das, können wir nicht mehr stationär rechnen.

Das Ganze hat nur einen Haken: Neugierig, wie wir einmal sind, würden wir natürlich gerne eine genaue Prognose des Heizenergieverbrauchs erstellen. Da diese aber wetterabhängig ist, wird uns das wohl nicht gelingen, solange auch die Wetterfrösche, wie man die Meteorologen gerne nennt, bestenfalls für drei Tage eine halbwegs zutreffende Wetterprognose zustande bringen. Für die Meteorologen ist das frustrierend, sodass sie sich ja nun darauf verlegt haben, das Wetter in hundert Jahren zu prophezeien, das aber – soweit es die Lufttemperatur betrifft, sogar auf ein Zehntelgrad genau. Damit das staunende Publikum diese Prophetien auch ernst nimmt, werden sie zugleich als Horrorvisionen verkauft und als Klimakatastrophe. Nehmen wir einmal an, dass wir das prophezeite Wetter bereits hätten und es gäbe eine Tendenz zur Abkühlung. Unsere Wetterfrösche würden uns auch das als dräuende Katastrophe verkaufen, eine neue Eiszeit stünde vor der Tür und wir müssten uns ausmalen, dass unser Einfamilienhäuschen alsbald unter einer tausend Meter dicken Eisschicht vergraben wäre. Kehren wir daher zum Wetter zurück, dass derzeit und auch in Zukunft leider so geartet ist, dass wir im Winter heizen müssen und im Sommer über die Anschaffung einer Klimaanlage nachdenken.

Genauere Prognosen sind also nicht möglich. Wir verfügen aber über Wetteraufzeichnungen über viele zurückliegende Jahre. Aus diesen Auf-

zeichnungen hat das Fraunhoferinstitut für Bauphysik (IBP) ein Durchschnittswetter gebildet, das eine gute Arbeitsgrundlage ist<sup>1</sup>. Wir verfügen auch über Aufzeichnungen einzelner Jahresverläufe. Diese kann man – wenn es um Heizperioden geht – auf extreme Verläufe hin einordnen. Beim Vergleich des Durchschnittswetters mit den Extremverläufen kommt man auf Abweichungen nach oben und unten. Damit ist es möglich, Prognosen zu erstellen und deren mögliche Schwankungsbreite anzugeben. Das ist dann schon ein recht ordentliches Ergebnis, das aber nur dann erreicht werden kann, wenn man instationär rechnet. Die stationäre Berechnungsweise, die ja keine Wetteränderungen kennt, kann natürlich derartige Ergebnisse nicht erreichen.

### **Bestandteile des Wetters.**

Soweit wir uns um die Einsparung von Heizenergie bemühen, sind für uns folgende Bestandteile des Wetters von Interesse: Sonneneinstrahlung, Bewölkung, Luftdruck, Lufttemperatur, Bedeckungsgrad, Windgeschwindigkeit, Bodentemperaturen, Zeitpunkt des Wettergeschehens und relative Luftfeuchtigkeit. Das wollen wir nun im Einzelnen und teilweise erörtern.

### **Sonneneinstrahlung**

Die vom Planeten Erde empfangene Sonnenenergie ist nahezu ausschließlich die Quelle aller mit Energieumsatz verbundenen Vorgänge. Die eingestrahnten Energiemengen sind gewaltig und man kann nur hoffen, dass die Berechnungen der Astrophysiker, wonach die Sonne noch für etliche Milliarden Jahre Energiereserven hat, auch stimmen und wir nicht demnächst einfrieren, bis wir die Temperatur des Universums von 3 K erreicht haben. Wie gewaltig diese Energiemengen sind sieht man z.B. daran, dass eine Fläche in der Sahara mit den Ausmaßen von etwa 400 km<sup>2</sup> und in Verbindung mit Photovoltaik ausreichen würde, um den gesamten Energiebedarf Europas abzudecken. Dieses Projekt sollte man endlich anpacken.

Die Einstrahlungsleistung der Sonne auf die Erdoberfläche nennt man Globalstrahlung, die in W/m<sup>2</sup> angegeben wird. Sie wird maximal mit etwa 1.200 W/m<sup>2</sup> angegeben. Der in der Atmosphäre enthaltene Wasserdampf, sonstige Beimengungen und die Bewölkung mindern die Einstrahlungsleistung, sodass in unseren Breiten die maximale Einstrahlungsleistung bei trockener Luft und senkrecht zur Einstrahlrichtung gemessen nur noch etwa 800 W/m<sup>2</sup> beträgt. Steht die Sonne nahe über dem Horizont, ist die zu durchquerende Schicht größer, die Minderung der Einstrahlung entsprechend. Die Dauer der Sonneneinstrahlung hängt von der Form der Umgebung ab. In einem tief eingeschnittenen Gebirgstal ist sie geringer, auf einem Berggipfel länger. Ebenso spielt die Verschattung durch Gebäude, Bäume u.v.a.m. eine Rolle. Das alles sollte berücksichtigt werden, will man in einer Simulation die tatsächliche Einstrahlungsleistung

---

<sup>1</sup> Es gibt auch andere Wetteraufzeichnungen, z.B. die des Deutschen Wetterdienstes. Welche Aufzeichnungen man verwendet, ist eine Zweckmässigkeitsfrage.

bewerten. Nicht zu vergessen ist natürlich die Angabe der geografischen Breite.

Ich selbst bin wie folgt vorgegangen:

Ich gehe von der Solarkonstanten aus, also der Einstrahlungsleistung der Sonne oberhalb der Atmosphäre mit etwa  $1.370 \text{ W/m}^2$ . Die Minderung der Einstrahlung durch atmosphärische Bedingungen mache ich an den gemessenen Luftdrücken fest, da bekanntlich Hochdruckwetter von geringer Bedeckung, Tiefdruckwetter von hoher Bedeckung gekennzeichnet ist. Durch die Auswertung von Wetteraufzeichnungen kann ich nunmehr eine abgestufte Minderung der Solarkonstanten in 6 Schritten errechnen. Die Berechnung funktioniert sehr gut in den meteorologischen Jahreszeiten Frühling, Herbst und Winter, leider nicht im Sommer wegen der dort sehr instabilen Wetterlagen.

Von erheblicher Bedeutung ist bei unmittelbarer Sonneneinstrahlung der Einstrahlungswinkel auf die Gebäudeoberfläche. Dieser Winkel ändert sich fortwährend. Ich habe ihm die Bezeichnung ( $\gamma$ ) gegeben. Gerechnet wird mit dem Sinus dieses Winkels, sodass das Produkt aus dem Sinus von  $\gamma$  mit der bereits abgeminderten Globalstrahlung sehr genau die wandflächenbezogene Einstrahlungsleistung angibt. Inzwischen habe ich eine Gleichung ausgearbeitet, die mit stündlichen Werten die Einstrahlungsleistung auf Wänden mit beliebiger Ausrichtung angibt. Im konkreten Fall muss der Berechner nur die Himmelsrichtung der Wand eingeben und erhält unmittelbar die Größe der Einstrahlungsleistung für jede Stunde.

Will man nun hieraus die Temperatur der bestrahlten Wand ermitteln, löst man die Gleichung nach dem Gesetz von Stefan-Boltzmann nach ( $T$ ) auf. Einzusetzen ist auch der richtige Emissionskoeffizient der Wandoberfläche ( $\epsilon$ ). Auch hier haben Messungen eine sehr gute Übereinstimmung mit der Berechnung gezeigt. Da die bestrahlte Wand zugleich auch Energie emittiert, muss das gegengerechnet werden.

Wir sind also in der Lage, verhältnismäßig einfach mit stündlichen Werten das Temperaturgefälle zwischen Innen- und Außenwandoberfläche zu bestimmen. Gegenüber der in der DIN 4108 und in der EnEV vorgegebenen stationären Berechnungsweise ist das also ein entscheidender Fortschritt.

Bei der endgültigen Bestimmung der Wandoberflächentemperatur sind natürlich weitere Einflüsse zu berücksichtigen, vor allem konvektiver Energieabtrag bei Wind und die gleichzeitig stattfindende Abstrahlung von der Wand. Die bisher schon durchgeführten Simulationen haben gezeigt, dass auch in der Heizperiode Phasen mit großem Überschuss an Energieeintrag stattfinden. Für mich sehr überraschend war auch, dass in den Heizungsübergangszeiten sehr häufig große Energiemengen konvektiv eingetragen werden.

Eines wird jedoch sofort sichtbar: Die Behinderung des exogenen Energieeintrags, wie das WDVS bewirken, verschlechtert die Energiebilanz am Gebäude so erheblich, dass sie zur Einsparung von Heizenergie nichts beitragen können. Für die einschlägige Industrie ist das natürlich ein verdrießlich stimmendes Ergebnis, das aber auch erklärt, warum Garantien zum wirtschaftlichen Erfolg von WDVS, der ja nur in einer Heizkostensparnis liegen kann, nicht gegeben werden. Kann es sein, dass die Industrie für WDVS, die ja mit Forschungsinstituten eng zusammenarbeitet, das schon längst weiß? Näheres hierüber wird sicherlich die unvermeidbare Diskussion über meine Thesen ergeben.