

Kapitel 31

Thermosfassade

Zusammenfassung der bauphysikalischen Wirkungsweise

1) Zum Begriff des energetischen Umfelds.

Unsere Gebäude stehen auf der Erdoberfläche und in einem Teilbereich unserer Atmosphäre. Dort finden wir energetische Zustände vor, die durchwegs auf die Einstrahlung der Sonne zurückgehen. Hinzu kommen Wettererscheinungen wie z.B. Wind. Alle diese Zustände führen dazu, dass auf die Gebäudeoberfläche Energien einwirken, wie augenfällig:

- Sonneneinstrahlung zu unterschiedlichen Zeiten und aus unterschiedlichen Richtungen mit unterschiedlichen Intensitäten.
- Einstrahlung von Wärmeenergie aus der Gebäudeumgebung, also vom umgebenden Gelände und von nachbarlicher Bebauung.
- Diffuse Einstrahlung
- Konvektiver Energieeintrag in Abhängigkeit vom Temperaturunterschied der Lufttemperatur zur Gebäudeoberfläche und in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit der Luft. (Wind).

Diese Energiezuflüsse sind durchwegs sehr gut berechenbar. Wir müssen uns daher darüber bewusst werden, dass auf ein Gebäude Energien einwirken, die allesamt zum „Energieeintrag“ gehören. Sie sind die Folge dessen, dass sich unsere Gebäude in einem „energetischen Umfeld“ befinden. Dieses energetische Umfeld ist so leistungsstark, dass man dann, wenn man die Leistung einer Heizungsanlage dem Energieeintrag zuordnet und das Ganze berechnet, man feststellt, dass eine Heizungsanlage im Mittel mit gerade einmal 3% am gesamten Energieeintrag beteiligt ist und der ganz überwiegende Teil der auf ein Gebäude einwirkenden Energie mit einem Anteil von 97% der Umwelt entstammt. Ein Beispiel möge dies verdeutlichen:

Wir wollen die Einstrahlungsleistung aus der Gebäudeumgebung wissen, wenn diese wegen eines sehr strengen Winters eine Oberflächentemperatur von -10 °C

angenommen hat. Mit Hilfe des Strahlungsgesetzes von Stefan-Boltzmann ist das sehr einfach berechenbar. Hierbei können wir den sog. „Emissionskoeffizienten“ (ϵ) mit 0,90 annehmen. Die Stefan-Boltzmann-Konstante (σ) hat den Zahlenwert 5,671.

Die Grundformel des Strahlungsgesetzes lautet:

$$Q_{\text{strahlend}} = 5,671 \times (\epsilon) \times (T/100)^4 \text{ in (W/m}^2\text{)}$$

Setzt man in diese Formel ein, ergibt sich eine Strahlungsleistung von $244,18\text{ W/m}^2$. Diese Einstrahlungsleistung wirkt auf die Gebäudeoberfläche ein. Betrachten wir einmal ein kleines Einfamilienhaus mit einem Umriss von $8,00 \times 10,00\text{ m}$ mit einer mittleren Wandhöhe von $4,50\text{ m}$, haben wir eine

Wandoberfläche von 162 m². Demzufolge beträgt in diesem Fall der Einstrahlungsgewinn aus einer Umgebung mit einer Temperatur von -10 °C

$$162 \text{ m}^2 \times 244,18 \text{ W/m}^2 = 39.557,16 \text{ W} \text{ oder } 39,56 \text{ kW}$$

Das besagte Häuschen hat einen umbauten Raum von etwa 400 m³ und demzufolge müsste eine Heizanlage faustformelartig für eine Spitzenleistung von ca. 6 kW ausgelegt werden. Man sieht also, dass alleine schon die Einstrahlungsleistung aus der Umgebung die Leistung der Heizanlage um das siebenfache übersteigt. Berücksichtigt man noch die zusätzliche Diffusstrahlung und die unmittelbare Sonneneinstrahlung, wird einsichtig, wie gering der Anteil der Heizleistung am gesamten Energieeintrag ist.

Hieraus erschließt sich bei weiterer Betrachtung, dass bei einem bauphysikalischen Modell, bei dem ausschließlich der von innen nach aussen gerichtete Transmissionswärmestrom betrachtet wird, der seine Quelle ja nur in der Heizanlage hat, nur ein verschwindend geringer Teil des Gesamtgeschehens betrachtet wird. Genau so sieht aber das „amtliche“ Modell nach DIN 4108 und DIN EN ISO 6946 aus. Ich halte es für falsch.

2) Folgerungen für ein richtiges bauphysikalisches Modell

Wir sehen also, dass der überwiegende Teil des auf ein Gebäude einwirkenden Energieeintrags von aussen kommt und somit als „exogen“ angesehen werden kann. Daraus folgt zwingend, dass der exogene Energieeintrag auch berechnet werden muss.

Ein Gebäude gibt aber auch Energie ab, wobei wichtig ist, dass dies nur an der Gebäudeoberfläche stattfindet. Hierbei haben wir es nur mit zwei Arten des Energieübergangs zu tun:

- Konvektiver Energieabtrag dann, wenn die Umgebungsluft kälter als die Gebäudeoberfläche ist.
- Strahlender Energieabtrag, abhängig von der Oberflächentemperatur (T) und dem Emissionskoeffizienten (ϵ), völlig unabhängig von den Energiezuständen in der Umgebung.

Beide Arten des Energieübergangs sind zuverlässig berechenbar.

3) Der Energiebilanzwert

Eine einfache empirische Überlegung zeigt, dass das Erfordernis der Gebäudeheizung dann entsteht, wenn der Energieabtrag den Energieeintrag übersteigt. Überwiegt der Energieeintrag, muss nicht geheizt werden. Bei sehr großem Überschuss des Energieeintrags kann sogar Gebäudekühlung erforderlich werden. Wollen wir das rechnerisch in den Griff bekommen, muss sowohl der Energieeintrag als auch der Energieabtrag berechnet werden. Je genauer dies gemacht wird, umso aussagekräftiger ist das Ergebnis.

Würde man das nun nur mit gemittelten Werten machen, also beispielsweise mit Durchschnittswerten aus einer ganzen Heizperiode, hätten wir zwar ein Ergebnis – allerdings ohne jeden sinnvollen Bezug zu den wirklichen Abläufen. Das Rechnen mit Mittelwerten wäre also methodisch falsch.

Ich habe mich entschieden, mit stündlichen Werten zu rechnen. Bei einer achtmonatigen Heizperiode müssen wir daher 5.760 Einzelberechnungen durchführen. Das geht allerdings nur noch mit computergestützten Rechenmethoden. Fügt man in diese 5.760 Einzelberechnungen alle erforderlichen Parameter ein, besteht jede Einzelberechnung ihrerseits aus etwa 150 Rechenschritten, also für die gesamte Heizperiode etwa 880.000 Rechenschritte. Benötigt man für jeden Rechenschritt 10 Minuten, müssten wir 8.800.000 Minuten oder annähernd 150.000 Stunden lang rechnen. Ohne ein Computerprogramm und ohne ein computergestütztes Rechenverfahren geht also da nichts mehr. Damit verkürzt sich aber die Rechendauer auf etwa 4 Stunden.

Das so gewonnene Ergebnis zeigt für jede einzelne Stunde der Heizperiode an, ob und in welcher Größe der Energieeintrag oder Energieabtrag überwiegt. Diesen Wert nenne ich

Energiebilanzwert.

Er ist auf einen Quadratmeter Fassadenoberfläche bezogen. Da der Energiebilanzwert sozusagen meine höchstpersönliche Erfindung ist und ich daher auch das Namensrecht hieran habe, habe ich ihm folgendes physikalische Rechenzeichen verliehen:

$$\boxed{\text{Energiebilanzwert} = \Phi_b \text{ in } (W/m^2h)}$$

Rechnet man nach dieser Methode, verfügen wir für jede Gebäudeausenwand über 5.760 Energiebilanzwerte (Φ_b). Sie zeigen für jede Stunde an, in welchem Masse Heizwärme zugeführt werden muss. Hat (Φ_b) einen positiven Wert, besteht kein Bedarf an zusätzlicher Heizenergiezufuhr.

Hieraus ergibt sich auch unmittelbar die Zielsetzung einer energieeinsparenden Fassadenkonstruktion: (Φ_b) muss möglichst nahe am Wert „0“ liegen.

4) Anforderungen an eine energieeinsparende Fassadenkonstruktion.

Aus dem bisherigen ergibt sich folgerichtig:

- Der exogene Energieeintrag muss ermöglicht werden.
- Der Energieabtrag an der Gebäudeoberfläche muss möglichst wirksam behindert werden.

Alle diese Überlegungen haben zur Entwicklung der Thermosfassade geführt. Sie ist derzeit die einzige am Markt befindliche Fassadenverkleidung, die diese beiden Forderungen erfüllt.

5) Bewertung von WDVS

Auch Fassaden, die mit WDVS (Wärmedämmverbundsystemen) verkleidet sind, werden von exogener Energie erreicht. Hierbei muss allerdings der zeitliche Verlauf berücksichtigt werden. Hierbei gilt allgemein, dass Dämmstoffe den Wärmedurchgang im zeitlichen Ablauf behindern. Z.B. beträgt bei einem 100 mm dicken Dämmsystem die zeitliche Verzögerung etwa 3,0 Stunden. Die üblichen Dämmstoffe sind auch in eingeschränktem Masse für Wärmestrahlung durchlässig. Das können Sie leicht damit überprüfen, wenn Sie in einem abgedunkelten Raum eine 100 mm dicke Platte aus Polystyrol (Styropor) gegen eine helle Lichtquelle halten. Die Platte erweist sich als durchscheinend.

Hieraus folgt, dass die Energie aus permanent arbeitenden Quellen auch eine dicke Dämmplatte durchquert. Dies gilt also vor allem für die Umgebungsstrahlung.

Anders verhält es sich mit nur zeitweise aktiven Energiequellen, also für die Sonneneinstrahlung und die diffuse Strahlung. Dort dringt die exogene Energie nur in eine geringe Tiefe des Dämmstoffs – ca. 40 mm – ein. Werden die Energiequellen inaktiv, dreht sich die Richtung des Wärmestroms. Die exogene Energie aus diesen Quellen kommt somit dem Gebäude nicht zugute. Ebenso verhält es sich, wenn die Umgebungsluft zeitweise wärmer als die Gebäudeoberfläche ist – ein häufiger Vorgang in den Heizungsübergangszeiten. Auch diese Energie wird vom Gebäude gesperrt. Dieses Verhalten von Dämmstoffen erklärt auch das Ergebnis der GEWOS – Studie, dass darin bestand, dass nachträglich angebrachte Auswenddämmungen mit 80 mm Stärke eine Erhöhung des Heizenergieverbrauchs um 17% im Gefolge hatten. Ebenso wird hierdurch erklärt, dass die Hersteller von WDVS bis heute keinen messtechnischen Nachweis über die energieeinsparende Wirkung von WDVS vorlegen konnten. Ebenso lehnt die WDVS – Industrie bis heute jegliche Gewährleistung des technischen Erfolgs ab.

Das einzige, was die WDVS – Industrie bieten kann, sind sehr kleine U-Werte. Diese kennzeichnen das Wärmeleitvermögen der Dämmstoffe in W/m^2K . Hier sollte man verinnerlichen, dass der U-Wert lediglich eine Materialeigenschaft beschreibt. Mit einer Materialeigenschaft alleine ist es aber nicht möglich, thermodynamische Prozesse unter Einschluss des Faktors Zeit und bei ständig wechselnden Randbedingungen zu beschreiben. Bereits hieran wird die Fehlerhaftigkeit des „amtlichen“ bauphysikalischen Modells erkennbar.

Ich kann nur hoffen, dass die Auseinandersetzung mit meinen Thesen zur Bauphysik zu einer Besserung der Verhältnisse führen wird. Die hierbei zu überwindenden Hürden sind aber gewaltig. Meine eigenen Thesen sind leicht überprüfbar und in irgendwelchen Hinterzimmern werden sie sicherlich auch erörtert. Eine Diskussion hierüber mit mir wird aber ängstlich vermieden. Die Ursache hierfür sehe ich weniger darin, dass man das nicht sachlich diskutieren könne. Ich bin mir ganz sicher, dass man das sofort machen würde, wäre man von der Fehlerhaftigkeit meiner Thesen überzeugt und könnte sie nachweisen – wie das offensichtlich aber nicht der Fall ist.

Würde man die Richtigkeit meines bauphysikalischen Modells zugeben, wäre dies mit unliebsamen Konsequenzen verbunden, insbesondere mit dem Eingeständnis, dass man sich geirrt hätte. Ich erwarte aber nicht – soweit geht mein Optimismus nicht – dass ganze Universitätsinstitute, vom Staat finanzierte Forschungseinrichtungen oder Regierungsbeamte auf Bundesebene zu solchen Eingeständnissen bereit sind. Daher habe ich Verständnis dafür, dass man einstweilen lieber die Politik des Totschweigens bevorzugt. Die Wissenschaftsgeschichte zeigt aber, dass das einerseits das „Normalverhalten“ der Anhänger überholter Anschauungen ist, andererseits aber sich am Ende doch die richtige Erkenntnis noch immer durchgesetzt hat. Darauf vertraue auch ich.

6) Der „Witz“ der Thermosfassade.

Im Unterschied zu WDVS erfüllt sie die Forderungen

- Minimierung des Energieabtrags an der Gebäudeoberfläche und zugleich
- Ermöglichung des exogenen Energieeintrags.

Der Energieabtrag wird minimiert durch:

- Remission der vom Gebäude emittierten Wärmestrahlung.
- Dämmung durch eine stehende Luftschicht.
- Erhöhung der Spalttemperatur nach der Gleichung

$$T_{\text{Spalt}} = T_{\text{außen}} \times 0,7 + 8 \text{ in } ^\circ\text{C}$$

Der exogene Energieeintrag wird möglich durch:

- Konvektiver Energieübergang von der durch Absorption erwärmten Platte zur verkleideten Wand über die verwirbelte Spaltluft.

Der Energieeinspareffekt wurde in Freilandversuchen und in bauphysikalischen Berechnungen mehrfach und auf unterschiedlichen Wegen ermittelt. Die Größe der Energieeinsparung hängt von der Ausgangslage ab. Es liegt auf der Hand, dass bei energetisch besonders schlechten Bauwerken der Einspareffekt besonders groß ist. Nach dem derzeitigen Forschungs-

stand kann die Energieeinsparung mit 56% bis 70% angenommen werden. Liegen bei einem Gebäude mehrjährige und zuverlässige Verbrauchsdaten vor, kann der Energieeinspareffekt recht genau berechnet und –was wichtig ist – auch gewährleistet werden.

Dipl.-Ing. Christoph Schwan
Architekt AKB