

Kapitel 4

Termosfassade

Zum Verständnis der neuen energieeinsparenden Fassadentechnik. Umgebungsstrahlung und Diffusstrahlung, konvektiver Energieeintrag

Vorbemerkung:

Neben der unmittelbaren Sonneneinstrahlung wirken weitere Energiequellen auf die Gebäudeoberfläche ein. Erst wenn wir alle Energiequellen erfasst haben, können wir eine zutreffende Aussage zum exogenen Energieeintrag machen, dem dann letztlich bei der Ermittlung des Energiebilanzwertes (Φ_b) der Energieabtrag gegenübergestellt werden kann.

Diffusstrahlung

Unter Diffusstrahlung verstehen wir die von der Sonne herstammende Strahlung, die keine unmittelbare Sonneneinstrahlung ist. Sie entsteht bei mehr oder weniger dichter und geschlossener Bewölkung. Zum einen ist das die Strahlung, die sich durch die Bewölkung gewissermaßen „durchkämpft“, zum anderen handelt es sich um Strahlung aus den Wolkenbereichen, die unmittelbare Sonneneinstrahlung absorbiert haben und wärmer geworden sind und ihrerseits nun Wärme abstrahlen. Der Betrag dieser Strahlung ist erheblich kleiner als die unmittelbare Solarstrahlung, im Wesentlichen deshalb, weil ein großer Teil der auf den Wolken ankommenden Strahlung unmittelbar in den Weltraum reflektiert wird, wie wir das sehr eindrucksvoll an Fotografien des Erdballs sehen können.

Auch die von den Wolken emittierte Strahlung wird etwa zur Hälfte wieder in den Weltraum abgestrahlt. Den an der Erdoberfläche ankommenden Teil der Diffusstrahlung können wir den veröffentlichten Wetteraufzeichnungen entnehmen. Er kann ungemindert in die Berechnungen aufgenommen werden. Auch auf die Einstrahlungsrichtung der Diffusstrahlung kommt es nicht an, da sie bei voll bedecktem Himmel annähernd gleich stark aus allen Richtungen kommt. Wir können die Diffusstrahlung daher aus den Tabellenwerten unmittelbar in die Simulation übertragen.

Umgebungsstrahlung

Diesen Strahlungstypus hat die offizielle Bauphysik bisher nicht zur Kenntnis genommen. Das ist deshalb besonders verwunderlich, weil sich bei meinen Untersuchungen erwiesen hat, dass die der Umgebung entstammende Strahlung die Hauptquelle für den exogenen Energieeintrag ist. Betrachten wir das jetzt einmal genauer:

Alle Körper emittieren Wärmestrahlung. Nur Körper im Energiezustand des absoluten Nullpunkts, also mit der Temperatur von 0 °K strahlen nicht mehr. Die Strahlungsleistung können wir mit der Gleichung [3] nach dem Strahlungsgesetz von Stefan – Boltzmann errechnen. Zur Berechnung benötigen wir die Oberflächentemperatur in (K) und den der Umgebung

zuzuweisenden Emissionskoeffizienten (ϵ). Den Wassertabellen entnehmen wir, dass die Oberflächentemperatur der Geländeoberfläche höchst selten einen Wert von 268 K unterschreitet. Unterstellen wir für ein normales Gelände ein (ϵ) von 0,87 gelangen wir in diesem Fall zu einer Strahlungsleistung von

$$5,671 \times 0,87 (268/100)^4 = 254,52 \text{ W/m}^2.$$

Das ist eine beachtlich große Leistung. Im zeitigen Frühjahr, noch voll innerhalb der Heizperiode, steigt dieser Wert auf etwa 320 W/m² und mehr an. Der große Vorteil der Umgebungsstrahlung liegt darin, dass sie rund um die Uhr wirkt und nicht zeitlich begrenzt ist wie die Solarstrahlung. Die Gebäudeoberfläche steht somit im fortwährenden Strahlungsaustausch mit der Umgebung. Vergleichen wir nun noch die Diffusstrahlung mit der Umgebungsstrahlung anhand unserer Simulationen, stellen wir fest, dass mengenmäßig die Umgebungsstrahlung eindeutig überwiegt. Im Kernwinter übersteigt sie sogar die Solarstrahlung.

Bei unseren bauphysikalischen Überlegungen müssen wir uns also verdeutlichen, dass ein Gebäude sich in einem Energiefeld befindet, aus dem es fortlaufend riesige Energiemengen bezieht. Wäre das nicht so, befände sich unser Bauwerk in einer Umgebung mit dem Energiezustand des absoluten Nullpunkts.

Untersuchen wir unter diesem Gesichtspunkt die EnEV, finden wir diesbezüglich schlichtweg nichts. Ebenso wenig finden wir in den Forschungsberichten des Fraunhoferinstituts für Bauphysik und in den sonstigen Veröffentlichungen derjenigen, die vorgeben, sich mit dem Thema „Energieeinsparung“ zu beschäftigen.

Eine Überlegung müssen wir noch anstellen:

Aus dem Physikunterricht können wir uns noch dumpf erinnern, dass wir einmal gelernt haben, dass die Helligkeit von Licht mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt. So könnte man nun annehmen, dass es sich mit der Umgebungsstrahlung ebenso verhielte. Die damals gelernte Regel gilt aber nur für punktförmige Strahlungsquellen. Auch die Sonne wird als punktförmige Strahlungsquelle angesehen. Unsere Strahlungsquelle, die Umgebung, ist aber unbegrenzt. So wie die Entfernung der Umgebungsbestandteile zunimmt, wird die Strahlungsfläche in genau gleichem Masse größer. Es gilt daher die Regel, dass alle Flächen auf das Gebäude Strahlung emittieren, die das Gebäude „sieht“. Die Entfernung spielt dabei überhaupt keine Rolle.

Von Einfluss ist allerdings die Form der Umgebung. Steht ein Gebäude auf einer Bergkuppe, „sieht“ es wenig Umgebung, die strahlen könnte. Steht es in einem tief eingeschnittenen Tal, ist es von einer überdurchschnittlich großen Umgebung eingehüllt. Ebenso ist das Strahlungsklima in einem eng bebauten Stadtgebiet erheblich von dem eines in offener Land-

schaft stehenden Hauses unterschieden. Südwände gegenüber einer Nordwand sind ein wahrer Energiesegen, da sie absorbierte winterliche Sonnenenergie auf die gegenüberstehende Nordwand senden. Es ist also nicht nur die mit der Höhenlage abnehmende Lufttemperatur, die dazu führt, dass in den Gebirgstälern am Talgrund der Schnee zuerst schmilzt sondern auch die erheblich höhere Einstrahlung aus der Umgebung. Dies, obwohl der Talgrund die am stärksten verschattete Fläche ist. Daher werden Sie an Ihrem Auto nur ganz selten Reifbedeckung an der einem Haus zugewandten Seite vorfinden und nie an der Bodenplatte.

Konvektiver Energieeintrag

Mit der Berechnung von konvektivem Energieübergang an Bauwerken haben wir ein Problem. Es gibt nämlich hierfür keine zuverlässigen Berechnungen. In der gesamten Fachliteratur ist hierzu vermerkt, dass nur das Experiment im Einzelfall zu brauchbaren Ergebnissen führen kann. Im Bauwesen haben sich Faustformeln eingebürgert. Hierbei wird unterschieden nach stehender Luft (Windstille) und bewegter Luft. Bei stehender Luft ist der konvektive Wärmeübergang sehr gering und kann pauschal mit 4 W/m^2 angenommen werden. Hierbei erinnern wir uns daran, dass stehende Luft sogar einen außerordentlich hohen Dämmwert hat, besser als jeder Dämmstoff.

Bei bewegter Luft kann man faustformelartig der Grundleistung von 4 W/m^2 den 12-fachen Betrag aus der Quadratwurzel aus der in (m/s) gemessenen Windgeschwindigkeit hinzufügen. Zu berücksichtigen ist weiterhin die Temperaturdifferenz zwischen Luft und Gebäudeoberfläche bei Windlagen, bei stehender Luft ist die Temperaturdifferenz so unerheblich, dass sie nicht berechnet werden muss. Im Übrigen sind beachtenswerte Windlagen ein in der Heizperiode seltenes Ereignis ohne große Auswirkungen auf die Energiebilanz.

Konvektiver Energieeintrag findet immer dann statt, wenn die Außenluft wärmer ist als die Gebäudeoberfläche. Diese Situation haben wir in der Heizperiode auffällig häufig in den Heizungsübergangszeiten und nach sternklaren Frostnächten. Diese Phasen sind ohnehin durch starke Temperaturschwankungen im Tag-Nacht-Rhythmus gekennzeichnet. Die Simulationen zeigen das ganz deutlich. Nächstens kühlen die Gebäudeoberflächen durch Abstrahlung stark aus. Mit einsetzender Sonneneinstrahlung kommt es zu rascher Erwärmung der Gebäudeumgebung, so dass erwärmte Luft aufzusteigen beginnt. Diese bestreicht dann die immer noch sehr kalten Außenwände. Wir haben es dann mit einem großen Energiegefälle von Außenluft zur Wand zu tun. Wir haben – mitten in der Heizperiode – beachtlichen konvektiven Energieeintrag, also das glatte Gegenteil zum als Energieabtrag gerechneten Wärmeübergang nach DIN 4108 und EnEV.

Wehe, wir haben ein WDVS am Gebäude. Dieses koppelt leider den exogenen konvektiven Energieeintrag vollständig ab. Stattdessen müssen wir mehr heizen.

Am Besten ist hier übrigens die unverkleidete nackte Wand, da sie die eingetragene konvektive Energie verzögerungsfrei aufnimmt. Die Simulationen zeigen das ganz deutlich. Insgesamt ist es gelungen, die hier gezeigten Vorgänge über Energieeintrag in den Simulationen sehr genau darzustellen.