

Kapitel 35

Termosfassade

Zum Verständnis einer neuartigen energieeinsparenden Fassadenkonstruktion.

Zum Strahlungsaustausch bei der Termosfassade

Eines der Wirkungsprinzipien der Termosfassade besteht darin, dass sich hierbei eine Wandoberfläche und eine reflektierende Fläche gegenüberstehen. Die Temperaturen (T_1 und T_2) dieser Flächen sind meistens unterschiedlich und ebenso unterscheiden sich die Emissionskoeffizienten (ε_1 und ε_2). Beide Flächen emittieren, reflektieren und absorbieren Wärmestrahlung. In der Physik spricht man vom „Strahlungsaustausch zwischen Flächen mit unterschiedlichem Emissionskoeffizienten“. Hierzu gibt es auch altbewährte Berechnungsverfahren, die aber nur den Strahlungsaustausch behandeln, nicht aber die Absorptionen.

Diesen Berechnungsverfahren liegt folgende Vorstellung zugrunde:

Die Wand (1) emittiert Wärmestrahlung zur Wand (2). Wand (1) sei das Mauerwerk, Wand (2) die reflektierend beschichtete Bauplatte. Ebenso emittiert auch die Wand (2) Wärmestrahlung hin zur Wand (1). Dieser Vorgang spielt sich mit Lichtgeschwindigkeit ab.

Beide Wände verarbeiten nun die eintreffende Strahlung. Die Wand (1) hat einen großen Emissionskoeffizienten. Somit absorbiert sie den größten Teil der ankommenden Wärmestrahlung. Der nicht absorbierte Anteil wird reflektiert und trifft wieder auf die Wand (2). Die Wand (2) wiederum absorbiert sehr wenig Strahlung, was auf den kleinen Emissionskoeffizienten zurückzuführen ist. Umso mehr Strahlung reflektiert sie, weil die Beschichtung einen hohen Reflexionsgrad hat. Das führt dazu, dass der überwiegende Teil der von der Wand (1) emittierten Strahlung an der Wand (2) reflektiert wird – zu etwa 95% - und somit wieder bei der Wand (1) ankommt.

Fest steht nun auf jeden Fall, dass dieses „Hin und Her“ rein theoretisch endlos weitergeht, bis die Wärmestrahlungsenergie durch Absorption verbraucht ist. Wäre Energie unendlich teilbar, würde dieses Hin und Her bis in alle Ewigkeit weitergehen. Energie ist aber „gequantelt“, also in winzige aber begrenzt große Portionen aufgeteilt. In der allerletzten Phase des Geschehens ist also die kleinste Energieeinheit, also gerade noch ein einziges Quant übriggeblieben.

Und nun geraten wir, betrachten wir das Schicksal dieses letzten Quants, vor ein unlösbares Problem. Wir können nämlich für dieses letzte Quant nicht vorhersagen, ob es reflektiert oder absorbiert wird. Beides ist mit der gleichen Wahrscheinlichkeit möglich. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung führt da zu keiner Lösung, da diese Rechenmethode nur bei großen Mengen funktioniert, einen Einzelfall wie diesen aber nicht behandeln kann.

Die bisherige Betrachtung ging nun stillschweigend davon aus, dass der Energieaustausch aus den beiden Flächen ein einmaliger Vorgang war. In Wirklichkeit findet dieser Vorgang aber fortwährend statt – einfach deswegen, weil die Energiezufuhr in beide Wände fortwährend stattfindet. Es kommt daher zu einer immerwährenden Überlagerung der hin und hergehenden Strahlungen.

Wir haben es also mit zwei fortwährend sich durchdringenden Wärmeströmen (Energieverlagerung) zu tun, die aus Wärmestrahlung bestehen.

Hierbei sehen wir auch, dass das II. Thermodynamische Gesetz nicht mehr gilt, das ja besagt, dass Energie sich nur vom hohen zum niedrigen Energieniveau verlagern kann. In unserem Fall sehen wir aber, dass Wärmestrahlung auch von der kälteren zur wärmeren Oberfläche geht. Bei der Thermosfassade gilt das vor allem bei sehr niedrigen Außentemperaturen, bei denen sicherlich – es sei denn, dass nicht gerade die Sonne scheint - die Thermosfassade kälter als die dahinter befindliche Wand ist.

So kompliziert sich das liest, so einfach ist dieser Vorgang berechenbar. Damit man das berechnen kann, müssen zwei Eigenschaften der im Strahlungsaustausch stehenden Flächen bekannt sein:

- Die Emissionskoeffizienten (ϵ)
- Die absolute Temperatur der beiden Flächen in (K)

Ein Berechnungsverfahren sieht nun so aus:

Zuvor treffen wir einige Festlegungen.

Die Wand(1) emittiert die Gesamtenergie Q_{12} , die Wand (2) die Gesamtenergie Q_{21} .

Die von diesen Wänden reflektierte Energie bezeichnen wir sinngemäß mit $r_1 Q_{21}$ sowie mit $r_2 Q_{12}$. Wir müssen jetzt vermerken, dass die reflektierten Energieströme in den Werten Q_{12} und Q_{21} bereits enthalten sind. Bezeichnen wir nun zur Vermeidung von Irrtümern die Anfangsemissionen mit E_1 und E_2 , kommen wir zu folgenden Ausdrücken:

$$Q_{12} = E_1 + r_1 Q_{21}$$

und

$$Q_{21} = E_2 + r_2 Q_{12}$$

Und nun wird es ganz einfach: Die Differenz zwischen Q_{12} und Q_{21} ergibt den strahlungsbedingten Wärmestrom (Energieverlagerung) Q .

An dieser Stelle kommt nun das Strahlungsgesetz von Stefan – Boltzmann zum Zuge, das ja lautet

$$E = \epsilon \sigma T^4$$

Hierbei steht (σ) für die Stefan-Boltzmann-Konstante mit dem Zahlenwert 5,671.

Nach Einbeziehung des Kirchhoffschen Gesetzes, wonach Absorption und Reflektion zusammen immer gleich groß sind, kommen wir nach einigen Umformungen, die hier nicht näher erläutert werden, zu folgender Gleichung für den resultierenden Wärmestrom beim Strahlungsaustausch:

$$Q = C_{12} (T_1^4 - T_2^4)$$

Hierbei wird der Wert für (C_{12}), der „Strahlungsaustauschkonstante“ genannt wird, vorab wie folgt berechnet:

$$C_{12} = \frac{\sigma}{1/\epsilon_1 + 1/\epsilon_2 - 1}$$

Nun machen viele den schweren Fehler, sich mit dieser Berechnung zu begnügen und behaupten zugleich, dass meine Thesen zum Strahlungsaustausch falsch seien.

Sie bedenken dabei aber nicht, dass die hier vorgestellte Berechnung zwar den Strahlungsaustausch richtig berechnet, dass aber damit der gesamte physikalische Ablauf nicht vollständig beschrieben ist. Die vorstehende Berechnung zeigt nur den Strahlungsaustausch im Raum zwischen den Flächen an. Sie befasst sich aber nicht damit, dass die beim Strahlungsaustausch stattfindenden Absorptionen von Wärmestrahlung natürlich eine Wirkung haben. Diese Wirkung besteht natürlich in einer Erhöhung des Energieniveaus in den absorbierenden Flächen. Diese Niveauerhöhung findet nun natürlich in der Wand mit dem hohen Emissionskoeffizienten sehr stark statt, an der reflektierenden Fläche nur geringfügig. Erst jetzt haben wir also das erwünschte Ergebnis. Es besteht – wie nicht anders zu erwarten war – darin, dass die Wand hinter der reflektierenden Termosfassade signifikant wärmer ist, als sie das ohne die Termosfassade wäre. Das wirkt sich natürlich auch auf die Abstrahlungsleistungen aus¹. Im Ergebnis ist es also gelungen, die vom Gebäude emittierte Wärmestrahlung in der Gebäudeaussenwand zurückzuhalten. Wir konnten also die Energieverlagerung in der gewünschten Masse beeinflussen.

¹ Diese Wirkungen müssen in einer gesonderten Berechnung erfasst werden, bei denen unter anderem die Wärmekapazität und das Wärmeleitvermögen der absorbierenden Flächen eine zentrale Rolle spielt.

Und darin besteht eine der energieeinsparenden Wirkungen der Termosfassade.

Einem professionellen Physiker leuchtet das unmittelbar ein. Nun gibt es aber zahlreiche Gegner meiner Thesen, die versuchen, damit Verwirrung zu schaffen, dass das oben geschilderte Berechnungsverfahren für den Strahlungsaustausch, das auch sie nicht bestreiten, meine Thesen nicht bestätigen würde. Ihr „Trick“ besteht darin, dass sie die physikalischen Abläufe beim Strahlungsaustausch nicht zu Ende rechnen.

Christoph Schwan