

Kapitel 16

Termosfassade

Zum Verständnis einer neuen energieeinsparenden Fassadentechnik Solarer Energieeintrag

Der große Vorteil der Thermosfassade besteht darin, dass die exogene Energie, die von der Sonne kostenlos geliefert wird, nicht ausgesperrt wird. Bei den WDVS ist das leider der Fall und so eindeutig, dass sie in den vorgeschriebenen Berechnungen nach der Energieeinsparverordnung nicht eingerechnet werden darf. Eigentlich ist das, was der Staat hier vorschreibt, der helle Wahnsinn. Da wird einerseits das sehr vernünftige Ziel gesetzt, dass Energie eingespart werden soll. Dann entdeckt man da eine völlig veraltete Norm DIN 4108, mit deren Berechnungsverfahren man die Dämmwirkung einer Wandkonstruktion berechnen kann. Diese Norm trägt auch noch den Titel „Wärmeschutz im Hochbau“. Diese Norm ist allerdings zu einer Zeit entstanden, in der die Einsparung von Heizenergie in der Weise bewerkstelligt worden ist, dass man seinen „Allesbrenner“ – so hießen damals die Zimmeröfen - nur dann mit Eierbriketts geschürt hat, wenn es entweder empfindlich kalt war oder Besuch erwartet wurde. Dann wurde die „gute Stube“ eben geheizt. Ansonsten zog man sich warm an und besonders kälteempfindliche Mitbürger zogen vor dem Bettgang Bettschuhe und eine Nachtmütze an, damals ein beliebtes Mitbringsel. Wir Kinder bestaunten damals noch die prächtigen Eisblumen am Fenster, die es in dieser Zeit noch gegeben hat. Die Norm DIN 4108 beschäftigte sich nicht mit der Einsparung von Heizenergie sondern mit der Vermeidung von Tauwasserschäden, die in den Nachkriegsjahren durch die Verwendung neuer Baustoffe, z.B. den Beton, auftraten. Weil man wusste, dass nur ein ausreichend warmer Baustoff von Tauwasserbildung verschont blieb, hieß die Norm eben damals so. Dann kam in den 70er Jahren die Energiekrise. Eines schönen Sonntags wurde daher das Autofahren verboten und die Autobahnen bevölkerten sich an diesem Tag mit Fußgängern.

Der Staat beschloss damals, dass Häuser auch energieeinsparend gebaut werden müssten und es entstanden die ersten „Wärmeschutzverordnungen“. Da der Staat - organisatorisch bedingt – ja nicht mit einem denkenden Wesen verwechselt werden darf, was der Staat natürlich nicht weiß und daher für ihn der Ausspruch von Descartes in der Form „non cogito, ergo sum“ gilt, meinte er, dass eine Norm mit dem Titel „Wärmeschutz“ auch als Norm für das Einsparen von Heizenergie verwendet werden könne. Das war natürlich ein Irrtum, was auch nur unter der Einschränkung gelten kann, dass ein nicht denkendes Gebilde auch irrumsunfähig ist. Es wurde daher – schlicht betrachtet – gar nicht gedacht. Man ließ daher die DIN 4108 wie sie zufällig gerade war, unverändert und verkleinerte lediglich die zulässigen „k-Zahlen, wie der U-Wert damals noch geheißen hat. Genützt hat das nichts. Der Energieverbrauch stieg unaufhaltsam an. Also wurde in zwei weiteren Arbeitsgängen das „Anforderungsniveau“ der Wärmeschutzverordnungen kräftig erhöht. Aber auch das hat nichts genützt. Da beschloss der Staat den endgültigen großen

Schlag und erfand die Energieeinsparverordnung (EnEV), die mit so geringen U-Werten ausgestattet worden ist, dass diese nur noch mit der exzessiven Verwendung von Dämmstoffen erreicht werden konnten. In Symposien, bei denen leibhaftige Universitätsprofessoren Vorträge hielten, wurde uns Architekten eingetrichtert, dass eine Dämmung unter 15 cm Stärke eigentlich gar keine Dämmung sei. Damit wir diesen offenkundigen Unsinn auch mitmachten, verließ man auch den Boden der ordentlichen Wissenschaft, und erklärte diejenigen, die noch schwache Bedenken anmeldeten, zu gewissenlosen Kriminellen, die es hinnähmen, dass demnächst über uns die Klimakatastrophe hereinbräche. Offiziell wurde die Hexenjagd damit ausgerufen, dass ein gewisser *Prof. Stefan Rahmsdorf* aus Potsdam, diejenigen, die an der Klimakatastrophenthese zweifelten, als „Klimaleugner“ stigmatisiert hat. Gott sei Dank wiederholt sich die Geschichte nicht immer, denn sonst würden inzwischen allenthalben die Scheiterhaufen lodern. Dummerweise bleibt immer noch eine nennenswerte Senkung der Energiekosten aus. Nach wie vor lehnen es die Hersteller von WDVS ab, den wirtschaftlichen Erfolg ihrer Produkte, der ja nur in der Energieeinsparung liegen kann, zu gewährleisten. Die Ergebnisse einer tadellosen Messung des Heizenergieverbrauchs vor und nach der Montage von WDVS bestanden in einer Erhöhung des Energieverbrauchs um 17%. Die als GEWOS – Studie bekannt gewordene Forschungsarbeit wurde damit abgetan, dass das nicht sein könne, weil die Ergebnisse im Widerspruch zu den Berechnungen nach EnEV stünden. Damit wurde hochhoffiziell der Boden der wissenschaftlichen Verfahrensweise endgültig verlassen. Bis dahin galt, dass eine These dann verworfen wird, wenn sie durch die Messung und das Experiment nicht bestätigt wird.

Der Gipfelpunkt des Wahnsinns wurde nun durch die KfW, ein Organ der Bundesrepublik Deutschland, erreicht. Sie hat ein eigenes Förderprogramm aufgelegt, das die Bezeichnung „- 30%“ trägt. Demzufolge kommt man dann in den Genuss einer besonders attraktiven Förderung, wenn ein U-Wert von maximal $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ nachgewiesen wird. Man kann natürlich in diesem Stil weitermachen und den U-Wert zum Gegenstand eines eigenen Kultes erheben. Hohepriester, die die notwendigen Predigten halten, gibt es jetzt schon zur Genüge. Nur hat man bei der ganzen U-Wert-Geschichte offensichtlich völlig aus dem Blick verloren, dass es ja nicht um U-Werte geht sondern um die Einsparung von Heizenergie. Diejenigen, die von der Sache etwas verstehen, wissen schon längst, dass die geforderten U-Werte mit dem Heizenergieverbrauch nur insoweit etwas zu tun haben, als der Energieverbrauch dann steigt, wenn man die Sonnenenergie vom Gebäude mit dicken Dämmstoffschichten aussperrt. Nur der Irrtum, dass nur der Transmissionswärmestrom auf seinem Weg von innen nach außen den Energieverbrauch bestimme, hat ja zu den überzüchteten U-Werten geführt. Das „-30%“ – Programm der KfW wird wohl aus verwaltungsrechtlichen Gründen alsbald wieder von der Bildfläche verschwinden, wenn sich zeigt, dass es für eine derartige Vorschrift nicht die Spur einer rechtlichen Grundlage gibt und sie daher nichtig ist. Spätestens dann, wenn sich einige Bauherren gelackmeiert vorkommen, werden da wohl saftige Schadensersatzforderungen auf die KfW zukommen.

Bisher habe ich immer nur darauf hingewiesen, dass die solare Einstrahlung eine Hauptquelle für die Deckung des Heizenergiebedarfs ist. Im konkreten Falle muss das natürlich auch rechnerisch nachgewiesen werden. Bei einem Bauvorhaben in Thüringen, das mit der Thermosfassade ausgerüstet werden soll, habe ich nun eine derartige Berechnung durchgeführt. Das Ergebnis habe ich dem Architekten des Vorhabens mitgeteilt. Einfachheitshalber drucke ich daher den entsprechenden Brief an meinen Architektenkollegen einfach ab. Namen und Daten des Bauprojekts habe ich natürlich gelöscht.

„An die
Architekten

.....

7.Juni 2007

Neubauten inals Energiesparhäuser Möglicher Einsatz der Thermosfassade Energetische Berechnungen

Sehr geehrter Kollege
in dieser Angelegenheit gibt es zwei Aspekte:

- Nachweis des von der KfW geforderten U-Werts mit $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Auswirkungen auf den Energieverbrauch.

1) U-Wert

Der geforderte – von mir allerdings als unsinnig angesehene - U-Wert von $0,30$ lässt sich nachweisen, wenn die Thermosfassade kombiniert wird mit einem $36,5 \text{ cm}$ dicken Porotonmauerwerk und einer $25 - 30 \text{ mm}$ Dämmschicht auf der Außenseite. Soll das Porotonmauerwerk nur 30 cm stark sein, müsste die Dämmschicht voraussichtlich auf 40 mm Stärke gebracht werden. Der Nachweis kann auf der Grundlage der DIN EN ISO 6946 Anhang B geführt werden.

2) Energetische Wirkung

Die bisherigen Nachweise basieren auf den vom Ingenieurbüroerstellten Berechnungen, die mittels eines fertigen Rechenprogramms erstellt worden sind. Dieses Programm basiert exakt auf den vorgeschriebenen Berechnungsverfahren nach EnEV und der DIN 4108 – 6. Hierbei ist von entscheidender Bedeutung, dass nach diesen Berechnungsverfahren, die ja die Anordnung von dicken Dämmschichten voraussetzen, der Einstrahlungsgewinn aus Solarstrahlung auf den opaken Wänden nicht angesetzt werden darf. Berechnet wird der Energiezufluss aus Solarstrahlung nur noch über die Fenster. Die Wirkung dieser Berechnungsvorschrift besteht also darin, dass in der Energiebilanz die Einstrahlungsenergie auf die Außenwände die Größe Null annimmt.

Völlig anders sieht das bei der Thermosfassade aus, die sich von Systemen mit dicken Aussendämmungen dadurch gravierend unterscheidet, dass dort der solare Energieeintrag der Energiebilanz zugute kommt. Die Wirkungsweise des Energieeintrags beruht bekanntlich darauf, dass unter Sonneneinstrahlung das dünne Platten-

material sich mit einer Verzögerung von etwa 10' bis auf 45 ° erwärmt, sodann die eingeschlossene und ruhende Luftschicht von zwei unterschiedlich warmen Grenzflächen eingeschlossen ist und die dann einsetzende Verwirbelung der eingeschlossenen Luft zum konvektiven Energieübergang von der Platte auf die dahinterliegende Konstruktion führt.

Ein Berechnungsverfahren – wie ich es hier erläutere – führt somit zu einem solaren Energieeintrag für die Dauer einer Heizperiode, die ich angenommen habe für den Zeitraum 1. Oktober bis 31. Mai – somit 8 Monate. Außerhalb der Heizperiode ist der solare Energieeintrag von keinem Interesse.

Das Rechenergebnis stellt sich in einer Energieleistung in (KWh) dar, die sodann im Wege einer einfachen Subtraktion von der nach EnEV berechneten Energieleistung abgezogen werden kann.

Im Nachstehenden erläutere ich den Rechengang, der als Simulation geführt worden ist. Die Simulation ist über 8 Monate mit ca. 8.750 Einzelberechnungen geführt – papiermässig also sehr umfangreich. Daher übergebe ich Ihnen zunächst die Endergebnisse mit Monatswerten.

3) Erläuterung des Rechenverfahrens.

3.1) Meteorologische Grundlage.

Die Simulation verarbeitet das sog. „Holzkirchner Wetter“, wie es vom Fraunhoferinstitut für Bauphysik herausgegeben wird. Diese Wetterdateien sind Mittelwerte aus etwa 30 Jahresmessungen. Sie sind übrigens auch die Grundlage der monatlichen Strahlungsintensitäten nach DIN 4108-6. Dort sind diese allerdings nur als Mittelwerte für ganze Monate über einen 24-Studentag gerechnet und außerdem nur für eine senkrechte Einstrahlung, die in der Praxis und in unseren Breiten nicht vorkommt.

In meiner Berechnung sind die Daten stündlich – also extrem genau und unter Vermeidung von Mittelwerten verarbeitet.

In der Simulation sind folgende Rechenschritte und Notierungen enthalten:

Spalte 1:	Zeilennummer
Spalte 2:	Datum und Uhrzeit
Spalte 3:	Horizontalwinkel der Solarstrahlung
Spalte 4:	Wandrichtung in grad zur Nordrichtung
Spalte 5:	Differenz Wandwinkel zu Strahlungswinkel
Spalte 6:	Bereich 0° - 180°
Spalte 7:	Realer horizontaler Einstrahlungswinkel α
Spalte 8:	Sinus des Einstrahlungswinkels
Spalte 9:	Realer vertikaler Einstrahlungswinkel β nach Sonnenstandstabelle für Stuttgart.
Spalte 10:	Sinus des Winkels β
Spalte 11:	Sinus des tatsächlichen räumlichen Einstrahlungswinkels γ aus $\sin\alpha \times \sin\beta$
Spalte 12:	Tatsächlicher Einstrahlungswinkel γ (informativ)
Spalte 13:	Luftdrücke in (hPa) nach Holzkirchner Wetter
Spalte 14:	Globalstrahlung nach Holzkirchner Wetter
Spalte 15:	auf 80% abgeminderte Globalstrahlung bei > 1009 hPa.

Spalte 16:	Einstrahlungsleistung in (W/m^2)
Spalte 17:	Monatsleistung Einstrahlung in (W/m^2)
Spalte 18:	Fassadenfläche (wird individuell berechnet)
Spalte 19:	Gesamteinstrahlungsleistung Heizperiode.
Spalte 20:	Gesamtstrahlungsleistung monatlich.

Für jede Wandausrichtung wird eine gesonderte Simulation erstellt. Da nach den vorgelegten Entwürfen die Baukörper eine N-S – Ausrichtung haben, werden je Haus 4 Wandausrichtungen berechnet.

Soweit wie erforderlich werden die einzelnen Spalten wie folgt kommentiert:

Spalte 3:

Der Horizontalwinkel ist die auf eine horizontale Ebene projizierte Einstrahlungsrichtung der Sonne, die einem Sonnenstandsdiagramm für Stuttgart entnommen worden ist.

Spalte 9:

Hier handelt es sich um den vertikalen Einstrahlungswinkel, der auf eine senkrechte Fläche projiziert ist.

Spalte 11:

Hier ist der Sinus des räumlichen Einstrahlungswinkels aus dem Produkt der Sinusse des horizontalen und vertikalen Einstrahlungswinkels berechnet.

Spalte 15:

In dieser Spalte werden die Globalstrahlungswerte bei Luftdrücken ab 1010 (hPa), also bei Hochdruckwetter auf 80% abgemindert. Diese Minderung berücksichtigt den auch bei Hochdruckwetter in der Atmosphäre befindlichen Wasserdampf. Wichtig ist, dass Solarstrahlung bei Luftdrücken unter 1010 hPa nicht berechnet wird. Hierdurch entsteht eine Sicherheitsreserve. Es wird daher eher mit zu geringen Werten gerechnet.

Diese Art der Berechnung der solaren Einstrahlungsleistung mit stündlichen Werten in Abhängigkeit vom Luftdruck und der Wandausrichtung ist das Genaueste, was es derzeit gibt.

Die Simulation ergibt nun monatsweise folgendes Ergebnis in Wh/m^2 , getrennt nach den Wandausrichtungen.

	Nord	Ost	Süd	West
Oktober	0	4.405	18.446	4.447
November	0	1.059	5.462	1.028
Dezember	0	550	3.817	589
Januar	0	1.258	9.365	1.955
Februar	0	3.259	17.272	4.147
März	0	4.721	19.448	6.118
April	36	16.647	51.573	16.630
Mai	319	22.815	44.211	25.903
Summen	<u>355</u>	<u>54.714</u>	<u>159.595</u>	<u>60.817</u>

Interessant an dieser Tabelle ist so nebenher, dass die größte Einstrahlungsleistung an Südwänden im April und nicht etwa im Mai gegeben ist. Dieses unerwartete Ergebnis ist die Folge des günstigeren Einstrahlungswinkels.

In den nächsten Tagen werde ich nunmehr auf der Grundlage dieser Untersuchung die spezifischen Einstrahlungsleistungen für Ihre Entwürfe berechnen. Sodann kann das Ingenieurbürodiese Werte in seiner Berechnung des Energieverbrauchs auswerten.

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Ing. Christoph Schwan
Architekt AKB“

In einem weiteren Arbeitsgang habe ich diese Werte auf das geplante Bauvorhaben umgerechnet. Das war ganz einfach, weil die Werte ja nur noch mit den Fassadenflächen multipliziert werden mussten. Die Fensterflächen wurden natürlich abgezogen. Das Ergebnis bei diesem Projekt zeigte einen zusätzlichen Energieeintrag von ca. 52 kWh/m² für eine 8-monatige Heizperiode. Möglicherweise muss dieses Ergebnis etwas nach unten korrigiert werden, falls unvermeidbare Verschattungen gegeben sind. Das müsste vor Ort überprüft werden. Jedenfalls ist das das erste Mal, dass sich jemand die Mühe einer genauen Berechnung der solaren Einstrahlung auf ein Gebäude gemacht hat. Demgegenüber sind die in der EnEV hierzu vorgeschriebenen Berechnungsverfahren ein unüberlegter Unsinn.

Leser, die das alles noch genauer wissen wollen, können sich an mich wenden. Sie können als E-Mail – Anhang die gesamte Simulation bekommen.

Hier zeige ich noch die Berechnung des Solareintrags, aufgeteilt auf die einzelnen Wandflächen des Mehrfamilienhausprojekts.

Bauvorhaben														
Neubau Mehrfamilienhaus Typ 1-1			Wohnfläche 663 m											
Berechnung des solaren Energieeintrags auf der Grundlage von Simulationen für eine Heizperiode vom 1.Oktober bis 31.Mai														
Zeile	Wand-Nr.	Bezeichnung	Himmels-richtung	Länge (m)	Höhe (m)	Fläche (m²)	Fensterbreite (m)	Fensterhöhe (m)	Fensterfläche (m²)	Anzahl	Fensterfläche gesamt (m²)	Netto-Fassadenfläche (m²)	Energieeintrag / m² (kW)	Gesamtenergieeintrag (kW)
1	1	3.OG	Nord	18,815	3,000	56,445	1,000	2,640	2,640	1	2,640			
2							0,800	0,800	0,640	1	0,640			
3							2,000	0,800	1,600	1	1,600			
4											4,880	51,565	0,355	18,31
5														
6	2	3.OG	Ost	8,795	3,000	26,385	3,000	2,350	7,050	1	7,050	19,335	54,714	1.057,90
7														
8	3	3.OG	Süd	18,815	3,000	56,445	2,000	2,350	4,700	2	9,400			
9							1,600	1,450	2,320	3	6,960			
10											16,360	40,085	159,595	6.397,37
11														
12	4	3.OG	West	11,705	3,000	35,115	1,000	2,350	2,350	3	7,050	28,065	60,817	1.706,83
13														
14	5	1.OG - 2.OG	Nord	23,890	6,000	143,340	1,000	2,640	2,640	4	10,560			
15							0,800	0,800	0,640	2	1,280			
16							2,000	0,800	1,600	2	3,200			
17											15,040	128,300	0,355	45,55
18														
19	6	1.OG - 2.OG	Ost	11,705	6,000	70,230	1,000	2,350	2,350	4	9,400	60,830	54,714	3.328,25
20														
21	7	1.OG - 2.OG	Süd	23,890	6,000	143,340	2,000	2,350	4,700	6	28,200			
22							1,600	2,350	3,760	6	22,560			
23									0,000		50,760	92,580	159,595	14.775,31
24									0,000					
25	8	1.OG - 2.OG	West	11,705	6,000	70,230	1,000	2,350	2,350	6	14,100	56,130	60,817	3.413,66
26														
27	9	EG	Nord	8,350	3,000	25,050	1,000	2,640	2,640	1	2,640	22,410	0,355	7,96
28														
29	10	EG	Ost	11,705	3,000	35,115	1,000	2,350	2,350	2	4,700	30,415	54,714	1.664,13
30														
31	11	EG	Süd	7,910	3,000	23,730	2,000	2,350	4,700	1	4,700			
32							1,600	2,350	3,760	1	3,760			
33											8,460	15,270	159,595	2.437,02
34	Gesamteintrag												34.852,26	
35														
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42														
43														
										in der Heizperiode je 1 m² Wohnfläche		52,57		
Aufgestellt 8.Juni 2007														
Dipl.-Ing. Christoph Schwan														
Architekt AKB														

Man sieht also, dass das gar nicht so schwierig ist, sodass ich mich frage, warum man in den Berechnungsverfahren nach EnEV mit extremen Vereinfachungen arbeitet, die unvermeidbar zu falschen Ergebnissen führen. In DIN 4108-6 werden Solareinstrahlungen aufgelistet. Hierbei handelt es sich um Mittelwerte aus einem 24-Studentag – also rund um die Uhr und nur für ganze Monate. Angegeben werden die Werte außerdem für senkrechte Einstrahlung, obwohl auch ein schlichtes Gemüt seit Kindstagen an weiß, dass in unseren Breiten die Sonne außer bei Sonnen- auf- und -untergang nie senkrecht

auf eine Wand scheinen kann, das auch nur dann, wenn die Ausrichtung der Wand genau senkrecht zum Untergangspunkt am Horizont einer hügellosen Ebene steht. Schlampiger geht es eigentlich nicht mehr.