

## „Einflussfaktoren auf die bauphysikalischen Eigenschaften von VIPs: vom Labormesswert zum anwendungsbezogenen Bemessungswert“

Dr. Roland Gellert, Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Albrecht und Dipl.-Ing. Christoph Sprengard,  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

### 1. Grundlagen

Die DIN EN ISO 10456-2000 [1] legt Verfahren zu Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte von wärmetechnisch homogenen Baustoffen und –produkten fest. Diese Verfahren gelten bei der Planung für Umgebungstemperaturen zwischen -30 °C und +60 °C.

Folgende Definitionen liegen den Festlegungen zu Grunde:

#### 1.1 Wärmeschutztechnischer Nennwert

= erwarteter Wert einer wärmeschutztechnischen Eigenschaft eines Bauproduktes (z.B. eines Dämmstoffes)

- bewertet durch Messdaten für **Referenzbedingungen** für Temperatur und Feuchte
- angegeben für festgelegte **Fraktile** und **Vertrauensbereich**
- entsprechend einer unter normalen Bedingungen erwarteten **Nutzungsdauer**

#### 1.2 Wärmeschutztechnischer Bemessungswert

= Wert einer wärmeschutztechnischen Eigenschaft eines Bauproduktes (z.B. eines Dämmstoffes) unter bestimmten äußeren und inneren Bedingungen, die in Gebäuden als **typisches Verhalten des Stoffes oder Produktes als Bestandteil eines Bauteils** angesehen werden können.

Tabellarisch werden für Baustoffe und –produkte in der Norm

- Temperaturumrechnungskoeffizienten und
- Umrechnungskoeffizienten für die Feuchte

zur entsprechenden „Korrektur“ der Messwerte der Wärmeleitfähigkeit aufgeführt.



Umrechnungskoeffizienten für **Alterungseffekte** oder Effekte wie Konvektion oder Setzverhalten – werden nicht aufgeführt. Allerdings werden folgende Hinweise zur Berücksichtigung von Alterungseffekten (Annahme über die Nutzungsdauer: 50 Jahre) gegeben:

- die Abhängigkeit von Stoffart, Gefüge, Treibmittel, Temperatur und Stoffdicke ist zu berücksichtigen;
- der Alterungseffekt kann aus **theoretischen Modellen**, die auf Versuchswerten beruhen, erhalten werden **oder**
- kann **ohne Umrechnung** erhalten werden, wenn die **gemessene** Wärmeleitfähigkeit schon **Alterungseffekte** berücksichtigt.

Zusätzlich können von der Bauaufsicht **Korrekturen zur Bauausführung** wie Luftspalte und allgemeine Abweichungen von idealen Laborbedingungen, die z.B. zu Luftkonvektionen führen können, verlangt werden.

### 1.3 Europäische und nationale Regelungen für genormte oder zugelassene Wärmedämmstoffe

Die jetzt gültigen europäischen Stoffnormen [2] legen (nur) die Bestimmung des Nennwertes der Wärmeleitfähigkeit (bzw. des Wärmedurchlasswiderstandes) fest: aus dem **Prüfergebnis**  $\lambda_i$  wird über eine „statistische Absicherung“  $\lambda_{90/90}$  (90 %-Anteil mit einer Annahmewahrscheinlichkeit von 90 %) der **Nennwert**  $\lambda_D$  ermittelt:

$$\lambda_i \rightarrow \lambda_{90/90} \rightarrow \lambda_D$$

Die Messwerte  $\lambda_i$  werden gemäß EN 12667 [3] bestimmt und für 10 °C Mitteltemperatur ausgewiesen; nach Berechnung von  $\lambda_{90/90}$  wird aus dem Messwertepool  $\lambda_D$  in Stufen mit Schritten von 0,001 W/(m·K) angegeben.

Den Anwendungsbezug stellen die deutschen Normen der DIN V 4108-Reihe her [4]; für den Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit gilt der Teil 4, in welchem (tabellarisch) durch einen Sicherheitszuschlag von 20 % der Bemessungswert festgelegt wird

$$\lambda_{\text{Bemessung}} = \lambda_D \cdot 1,2$$

Der Hersteller hat in Deutschland noch die Option, sich über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) einen vorteilhafteren Wert „zuteilen“ zu lassen. Dazu ist – in Abstimmung mit dem Fremdüberwacher – aus seinen produktionstechnisch (statistisch) abgesicherten Prüfwerten ein **Grenzwert** festzulegen, der nicht überschritten werden darf und dann nur noch mit 5 % beaufschlagt wird:

$$\lambda_{\text{Bemessung}} = \lambda_{\text{grenz}} \cdot 1,05$$

## 2. Nenn- und Bemessungswerte von VIPs:

Entsprechend den unter 1. genannten Schritten wurden VIPs im FIW München dem Prozedere vom Messwert zum Bemessungswert unterworfen, welches auch die „spezi-fischen Belange“ der in Folie gehüllten Wärmedämmplatten berücksichtigen musste:

### 2.1 Messwerte und Prüfergebnis:

Ermittlung von  $\lambda_i$  im Zweiplattengerät gemäß EN 12667 – **ohne** Berücksichtigung der seitlichen Wärmebrücken;

### 2.2 Alterungsverhalten

Alterungskurven unterschiedlich dicker Platten wurden nach Klimawechsel und sechs-monatiger Lagerung bei 80 °C aufgenommen; damit wurde das Eindiffundieren von N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und Wasserdampf in trockene VIPs erfasst (Abbildung 1);

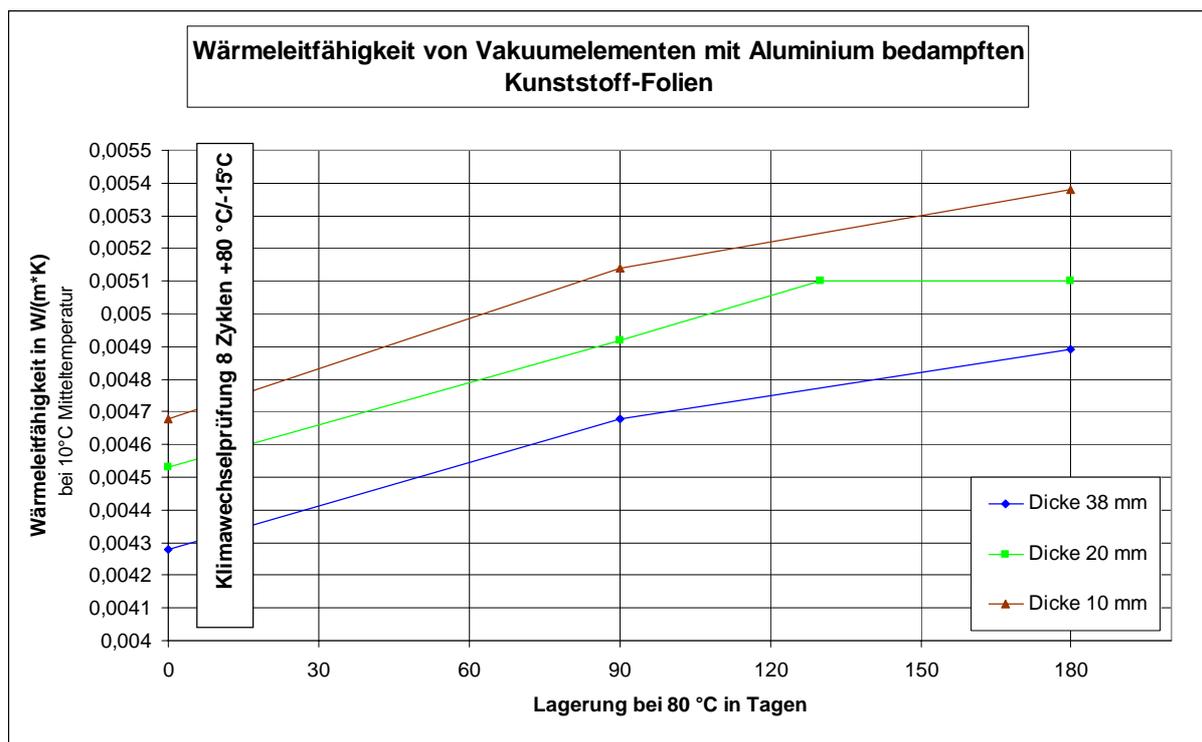


Abbildung 1: Modellierung des Alterungsverhaltens von VIPs durch Klimawechsel und Temperaturverlagerung

### 2.3 Berücksichtigung von Wärmebrückeneffekten:

Diese Effekte sind abhängig von der Folie – insbesondere deren Dicke, und vom Format der Platten, d.h. dem Verhältnis der „ungestörten“ Plattenfläche zur Umfangslänge und der Art der Überlappung der Randbereiche (Tabelle 1).

Tabelle 1: Wärmebrückeneffekte \*) und VIP-Plattengrößen (mehrlagige Kunststoffolie mit Aluminiemeinlage)

Größe m x m	Fläche m <sup>2</sup>	Umfang m	U-Wert mit Randeinfluss W/(m <sup>2</sup> ·K)	Lambda effektiv W/(m·K)	Erhöhung %	Erhöhung mW
0,30 x 0,20	0,0600	1,0	0,2692	0,0056	25,4%	1,14
0,50 x 0,50	0,2500	2,0	0,2419	0,0050	12,1%	0,55
1,0 x 0,50	0,5000	3,0	0,2356	0,0049	9,1%	0,41
0,75 x 0,75	0,5625	3,0	0,2335	0,0049	8,1%	0,36
1,0 x 1,0	1,0000	4,0	0,2293	0,0048	6,1%	0,27
1,5 x 1,0	1,5000	5,0	0,2272	0,0047	5,0%	0,23
2,0 x 1,0	2,0000	6,0	0,2262	0,0047	4,5%	0,20
2,0 x 1,5	3,0000	7,0	0,2241	0,0047	3,5%	0,16
2,0 x 2,0	4,0000	8,0	0,2230	0,0046	3,0%	0,14
3,0 x 2,0	6,0000	10,0	0,2220	0,0046	2,5%	0,11

- \*) (Psi)-Wert = 0,0063 W/(m·K) für mäanderförmig überlappenden Fugenstoß  
 U-Wert im ungestörten Bereich: 0,217 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 λ-Wert im ungestörten Bereich: 0,0045 W/(m·K)

Je großflächiger die Platten werden, desto geringer wird der Einfluss auf die Wärmeleitfähigkeit (Abbildung 2). Aus baupraktischen Gründen sollte ein Optimum der verschiedenen Liefergrößen gefunden werden, so dass der Einfluss unter 10 % bleibt, da ein „Zuschneiden“ vor Ort nicht möglich ist.

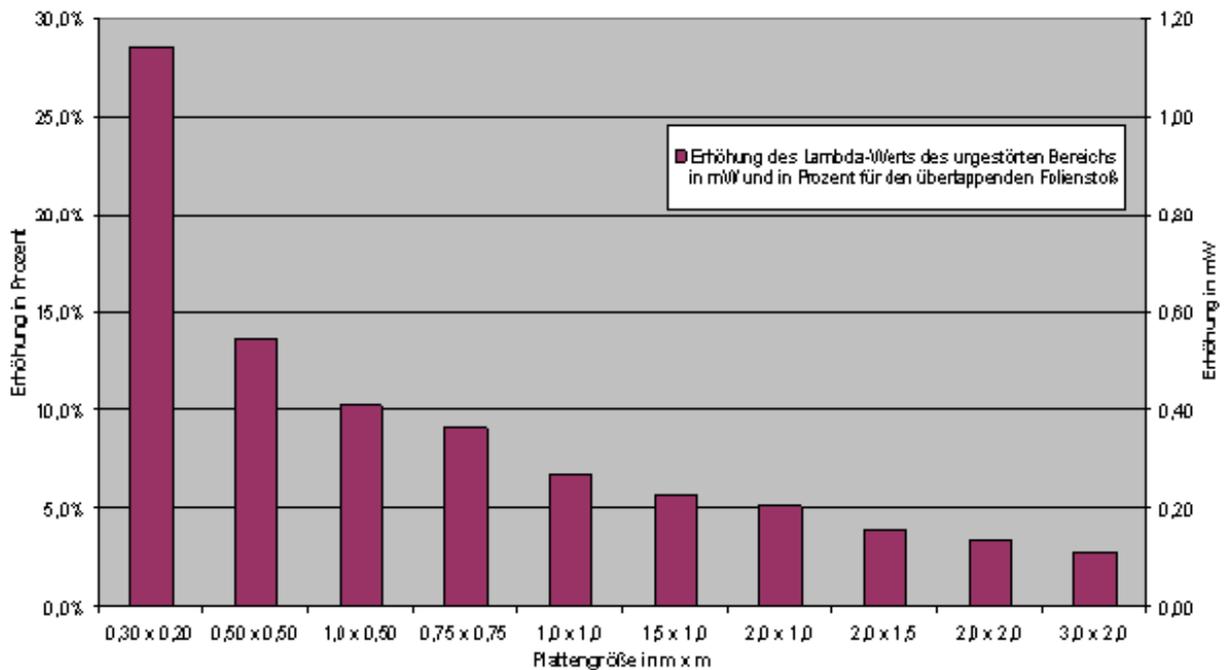


Abbildung 2: Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit von der Verringerung der VIP-Plattengröße

Der im Bereich der Stoßstelle der VIP-Platten zusätzlich auftretende Wärmeverlust ist auf die Wärmebrücke der durchgehenden bzw. gefalteten Folie zurückzuführen. Diese wirkt als „Kurzschluss“ für den Wärmetransport zwischen Innen und Außen. Die Folie im Randbereich wirkt noch zusätzlich als Kollektor für die Wärmebrücke. Sie leitet aus dem angrenzenden Bereich Wärme zu der Stoßstelle, wo sie durch die Dämmung transportiert wird und auf der Kaltseite in der Folie wieder abgeleitet wird. Dieser Effekt ist in der Darstellung der Wärmestromdichten in Abbildung 3 gut zu erkennen.

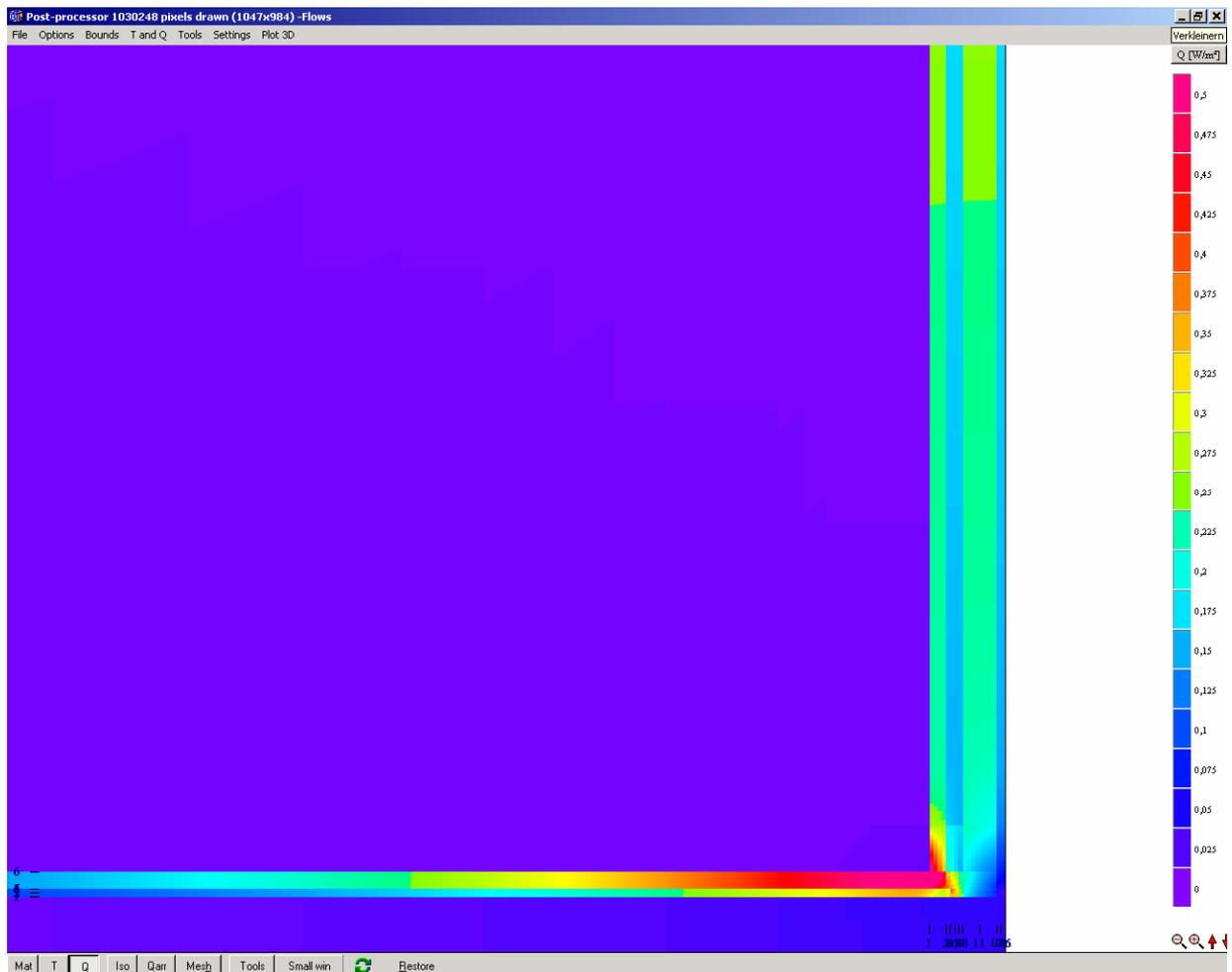


Abbildung 3: Wärmestromdichten im Randbereich einer VIP-Platte (Ausschnitt Rand)\*)

Die dargestellten Werte sind mit einer sehr guten Folie ermittelt worden. Für Folien mit anderen Aufbauten können die berechneten Werte sehr stark abweichen. Bei ungünstigen Folien und kleinen Platten kann sich eine Verdopplung der Wärmeleitfähigkeit des ungestörten Bereichs einstellen.

\*) Die in der Legende dargestellte Skala wurde so gewählt, dass der Einfluss der Folie gut sichtbar wird. Temperaturen und Wärmestromdichten die über den größten in der Skala dargestellten Werten liegen (z.B. im rechten unteren Eck, wo die Werte über den Skalendwerten liegen), erhalten so die selbe Farbe wie der größte Skalenteil, sind also farblich nicht mehr unterscheidbar.

## 2.4 Sicherheitszuschlag:

Je nach erwarteter Nutzungsdauer (z.B. 25 oder 50 Jahre) wird vergleichbar den anderen Dämmstoffen der Nennwert nach oben korrigiert. Der Sicherheitszuschlag kann z.B. auf 20 % - aber auch deutlich höher – festgelegt werden.

## 2.5 Bilanzierungsbeispiel

VIP mit Kunststoffolie mit Aluminiumeinlage (fünflagig, Aluminium 2 x 30 nm)

Tabelle 2: Ableitung des Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit (Beispiel)

Einflussgrößen	Wärmeleitfähigkeit W/(m·K)
- Labormesswert	0,0045
- Alterungseffekt (Druckanstieg 30 – 50 mbar für 20 – 30 Jahre Einsatzdauer)	+0,001
- Wärmebrückeneffekte der Fuge (verschiedene Elementgrößen für Fenster, Ecken und Spalten)	+ 0,001
- Sicherheitszuschlag (hier 20 %)	+0,0013
(Rundung)	0,0078
$\lambda_{\text{Bemessung}}$	0,008

## 3. Zusammenfassung

Werden neben den wärmeschutztechnischen Bemessungswerten noch weitere wichtige bauphysikalische Eigenschaften, insbesondere

- die Anforderungen an das Brandverhalten (mindestens DIN 4102-B2)
- und die Anforderungen an die mechanische Standsicherheit (Widerstand gegen Windsog)

des VIP-haltigen Dämmsystems erfüllt, kann ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis entweder durch:

- eine **allgemeine bauaufsichtliche Zulassung** (abZ) durch das DIBt
- oder durch eine **Zustimmung im Einzelfall** (ZiB) der Obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes

den Schritt vom Labor zum Bauteil (der Fassade) ermöglichen. Praxisbeispiele hierfür gibt es schon einige. Für diese Objekte wird es dann Auflagen geben, die die Bewäh-

rung der VIP im angelieferten und im eingebauten Zustand sicherstellen sollen, insbesondere durch:

- Nachmessung einzelner auf die Baustelle gelieferter VIPs
- eine Baustellenentnahme
- eine Objektüberprüfung durch Thermographie über mehrere Heizperioden hinweg.

Mit zunehmender Baupraxis wird sich dann (hoffentlich) die Differenz zwischen Nenn- und Bemessungswert verkleinern, da große Sicherheitszuschläge entfallen werden.

### Zitierte Normen:

- [1] DIN EN ISO 10456-2000:  
Baustoffe und –produkte – Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte
- [2] DIN EN 13162-2001:  
Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikation
- und die folgenden Normen der Reihe bis DIN EN 13171 -2001
- [3] DIN EN 12667-2000:  
Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten – Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät – Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand
- [4] DIN V 4108-4-2002:  
Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte

Dr. Roland Gellert, Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Albrecht, Dipl.-Ing. Christoph Sprengard  
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München  
- FIW München –  
Lochhamer Schlag 4  
82166 Gräfelfing  
[www.fiw-muenchen.de](http://www.fiw-muenchen.de)  
[info@fiw-muenchen.de](mailto:info@fiw-muenchen.de)