



Institut für Stahlbau
Nachhaltigkeit
im Metalleichtbau

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Einfluss der Fugendichtheit von Sandwichelementen auf den Heizwärmeverlust

Prof. Dr.-Ing. M. Kuhnhenne

Dipl.-Ing. V. Reger

Dipl.-Ing. M. Vontein

Im Auftrag von

Fischer Profil GmbH

Waldstrasse 67

D-57250 Netphen-Deuz

Aachen, 06.12.2018

**Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Markus Kuhnhenne**

Mies-van-der-Rohe-Str. 1
D-52074 Aachen

Telefon: +49 241 80-25177

Fax: +49 241 80-22140

mku@stb.rwth-aachen.de

www.stb.rwth-aachen.de

1 Allgemeines

Das energieeffiziente Bauen hat in den letzten Jahren stetig an Bedeutung gewonnen. Insbesondere die Anforderungen an den Wärmeschutz und die Luftdichtheit von Dach- und Wandsystemen haben deutliche Auswirkungen auf die Planung und Ausführung von Gebäudehüllen in Metallleichtbauweise.

2 Anforderungen an die Luftdichtheit

Neben der Minimierung der Wärmetransmission stellt die Luftdichtheit der Gebäudehülle eine wesentliche Eigenschaft dar, um energieeffiziente und bauphysikalisch einwandfreie Gebäude zu erstellen.

Die Energieeinsparverordnung 2016 fordert, „dass zu errichtende Gebäude so auszuführen sind, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist“.

Die vorgefertigten flächigen Dach- und Wandelemente im Metallleichtbau sind im Bereich der metallenen Deckschichten absolut luftdicht. Die Abdichtung der Bauteilfugen trägt dazu bei, die Dichtebenen über Element- und Bauabschnittsgrenzen fortzusetzen und die umfassende Forderung der Energieeinsparverordnung nach einer luftdichten Gebäudehülle zu erfüllen.

Die Fugendichtheit wird in DIN 4108-2 („*Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*“) und DIN 18542 („*Abdichten von Außenwandfugen mit imprägnierten Fugendichtungsbändern aus Schaumkunststoff*“) definiert. Ein Fugendurchlasskoeffizient a bei einer Druckdifferenz von 10 Pa zwischen innen und außen kleiner als $0,1 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot(\text{daPa})^{2/3})$ wird demnach als ausreichend dicht bewertet.

3 Untersuchung FischerTHERM® plus

Zur Verbesserung der Luftdichtheit der FischerTHERM® plus Sandwichelemente wird in der Elementfuge ein zusätzliches EPDM-Dichtband in der Produktion im Werk eingebracht. Der Einfluss dieses Dichtbandes auf die Fugendichtheit der Sandwichelemente wurde durch messtechnische Untersuchungen der *RWTH Aachen University – Lehr und Forschungsgebiet für Nachhaltigkeit im Metallleichtbau* bewertet. Die Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt.

Bei dem gewählten Messverfahren wird mit Hilfe eines Ventilators eine Druckdifferenz zwischen dem Prüfstandinneren und der Umgebung erzeugt und der dazu benötigte, vom Ventilator geförderte Volumenstrom gemessen. Die Messung erfolgt für verschiedene Druckdifferenzen. Aus den Messwerten kann der Fugendurchlasskoeffizient abgeleitet werden.

Um den Einfluss von verschiedenen Einbausituationen bewerten zu können, wurden die Versuche für unterschiedliche Fugenabstände zwischen 4 mm und 10 mm durchgeführt.

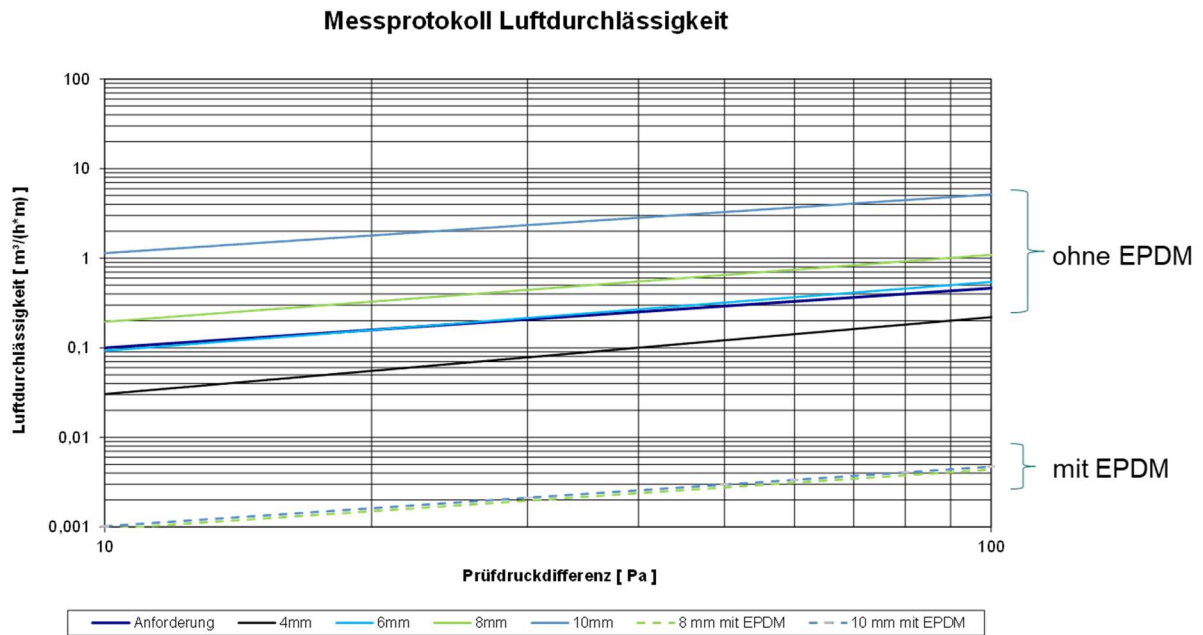


Abbildung 1: Luftdurchlässigkeit bei unterschiedlichen Fugenabständen

4 Bewertung der Fugendurchlässigkeit von Sandwichelementen

Unabhängig von der Einbausituation beträgt die Luftdurchlässigkeit von FischerTHERM®plus Sandwichelementen mit EPDM-Zusatzdichtung $a = 0,003 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$ bei 10 Pa Druckdifferenz.

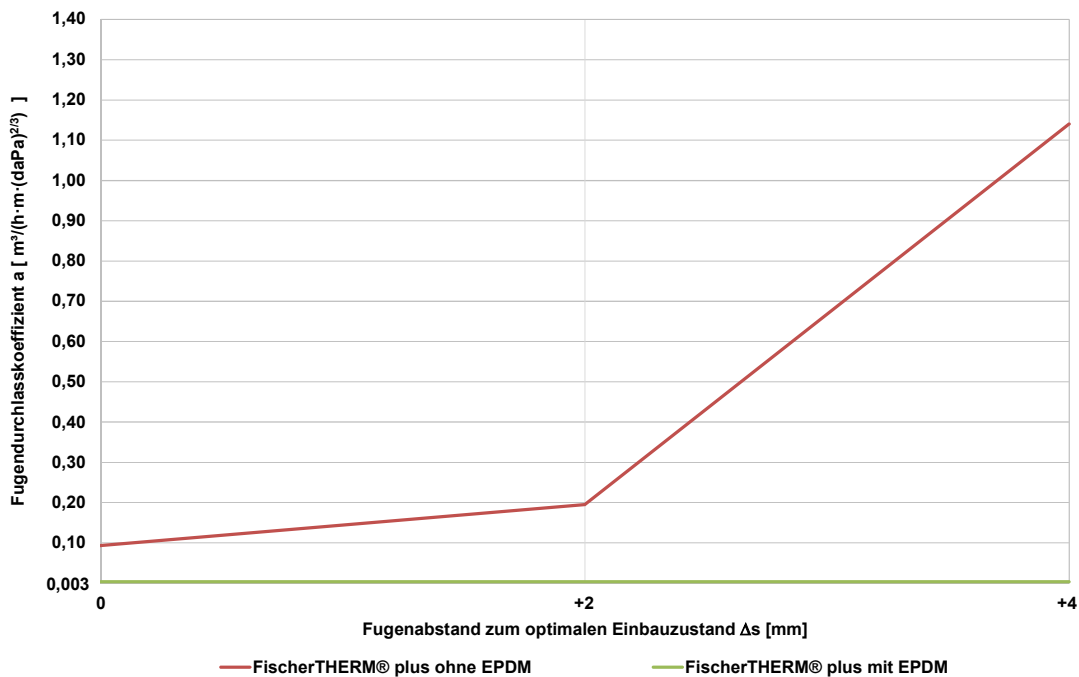


Abbildung 2: Fugendurchlässigkeit abhängig von der Abweichung zum optimalen Einbauzustand

5 Energetische Bewertung

Die effektiven Wärmeverluste eines Sandwichelementes ergeben sich aus dem Wärmedurchgang und der Infiltration aufgrund einer möglichen Fugenundichtheit. Kombiniert man nun den Einfluss des Luftvolumenstroms mit den Transmissionsverlusten, so kann man einen "Effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten" (U_{effektiv}) infolge Transmission und Infiltration berechnen, der die beiden Effekte in einem Wert zusammenfasst und insbesondere für überschlägige Berechnungen zur Energieeffizienz hilfreich ist. Der effektive Wärmedurchgangskoeffizient ist letztlich ein Kennwert, der die Infiltrationsverluste durch einen entsprechenden Zuschlag auf den U-Wert berücksichtigt.

Bei einer sehr dichten Fuge ($a = 0,003 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$ bei 10 Pa Druckdifferenz) entspricht der effektive U-Wert praktisch dem Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Sandwichelementes. Bei sehr undichten Fugen ($a = 1,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$ bei 10 Pa Druckdifferenz) erhöht sich der effektive Wärmedurchgangskoeffizient um ca. $\Delta U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

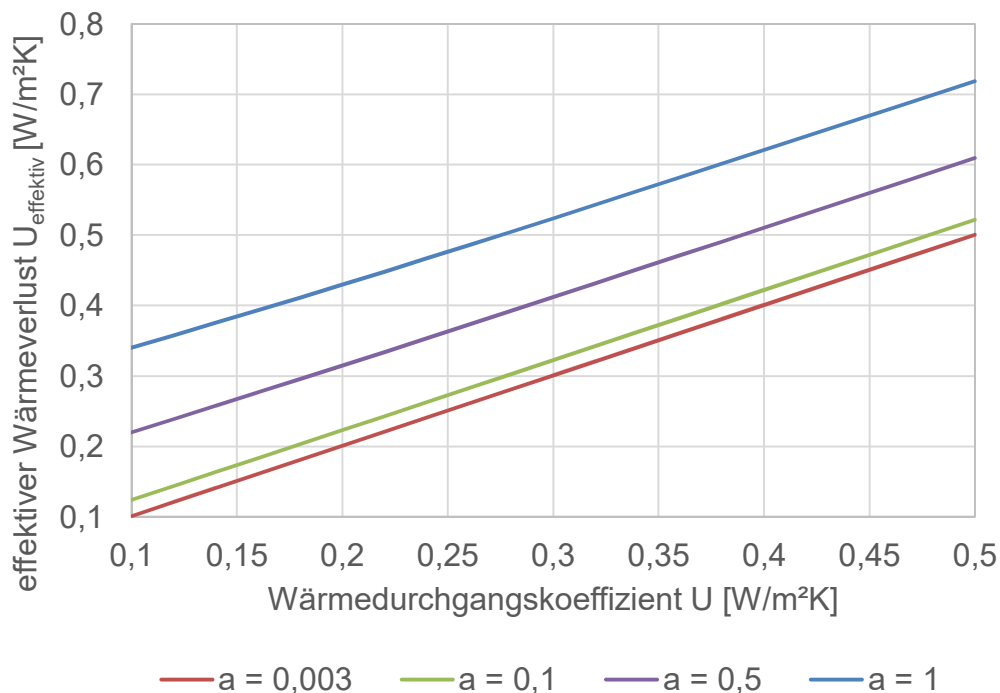


Abbildung 3: Effektiver Wärmeverlust (U_{effektiv}) abhängig vom Wärmedurchgang (U-Wert) und der Fugendichtheit (a-Wert)

Der Heizenergiebedarf, der durch den Wärmetransfer durch einen m² Dach- oder Wandfläche verursacht wird, lässt sich nicht direkt angeben. Temperaturverhältnisse, interne und externe Wärmequelle und zahlreiche weitere Faktoren beeinflussen diesen Wert, so dass für jeden Einzelfall eine Berechnung nach DIN V 18599 erforderlich wäre.

Um hier dennoch zu einer Abschätzung zu kommen, wird mit einer Methode der modifizierten Heizgradtage (Heizgrenztemperatur abhängig vom Dämmstandard) gearbeitet.

Abbildung 4 stellt den nach dieser Methode ermittelten Wärmebedarf pro m^2 Hüllfläche dar. Den Effekt, den eine Variation von Wärmedurchgang (U-Wert) und Fugendichtheit (a-Wert) haben, kann in dem Diagramm direkt abgelesen werden.

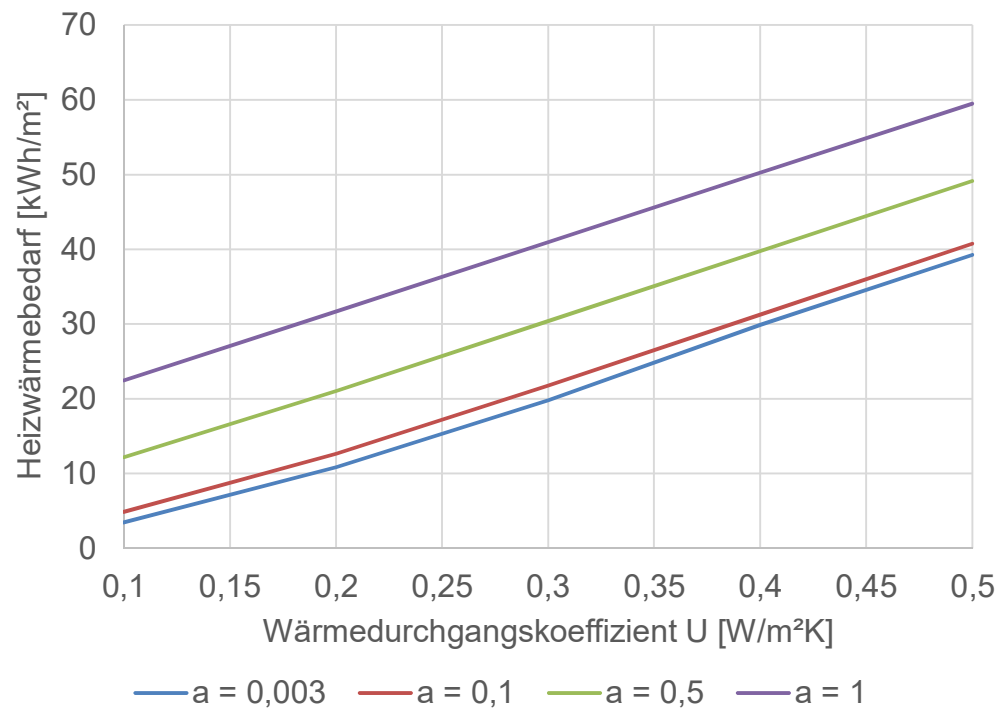


Abbildung 4: Heizwärmebedarf bezogen auf 1 m^2 Wandfläche abhängig vom Wärmedurchgang (U-Wert) und der Fugenundichtigkeit (a-Wert)

6 Wirtschaftliche Bewertung

Aus dem zuvor ermittelten Wärmebedarf lassen sich bei Kenntnis der Wärmepreise die Kosten für den Wärmebedarf pro m^2 Dach- oder Aussenwandfläche ermitteln.

Eine Beispielrechnung mit Wärmegestehungskosten von 0,08 €/kWh führt zu den im nachfolgenden Diagramm dargestellten jährlichen Heizkosten in Abhängigkeit von Wärmedurchgang (U-Wert) und Fugendichtheit (a-Wert).

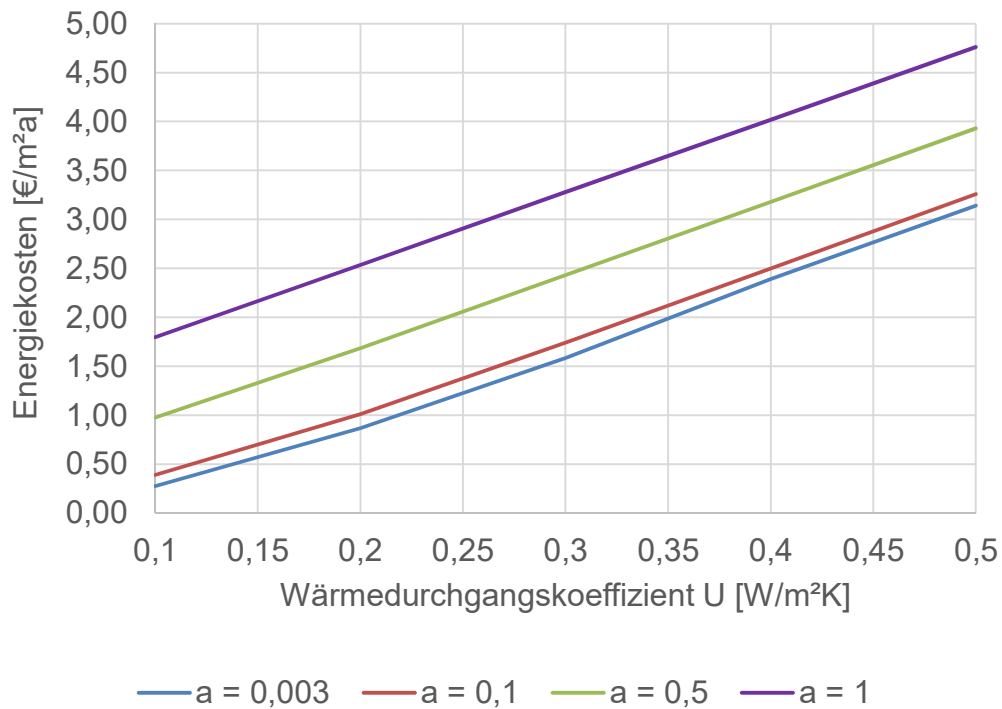


Abbildung 5: Heizkosten bezogen auf 1 m² Wandfläche abhängig vom Wärmedurchgang (U-Wert) und der Fugundichtigkeit (a-Wert) bei Wärmegestehungskosten von 0,08 €/kWh

Ablesebeispiel: Realisiert man eine Wandkonstruktion mit einem Wärmedurchgang (U-Wert) von 0,15 W/m²K (160 mm PU) resultieren daraus Heizkosten von 0,51 €/m²a bei sehr luftdichter Ausführung (a = 0,003 m³/(h·m·(daPa)^{2/3}) und einem Wärmepreis von 0,08 €/kWh. Bei sehr undichter Ausführung hingegen entstehen Heizkosten von mehr als 2,00 €/m².