



Institut für Stahlbau
Nachhaltigkeit
im Metallleichtbau

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

**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

Bestimmung der Luftdichtheit eines Stahl- Sandwich-Elementes

ISO FIRE 100

Prof. Dr.-Ing. M. Kuhnhenne

Dipl.-Ing. V. Reger

Im Auftrag von

WDI CP GmbH & Co.KG

Sudenhofer Straße 4

D-19230 Hagenow

Aachen, 05.11.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	1
2	Anforderungen an den Fugendurchlasskoeffizienten	2
3	Klasseneinteilung der Luftdichtheit von Fugen	3
4	Messverfahren	4
5	Versuchsaufbau	5
6	Bestimmung des Fugenabstands	6
7	Messung WDI ISO FIRE 100	7
7.1	Einbausituation	7
8	Literatur	9

1 Allgemeines

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

Bei beheizten und gut wärmegeämmten Gebäuden erreicht der Wärmetransfer über Undichtheiten in der Gebäudehülle einen nicht zu vernachlässigenden Anteil. Die Energieeinsparverordnung 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 Anforderung an die Luftdichtheit der Gebäudehülle soll dazu beitragen, unnötigen Wärmetransfer und Bauschäden zu vermeiden. Die Luftdichtheitsschicht soll verhindern, dass Bauteile mit warmer feuchtigkeitsbeladener Luft durchströmt werden. Leckagestellen in der Luftdichtheitsebene können zu Tauwasserschäden in der Konstruktion führen.

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

2 Anforderungen an den Fugendurchlasskoeffizienten

In den folgenden beiden Normen werden Anforderungen an den Fugendurchlasskoeffizienten (a-Wert) als Maß für die Luftdichtheit von Fugen formuliert:

DIN 4108-2 („*Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*“, [1]) fordert für die Luftdichtheit von Außenbauteilen, dass Fugen in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche „nach dem Stand der Technik dauerhaft und luftundurchlässig“ abgedichtet sind. Der aus Messergebnissen nach DIN EN 12114 (für Bauteile) bzw. DIN EN 13829 (für Gebäude) abgeleitete Fugendurchlasskoeffizient a muss kleiner als $0,1 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot(\text{daPa})^{2/3})$ sein.

DIN 18542 („*Imprägnierte Fugendichtungsbänder aus Schaumkunststoff zur Abdichtung von Außenwand-fugen - Anforderungen und Prüfung*“, [2]) fordert, dass der Fugendurchlasskoeffizient a bei einer Druckdifferenz von 10 Pa zwischen innen und außen kleiner als $0,1 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot(\text{daPa})^{2/3})$ ist.

3 Klasseneinteilung der Luftdichtheit von Fugen

Hinsichtlich der Klassifizierung der Luftdichtheit wird die Einteilung aus [3] übernommen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Klasseneinteilung der Luftdichtheit von Fugen (aus [3])

Klasseneinteilung der Luftdichtheit von Fugen mit Hilfe des Fugendurchlasskoeffizienten $a [\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{daPa})^{2/3})]$			
L1	L2	L3	L4
$a \leq 0,01$	$0,01 < a \leq 0,1$	$0,1 < a \leq 1,0$	$a > 1,0$
Sehr dichte Fuge	Dichte Fuge	Undichte Fuge	Sehr undichte Fuge

4 Messverfahren

Das Messprinzip des verwendeten stationären Messverfahrens zeigt Abbildung 1:

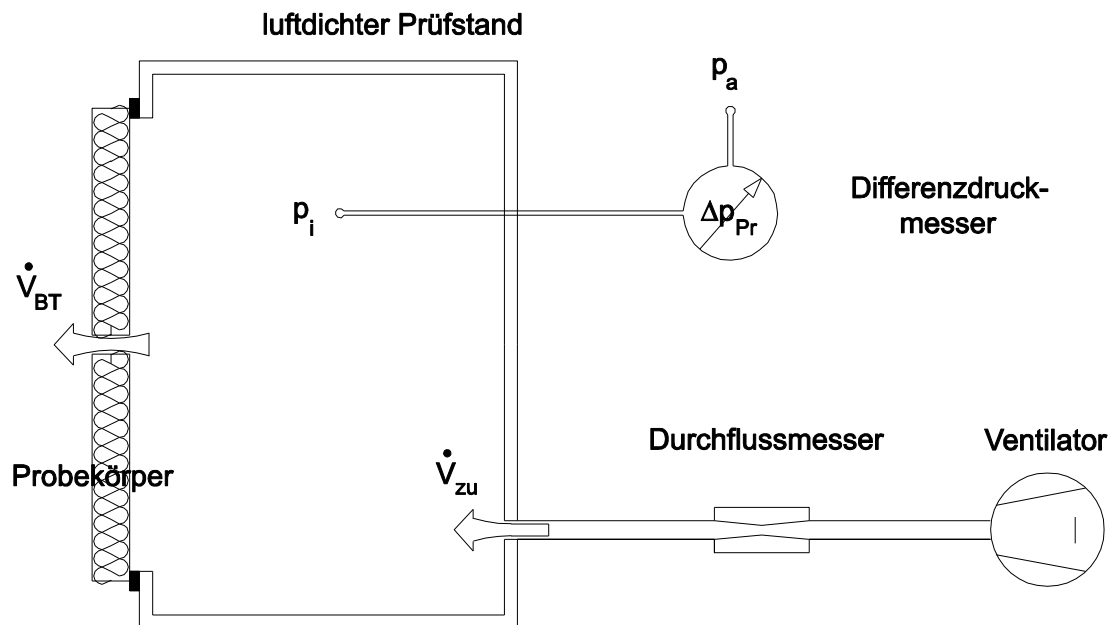


Abbildung 1: Messprinzip stationäres Messverfahren

Beim stationären Messverfahren wird mit Hilfe eines Ventilators eine Druckdifferenz (Δp_{Pr}) zwischen dem Prüfstandinneren und der Umgebung erzeugt und der dazu benötigte, vom Ventilator geförderte Volumenstrom (\dot{V}_{zu}) gemessen. Bei einer konstanten Druckdifferenz zwischen Innenraum und Umgebung ist der gemessene Volumenstrom (\dot{V}_{zu}) gleich dem Volumenstrom (\dot{V}_{BT}) durch das zu prüfende Bauteil, sofern der Prüfstand selbst keine Leckage aufweist. Für Stahlelemente bedeutet dies, dass der Volumenstrom \dot{V}_{BT} nur durch die Bauteilfuge strömen kann, da die Elemente im Regelbereich absolut luftundurchlässig sind. Die Messung erfolgt für verschiedene, während der Messung aber konstante Druckdifferenzen (= Prüfdruckdifferenzen, Druckstufen). Als Ergebnis liefert das Messverfahren den Zusammenhang von Druckdifferenz und Volumenstrom, der in einem Diagramm aufgetragen werden kann. Die Beziehung zwischen Luftvolumenstrom und Druckdifferenz ist gewöhnlich nicht linear, so dass für das Diagramm üblicherweise eine doppelt logarithmische Skalierung gewählt wird und die Kurve der Volumenströme aufgetragen über die Prüfdruckdifferenzen in dieser Skalierung eine Gerade ergibt. Die Festlegung der Prüfdruckdifferenzen erfolgt nach Anhang A der DIN EN 12114 [4].

5 Versuchsaufbau

Abbildung 2 zeigt den Luftdichtheitsprüfstand des Instituts für Stahlbau, Lehr- und Forschungsgebiet Nachhaltigkeit im Metalleichtbau der RWTH mit einem eingebauten Probekörper.



Abbildung 2: Luftdichtheitsprüfstand mit eingebautem Probekörper

Die Messungen werden so vorgenommen, dass zunächst alle Fugen und Öffnungen mit elastischer Dichtmasse verschlossen werden und eine „Nullmessung“ durchgeführt wird. Die Nullmessung stellt einerseits sicher, dass die unvermeidlichen Restleckagen klein sind, andererseits wird der hier gemessene Wert praktisch als „Offset“ vom eigentlichen Messwert für ein bestimmtes Detail abgezogen.

6 Bestimmung des Fugenabstands

Der Fugenabstand von Sandwichelementen kann auf verschiedene Arten bestimmt werden. Die im vorliegenden Bericht gewählten Einbauzustände resultieren aus der Fugengeometrie. Klick entspricht dabei locker zusammengesetzten Elementen bis zur Überwindung des geometrischen Widerstandes. Klick auf Anschlag entspricht einer nahezu geschlossenen Fuge. Bei der Methode mit Fugenabstandhaltern wird auf die senkrechte Fläche der Fuge ein Abstandhalter gestellt, der die gewählte Fugenbreite definiert (Abbildung 3). Diese kann hier aufgrund der geringen Fugenbreite nicht angewandt werden.

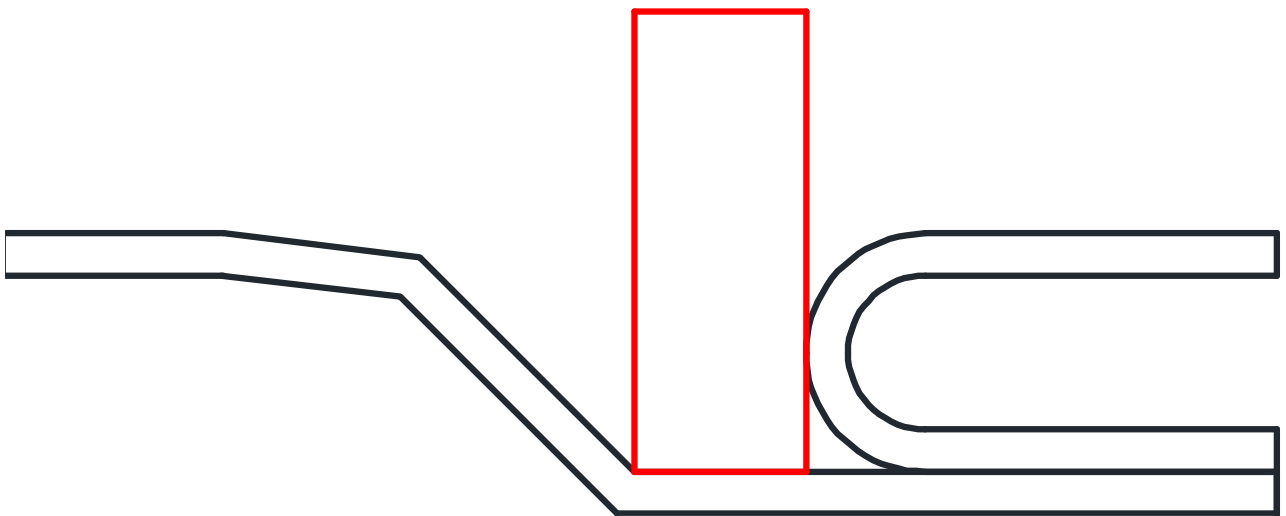


Abbildung 3: Methode der Fugenabstandsmessung mit Abstandhaltern

Die Fugendichtheit des Probekörpers wurde für beide Seiten (Seite A und Seite B) separat ermittelt.

7 Messung WDI ISO FIRE 100

7.1 Einbausituation

Tabelle 2: WDI ISO FIRE 100, Einbausituation



7.1.1 Ergebnis

Messprotokoll Luftdurchlässigkeit

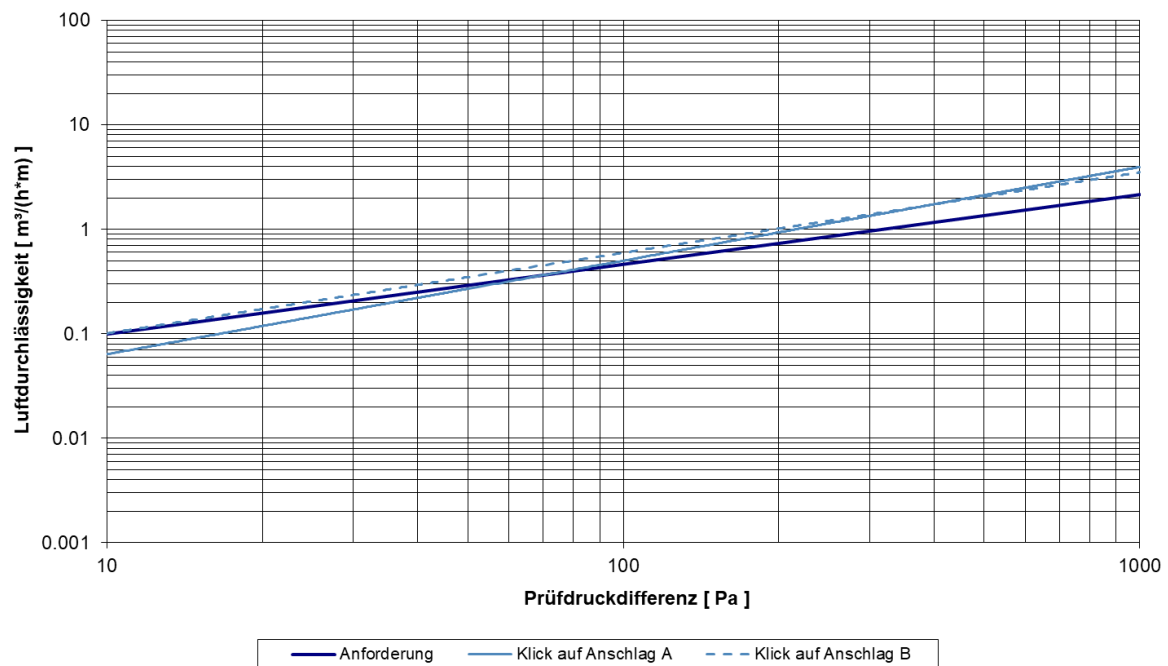


Abbildung 4: Luftdurchlässigkeit (WDI ISO FIRE 100)

Tabelle 3: WDI ISO FIRE 100, Fugendichtheit und Klassifizierung

	Klick auf Anschlag A	Klick auf Anschlag B
Fugendurchlasskoeffizient a [m³/(h·m·(daPa))]	0,064	0,101
Fugendichtheitsklasse	L2	L2
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa [m³/(h·m²)]	0,269	0,349

8 Literatur

- [1] DIN 4108-2: 2013-02 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [2] DIN 18542: 2020-04 „Imprägnierte Fugendichtungsbänder aus Schaumkunststoff zur Abdichtung von Außenwandfugen - Anforderungen und Prüfung“, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [3] Kuhnhenne, Markus, Energetische Qualität von Gebäudehüllen in Stahl-Sandwichbauweise, Dissertation an der RWTH Aachen, 2010
- [4] DIN EN 12114: 2000-04 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Luftdurchlässigkeit von Bauteilen, Laborprüfverfahren“; Beuth Verlag GmbH, Berlin