

Dienstgebäude: Mies-van-der-Rohe-Str. 1  
52074 Aachen

Telefon: +49-(0)241-80-25177

Telefax: +49-(0)241-80-22140

E-Mail: [stb@stb.rwth-aachen.de](mailto:stb@stb.rwth-aachen.de)

Internet: [www.stb.rwth-aachen.de](http://www.stb.rwth-aachen.de)

**Bestimmung der Fugendichtheit  
von ausgewählten Stahl-Sandwichenelementen**

**im Auftrag der Firma ArcelorMittal Construction Deutschland GmbH**



Dr.-Ing. M. Kuhnhenne

Aachen, 10. Januar 2011

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines</b>	<b>3</b>
<b>2 Anforderungen an den Fugendurchlasskoeffizienten</b>	<b>3</b>
<b>3 Klasseneinteilung der Luftdichtheit von Fugen</b>	<b>4</b>
<b>4 Messungen im Laborprüfstand</b>	<b>4</b>
4.1 Messverfahren	4
4.2 Versuchsaufbau	5
4.3 Bestimmung des Fugenabstands	6
<b>5 Messergebnisse</b>	<b>7</b>
5.1 Ondatherm 1003 B	7
5.2 Ondatherm 2000 B	9
<b>6 Literatur</b>	<b>11</b>

## 1 Allgemeines

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

Bei beheizten und gut wärmegeprägten Gebäuden erreicht der Wärmetransfer über Undichtheiten in der Gebäudehülle einen nicht zu vernachlässigenden Anteil. Die EnEV 2009 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 Energieeinsparung 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 („*Abdichten von Außenwandfugen mit imprägnierten Dichtungsbändern aus Schaumkunststoff*“, [2]) fordert, dass der Fugendurchlasskoeffizient  $a$  bei einer Druckdifferenz von 10 Pa zwischen innen und außen kleiner als  $0,1 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot(\text{daPa})^0)$  ist.

### 3 Klasseneinteilung der Luftdichtheit von Fugen

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

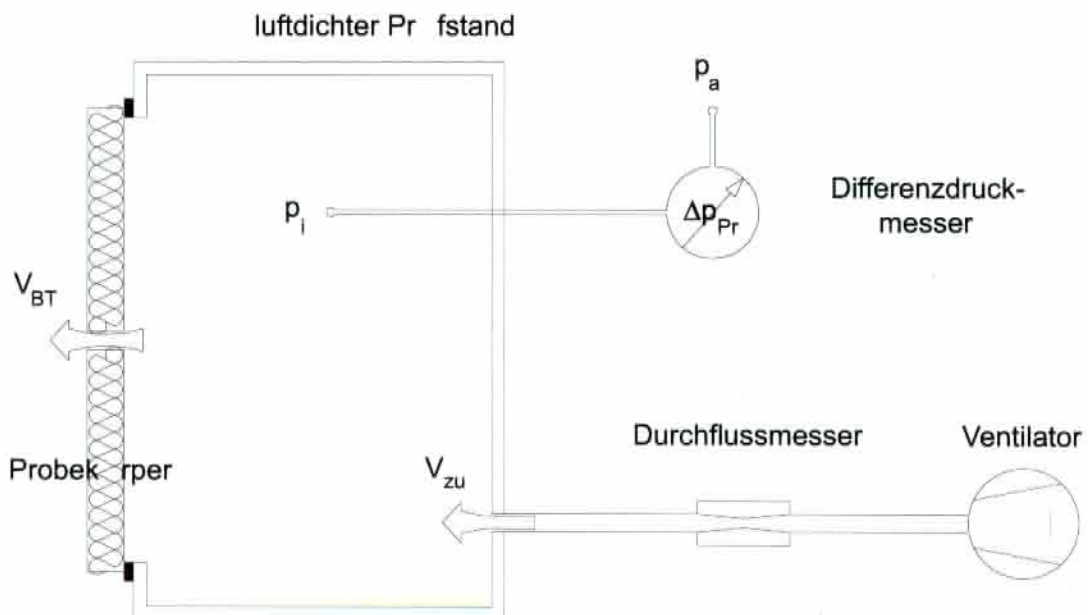
**Tabelle 3-1: Klasseneinteilung der Luftdichtheit von Fugen (aus [3])**

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 Messungen im Laborprüfstand

#### 4.1 Messverfahren

Das Messprinzip des verwendeten stationären Messverfahrens nach DIN EN 12114 zeigt Bild 4-1:



**Bild 4-1: Messprinzip stationäres Messverfahren**



Beim stationären Messverfahren wird mit Hilfe eines Ventilators eine Druckdifferenz ( $\Delta p_{pr}$ ) 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].

## 4.2 Versuchsaufbau

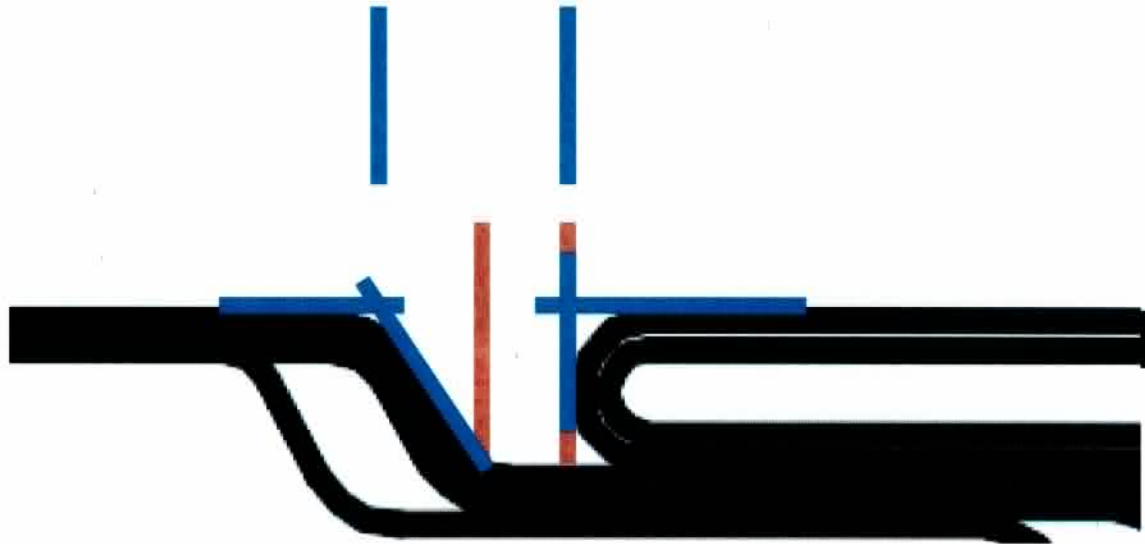
Bild 4-2 zeigt den Luftdichtheitsprüfstand des Lehrstuhls für Stahl- und Leichtmetallbau der RWTH mit einem eingebauten Probekörper.



**Bild 4-2: Luftdichtheitsprüfstand mit eingebautem Probekörper**

### 4.3 Bestimmung des Fugenabstands

Der Fugenabstand von Sandwichelementen kann auf zwei verschiedene Arten bestimmt werden, welche in Bild 4-3 schematisch gezeigt werden.



**Bild 4-3: verschiedene Methoden der Fugenabstandsmessung**

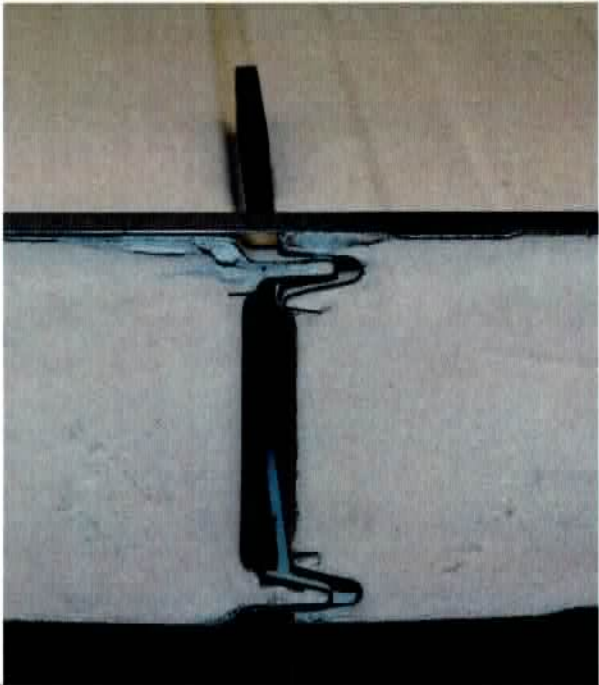
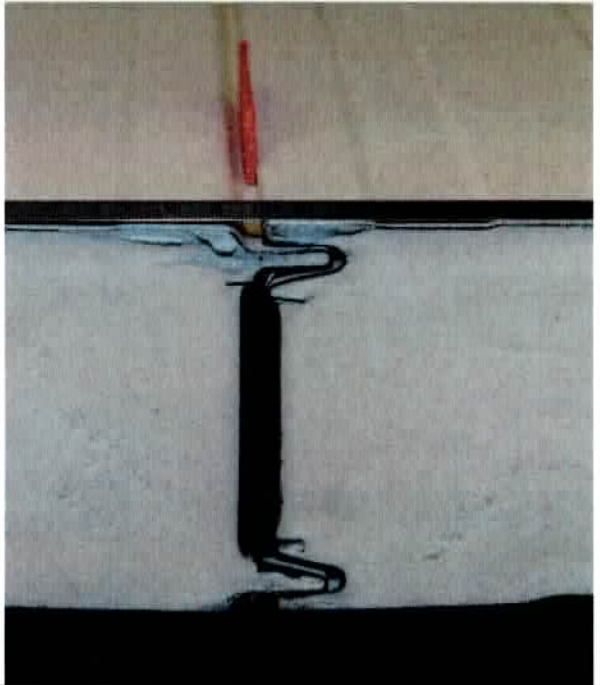
Die blauen Linien stellen die so genannte „Tangentialmethode“ dar. Hier werden, wie in Bild 4-3 dargestellt, Tangenten an die gekrümmten Bleche angelegt und deren Schnittpunkte bestimmt. Der Abstand der Schnittpunkte definiert den gewählten Fugenabstand.

Die roten Linien stellen die Methode mit Fugenabstandhaltern dar. Hier wird auf die **senkrechte Fläche** der Fuge ein Abstandhalter gestellt, der die gewählte Fugenbreite definiert. Die im vorliegenden Bericht gewählten Fugenbreiten beziehen sich auf diese Methode.

## 5 Messergebnisse

### 5.1 Ondatherm 1003 B

Tabelle 5-1: Ondatherm 1003 B, Fugendichtheit

Fugenabstände außen	
6 mm	3 mm
	
Fugendurchlasskoeffizient $a$ [ $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{daPa})^n)$ ]	
$a = 0.008$	$a = 0.001$
Fugendichtheitsklasse	
L1	L1

### Messprotokoll Luftdurchlässigkeit bei Unterdruck

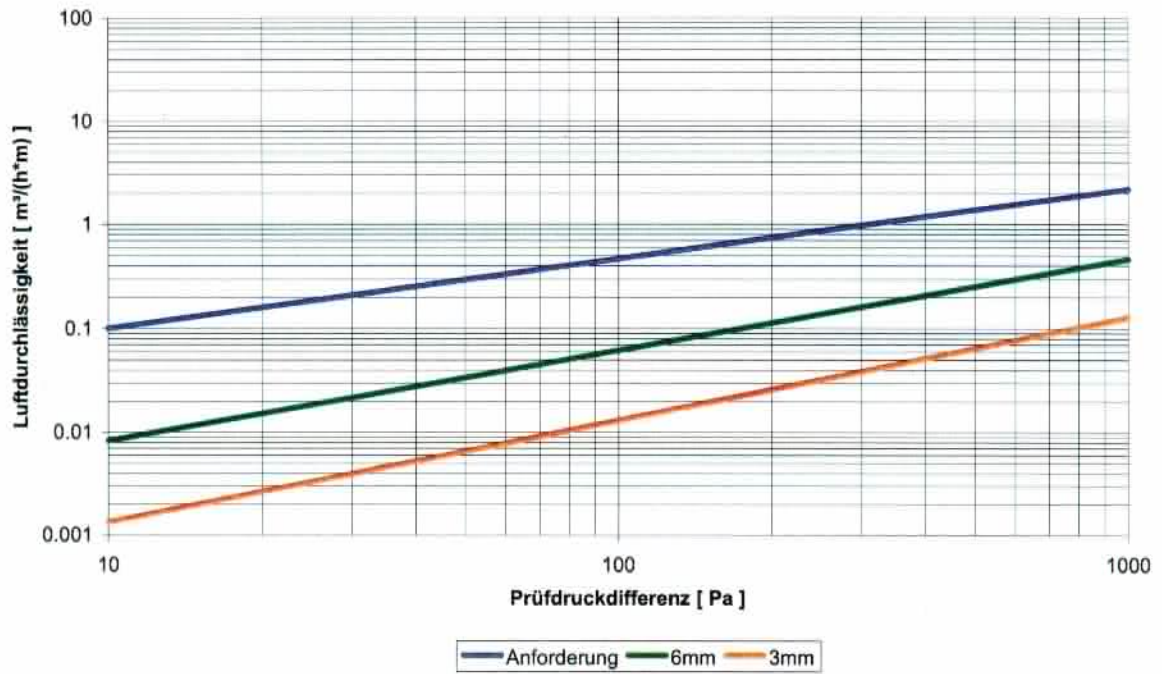

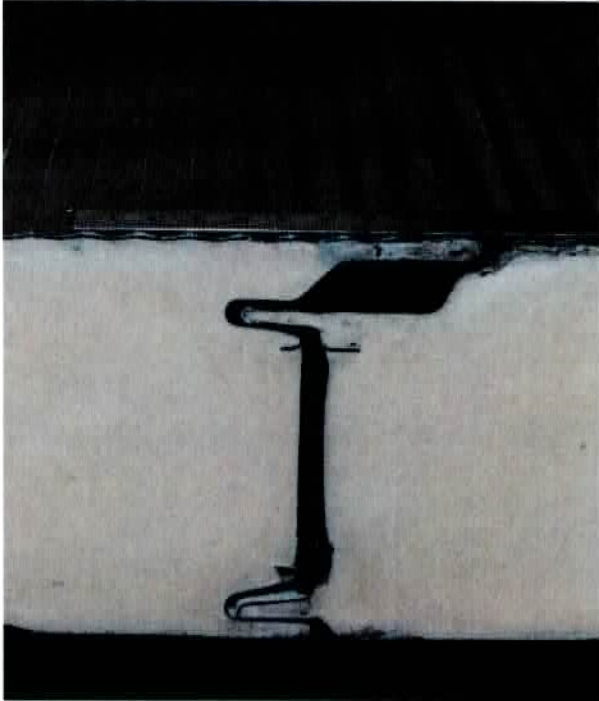


Bild 5-1: Ondatherm 1003 B, Ergebnisdiagramm der Fugendichtheitsmessung



## 5.2 Ondatherm 2000 B

Tabelle 5-2: Ondatherm 2000 B, Fugendichtheit

Fugenabstände außen	
3 mm	0 mm
	
Fugendurchlasskoeffizient $a$ [ $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{daPa})^n)$ ]	
$a < 0,001$	$a < 0,001$
Fugendichtheitsklasse	
L1	L1

### Messprotokoll Luftdurchlässigkeit bei Unterdruck

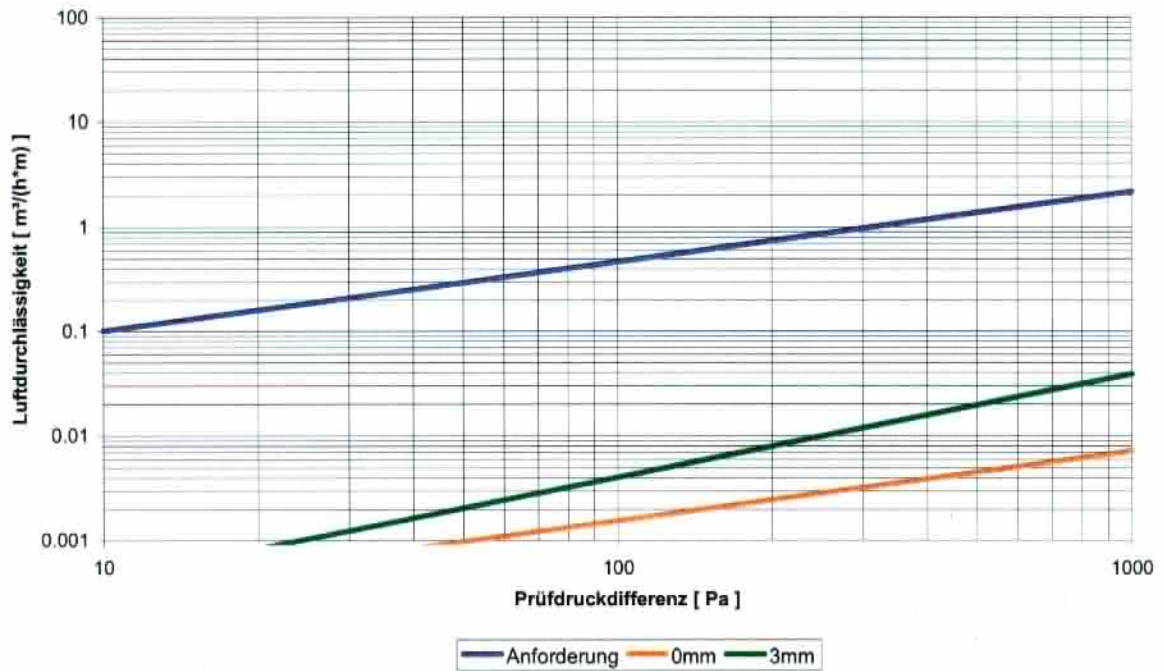


Bild 5-2: Ondatherm 2000 B, Ergebnisdiagramm der Fugendichtheitsmessung

## 6 Literatur

- [1] DIN 4108-2: 2003-07 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [2] DIN 18542: 1999-01 „Abdichten von Außenwandfugen mit imprägnierten Dichtungsbändern aus Schaumkunststoff - Imprägnierte Dichtungsbänder - 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