

Prüfbericht

Luftdichtheitsprüfung des Multifunktionsbandes (MFB) “ISO-BLOCO ONE”

Hersteller: ISO-Chemie

Luftdichtheitssystem: Fensteranschluss

Darmstadt 29.06.2016

Passivhaus Institut
Dr. Wolfgang Feist
Rheinstraße 44/46
D-64291 Darmstadt
www.passiv.de

Auftraggeber: ISO-Chemie GmbH
Röntgenstr. 12
73431 Aalen
Deutschland

Produkt: Imprägniertes Fugendichtungsband/Folienkombination zur Abdichtung von Fensteranschlussfugen zum Baukörper, einseitig selbstklebend (Multifunktionsdichtungsband, MFB)

Produktbezeichnung: ISO-BLOCO ONE
Geprüfte Dimension: 82 / 3-18 und 100 / 3-18
($t_F/b_{min}-b_{max}$) mm

1. Einleitung

Der Anschluss von Fenstern in die Luftdichtebene ist ein kritischer Punkt bei der Luftdichtheit eines Gebäudes. Bei einem Passivhaus ist eine hohe Luftdichtheit des Gebäudes eine wichtige Säule des Gesamtkonzeptes. Um sicher zu stellen, dass die geprüften Produkte ihre Leistungen im tatsächlichen Einbau liefern, wird eine realitätsnahe Untersuchung durchgeführt. Um die Eignung für den Holzbau sowie den Massivbau gewährleisten zu können, werden beide Einbauarten mehrfach geprüft.

2. Anforderungen

Die Prüfung der Luftdichtheit der Fugenabdichtung Fenster-Wand erfolgt an Massiv- und Leichtbauwänden. Dabei werden sowohl Kunststoff- als auch Holzfensterrahmen untersucht. Die Anforderungswerte für eine PH-Zertifizierung „Fensteranschluss“ sind der folgenden Tabelle 1 zu entnehmen:

Tabelle 1: Anforderungsklassen für die Zertifizierung von „Luftdichtheitssystemen Fensteranschluss“ nach den Vorgaben des Passivhaus Instituts

Klasse	Luftdurchlässigkeit längenbezogen @ 50 Pa [m³/(hm)]
A+	≤ 0,05
A	≤ 0,30
B	≤ 0,50
C	≤ 0,80

Zusätzlich muss eine verständliche Verarbeitungsrichtlinie für den Einbau des Produktes vorhanden sein, nach der die Montage für die Prüfung erfolgt.

Die für die Prüfung eingesetzten passivhaustauglichen Fensterrahmen aus Holz und Kunststoff verfügen aufgrund ihrer konstruktiven Eigenschaften über zwei unterschiedliche Rahmenbreiten „t_F“. Der Holzfensterrahmen mit 108 mm Bautiefe (Produkt SmartWin), der Kunststoffrahmen mit 85 mm Bautiefe (Hersteller Aluplast).

Die Fugenbreite (Rahmen zur Einbauwand, umlaufend) beträgt bei der Prüfung:

$$15 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm.}$$

2.1 Wandaufbauten zur Aufnahme der Prüfkörper

Der Einbau der Proben erfolgt in Holz- und Massivwände bzw. Wandabschnitten. Dafür stehen entsprechende Aufbauten zur Verfügung. Die Holzwände sind aus luftdichtem OSB-Platten und Siebdruckplatten gefertigt, welche mit Epoxidharz luftdicht verklebt sind. Die Massivwände sind umlaufend an den Wänden sowie in den Laibungen verputzt. Die Aussparungen für die Montage der Fenster haben jeweils die Abmessungen von 1030 x 1030 mm.



Abbildung 1: Wandsysteme in Holz- (links) und Massivbau (rechts) für den Einbau der Fensterrahmen. Die Einbaubereiche für die Fensterrahmen haben jeweils das lichte Maß von 1030 x 1030 mm.

2.2 Generelle Anforderungen: Luftdichte Ebene / Untergrund

Bei der Herstellung der luftdichten Ebene muss generell sichergestellt werden, dass die Bauteile, welche die luftdichte Ebene darstellen, ohne Unterbrechungen direkt miteinander verbunden werden. Wenn im **Massivbau** die luftdichte Ebene durch den Innenputz hergestellt wird muss sichergestellt sein, dass das MFB direkten Kontakt mit dem Innenputz hat. Beim Einsatz von Vorwand-Montagesystemen (VWMS) muss entsprechend das Vorwandssystem luftdicht mit dem Innenputz verbunden sein (vgl. Abbildung 2), da es Teil der luftdichten Ebene wird. Im Arbeitsablauf bedeutet dies, dass VOR der Montage des VWMS die Laibung und ein Kranz um das Fensterloch auf der Außenoberfläche der Mauer (Klebefläche für das VWMS) verputzt werden müssen (bzw. ein Glattstrich aufgetragen werden muss). Lediglich bei Betonwänden ist dies nicht notwendig, da der Beton selber die luftdichte Ebene darstellt.

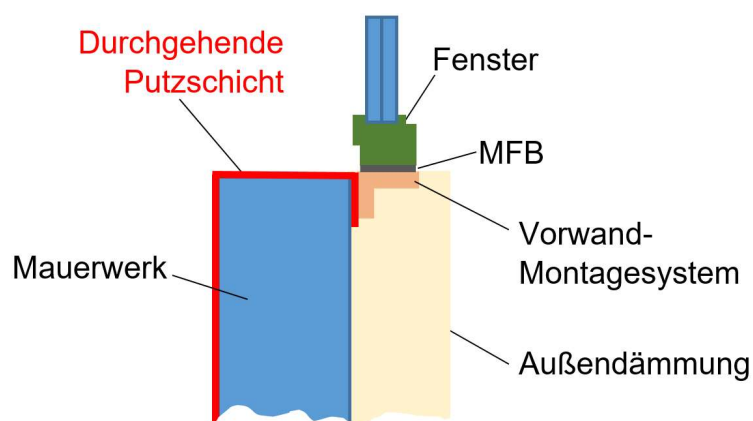


Abbildung 2: Zum luftdichten Einbau des Fensterrahmens muss der Innenputz ohne Unterbrechung mit dem Vorwand-Montagesystem verbunden sein.

Generell muss die Fensterlaibung neben der beschriebenen Putzschicht / Glattstrich vor der Installation des Fensters vorbereitet werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Laibung sauber, trocken und frei von Unebenheiten ist. Dies ist ebenfalls im Holzbau einzuhalten.

3. Zu prüfendes Material

Vom Auftraggeber wurden zwei verschiedene Breiten des MFB aus imprägnierten PU-Weichschaum geliefert. Alle MFB sind einseitig selbstklebend mit Schutzfolienstreifen ausgeführt. Mit dieser Seite werden die Bänder auf die jeweiligen Rahmen befestigt.

Für den Kunststoffrahmen wird das MFB „ISO-BLOCO ONE 82 / 3-18“ mit der Breite von 82 mm mit dem Einsatzbereich von Spaltbreiten von 3 bis 18 mm verwendet. Auf der raumzugewandten Seite ist das MFB mit einer Kunststoffolie ausgerüstet, welche die Luftdichtheit herstellen soll.

Für den Einbau der Holzrahmen wurde das Produkt „ISO-BLOCO ONE SET 100 / 3-18“ mit einer Breite von 100 mm geliefert. Dieses Set besteht aus zwei Bändern, welche nebeneinander angebracht werden um die Rahmenbreite abzudecken. Das innenliegende Band ist mit einer Folie zur Herstellung der Luftdichtheit ausgestattet. Das außenliegende MFB verfügt über keine Folie und dient vor allem der Wärmebrückenfreiheit sowie der Schlagregendichtheit. Die Wärmebrückenfreiheit sowie die Schlagregendichtheit wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht überprüft.

Folgende Produkte wurden vom Auftraggeber am 9. und 24. März 2016 geliefert:

- 2 Rollen ISO-BLOCO ONE „SET“ 100 / 3-18 mit Luftdichtheitsfolie
- 2 Rollen ISO-BLOCO ONE „SET“ 100 / 3-18 ohne Luftdichtheitsfolie (zur Verbreiterung)
- 2 Rollen ISO-BLOCO ONE 82 / 3-18 mit Luftdichtheitsfolie
- 1x ISO-TOP Flexkleber PA
- 3x ISO-TOP Flexkleber WF
- 1x ISO-TOP Flexkleber XP
- Verarbeitungsrichtlinien ISO-BLOCO ONE
- 12 Stück Vorwandmontagesystem „WINFRAMER 140/90“ Typ 1
- Verarbeitungsrichtlinie ISO-TOP WINFRAMER “Typ 1”

4. Montage MFB und Fensterrahmen in die Wandaufbauten

Die Montage der gelieferten Multifunktionsbänder sowie der Vorwand-Montagesysteme wurde nach den beiden Verarbeitungsrichtlinien durchgeführt.

Für die Montage der MFB stehen nach Herstellervorgaben (siehe Verarbeitungsrichtlinien „ISO-BLOCO ONE“) zwei Verfahren für die Eckausbildung zur Verfügung: „umlaufen“ und „stumpfer Stoß“. Für die Prüfung wurde das Verfahren „stumpfer Stoß“ gewählt. Die MFB wurden vierseitig, mit entsprechenden Überständen (2 cm Überstand) wie in Abbildung 3 dargestellt, montiert.

Zur Lastabtragung wurden nach Herstellerempfehlung das „Trag-Teller-System“ „Justa TT“ des Herstellers Innoperform GmbH eingesetzt. Dazu wurden nach der Montage des MFB an der unteren Rahmenseite zwei Trag-Teller durch das noch komprimierte MFB in den jeweiligen Rahmen geschraubt. Danach wurde der Rahmen mit MFB und Tragtellern in die Wand eingesetzt, ausgerichtet und verschraubt. Die vier Befestigungsschrauben wurden durch den vorgebohrten Rahmen und das vorgebohrte MFB in die Holzwand bzw. die Vorwand-Montagehilfe geschraubt.

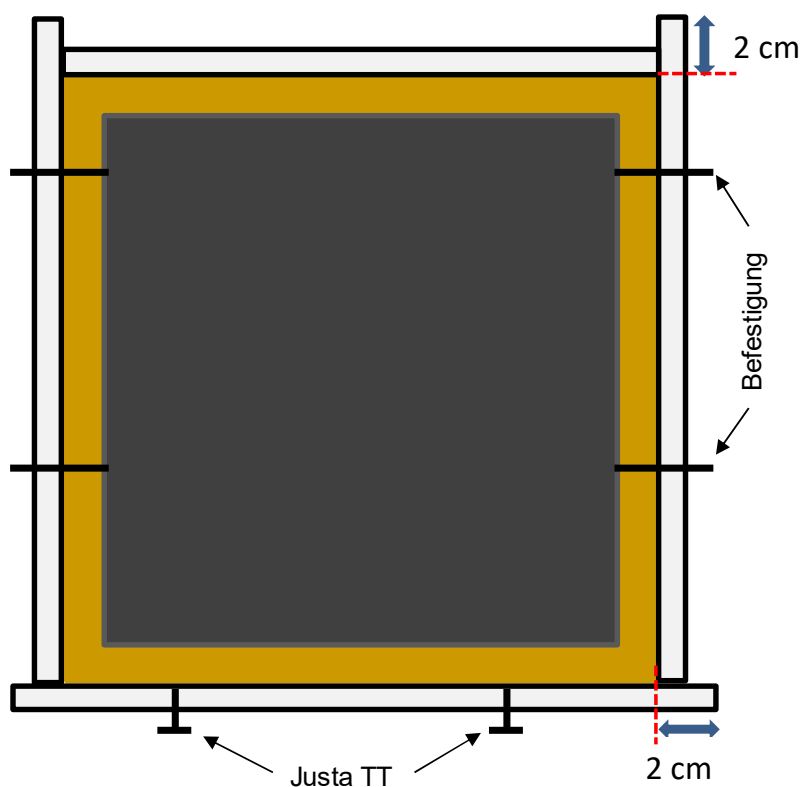


Abbildung 3: Montage des MFB umlaufend um den Fensterrahmen. Das MFB (weiß) wird mit den entsprechenden Überständen (2 cm) laut der Skizze nach den Herstellervorgaben aufgeklebt. Montageart: Stumpfer Stoß.

Nach der Expansion des Bandes wurden - der Verarbeitungsrichtlinie folgend- die vier Stoßstellen des MFB an den Ecken des Rahmens mit „ISO-TOP Flexkleber PA“ ausgespritzt (Abbildung 4). Damit wurde der Einbau abgeschlossen.



Abbildung 4: Montage eines Holz- und eines Kunststoffrahmens in dem Holzwandabschnitt. Im rechten Bild ist die Eckabdichtung mit der Spritzmasse zu erkennen. Alle verwendeten Blendrahmen wurden anstelle des Flügelrahmens mit einer luftdichten, verklebten Holzplatte verschlossen.



Abbildung 5: Montage von zwei Holz- und einem Kunststoffrahmen im Vorwand-Montagesystem an der Massivwand. Das MFB ist als schwarze Linie in der Fuge zu erkennen.

Um die Bandbreite der Einflüsse der handwerklichen Montage im Ansatz abbilden zu können werden von jeder der vier Varianten (Holzfenster in Massivwand, Holzfenster in Holzwand, Kunststofffenster in Massivwand und Kunststofffenster in Holzwand) mehrere (in der Regel drei) separate Einbauten vorgenommen. Insgesamt wurden 10 auswertbare Einbauten untersucht.

4.1 Erfahrungen aus der Montage

Die Montage des MFB „ISO-BLOCO ONE“ erfolgte ohne weitere Auffälligkeiten. Das Material lässt sich problemlos von der Rolle abwickeln, nach dem Entfernen des Trennstreifens einfach ausrichten und es ist nach dem Andrücken fertig montiert. Auch eine Nachjustierung ist durch relativ einfaches Ablösen gut möglich. Die Längen der Überstände (siehe Abbildung 3) müssen sorgfältig abgemessen und rechtwinklig abgeschnitten werden, da Materialüberstand später ggf. zu Verwerfungen damit potentiellen Schwachstellen führt. Mit einer schnellaufenden Bohrmaschine lässt sich das MFB einfach und ohne Aufwickeln durchbohren. Zur Montage bleibt bei den vorliegenden Bedingungen (siehe Abschnitt 7) ausreichend Zeit; das Band expandiert nur langsam.

Nach Ausdehnung des MFB wurden die Ecken mit dem „ISO-TOP Flexkleber PA“ abgedichtet. Dies muss in ausreichender Dicke erfolgen und es sollte etwas Kleber in beide offenen Enden der Folienkanäle eingebracht werden. Insgesamt muss darauf geachtet werden, dass keine Faltenbildung der Folie erfolgt.

Bei der Montage des Vorwand-Montagesystems „WINFRAMER“ muss darauf geachtet werden, dass die Kleberaupe ausreichend dicht an der Außenkante zur Laibung hin aufgetragen wird oder dass der Kleber mit einem Zahnpachtel flächig aufgetragen wird. Nur so können nach dem Anreiben des Profils Leckagepfade vermieden werden. Beim Auftragen auf die Stirnflächen der vertikalen Profile muss die Kleberaupe auf der dem Rahmen zugewandten Seite aufgebracht werden. Dann wird vermieden, dass der Fräskanal (für die mechanische Verbindung bei Verlängerung des Profils) eine Leckage darstellt.



Abbildung 6: Montage des MFB an einem Kunststoffrahmen.

5. Messablauf

Nach mindestens sieben Tagen Ausdehnungszeit im eingebauten Zustand wurden die Wandabschnitte bzw. Mauerwerksaufbauten mit den eingebauten Fenstern inkl. den Multifunktionsbändern als Einheiten gemessen.

Die Messungen werden, angelehnt an die DIN 12114 bei verschiedenen Druckdifferenzen durchgeführt. Es werden die folgenden Druckstufen als Über- und Unterdruck für die Messung eingestellt: 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 Pa. Für jede Messung wurde zuerst die Leckage des Messtandes gemessen und dokumentiert. Dazu wird der Wandabschnitt mit einer luftdichten Holzplatte, bei den Massivwänden einem luftdichten Holzkasten verschlossen. Der so festgestellte Fehlluftstrom des Messtandes wird von dem späteren Messergebnis abgezogen. Diese Nullmessungen erfolgen als vollständige Messreihe für Über- und Unterdruck.

Bei jeder Messung wird für jede einzelne Druckdifferenz der geförderte Volumenstrom gemessen. Mit den Messwertepaaren kann nach DIN 12114 Anhang B der Leckagekoeffizient C berechnet werden. Dieser Leckagekoeffizient ist äquivalent mit dem Fugendurchlasskoeffizient a aus der DIN 18542 bei 10 Pa.

Aus den beiden Nullmessreihen und aus den beiden eigentlichen Messreihen werden Ausgleichsgraden durch Regressionsanalyse bestimmt. Nach Abzug der Eigenleckage des Messstandes (Nullmessung) wird der Leckagestrom als Mittelwert aus Über- und Unterdruck bestimmt. Dieser Wert wird durch die Länge der Fuge geteilt um den spezifische Leckagestrom pro Meter Anschlussfuge zu erhalten.



Abbildung 7: Messvorrichtung mit einem Laminarflow-Element montiert an dem Holzwandabschnitt (links) sowie an der Massivwand (rechts).

Die Messungen der Multifunktionsbänder „ISO-BLOCO ONE“ erfolgten im Zeitraum vom 13.04.2016 bis zum 09.06.2016.

6. Messergebnisse

Die Messergebnisse sind in den folgenden Tabellen und Abbildungen, sortiert nach Massiv- und Holzwand sowie nach Holz- und Kunststofffenster getrennt aufgeführt. In den Diagrammen sind jeweils die Anforderungsklassen für die Zertifizierung von Luftdichtheitssystemen eingetragen. Als Vergleichswert aus der Normung ist die Dichtheitsklasse „BG-R“ nach DIN 18542 ebenfalls jeweils in den Diagrammen eingetragen.

6.1 Einbau in Mauerwerk mit Vorwand-Montagesystem von Kunststoff- Fensterrahmen

Einbausituation	
Mauerwerk mit Vorwandmontagesystem	x
Holzbau	

Material Fensterrahmen	
Kunststoff	x
Holz	

Tabelle 2: Messergebnisse der drei Messungen der Kunststoffrahmen im Mauerwerk mit Vorwandmontagesystem¹

Druckstufen		Pa	50	100	150	200	250	300	350
montierte Probe	M1-P1_1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	1,05	1,67	2,18	2,65	3,07	3,47	3,84	
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,12	0,22	0,31	0,39	0,47	0,55	0,62	
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,93	1,44	1,87	2,25	2,60	2,92	3,22	
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,23	0,36	0,47	0,56	0,65	0,73	0,81	
montierte Probe	M2-P1_1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	1,52	2,37	3,07	3,69	4,26	4,79	5,28	
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,11	0,19	0,26	0,33	0,40	0,47	0,53	
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	1,42	2,18	2,81	3,36	3,86	4,32	4,76	
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,35	0,55	0,70	0,84	0,96	1,08	1,19	
montierte Probe	M2-P2_2								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,93	1,47	1,91	2,31	2,67	3,01	3,33	
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,11	0,19	0,26	0,33	0,39	0,45	0,51	
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,83	1,28	1,65	1,98	2,28	2,56	2,82	
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,21	0,32	0,41	0,50	0,57	0,64	0,70	

Mittelwerte für Q50,Q10

Q50 (PHI - Bewertung) : **0,26** (±0,01) m³/(h m)

Q10 (a-Wert) : **0,10** (±0,01) m³/(h m)

ergibt Luftdichtheitsklasse PHI

A

Q50 ≤ 0,3

a ≤ 0,1

¹ Die Abweichungen ergeben sich aufgrund von Rundungen

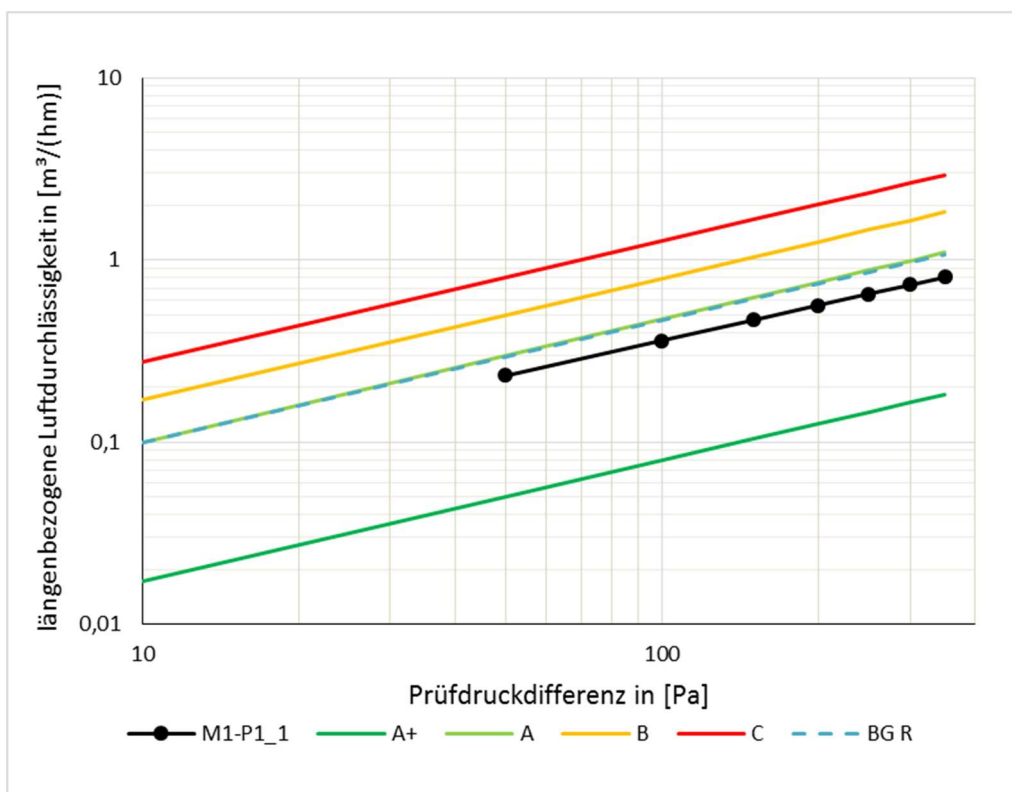


Abbildung 8: Messreihe der Probe “M1-P1_1” (Mauerwerk/Kunststoffrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

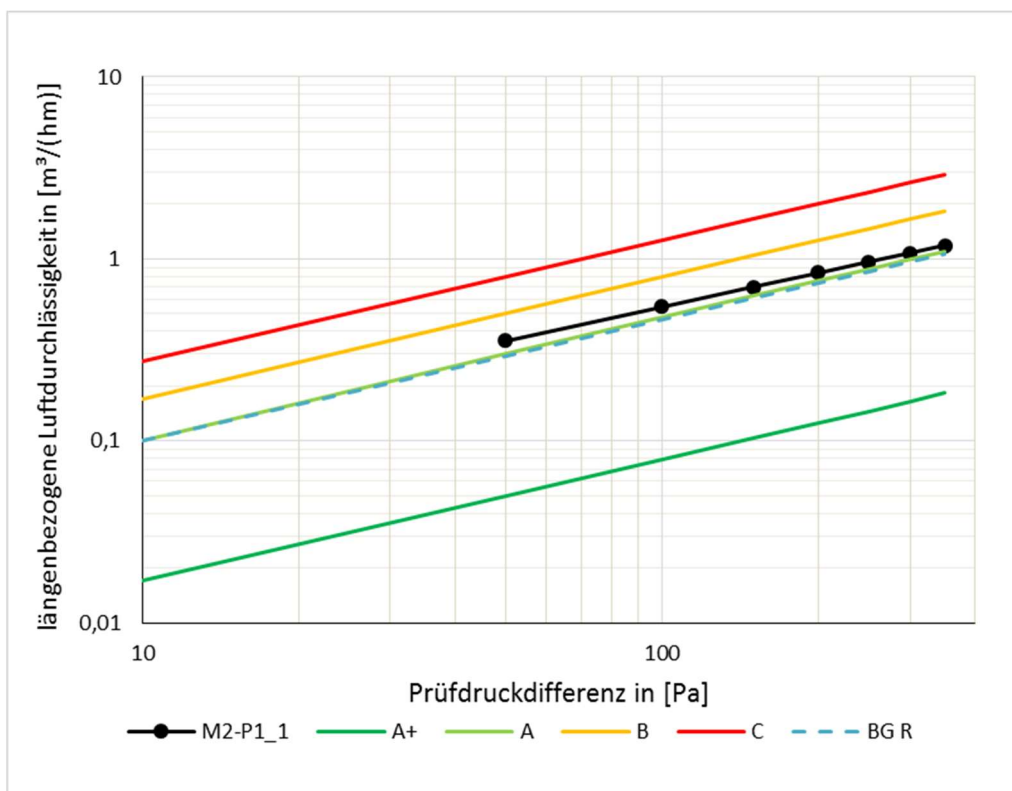


Abbildung 9: Messreihe der Probe “M2-P1_1” (Mauerwerk/Kunststoffrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

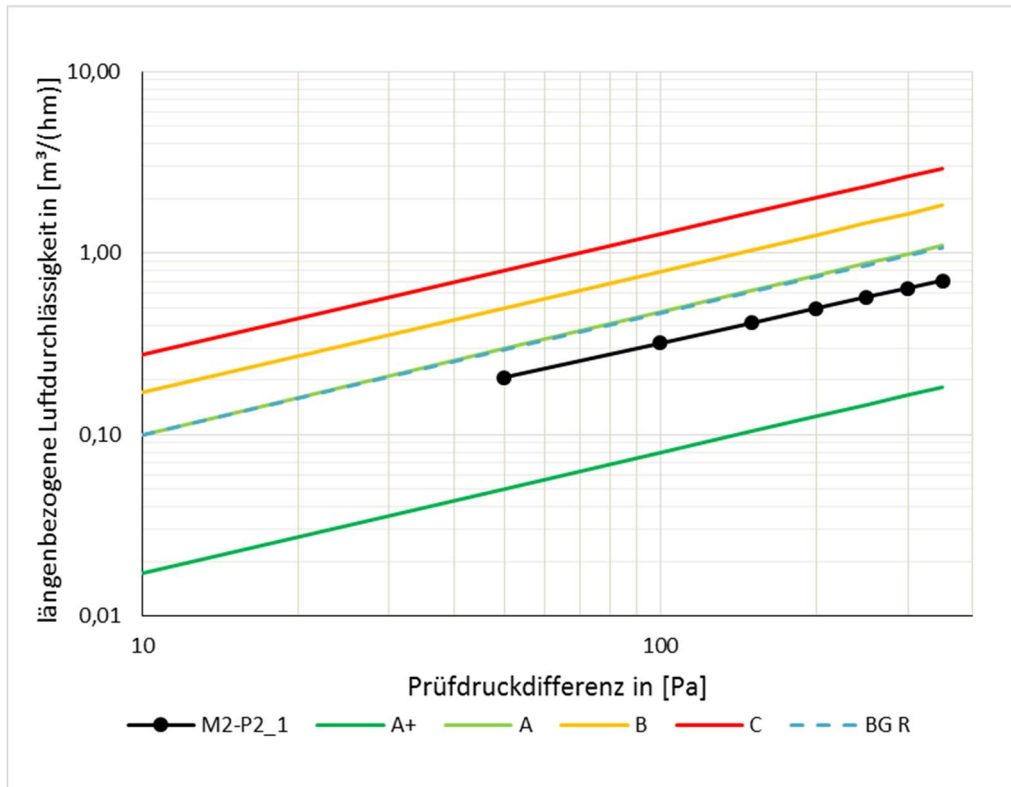


Abbildung 10: Messreihe der Probe “M2-P2_1” (Mauerwerk/Kunststoffrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

6.2 Einbau in Mauerwerk mit Vorwand-Montagesystem von Holz-Fensterrahmen

Einbausituation	
Mauerwerk mit Vorwandmontagesystem	x
Holzbau	

Material Fensterrahmen	
Kunststoff	
Holz	x

Tabelle 3: Messergebnisse der zwei Messungen der Holzrahmen im Mauerwerk mit Vorwandmontagesystem²

Druckstufen	Pa	50	100	150	200	250	300	350
M1-H1_1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	1,03	1,57	2,01	2,40	2,75	3,07	3,37
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,14	0,25	0,35	0,44	0,52	0,60	0,68
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,89	1,32	1,66	1,96	2,23	2,47	2,70
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,22	0,33	0,42	0,49	0,56	0,62	0,67
M2-H1_1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,94	1,52	2,02	2,47	2,88	3,27	3,65
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,20	0,35	0,49	0,61	0,73	0,85	0,96
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,73	1,17	1,53	1,85	2,15	2,43	2,69
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,18	0,29	0,38	0,46	0,54	0,61	0,67

Mittelwerte für Q50,Q10

Q50 (PHI - Bewertung) : **0,20** (±0,01) m³/(h m)

Q10 (a-Wert) : **0,08** (±0,01) m³/(h m)

ergibt Luftdichtheitsklasse PHI

A

Q50 ≤ 0,3

a ≤ 0,1

² Die Abweichungen ergeben sich aufgrund von Rundungen

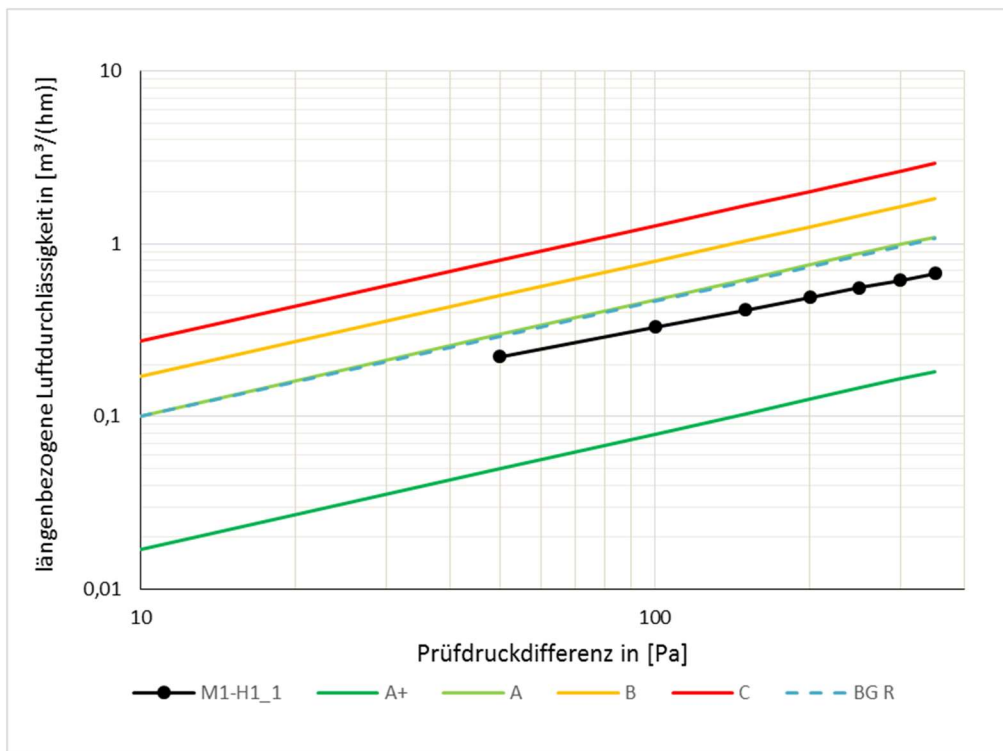


Abbildung 11: Messreihe der Probe “M1-H1_1” (Mauerwerk/Holz-Fensterrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

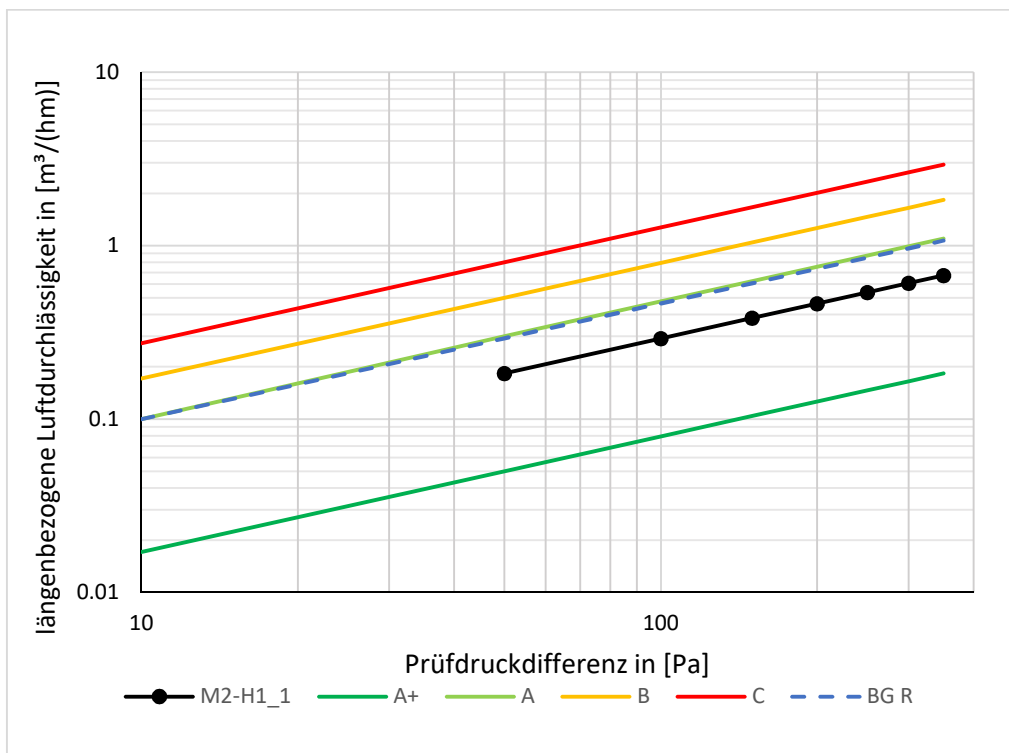


Abbildung 12: Messreihe der Probe “M2-H1_1” (Mauerwerk/Holz-Fensterrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

6.3 Einbau in Holzwand von Kunststoff-Fensterrahmen

Einbausituation	
Mauerwerk mit Vorwandmontagesystem	
Holzbau	x

Material Fensterrahmen	
Kunststoff	x
Holz	

Tabelle 4: Messergebnisse der zwei Messungen der Kunststoffrahmen im Holzbau³

Druckstufen	Pa	50	100	150	200	250	300	350
H4-K1_1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,79	1,21	1,57	1,87	2,16	2,42	2,66
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,04	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,74	1,15	1,47	1,76	2,03	2,27	2,50
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,19	0,29	0,37	0,44	0,51	0,57	0,63
H5-K1_1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,19	0,32	0,44	0,54	0,65	0,74	0,84
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,04	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,15	0,25	0,35	0,44	0,53	0,61	0,69
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,04	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17

Mittelwerte für Q50,Q10

Q50 (PHI - Bewertung) : **0,11** (±0,01) m³/(h m)

Q10 (a-Wert) : **0,04** (±0,01) m³/(h m)

ergibt Luftdichtheitsklasse PHI

A

Q50 ≤ 0,3

a ≤ 0,1

³ Die Abweichungen ergeben sich aufgrund von Rundungen

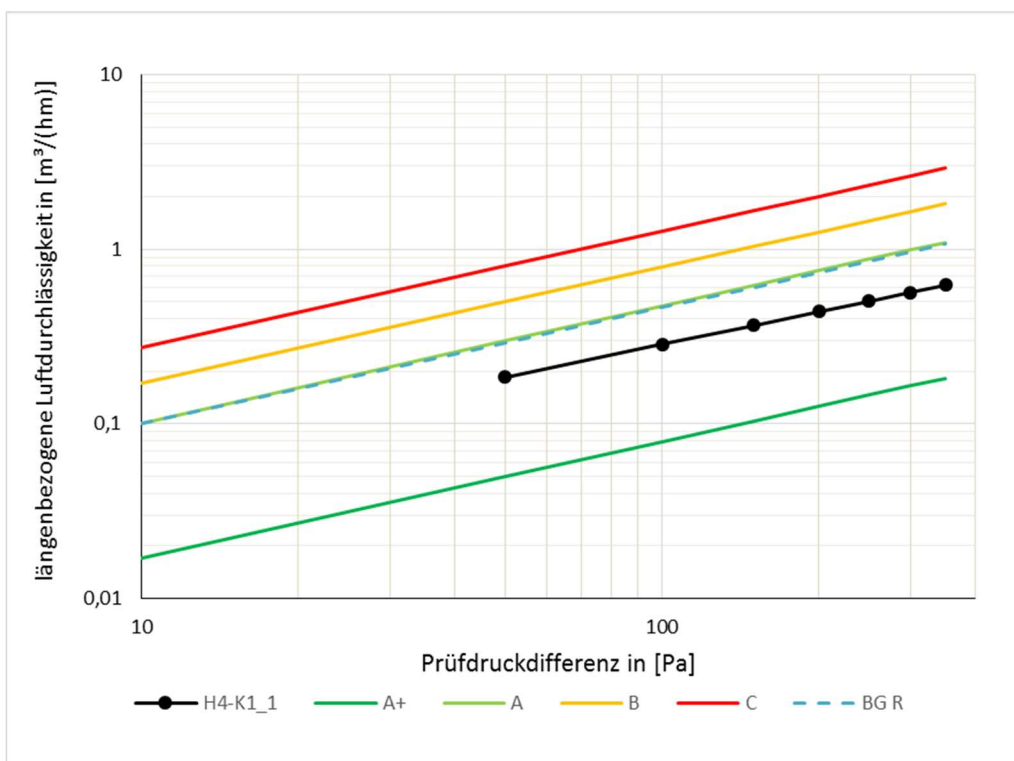


Abbildung 13: Messreihe der Probe “H4-K1_1” (Holzbau/Kunststoff-Fensterrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

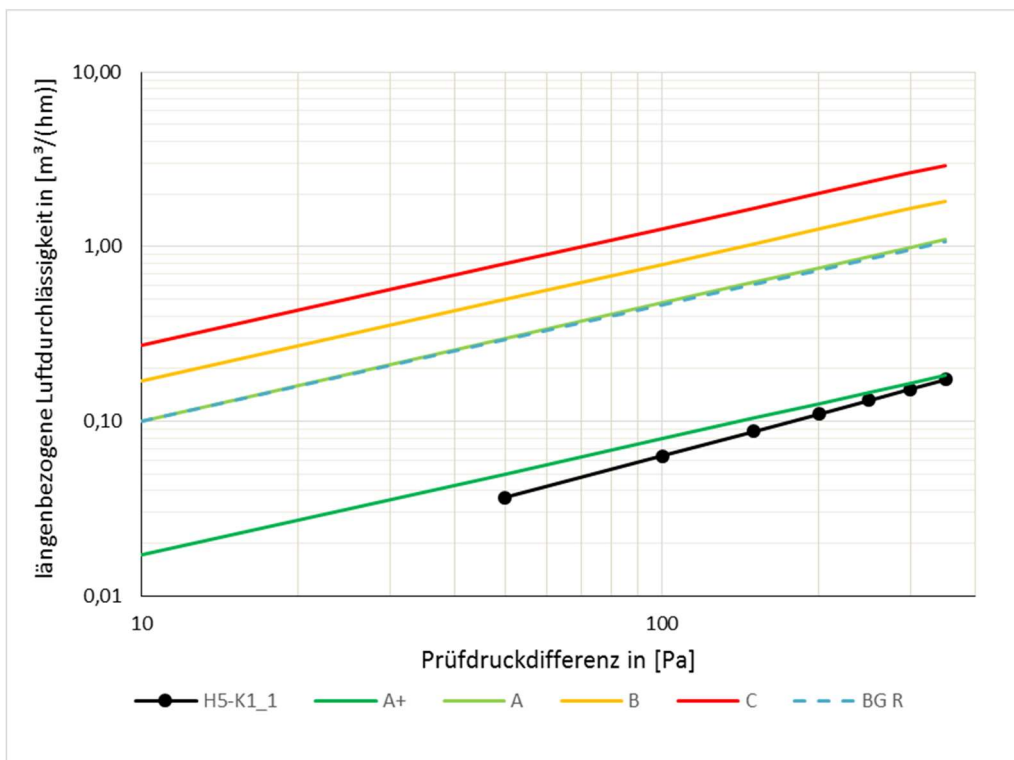


Abbildung 14: Messreihe der Probe “H5-K1_1” (Holzbau/Kunststoff-Fensterrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

6.4 Einbau in Holzwand von Holz-Fensterrahmen

Einbausituation	
Mauerwerk mit Vorwandmontagesystem	
Holzbau	x

Material Fensterrahmen	
Kunststoff	
Holz	x

Tabelle 5: Messergebnisse der drei Messungen der Holzrahmen im Holzbau⁴

Druckstufen	Pa	50	100	150	200	250	300	350
H1-H1_1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,29	0,47	0,62	0,76	0,89	1,01	1,12
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,25	0,41	0,54	0,66	0,77	0,88	0,98
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,06	0,10	0,13	0,17	0,19	0,22	0,25
H2-H1_1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	1,10	1,76	2,31	2,80	3,25	3,68	4,08
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,69	1,04	1,33	1,58	1,81	2,02	2,22
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,41	0,71	0,97	1,21	1,44	1,66	1,87
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,10	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,47
H3-H1_1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,45	0,75	1,02	1,26	1,49	1,71	1,92
Leckage des Messtandes	m ³ /h	0,11	0,17	0,22	0,27	0,31	0,34	0,38
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,34	0,58	0,79	0,99	1,18	1,37	1,54
Längenbezogenen Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m)	0,08	0,14	0,20	0,25	0,30	0,34	0,39

Mittelwerte für Q50,Q10

Q50 (PHI - Bewertung) : **0,08** (±0,01) m³/(h m)

Q10 (a-Wert) : **0,03** (±0,01) m³/(h m)

ergibt Luftdichtheitsklasse PHI

A

Q50 ≤ 0,3

a ≤ 0,1

⁴ Die Abweichungen ergeben sich aufgrund von Rundungen

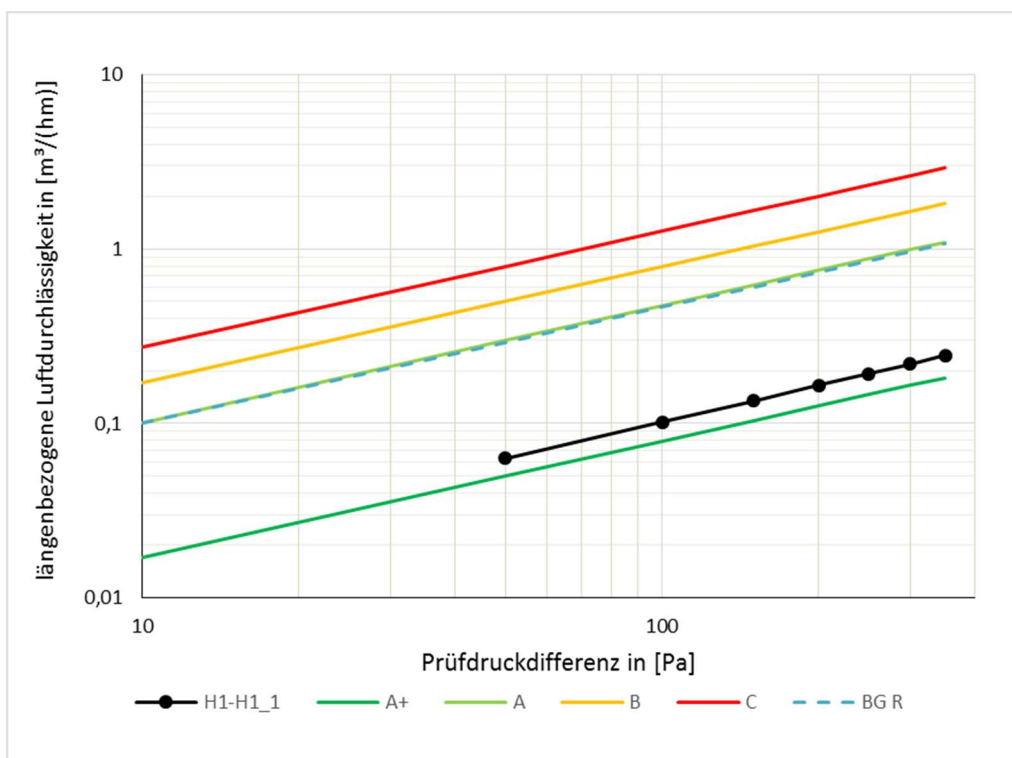


Abbildung 15: Messreihe der Probe “H1-H1_1” (Holzbau/Holz-Fensterrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

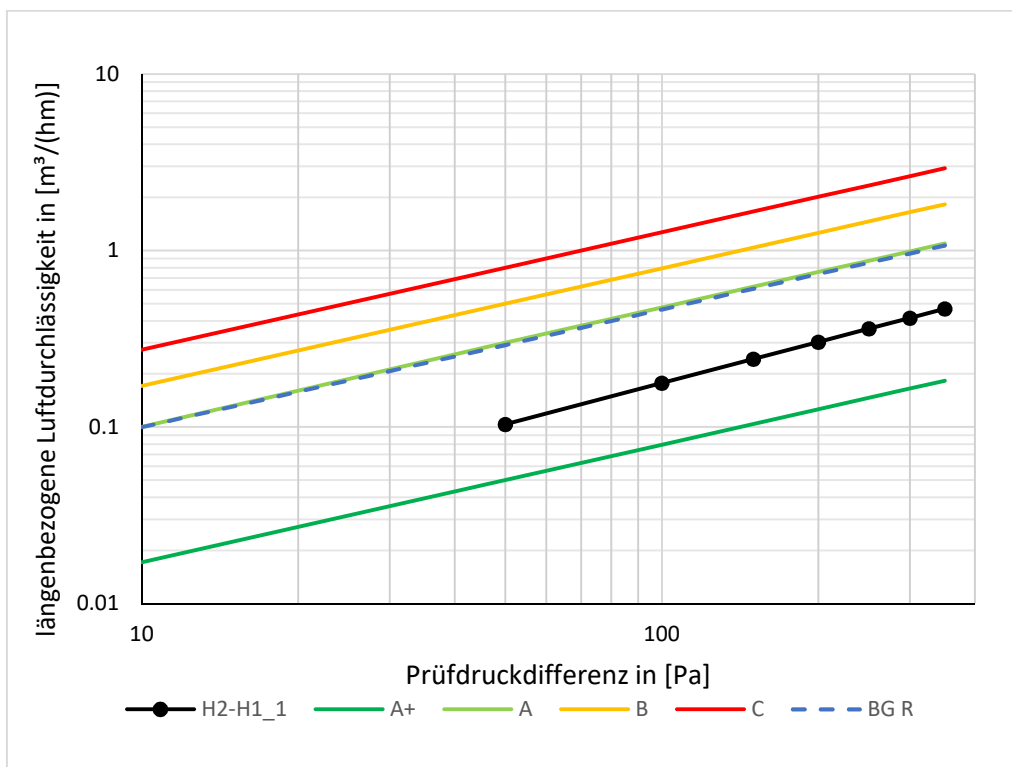


Abbildung 16: Messreihe der Probe “H2-H1_1” (Holzbau/Holz-Fensterrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

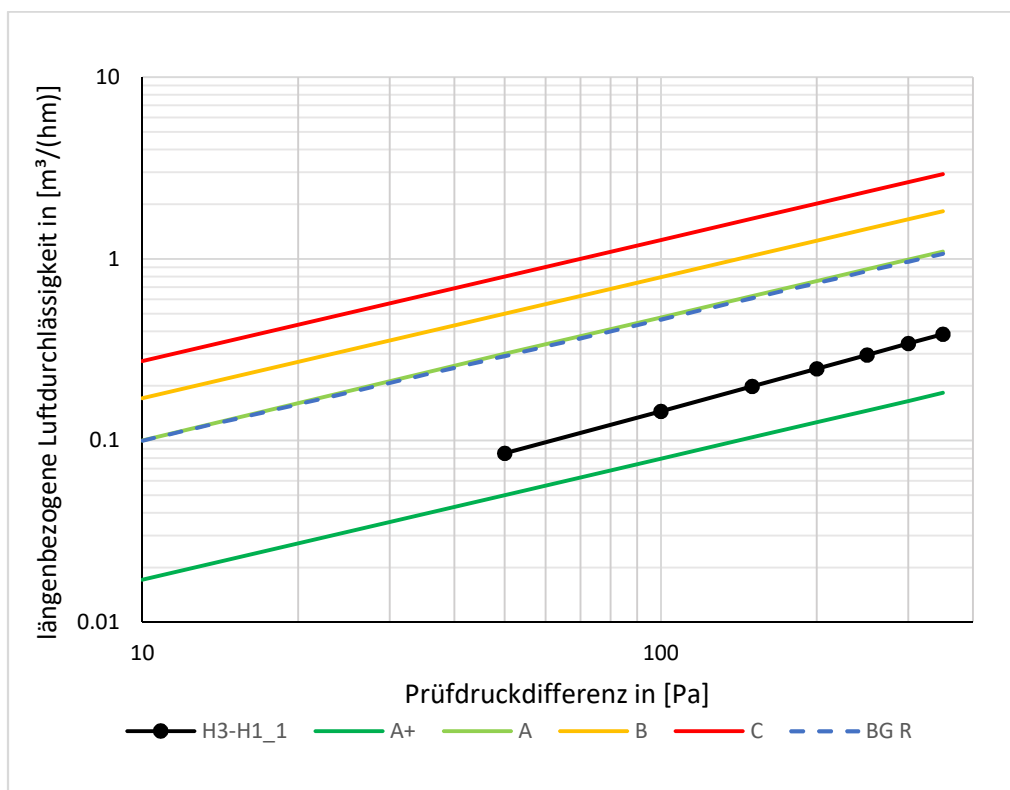


Abbildung 17: Messreihe der Probe “H3-H1_1” (Holzbau/Holz-Fensterrahmen). Die Zertifikatsklassen A+ bis C nach PHI sowie die Anforderung BG R nach DIN 18542 sind ergänzend eingetragen.

7. Messbedingungen

Die Raumklimabedingungen während der Ausdehnungszeit der montierten MFB und während der Messungen betragen:

Raumtemperatur: 19,4 – 23,8 °C

Raumluftfeuchte: 41 – 58 % rF

8. Messgeräte

Zur Messung des Volumenstromes wurde eine LaminarMasterFlow Element der Firma TetraTec® Instruments verwendet. Der Differenzdruck wurde mit einem Automated Performance Testing System (APT) gemessen.

Tabelle 6: Übersicht über die verwendeten Messgeräte

Name	Gerätetyp	Serien-Nr.	Messbereich	Messungsgenauigkeit
LaminarMasterFlow	LMF	PH796	0-85 l/min	2% im Bereich von 8-80 l/min
Automated Performance Testing System	APT	0072 4	0-2000 Pa	1 %

9. Ergebnisse

Die Messergebnisse der Untersuchungen werden nach Rahmenmaterial und Einbauweise zusammengestellt und der Gesamtmittelwert gebildet. Es ergibt sich im Mittel eine Luftdurchlässigkeit von 0,17 ($\pm 0,01$) m³/(hm) bei 50 Pa Prüfdruck. Damit wird die Zertifizierungsstufe „A“ erreicht.

Tabelle 7: Übersichtsdarstellung der Messergebnisse der Luftdichtheitsuntersuchung.

Mittelwert von :	m ³ /(hm) @ 50 Pa
Holzrahmen im Massivbau	0,20
Kunststoffrahmen im Massivbau	0,26
Massivbau (Gesamt)	0,24
Holzrahmen im Holzbau	0,08
Kunststoffrahmen im Holzbau	0,11
Holzbau (Gesamt)	0,09
Gesamt	0,17 ($\pm 0,01$)

Tabelle 8: Erreichte Anforderungskategorie des untersuchten Produktes bei der Zertifizierung als „Luftdichtheitsystemen Fensteranschluss“ nach den Vorgaben des Passivhaus Instituts

Kategorie	Luftdurchlässigkeit längenbezogen @ 50 Pa [m ³ /(hm)]	Erreichte Kategorie
A+	≤ 0,05	
A	≤ 0,30	✓
B	≤ 0,50	
C	≤ 0,80	

Darmstadt, den 30.06.2016



Søren Peper