

Prüfbericht

Luftdichtheitsprüfung der Dampfbremsbahn inkl. Anschlüssen System “INTELLO X”

**Hersteller:
pro clima
MOLL bauökologische Produkte GmbH**

Luftdichtheitssystem: Flächenabdichtung

Darmstadt 10.05.2023

Auftraggeber:	MOLL bauökologische Produkte GmbH Rheintalstr. 35-43 68723 Schwetzingen Deutschland
Produkt:	Luftdichtheits-System bestehend aus <ol style="list-style-type: none">1. pro clima INTELLO X: Feuchtevariable Allround Hydrosafe® Hochleistungs-Dampfbremse und Luftdichtheitsbahn2. pro clima CONTEGA SOLIDO IQ: Einseitig klebendes Klebeband3. pro clima ORCON CLASSIC: Allround-Anschlusskleber
Produktbezeichnung:	INTELLO X
Geprüfte Dimension:	Meterware

1. Einleitung

Die Luftdichtheit in der Fläche ist eine zentrale Voraussetzung eines erfolgreichen Luftdichtheitskonzeptes. Insbesondere bei energieeffizienten Gebäuden ist eine gute Luftdichtheit der Gebäudehülle eine wichtige Säule der Gesamtfunktion. Um sicher zu stellen, dass die untersuchten Produkte ihre Leistung im eingebauten Zustand erbringen, erfolgt im Rahmen der Zertifizierung als Passivhaus-Komponente die Überprüfung mit möglichst realitätsnahen Randbedingungen. Insbesondere der Anschluss der Bahn an die typischen angrenzenden Materialien, wird im Rahmen der Zertifizierung überprüft. Die Verklebung der Bahnen untereinander sowie ein Anschluss an Beton und harte Holzwerkstoffplatten (hier OSB) sind, ebenso wie die verwendeten Klebematerialien, Bestandteile der Prüfung im Sinne eines Produkt-Systems.

2. Anforderungen

Die Anforderungswerte für eine PH-Zertifizierung „Flächenabdichtung“ sind der folgenden Tabelle 1 zu entnehmen:

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

Klasse	Luftdurchlässigkeit flächenbezogen @ 50 Pa [m³/(hm²)]
phA	≤ 0,10
phB	≤ 0,18
phC	≤ 0,25

Sie gelten für die Gesamt-Leistung eines vom Auftraggeber spezifizierten Produkt-Systems, bestehend aus mehreren Komponenten.

Zusätzlich muss eine verständliche Verarbeitungsrichtlinie/Gebrauchsanleitung für den Einbau des Produktes vorhanden sein, nach der die Montage für die Prüfung erfolgt. Diese ist allen Verarbeitern zur Verfügung zu stellen.

Die Prüfung der Feuchtedurchlässigkeit sowie die Feuchtekenwerte bei unterschiedlichen Umgebungsfeuchten sind nicht Bestandteil der Prüfung.

3. Zu prüfendes Material

Vom Auftraggeber wurden die benötigten Bahnen sowie Klebebänder und Anschlusskleber zum Verkleben der verschiedenen Anschlusssituationen geliefert.

Für eine Überlappung der Dampfbremse wurde nach Herstellerangaben das Klebeband CONTEGA SOLIDO IQ verwendet. Das Klebeband wurde ebenfalls für den Anschluss an OSB-Platten verwendet. Der Anschluss an Beton wurde mit dem Anschlusskleber ORCON CLASSIC durchgeführt. Die Verwendung der Kleber und deren Einsatz erfolgt nach den Vorgaben des Herstellers, welche in der Gebrauchsanleitung beschrieben sind.

Folgende Produkte wurden vom Auftraggeber am 06.04.2023 geliefert:

- INTELLO X (Rolle: Breite 1,5 m, Länge 50 m)
- CONTEGA SOLIDO IQ mit Gebrauchsanleitung
- ORCON CLASSIC mit Gebrauchsanleitung

4. Montage der Bahn und Anschlüsse

Die Bahnen wurden in zwei Meter lange Stücke geschnitten und in der vollen Breite in die Messapparatur eingespannt, sodass sie an allen Seiten überstehen. Zum Abdichten wurde ein Rahmen, welcher baugleich mit dem Unterrahmen der Messvorrichtung ist, auf die Apparatur aufgesetzt. Rahmen und Gegenrahmen sind jeweils mit einer ca. 5 cm breiten Dichtfläche zur Auflage der Luftdichtheitsbahn ausgestattet. Der Gegenrahmen wurde mit Schrauben und einem Drehmomentschlüssel definiert angezogen. Durch das gleichmäßige Anpressen des Gegenrahmens ist ein spannungsfreier und gleichmäßiger Einbau in den Prüfstand gegeben.

Beim Anschluss an OSB wurde eine OSB-Platte in die dafür vorgesehene Halterung gelegt. Nachdem Aufspannen der Bahn wurde diese entlang der jeweiligen Platte ausgeschnitten. Die Bahn hängt damit „in der Luft“ und umschließt die jeweilige Platte. Die OSB-Platte wurde mit CONTEGA SOLIDO IQ an die Bahn geklebt. Hierbei ist zu beachten, dass die Bahn „in der Luft“ liegt und somit ein Andrücken des Klebebandes nur geringfügig möglich ist. Dies entspricht der üblichen Verarbeitung beim z.B. Verlegen der Bahn z.B. im Dachbereich. Der Anschluss der Bahn an den Beton erfolgte mit dem Kartuschen-Klebstoff ORCON CLASSIC. Die Verklebungen wurden min. 15 Stunden zum Trocknen gelagert. Die Klimabedingungen der Lagerung entsprechen den in Kapitel 7 angegebenen Bedingungen.

Jeder Prüfaufbau (Anschluss Bahn an Bahn, an OSB sowie an Beton) wurde dreifach hergestellt und gemessen um handwerkliche Einflüsse zu minimieren.

4.1 Anschluss Bahn an Bahn

Der Anschluss bzw. die Überlappung von zwei Bahnen wurde nach Herstellerangaben mit dem Klebeband CONTEGA SOLIDO IQ durchgeführt. Hierzu wurden, wie in der Gebrauchsanweisung beschrieben, die Bahnen 10 cm überlappt und anschließend wurde das Klebeband zu gleichen Anteilen auf beide Bahnen geklebt. Zu beachten ist hierbei, dass das Ankleben „in der Luft“ stattfindet, daher ist ein Andrücken des Klebebandes nur geringfügig möglich.



Abbildung 1: Verklebung mit CONTEGA SOLIDO IQ für den Anschluss Bahn an Bahn im Messstand.

4.2 Anschluss an OSB-Platte

Für den Anschluss an OSB-Platten wurde das Klebeband CONTEGA SOLIDO IQ verwendet. Die Überlappung der Bahn zur OSB-Platte beträgt ca. 5 cm. Hier wurden zuerst die langen Seiten verklebt. Dabei wurde jeweils eine Hälfte der Breite des Bandes auf die OSB-Platte und die andere Hälfte auf der Bahn fixiert. Anschließend wurden die kurzen Seiten überlappend auf der gesamten Breite des Klebebandes verklebt.

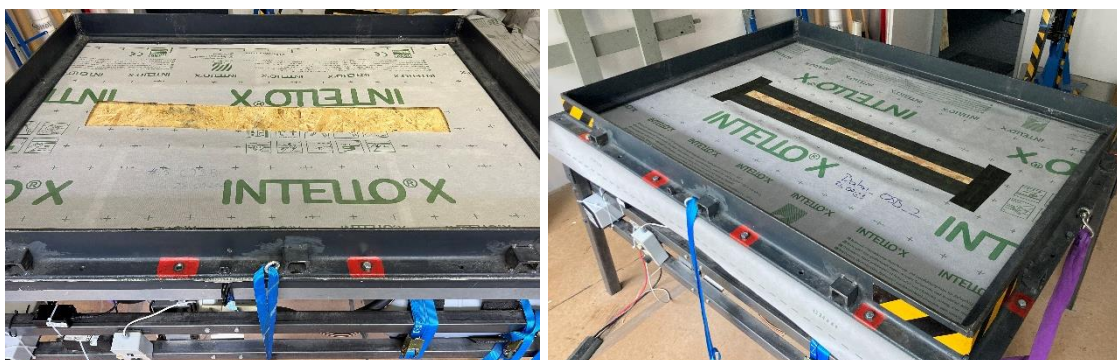


Abbildung 2: Eingeschnittene Bahn mit OSB-Platte (links). Vierseitige Verklebung der OSB-Platte an die Bahn mit CONTEGA SOLIDO IQ (rechts).

4.3 Anschluss an Beton

Beim Anschluss der Bahn an die Beton-Platte wurde der Anschlusskleber ORCON CLASSIC verwendet. Dabei handelt es sich um einen „Anschluss-Kleber“ aus der Spritzkartusche für luftdichte Anschlüsse. Laut Herstelleranleitung ist eine durchgängige Kleberraupe von mindestens 5 mm aufzutragen, um den luftdichten Anschluss zu gewährleisten. Die ca. 5 cm überlappende Bahn wurde mit einer 5 mm breiten und durchgängigen Kleberraupe an die Beton-Platte verklebt. Nach Vorgabe der Gebrauchsanweisung wurde die Bahn dann leicht an die feuchte Kleberraupe ange-drückt. Die Kleberraupe muss nach Herstellerangaben trocknen um eine belastbare Verbindung herstellen zu können. Die Trocknungszeit richtet sich nach Umgebungstemperatur und Luftfeuchte. Exakte Angaben dafür erfolgen durch den Hersteller nicht. Für die durchgeführten Prüfungen wurde eine Trockenzeit von mindestens 15 Stunden eingehalten. Luftdichtheitsmessungen oder das Einblasen von Dämmstoff vor Beendigung der Trocknungszeit können zu Undichtheiten führen.



Abbildung 3: Verklebung Beton an Bahn mit ORCON CLASSIC in der Messvorrichtung eingespannt (links). Verklebung Beton an Bahn im Detail (rechts).

5. Messablauf

Nach Einsetzen und fixieren der Bahn in den Messstand wurde eine Messung in Anlehnung an DIN EN 12114 durchgeführt. Es wurden die folgenden Druckstufen, jeweils als Über- und Unterdruck, für die Messung eingestellt: 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 Pa. Für jede Messung wurde zuerst die Restleckage des Messstandes bei allen Druckstufen gemessen und dokumentiert („Nullmessung“). Dazu wird die Messvorrichtung mit einer luftdichten Platte verschlossen. Der so festgestellte Fehlluftstrom des Messstandes wird von dem späteren Messergebnis abgezogen.

Bei jeder Messung wird für jede einzelne Druckdifferenz der geförderte Volumenstrom gemessen und aufgezeichnet. Mit den Messwertepaaren kann nach DIN EN 12114 Anhang B der Leckagekoeffizient **C** berechnen werden.

Aus den beiden Nullmessreihen und den beiden eigentlichen Messreihen werden Ausgleichsfunktionen durch Regressionsanalyse bestimmt. Nach Abzug der Eigenleckage des Messstandes (Nullmessung) wird der Leckagestrom für die Bezugs-Druckdifferenz von 50 Pa als Mittelwert der Ergebnisse aus Über- und Unterdruck-Messreihe bestimmt. Dieser Wert wird durch die Probenfläche geteilt um den spezifischen Leckagestrom pro Quadratmeter zu erhalten. Der freie Bereich der Probe beträgt 1,72 m² bzw. abzüglich des Ausschnittes für die OSB- bzw. Betonplatte 1,48 m².

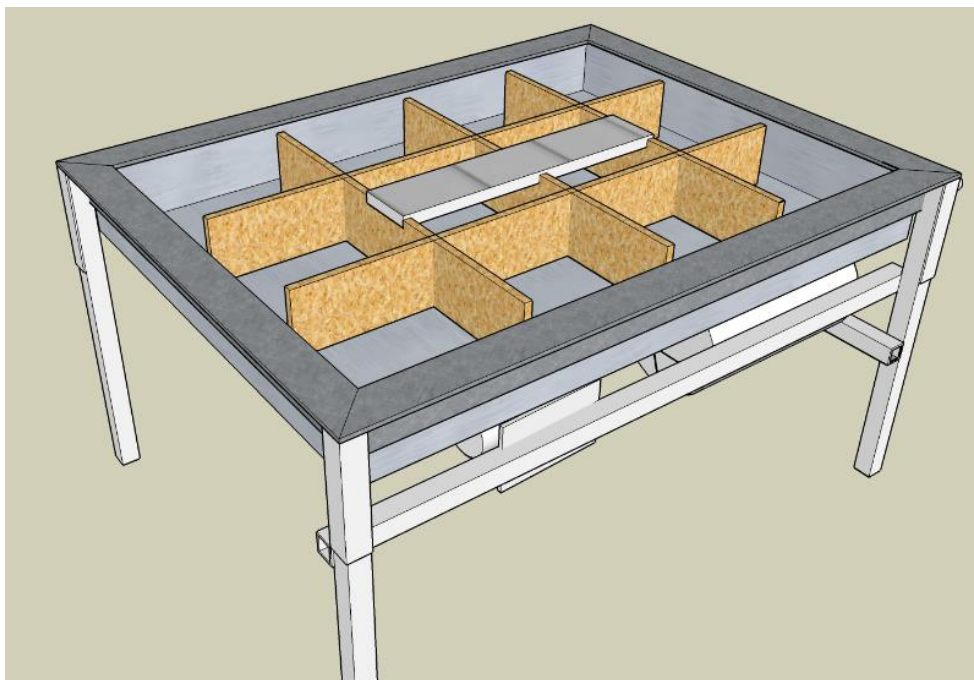


Abbildung 4: Skizze der Messvorrichtung mit Halterung für die jeweiligen Platten

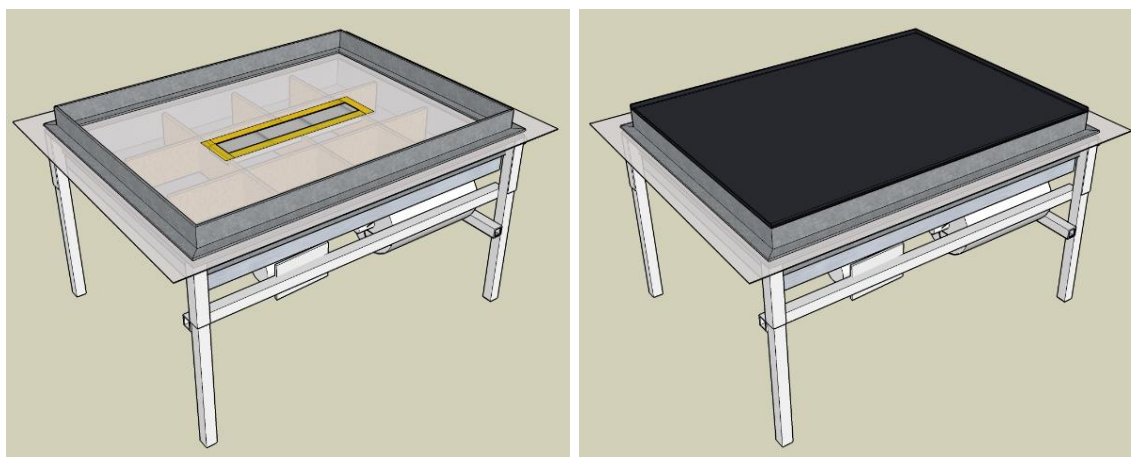


Abbildung 5: Skizze der Messvorrichtung mit montierter Bahn und eingebauter Platte, welche mit Klebeband (gelb) verklebt ist (links).
Messvorrichtung abgedichtet mit Abdeckplatte zur Ermittlung der Leckage des Messtandes (rechts).

Die Messungen des untersuchten Luftdichtheits-Systems erfolgten im Zeitraum vom 14.04.2023 bis zum 08.05.2023.

6. Messergebnisse

Die Messergebnisse sind in den folgenden Tabellen und Abbildungen, sortiert nach der Anschlussmethode dargestellt. In den Diagrammen sind jeweils zusätzlich die Anforderungsklassen für die Zertifizierung von Flächenabdichtungen eingetragen.

In den folgenden Diagrammen in doppelt-logarithmischer Achsendarstellung sind die ermittelten Messwerte teilweise nicht erkennbar, da diese kleiner sind als der kleinste abgebildete y-Achsen Wert.

6.1 Bahn an Bahn

Anschluss an	
Bahn alleine	
Bahn an Bahn	X
Bahn an OSB	
Bahn an Beton	

Tabelle 2: Messergebnisse der drei Messungen der Bahn an Bahn verklebt mit CONTEGA SOLIDO IQ

Untersuchte Fläche	1,72 m ²
--------------------	---------------------

Verklebt mit CONTEGA SOLIDO IQ

Druckstufen	Pa	50	100	150	200	250	300	350
INTELLO X an INTELLO X #1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,00	0,14	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24
Leckage des Messstandes	m ³ /h	0,00	0,13	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
flächenbezogener Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m ²)	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
INTELLO X an INTELLO X #2								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,01	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25
Leckage des Messstandes	m ³ /h	0,00	0,12	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
flächenbezogener Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m ²)	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
INTELLO X an INTELLO X #3								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,00	0,13	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21
Leckage des Messstandes	m ³ /h	0,01	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
flächenbezogener Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m ²)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Mittelwert

Q50 (PHI-Bewertung) **0,00** m³/(h m²)

ergibt Luftdichtheitsklasse **A** nach PHI

Q50 ≤ 0,1

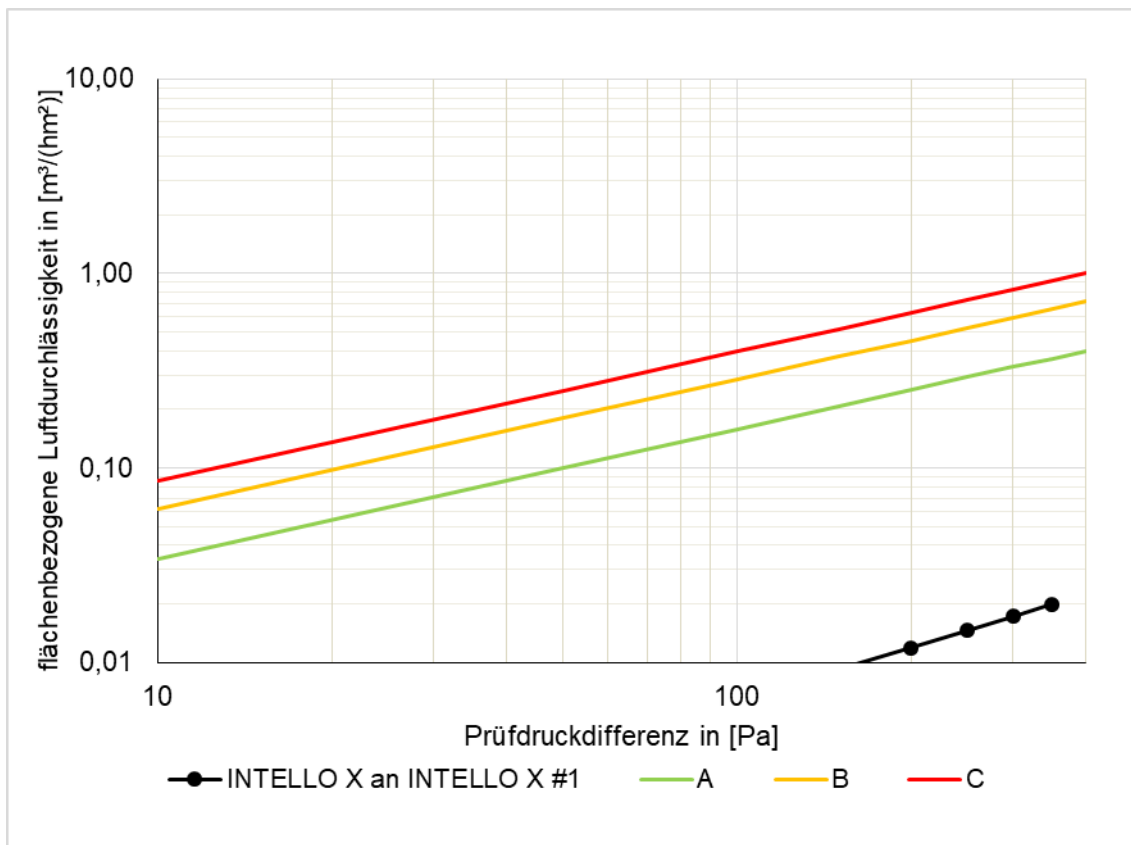


Abbildung 6: Messreihe der Probe “INTELLO X an INTELLO X #1“. Die Zertifikatsklassen A bis C nach PHI sind ergänzend eingetragen.



Abbildung 7: Messreihe der Probe “INTELLO X an INTELLO X #2“. Die Zertifikatsklassen A bis C nach PHI sind ergänzend eingetragen.

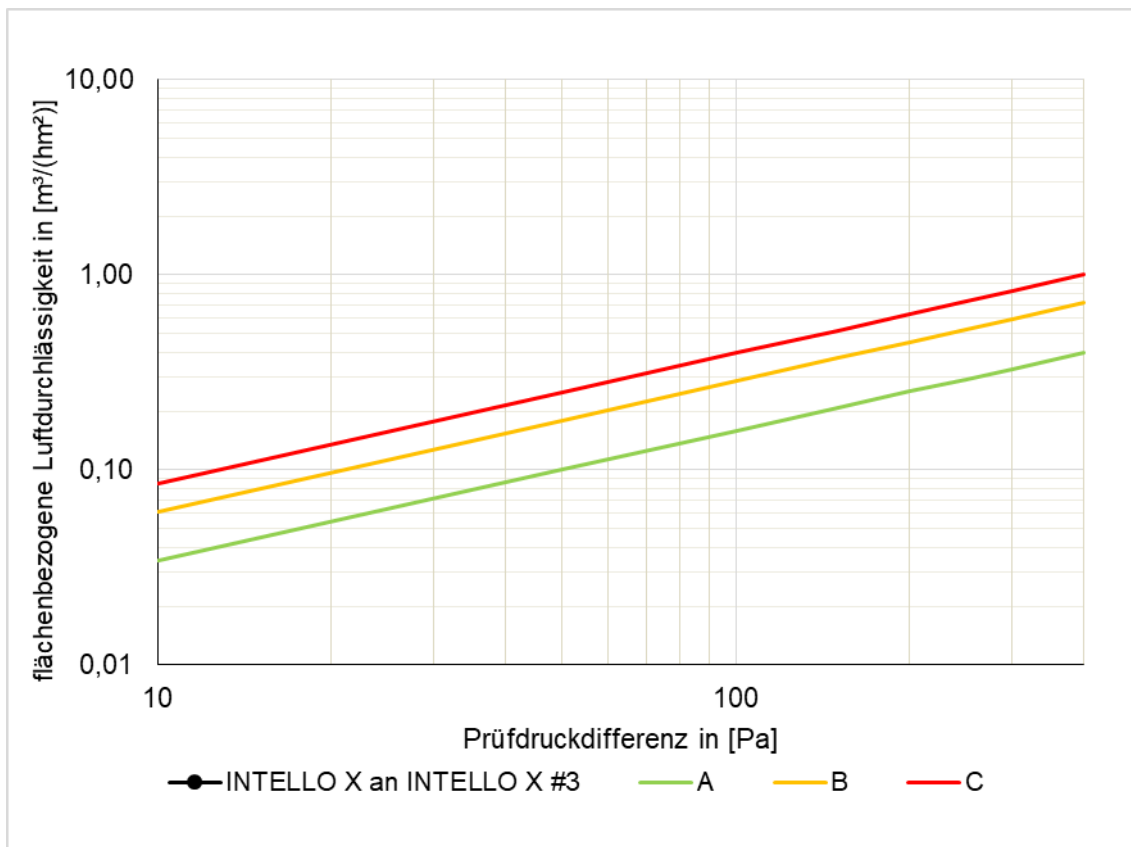


Abbildung 8: Messreihe der Probe “INTELLO X an INTELLO X #3“. Die Zertifikatsklassen A bis C nach PHI sind ergänzend eingetragen.

6.2 Bahn an OSB

Anschluss an	
Bahn alleine	
Bahn an Bahn	
Bahn an OSB	X
Bahn an Beton	

Tabelle 3: Messergebnisse der drei Messungen der Bahn an OSB verklebt mit CONTEGA SOLIDO IQ

Untersuchte Fläche 1,48 m²

Verklebt mit CONTEGA SOLIDO IQ

Druckstufen	Pa	50	100	150	200	250	300	350
INTELLO X an OSB #1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,00	0,15	0,19	0,23	0,27	0,31	0,34
Leckage des Messstandes	m ³ /h	0,01	0,14	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,00	0,00	0,00	0,03	0,11	0,36	0,99
flächenbezogener Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m ²)	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,24	0,67
INTELLO X an OSB #2								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,08	0,25	0,30	0,34	0,37	0,41	0,44
Leckage des Messstandes	m ³ /h	0,06	0,19	0,21	0,22	0,23	0,25	0,25
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,02	0,05	0,07	0,09	0,12	0,15	0,17
flächenbezogener Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m ²)	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12
INTELLO X an OSB #3								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,03	0,18	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36
Leckage des Messstandes	m ³ /h	0,00	0,13	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,02	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15
flächenbezogener Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m ²)	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10

Mittelwert

Q50 (PHI-Bewertung) **0,01** m³/(h m²)

ergibt Luftdichtheitsklasse **A** nach PHI

Q50 ≤ 0,1

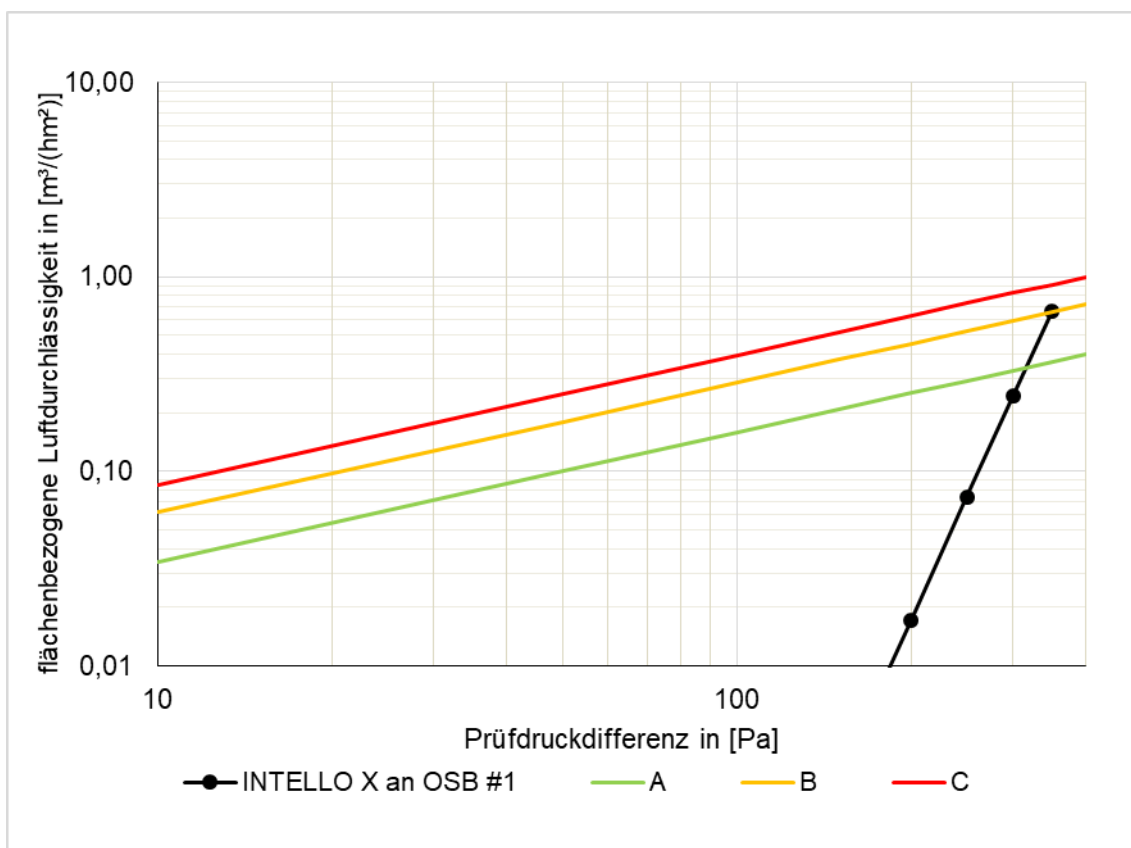


Abbildung 9: Messreihe der Probe “INTELLO X an OSB #1“. Die Zertifikatsklassen A bis C nach PHI sind ergänzend eingetragen.

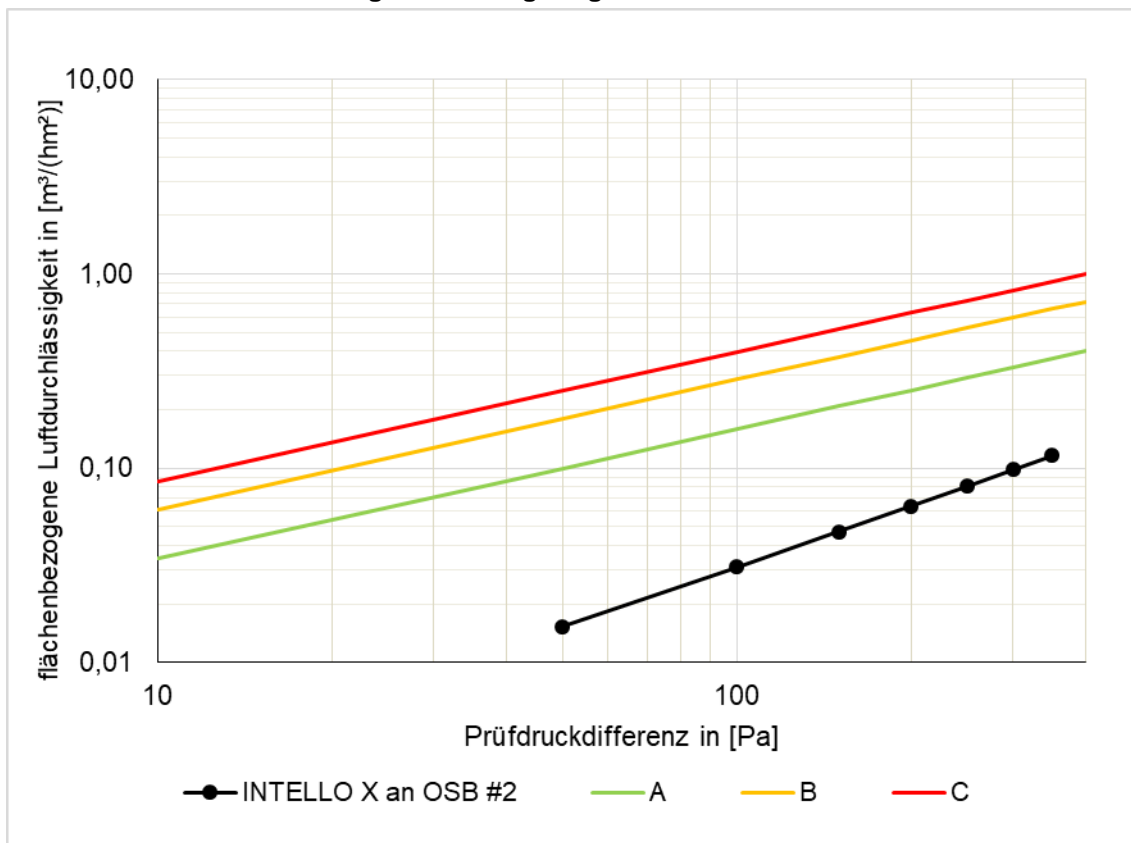


Abbildung 10: Messreihe der Probe “INTELLO X an OSB #2“. Die Zertifikatsklassen A bis C nach PHI sind ergänzend eingetragen.

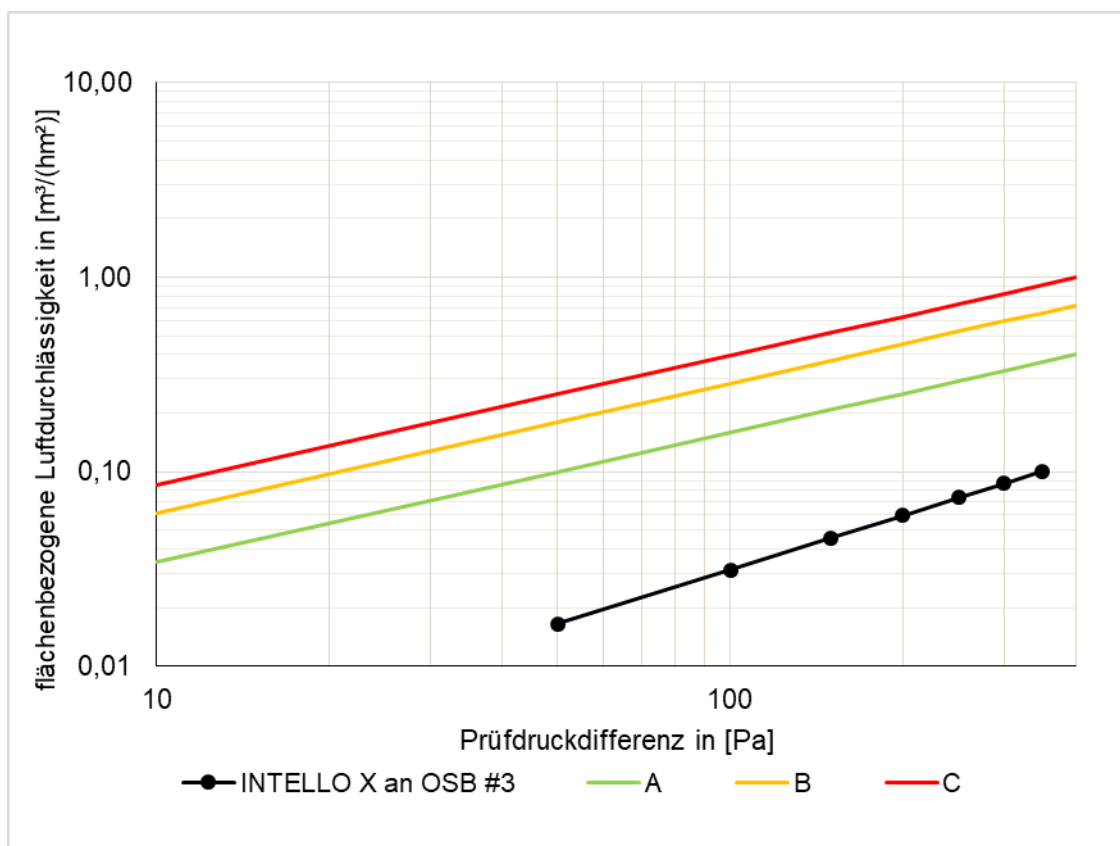


Abbildung 11: Messreihe der Probe „INTELLO X an OSB #3“. Die Zertifikatsklassen A bis C nach PHI sind ergänzend eingetragen.

Zur Messung „INTELLO X an OSB #1“ ist anzumerken, dass zwischen Bahn und Klebeband an einem Punkt eine Wölbung (Ablösung) entstanden ist (siehe Abbildung 12). Durch sorgfältiges andrücken des Klebebandes an die Bahn konnte dies behoben werden. Dieser Effekt ist nur bei dieser einen Probe entstanden und wurde erst ab einem Druck von über 300 Pa relevant. Daher ist generell auf eine sehr gute Anpressung des Klebebandes zu achten.



Abbildung 12: Mit einem Anemometer messbare Leckage am Übergang zwischen Bahn und Klebeband vor der Nacharbeitung. Leckage nachweisbar erst bei höheren Drücken.

6.3 Bahn an Beton

Anschluss an	
Bahn alleine	
Bahn an Bahn	
Bahn an OSB	
Bahn an Beton	X

Tabelle 4: Messergebnisse der drei Messungen der Bahn an Beton verklebt mit ORCON CLASSIC

Untersuchte Fläche 1,48 m²

Verklebt mit ORCON CLASSIC

Druckstufen	Pa	50	100	150	200	250	300	350
INTELLO X an Beton #1								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,00	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18
Leckage des Messstandes	m ³ /h	0,00	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
flächenbezogener Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m ²)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
INTELLO X an Beton #2								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,00	0,12	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20
Leckage des Messstandes	m ³ /h	0,00	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
flächenbezogener Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m ²)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
INTELLO X an Beton #3								
Volumenstrom Gesamt	m ³ /h	0,00	0,12	0,14	0,16	0,17	0,18	0,19
Leckage des Messstandes	m ³ /h	0,01	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22
spezifischer Luftvolumenstrom	m ³ /h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
flächenbezogener Leckagevolumenstrom	m ³ /(h m ²)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Mittelwert

Q50 (PHI-Bewertung) **0,00** m³/(h m²)

ergibt Luftdichtheitsklasse **A** nach PHI

Q50 ≤ 0,1

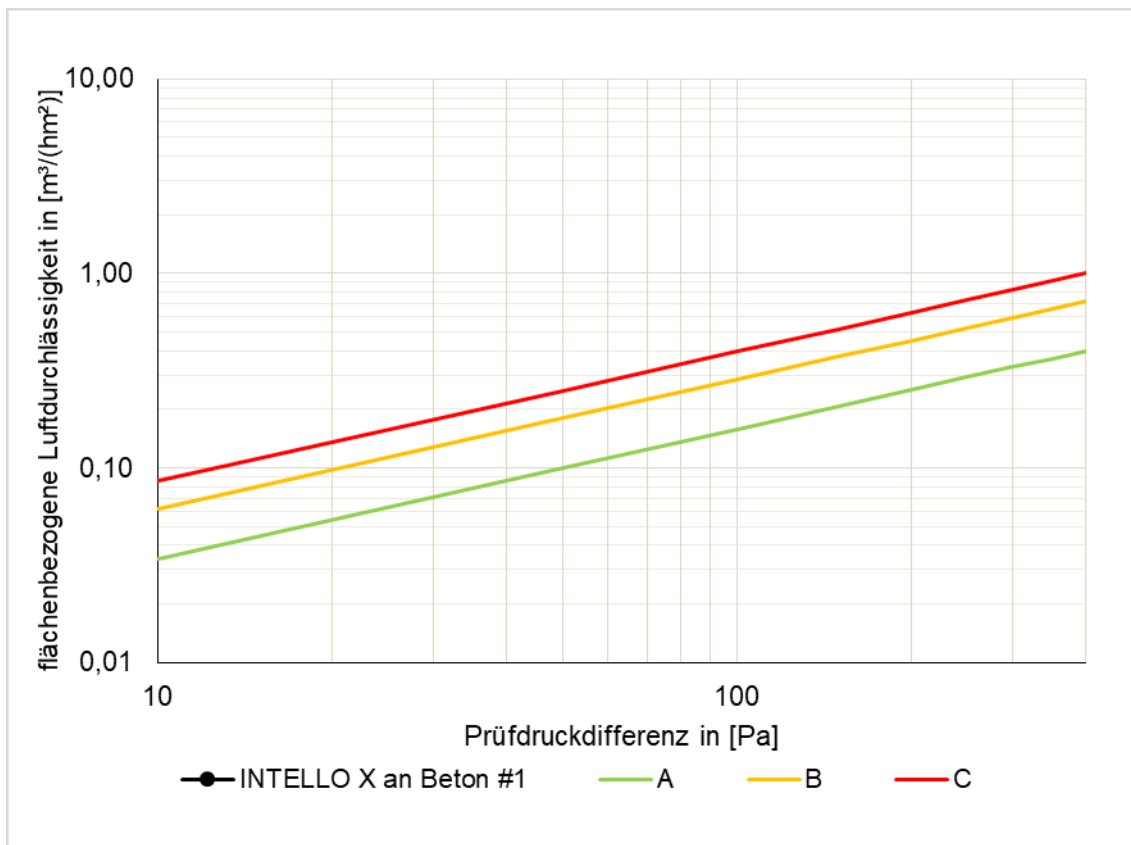


Abbildung 13: Messreihe der Probe “INTELLO X an Beton #1“. Die Zertifikatsklassen A bis C nach PHI sind ergänzend eingetragen.

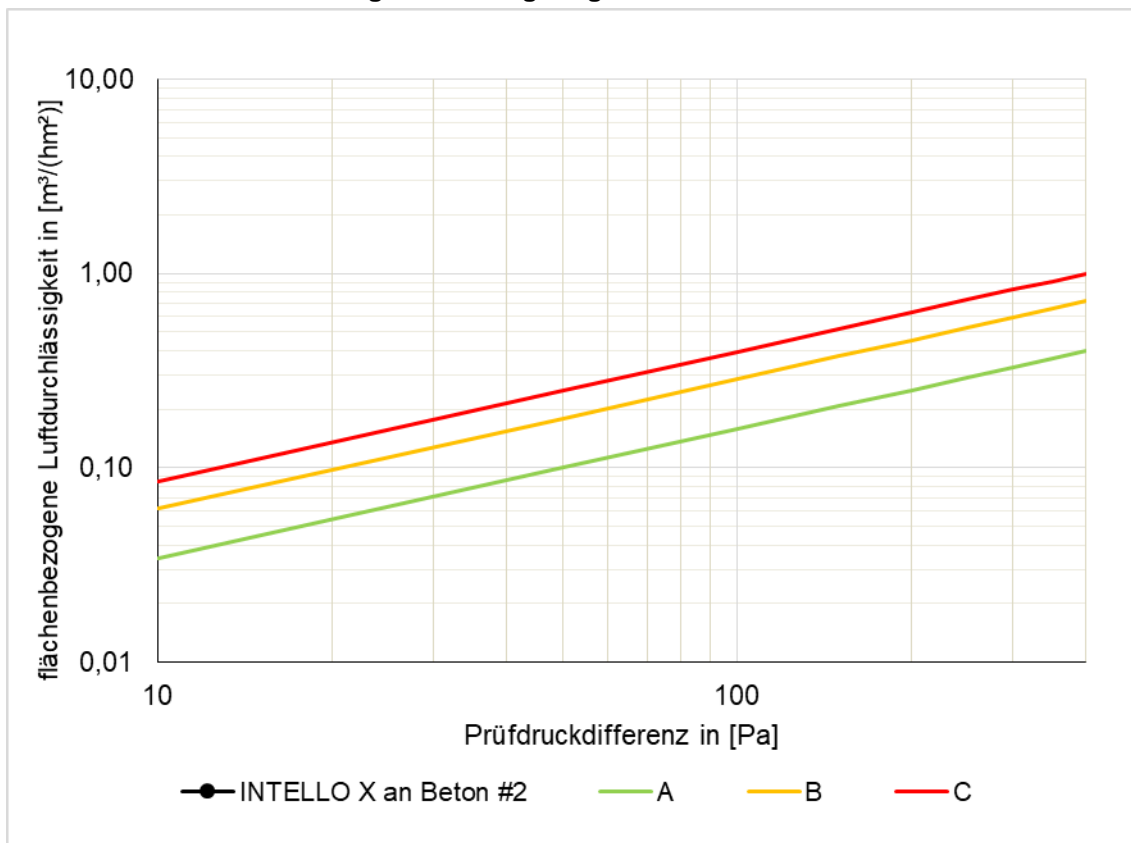


Abbildung 14: Messreihe der Probe “INTELLO X an Beton #2“. Die Zertifikatsklassen A bis C nach PHI sind ergänzend eingetragen.

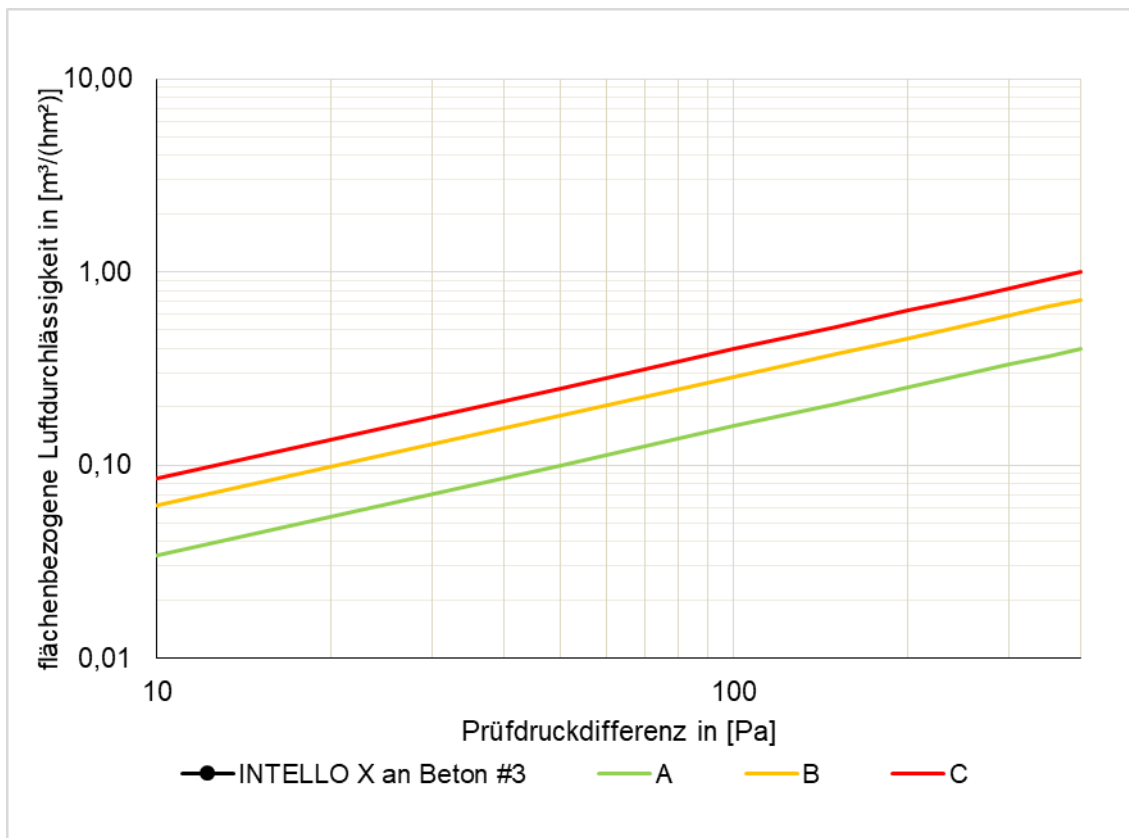


Abbildung 15: Messreihe der Probe “INTELLO X an Beton #3“. Die Zertifikatsklassen A bis C nach PHI sind ergänzend eingetragen.

7. Messbedingungen

Die Mittelwerte der Raumklimabedingungen während den Messungen und der Lagerung betragen:

Raumtemperatur: 19,4 °C
Raumluftfeuchte: 52 % r.F

8. Messgeräte

Zur Messung des Volumenstromes wurde ein LaminarFlow Element der Firma TetraTec® Instruments verwendet. Der Differenzdruck wurde mit einem Automated Performance Testing System (APT) des Herstellers The Energy Conservatory gemessen.

Tabelle 5: Übersicht über die verwendeten Messgeräte

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

9. Ergebnisse

Die Messergebnisse der Untersuchungen werden nach Anschlussart zusammengestellt und der Gesamtmittelwert gebildet. Dabei wird der Messwert für die Bahn alleine (ohne Anschluss) nicht berücksichtigt, da es sich um eine Systemzertifizierung und keine reine Materialprüfung handelt. Es ergibt sich im Mittel eine Luftdurchlässigkeit von **0,01 ($\pm 0,004$) m³/(hm²)** normiert auf 50 Pa Prüfdruck. Damit wird die Zertifizierungsstufe „A“ erreicht.

Tabelle 6: Übersichtsdarstellung der Messergebnisse der Luftdichtheitsuntersuchung.

Mittelwert von	m ³ /(hm ²) @ 50 Pa
Bahn an Bahn	0,00
Bahn an OSB	0,01
Bahn an Beton	0,00
Gesamt	0,01 ($\pm 0,004$)

Tabelle 7: Erreichte Anforderungsklasse des untersuchten Produktes bei der Zertifizierung als „Luftdichtheitsystemen Flächenabdichtung“ nach den Vorgaben des Passivhaus Instituts

Klasse	Luftdurchlässigkeit flächenbezogen @ 50 Pa [m ³ /(hm ²)]	Erreichte Klasse
phA	≤ 0,10	✓
phB	≤ 0,18	
phC	≤ 0,25	

Darmstadt, den 10.05.2023



Søren Peper