



# Blower Door Messungen nach Norm ISO 9972

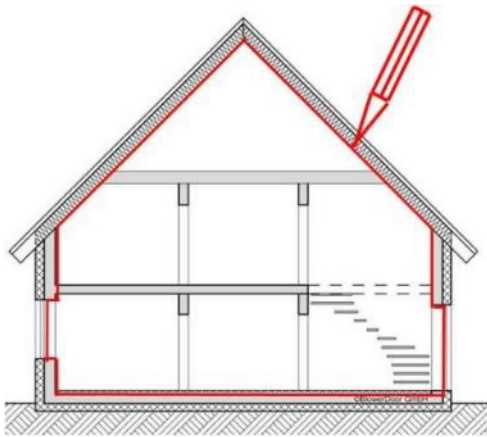
Schulungsunterlagen zu den Grundlagen  
der Luftdichtheit sowie der Messtechnik

Interregprojekt Smart-Energy 4.4

Schulungsort ALR Redange/Attert

18.10 & 19.10.2022

# Luftdichtheit der Gebäudehülle

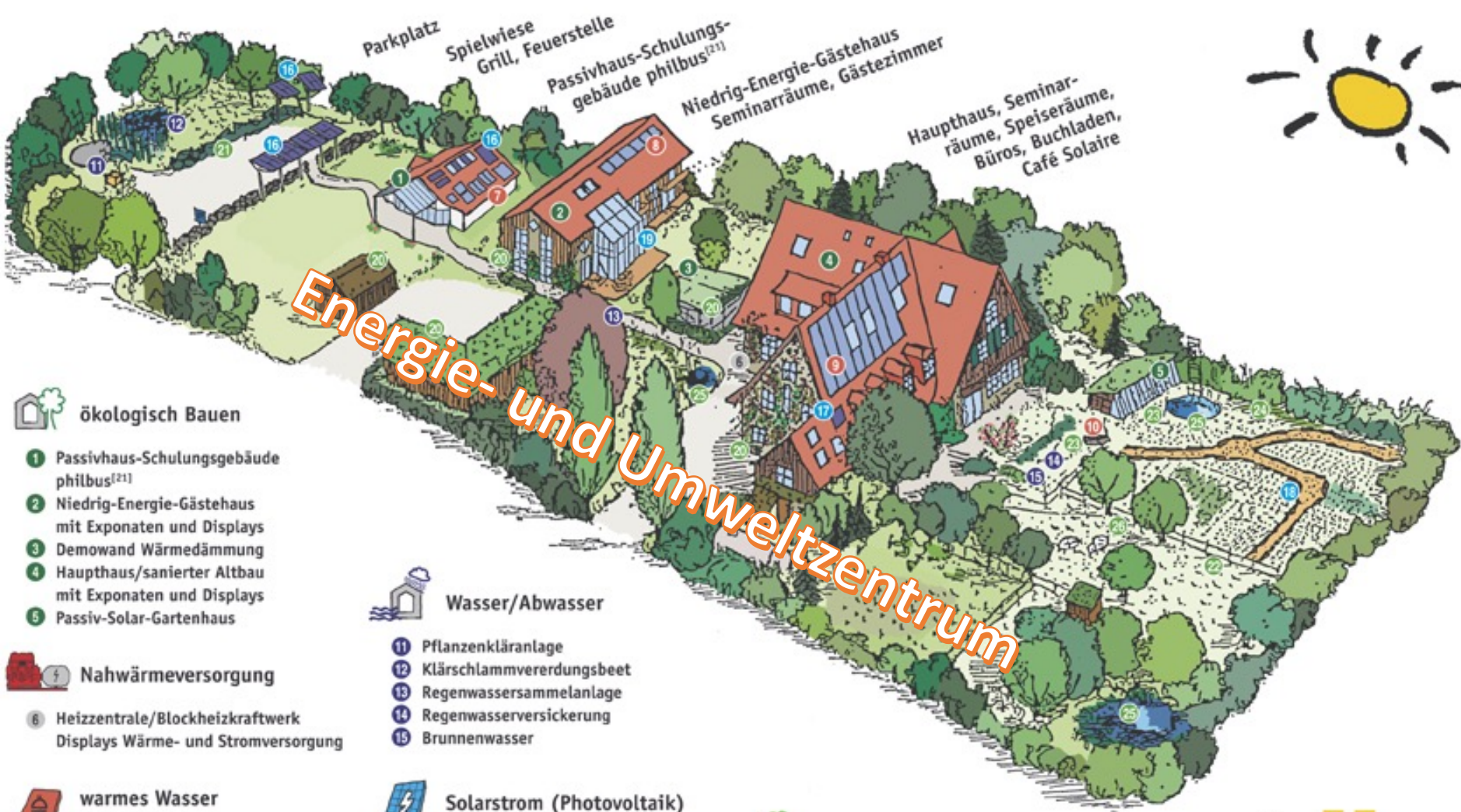


## Die Luftdurchlässigkeitmessung



Referentin:  
Dipl.-Ing. Stefanie Rolfsmeier  
[rolfsmeier@blowerdoor.de](mailto:rolfsmeier@blowerdoor.de)





Parkplatz

Spielwiese  
Grill, Feuerstelle

Passivhaus-Schulungs-  
gebäude philbus<sup>[21]</sup>

Niedrig-Energie-Gästehaus  
Seminarräume, Gästezimmer

Haupthaus, Seminar-  
räume, Speiseräume,  
Büros, Buchladen,  
Café Solaire

# Energie- und Umweltzentrum

## ökologisch Bauen

- 1 Passivhaus-Schulungsgebäude philbus<sup>[21]</sup>
- 2 Niedrig-Energie-Gästehaus mit Exponaten und Displays
- 3 Demowand Wärmedämmung
- 4 Haupthaus/saniertes Altbau mit Exponaten und Displays
- 5 Passiv-Solar-Gartenhaus

## Nahwärmeversorgung

- 6 Heizentrale/Blockheizkraftwerk Displays Wärme- und Stromversorgung

## warmes Wasser von der Sonne

- 7 Schulungsgebäude philbus<sup>[21]</sup> mit 8 versch. Kollektorsystemen, ca. 34 m<sup>2</sup>
- 8 Solaranlage Gästehaus 15 m<sup>2</sup> mit Schichtenspeicher
- 9 Solaranlage Haupthaus 55 m<sup>2</sup> mit Speicherkaskade
- 10 Schwerkraftsolaranlage mit Gartendusche

## Wasser/Abwasser

- 11 Pflanzenkläranlage
- 12 Klärschlammvererdungsbeet
- 13 Regenwassersammelanlage
- 14 Regenwasserversickerung
- 15 Brunnenwasser

## Solarstrom (Photovoltaik)

- 16 Sieben versch. Solarstromanlagen an Parkplatz und Schulungsgebäude philbus<sup>[21]</sup>, ca. 6 kW Netzeinspeisung/Solartankstelle
- 17 kleine Solarstromanlage 240 W mit Akkuspeicher
- 18 Solar-Wasserpumpe mit Nachführung
- 19 Solar-Wasserstoff-System Experimentieranlage

## Grün und Garten

- 20 Dach- und Fassadenbegrünung
- 21 Wallhecke
- 22 naturnaher Garten
- 23 Kräuterspirale
- 24 Weidenlaube
- 25 Feuchtbiotope
- 26 Tschernobyl-Hügel

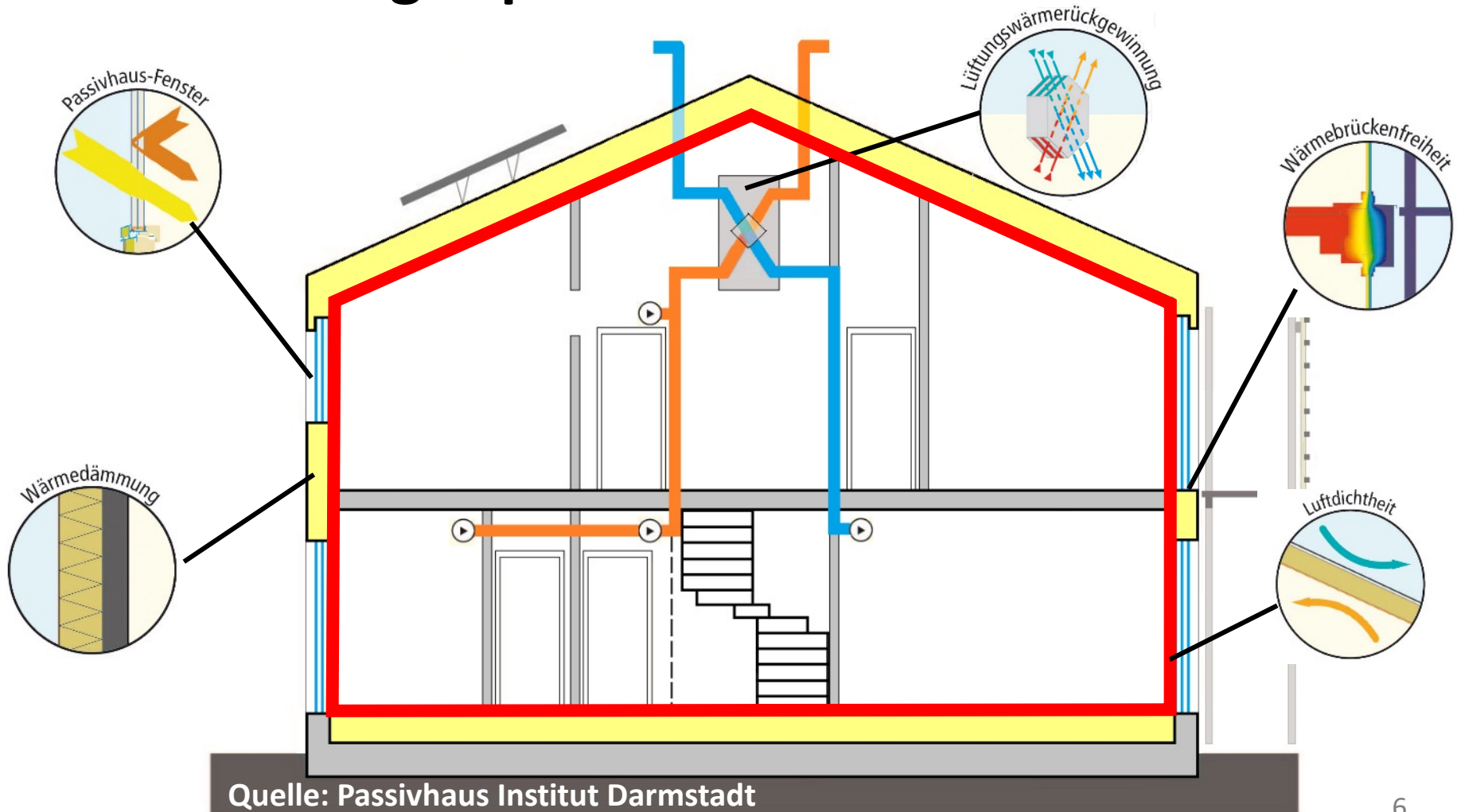
e·u·[z]  
energie + umwelt zentrum

Energie- und Umweltzentrum  
am Deister e.V.  
31832 Springe-Eldagsen  
Telefon (05044) 975-0  
Telefax (05044) 975-66  
e-mail: e-u-z@t-online.de  
Internet: www.e-u-z.de

# Inhalt – Teil 1

- Gebäudeluftdichtheit  
→ eine wichtige Komponente energiesparender Gebäude
- BlowerDoor Messung
  - Leckagen / Lecks in der Gebäudehülle und deren Ortung
  - Messung des Leckagestroms durch die Gebäudehülle
- Kennwerte / abgeleitete Größen
  - Luftwechselrate  $n_{50}$  und Berechnung (Volumenberechnung)
  - Luftdurchlässigkeit  $q_{E50}$  und Berechnung (Hüllflächenberechnung)

# Moderne energiesparende Gebäude: z.B. Passivhaus

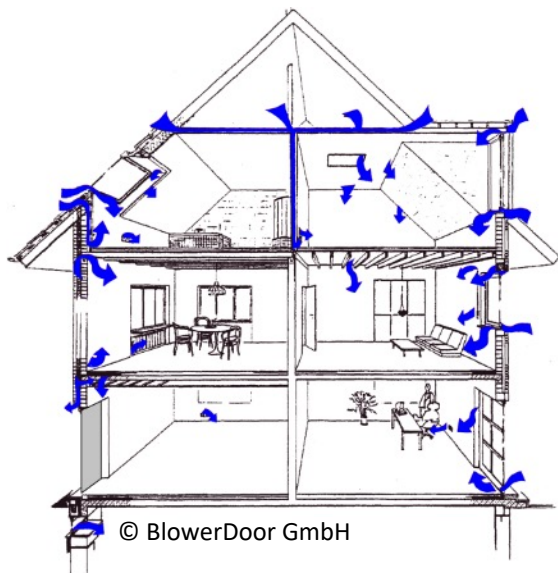




# Was bedeutet Gebäudeluftdichtheit?

# Ziel der Luftdichtheit

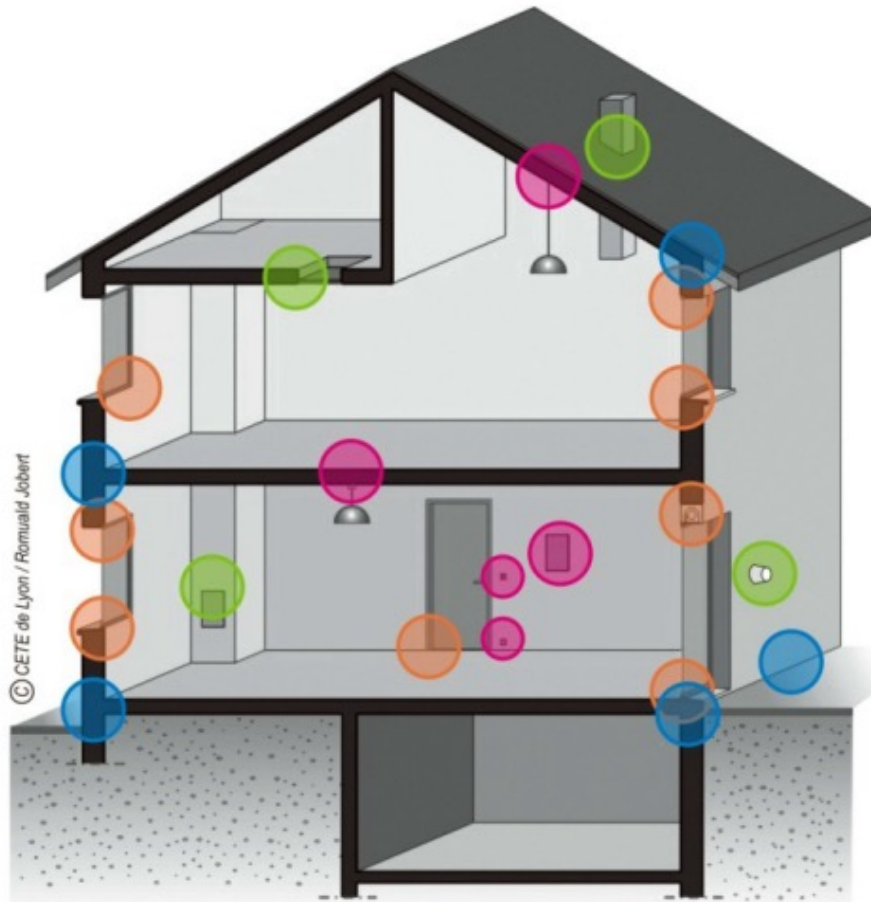
Unnötige und ungeplante Löcher, Ritzen und Fugen in der Gebäudehülle vermeiden / reduzieren







**Planung Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle**



# Typische Fehlstellen in der Gebäudehülle



-  Fugen zwischen Wänden und zu Böden, Decken, Dachflächen
-  Fugen zwischen Fenster/Türen und Wänden / Dach
-  Elektroinstallationen / Wasser- und Abwasserrohre
-  Weitere Durchdringungen Bodenklappe, Schornstein, etc.

Quelle: *Methods and techniques for airtight buildings*; F.R. Carrié, R. Jobert, V. Leprince; 2012



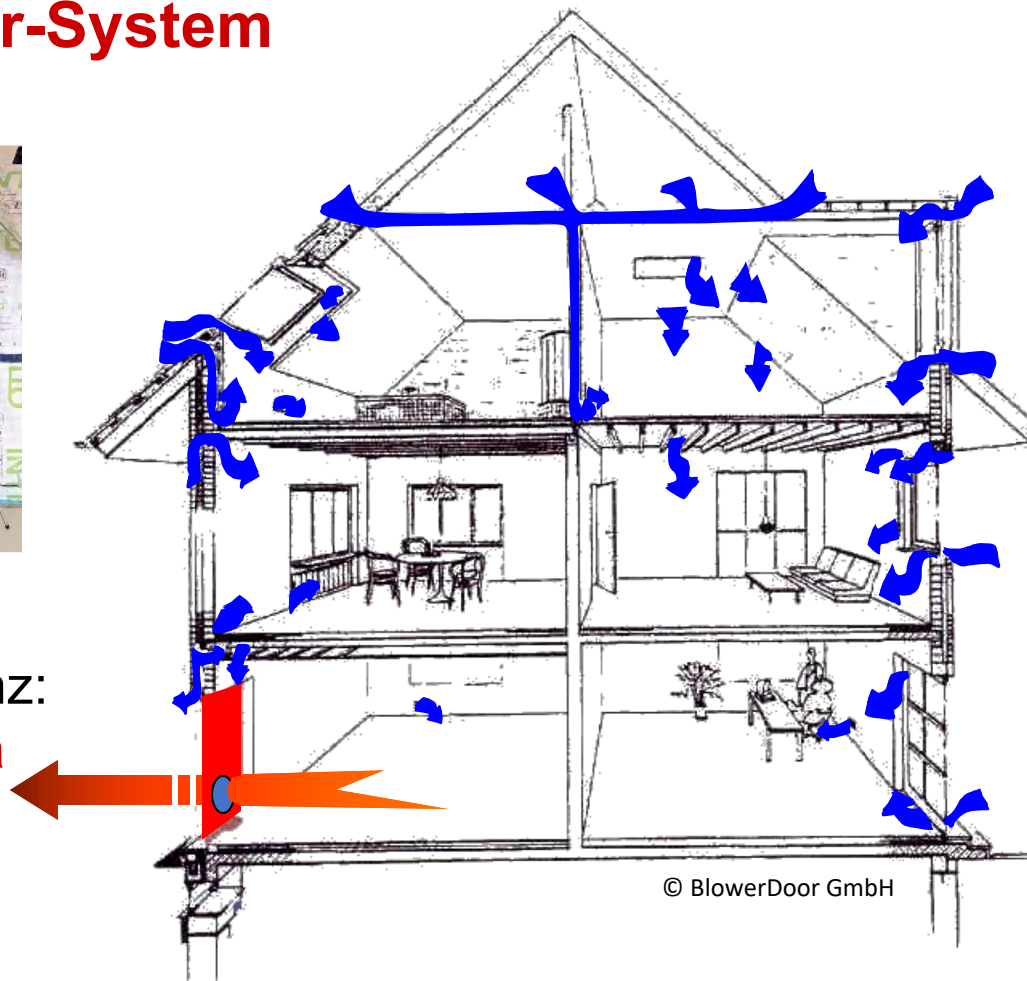
# Was ist eine BlowerDoor Messung?

# BlowerDoor Messung

## BlowerDoor-System



Gebäude-  
druckdifferenz:  
 $\Delta p = 50 \text{ Pa}$



© BlowerDoor GmbH

1

Lecks orten

2

Leckagestrom  
@ 50 Pa  
 $Q_{50} [\text{m}^3/\text{h}]$

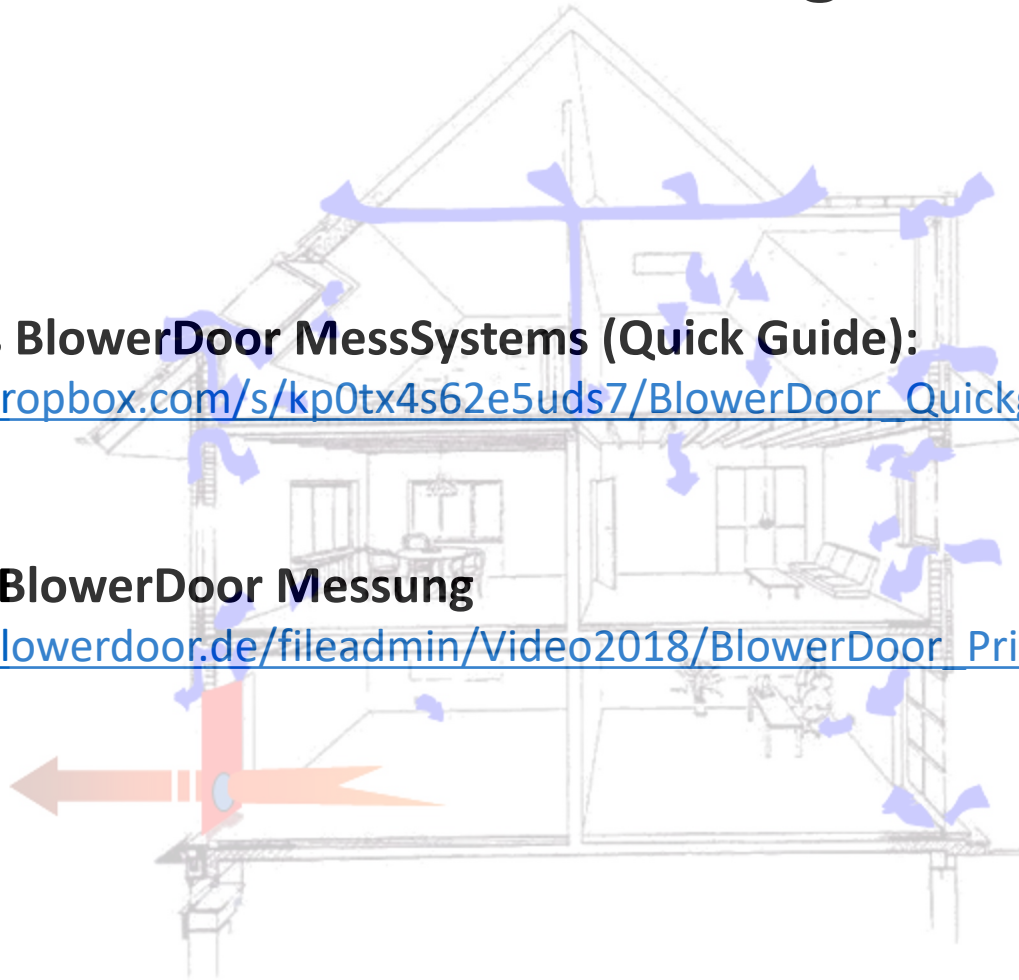
# BlowerDoor Messung FILME

## Aufbau eines BlowerDoor MessSystems (Quick Guide):

[https://www.dropbox.com/s/kp0tx4s62e5uds7/BlowerDoor\\_Quickguide\\_2022.mp4?dl=0](https://www.dropbox.com/s/kp0tx4s62e5uds7/BlowerDoor_Quickguide_2022.mp4?dl=0)

## Ablauf einer BlowerDoor Messung

[https://www.blowerdoor.de/fileadmin/Video2018/BlowerDoor\\_Prinzip\\_german.mp4](https://www.blowerdoor.de/fileadmin/Video2018/BlowerDoor_Prinzip_german.mp4)



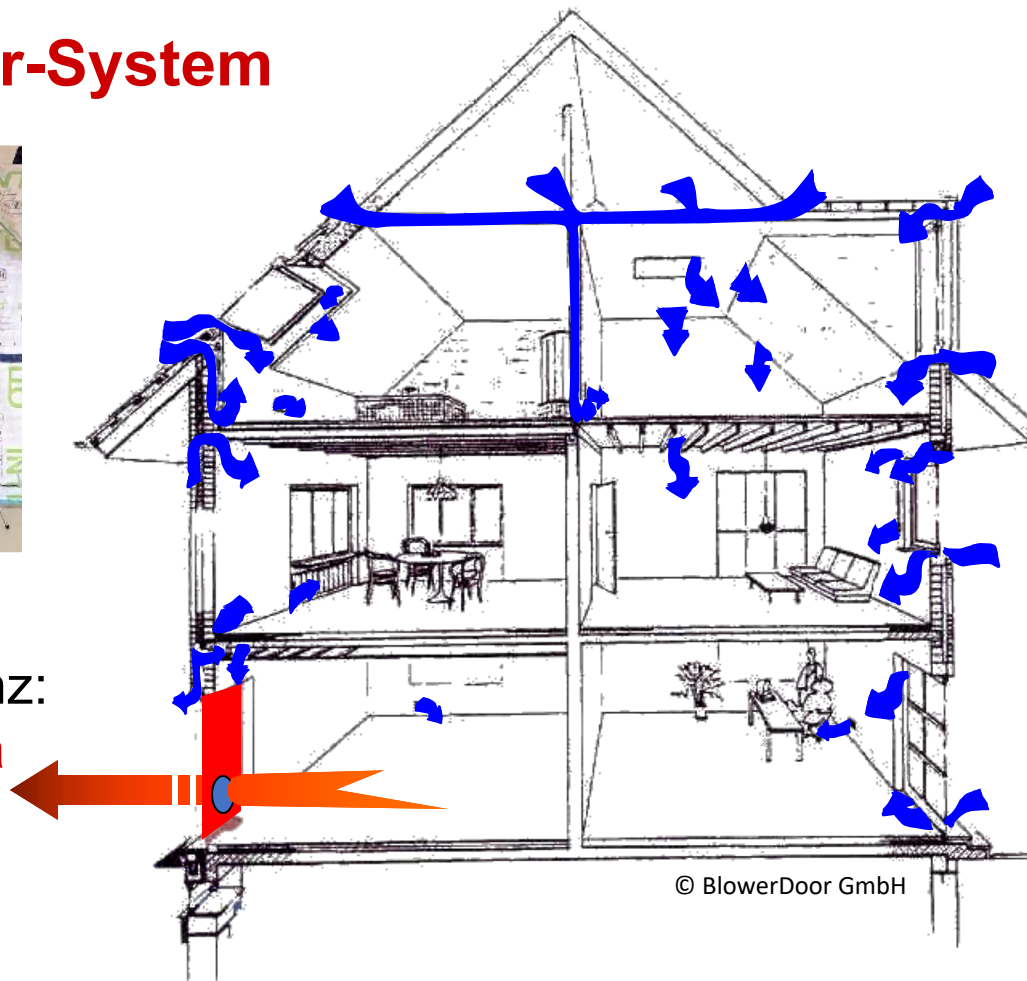
# Lecks / Leckagen orten

# Leckageortung bei 50 Pa Gebäudedruckdifferenz

## BlowerDoor-System



Gebäude-  
druckdifferenz:  
 $\Delta p = 50 \text{ Pa}$



1

Lecks orten

© BlowerDoor GmbH

## Was sind 50 Pa Druckdifferenz?



*Source: Der Struwwelpeter von Dr. Heinrich Hoffmann. Die Geschichte der fliegende Robert*

Wind mit 4 – 5  
Beaufort

5 kg / m<sup>2</sup>

5 mm

Wassersäule

# Übung: Leckageortung mit der Hand

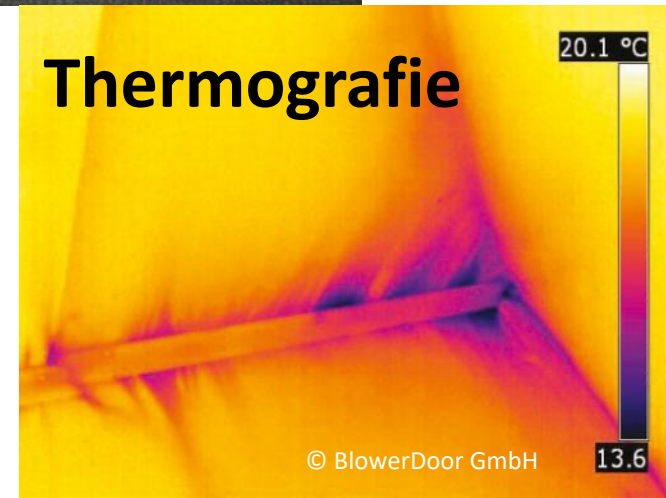


## Aufgabe:

- 50 Pa Unterdruck mit BlowerDoor MessSystem erzeugen
- Leckagen / Lecks orten und dokumentieren



# Leckageortung mit weiteren Hilfsmitteln

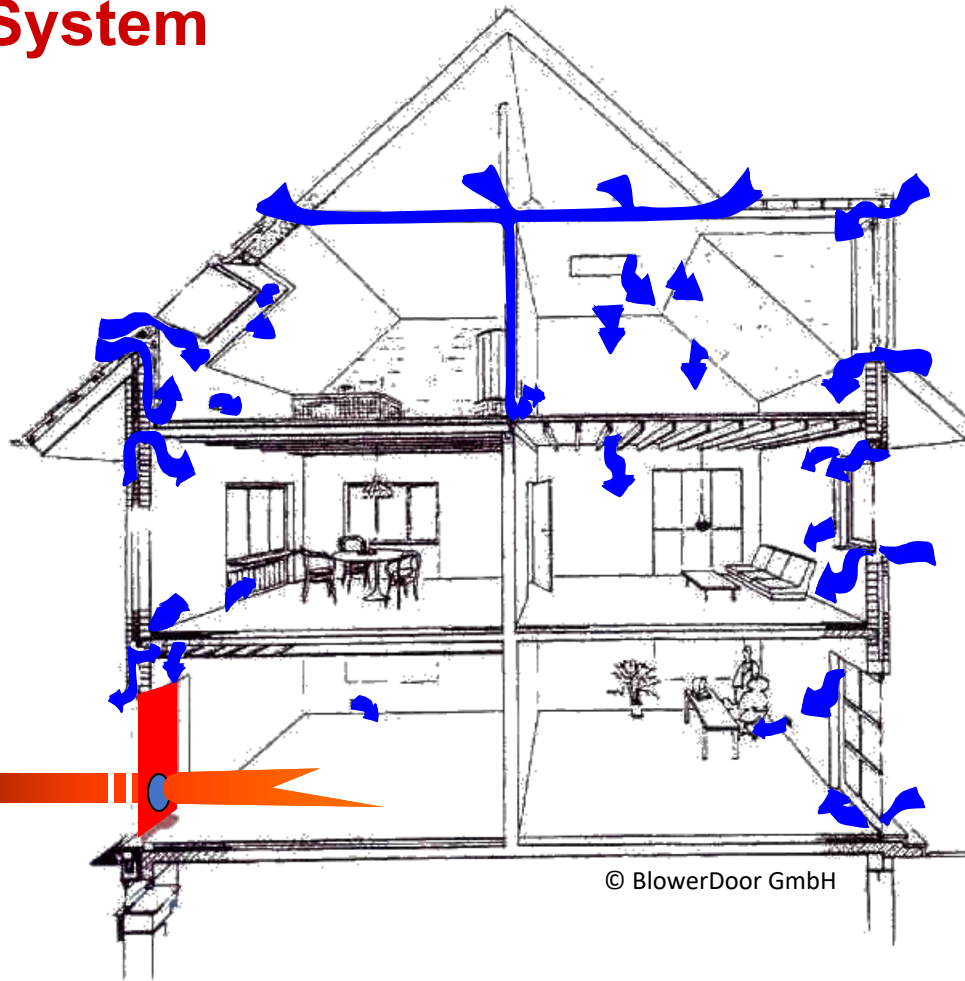


# Leckagestrom $q_{50}$ bei 50 Pascal Gebäudedruckdifferenz

1. Schätzung  $q_{50}$  aus Ein-Punkt-Messung
2. Ermittlung  $q_{50}$  aus Messreihe

# Leckagestrom $q_{50}$

## BlowerDoor-System



Gebäude-  
druckdifferenz:  
 $\Delta p = 50 \text{ Pa}$

2

Leckagestrom  
@ 50 Pa:  
 $q_{50} [\text{m}^3/\text{h}]$

© BlowerDoor GmbH

# Ein-Punkt-Messung – Leckagestrom $q_{50}$



**GROBE  
SCHÄTZUNG**

Anwendung:

- Qualitätssicherung der luftdichten Ebene im Bauzustand
- Vorausgehende Prüfung für eine Messung nach Norm ISO 9972 (*ISO 9972:2015, Kapitel 5.3.1*)
- Untersuchung im Schadensfall
- Untersuchung vor einer Sanierung

# Übung: Ein-Punkt-Messung – Leckagestrom $q_{50}$



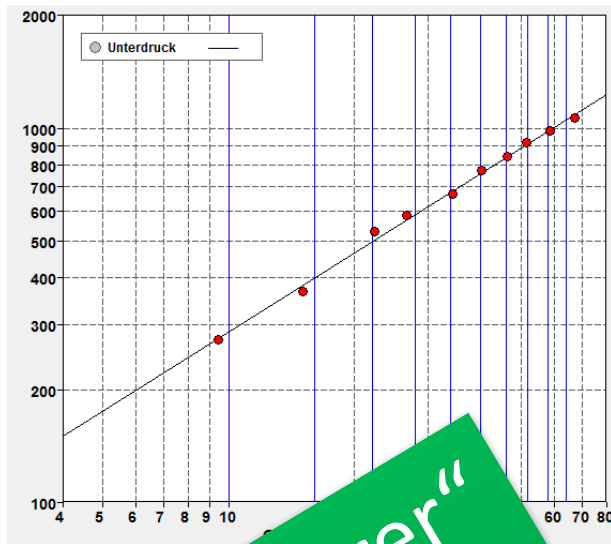
## AUFGABE

Leckagestrom bei 50 Pa  
Gebäudedruckdifferenz ermitteln.

## ABLAUF

- 1 50 Pa Unterdruck einstellen
- 2 Leckagestrom  $q_{50}$  ablesen

# Leckagestrom $q_{50}$ aus Messreihe nach Norm



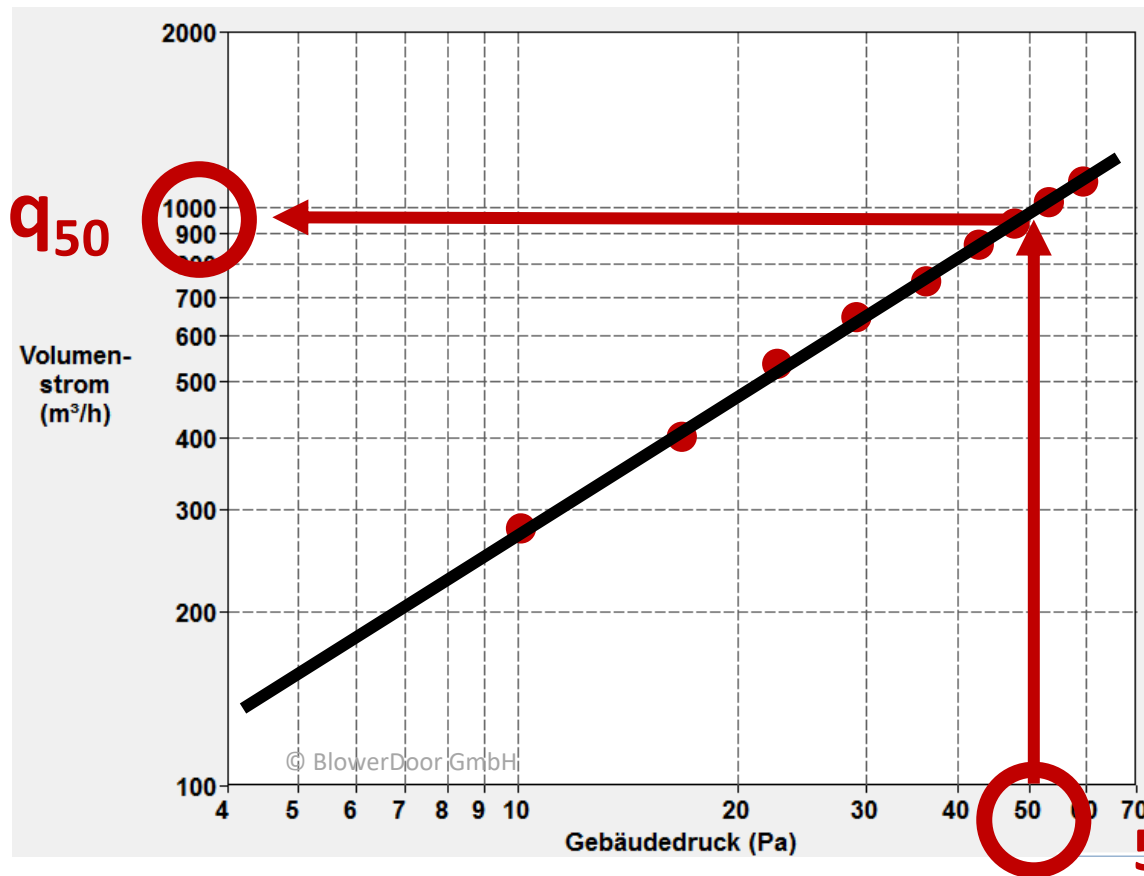
## Anwendung:

- Messreihe zur Ermittlung des Leckagestroms  $q_{50}$  nach Norm ISO 9972 (*ISO 9972:2015, Kapitel 5.3.2 bis 5.3.4*)
- Qualitätssicherung der luftdichten Ebene im Bauzustand
- Untersuchung im Schadensfall
- Untersuchung vor einer Sanierung

„Genauerer“  
Wert

# Leckagestrom $q_{50}$ aus Messreihe

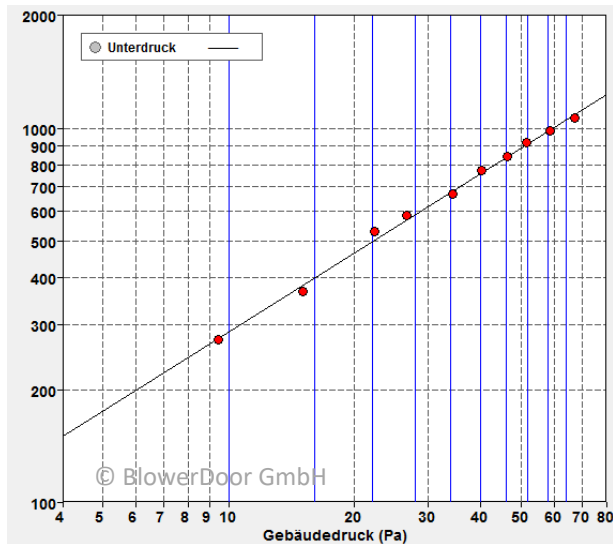
Mehrere Messpunkte – Berücksichtigung nat. Druckdifferenz – Auswertung nach NORM ISO 9972



Beispiel für eine Unterdruckmessung

50 Pa

# Übung: Messreihe – Leckagestrom $q_{50}$



## AUFGABE:

- Messreihe von -64 Pa bis -10 Pa Gebäuedruck bei Unterdruck
- Ermittlung Leckagestrom  $q_{50}$  aus Messreihe (durch Software)



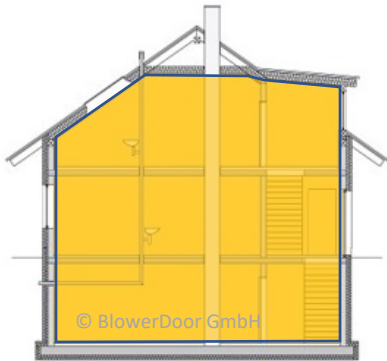
## Kennwerte / Abgeleitete Größen

1. Luftwechselrate bei 50 Pa:  $n_{50}$
2. Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa:  $q_{E50}$

# Bekanntester Kennwert: Luftwechselrate $n_{50}$

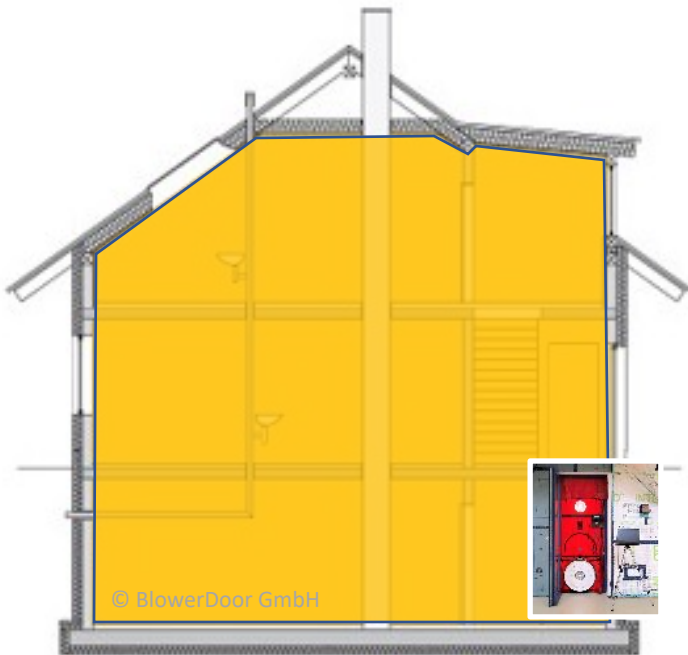


$$\frac{\text{Leckagestrom } q_{50}}{\text{Innenvolumen } V} = \text{Luftwechselrate } n_{50}$$



**Die Luftwechselrate gibt an, wie oft die Luft pro Stunde unter Prüfbedingungen (50 Pa) ausgetauscht wird.**

## Beispiel: Luftwechselrate $n_{50}$



$$n_{50} = 1 \frac{1}{h}$$



$$n_{50} = 2 \frac{1}{h}$$

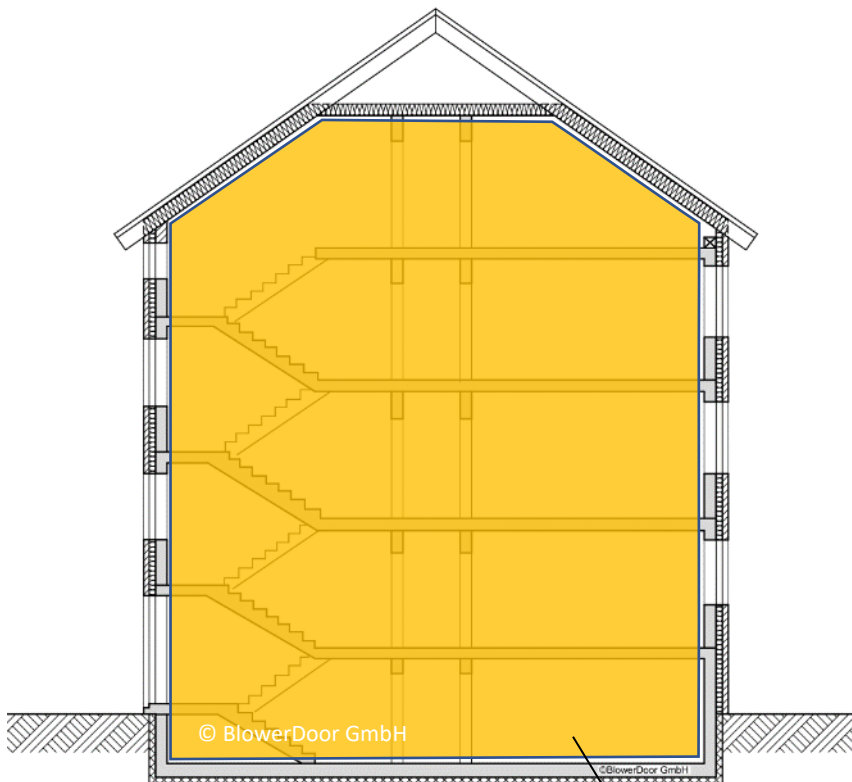


$$n_{50} = 3 \frac{1}{h}$$



# Berechnung Innenvolumen $V$ für $n_{50}$

ISO 9972:2015, Kapitel 6.1.1



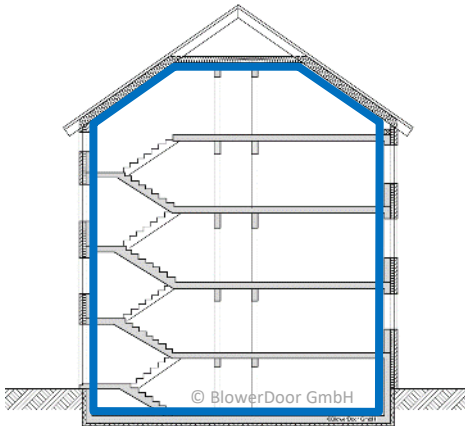
$$n_{50} \text{ (h}^{-1}\text{)} = \frac{q_{50} \text{ (m}^3\text{/h)}}{V \text{ (m}^3\text{)}}$$

**Innenvolumen  $V$**

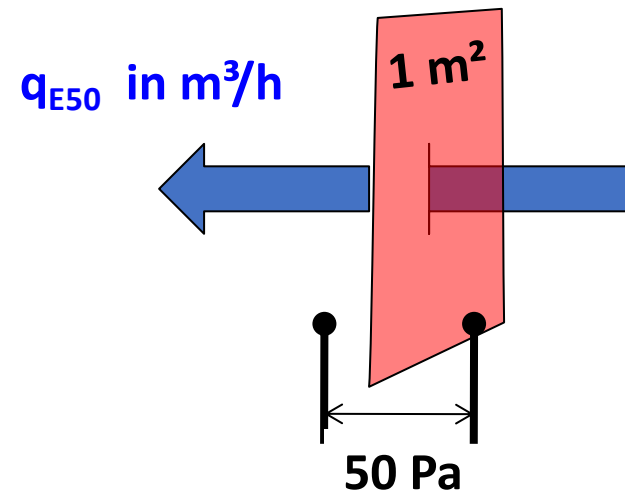
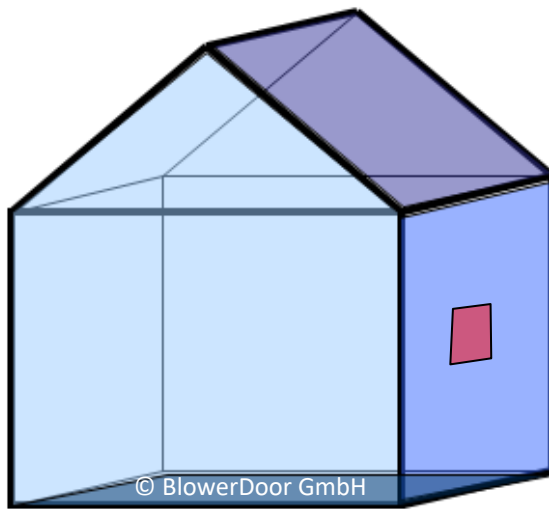
# Kennwert Luftdurchlässigkeit $q_{E50}$



$$\frac{\text{Leckagestrom } q_{50}}{\text{Hüllfläche } AE} = \text{Luftdurchlässigkeit } qE_{50}$$



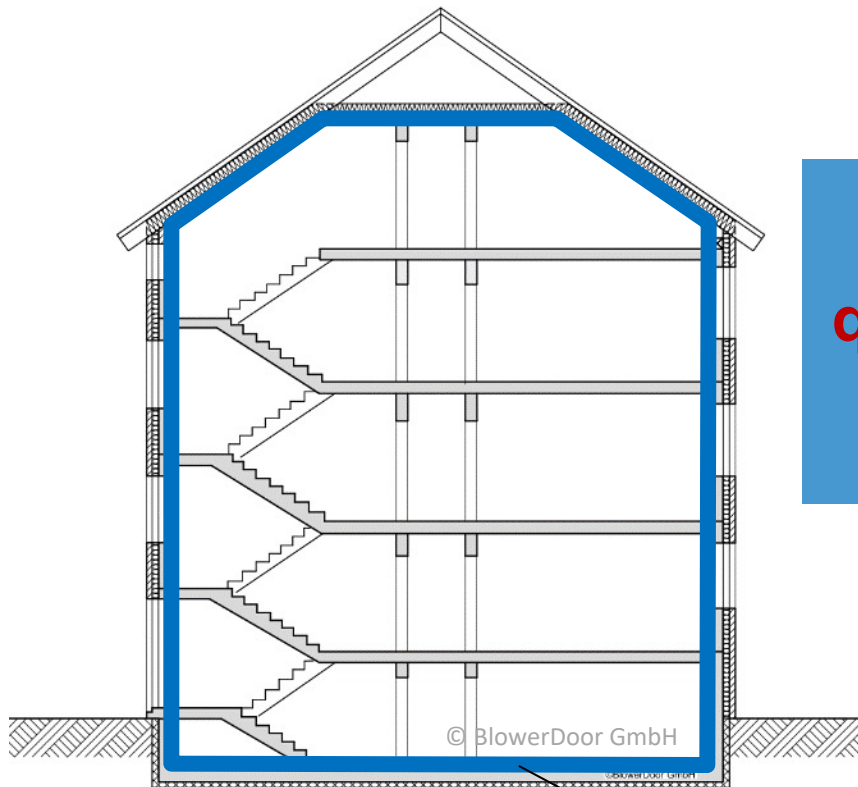
# Kennwert für große Gebäude: Luftdurchlässigkeit $q_{E50}$ ( $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ )



**Die Luftdurchlässigkeit gibt an, wieviel Luft bei 50 Pa über  
1  $\text{m}^2$  Gebäudehülle pro Stunde strömt.**

# Berechnung Hüllfläche $A_E$

ISO 9972:2015, Kapitel 6.1.2



$$q_{E50} \text{ (m}^3\text{/(h}\cdot\text{m}^2\text{))} = \frac{q_{50} \text{ (m}^3\text{/h)}}{A_E \text{ (m}^2\text{)}}$$

Hüllfläche  $A_E$

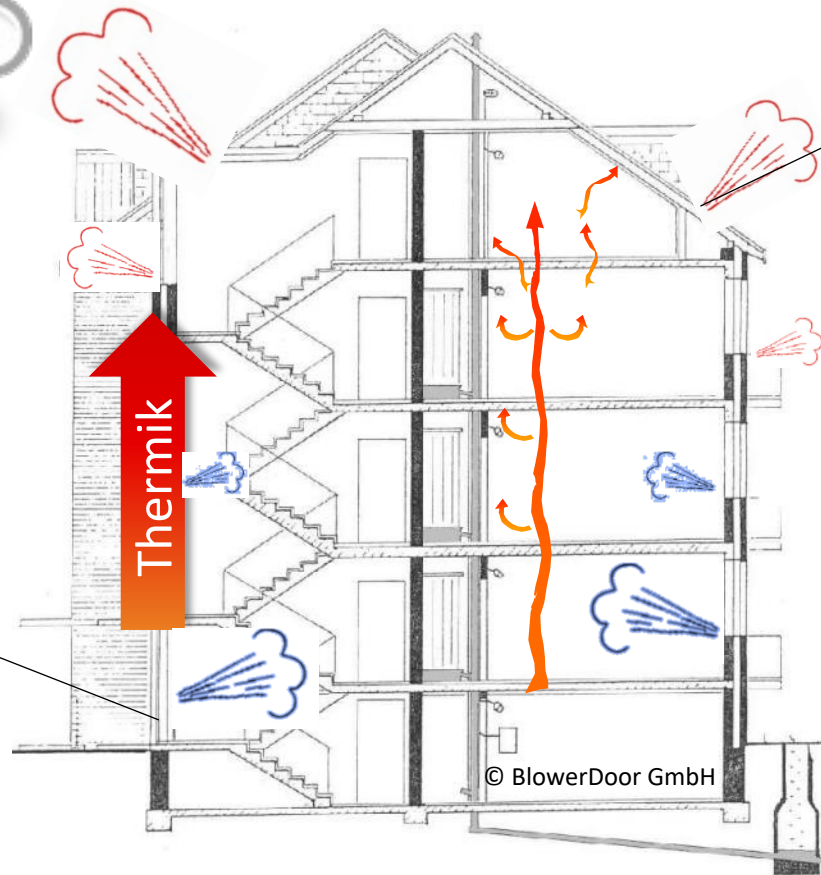
## Inhalt – Teil 2

- Gute Gründe für eine definierte Gebäudedichtheit
- Planen – Bauen – Prüfen: Der Weg zur Gebäudedichtheit
- Leckagen mit Lösungen
- Messung in Abhängigkeit der Lebensphase des Gebäudes
- Sekundäre und primäre Leckagen
- Messablauf nach ISO 9972



# Gründe für eine gute Luftdichtheit bzw. eine **definierte Luftdurchlässigkeit**

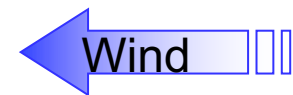
# Energie sparen



© BlowerDoor GmbH

© BlowerDoor GmbH

# Wohnkomfort erhöhen und Zunderscheinungen vermeiden



# Feuchteschutz: Kondensationsschäden vermeiden

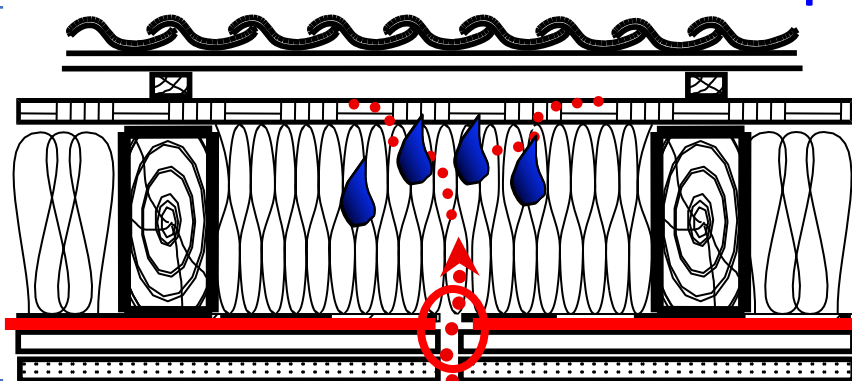
Außen: **0°C, 80%** relative Feuchte

**360 g**

**Wasser pro Tag**



Dachaufbau



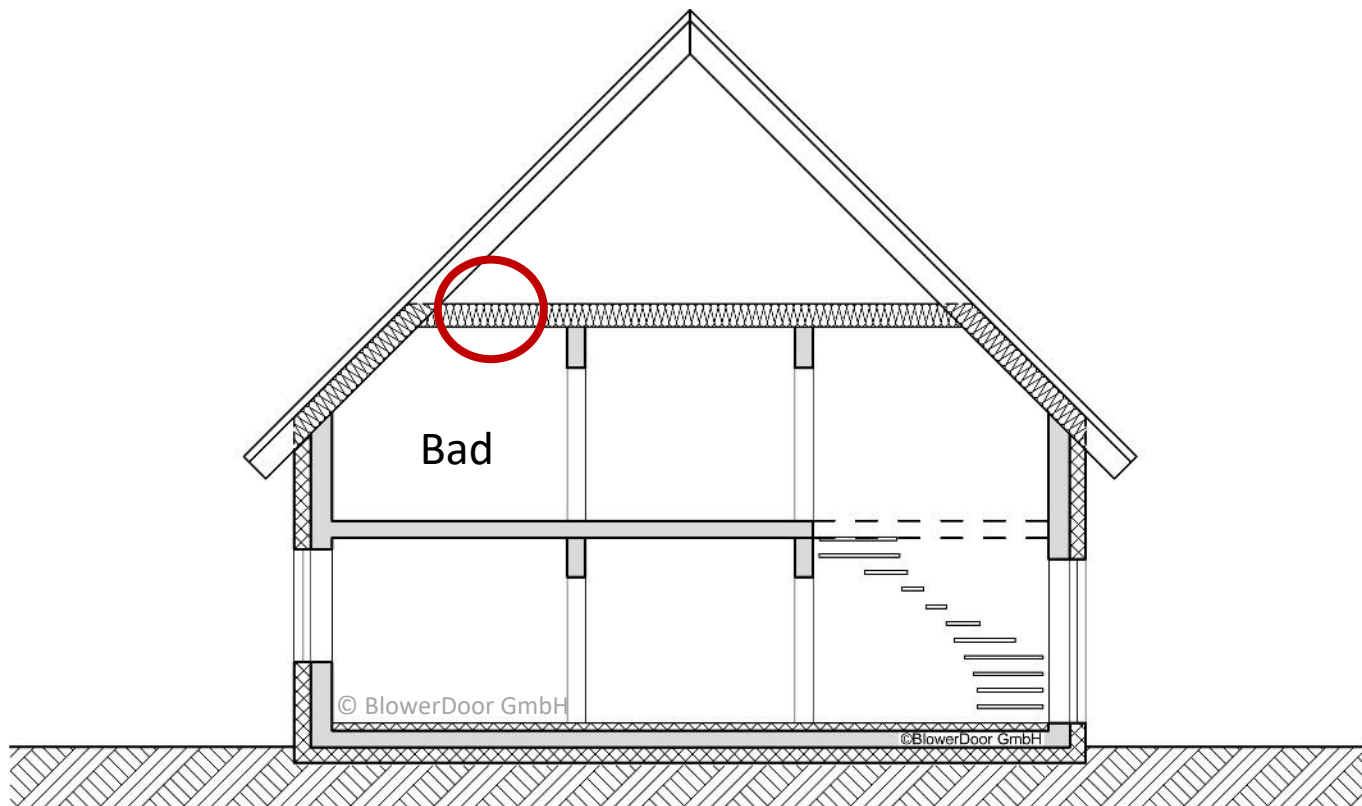
© BlowerDoor GmbH

Raumseite:  
**20°C, 50%** relative Feuchte

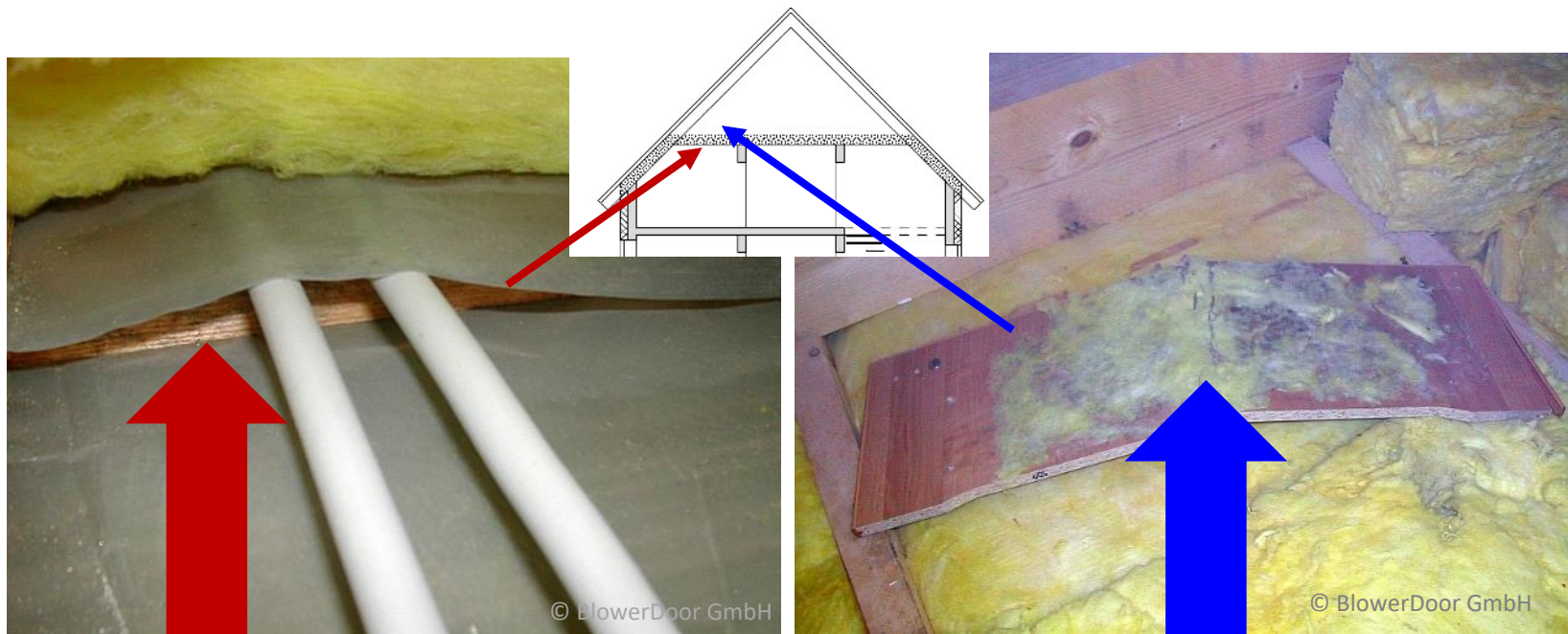
**1 mm breiter Schlitz, 1 m lang**

(Erfahrungen Deutschland)

# Beispiel: Schaden in Kehlbalckendecke



# Schimmel / Stockflecken durch Kondensation

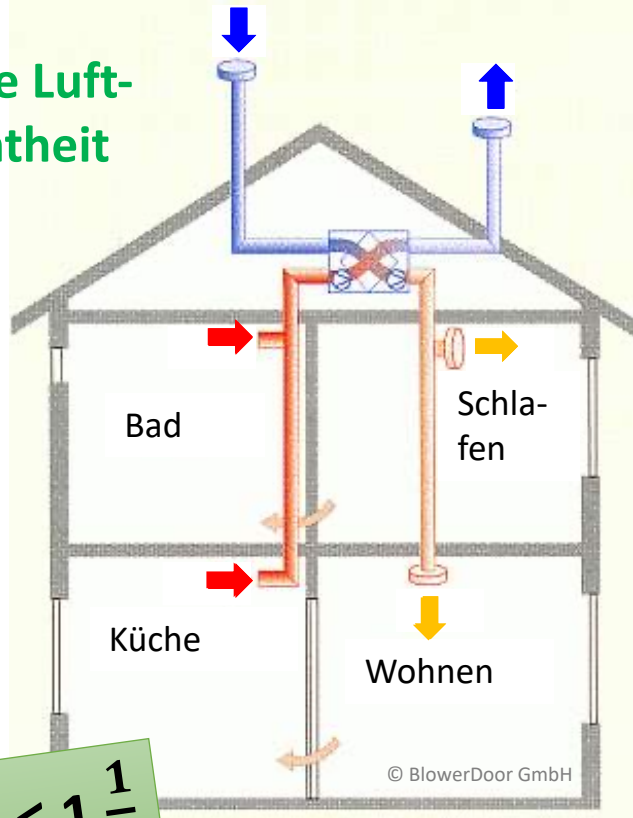


Offene Fuge in Dampfbremse

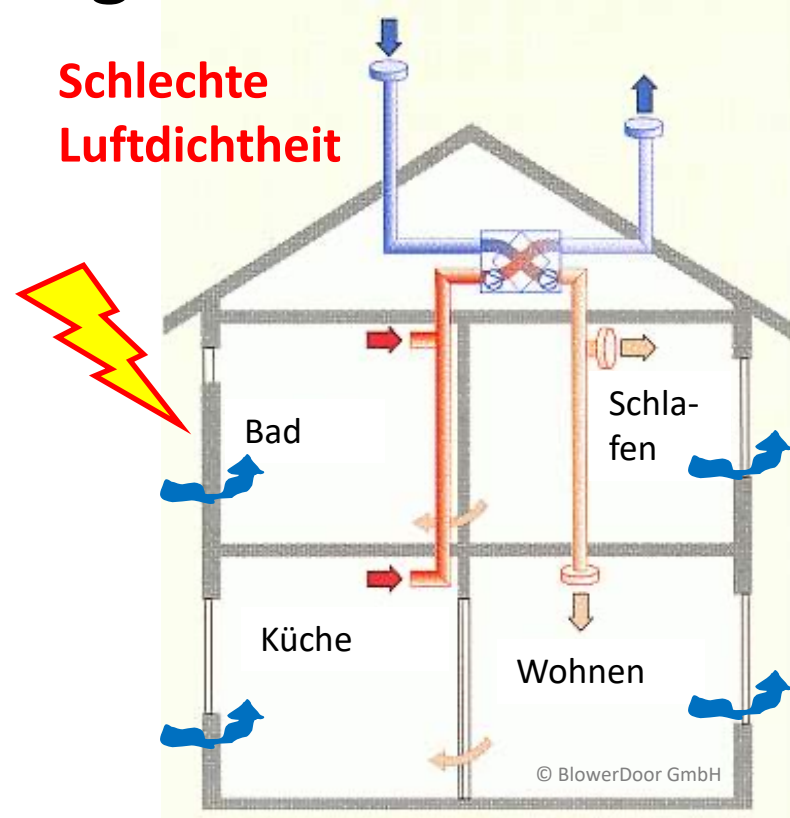
Schimmel und Stockflecken

# Funktion der Lüftungsanlage sichern

Gute Luftdichtheit



Schlechte Luftdichtheit



$$n_{50} \leq 1 \frac{1}{h}$$

Eine gute Luftdichtheit ist für die Funktion eine Lüftungsanlage zwingend notwendig!

## Literatur und Links

- [www.luftdicht.info](http://www.luftdicht.info)



- FLiB-Buch Band 1 (2012 2. aktualisierte Auflage):  
**Gründe für eine Luftdichtheit der Gebäudehülle**  
 von *Torsten Bolender* und *Achim Weismüller*
- **Bewertung von Fehlstellen in Luftdichtheitsebenen – Handlungsempfehlung für Baupraktiker** von *Klaus Vogel, Silke Sous, Matthias Zöller, Gunnar Grün, Victor Norrefeldt*; (AIB, FLiB, IBP); Forschungsinitiative Zukunft Bau, Band F 3012, 2017  
 Download:  
[https://www.flib.de/publikationen/forschungsbericht/FLiB\\_Forschungsbericht\\_2016.pdf?m=1481011652&](https://www.flib.de/publikationen/forschungsbericht/FLiB_Forschungsbericht_2016.pdf?m=1481011652&)



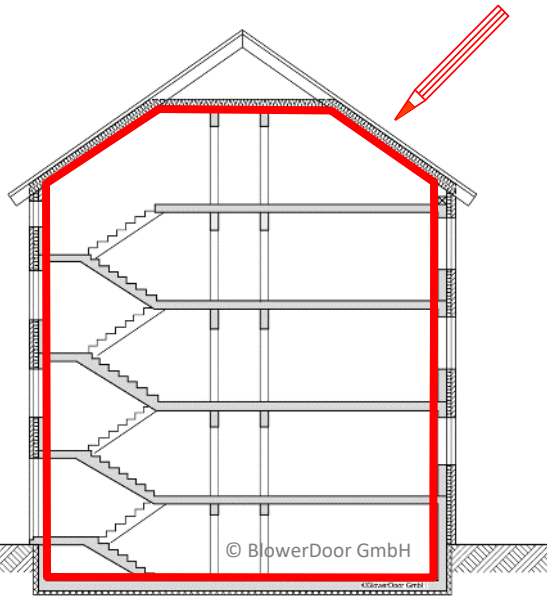




# Der sichere Weg zur guten Luftdichtheit der Gebäudehülle

# Planen – Bauen – Prüfen

## Planen



## Bauen



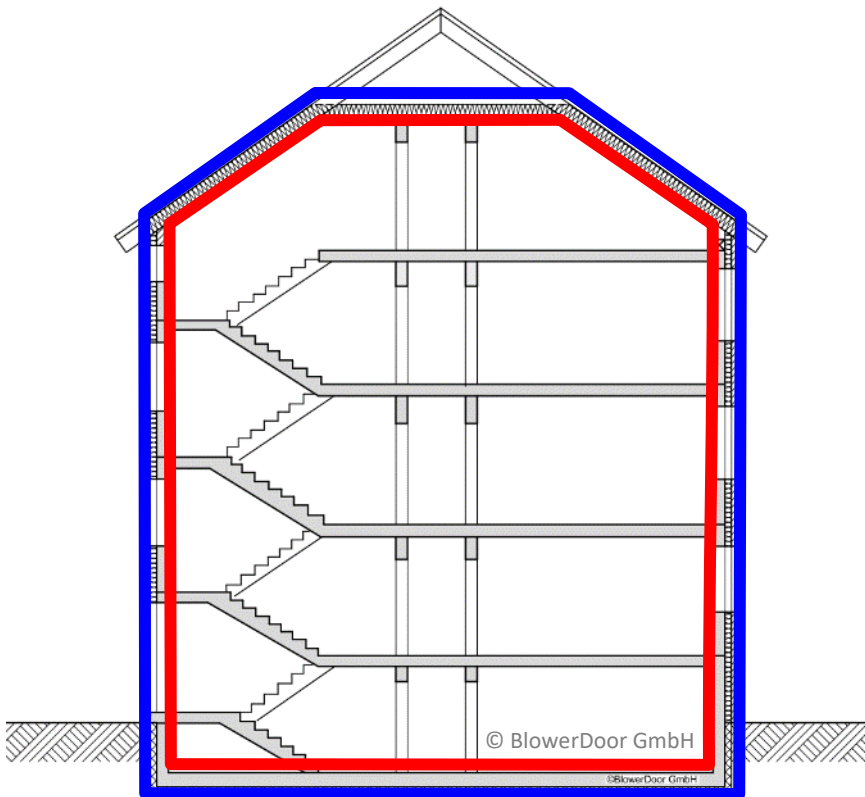
## Prüfen



# Anforderungen an die Gebäudeluftdichtheit

	Luftwechselrate $n_{L50}$ – Wert	Luftdurchlässigkeit $q_{E50}$ – Wert
<b>EnEV und GEG für Gebäude</b>		<b>&gt; 1.500 m<sup>3</sup></b>
- ohne RLT (Raumluftechn. Anlagen)	<b><math>\leq 3,0 \text{ h}^{-1}</math></b>	$\leq 4,5 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
- mit RLT	<b><math>\leq 1,5 \text{ h}^{-1}</math></b>	$\leq 2,5 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
<b>Passivhausstandard</b>	<b><math>\leq 0,6 \text{ h}^{-1}</math></b>	$\leq 0,6 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ (Empfehlung)
<b>DIN 4108-7 (2011)</b>		<b>&gt; 1.500 m<sup>3</sup></b>
Gebäude ohne RLT	$\leq 3,0 \text{ h}^{-1}$	$\leq 3,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
Gebäude mit RLT	$\leq 1,0 \text{ h}^{-1}$	$\leq 3,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$

# Lage der Luftdichtheitsebene definieren



## Luftdichtheitsebene

liegt auf der warmen Seite der Konstruktion (Wärmedämmung)

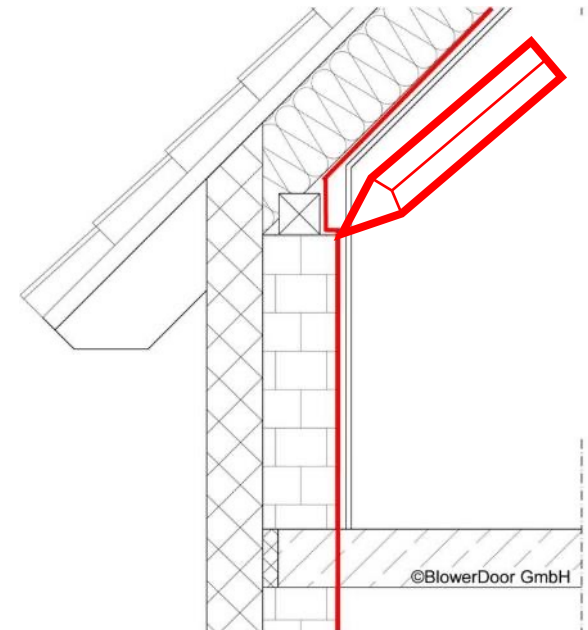
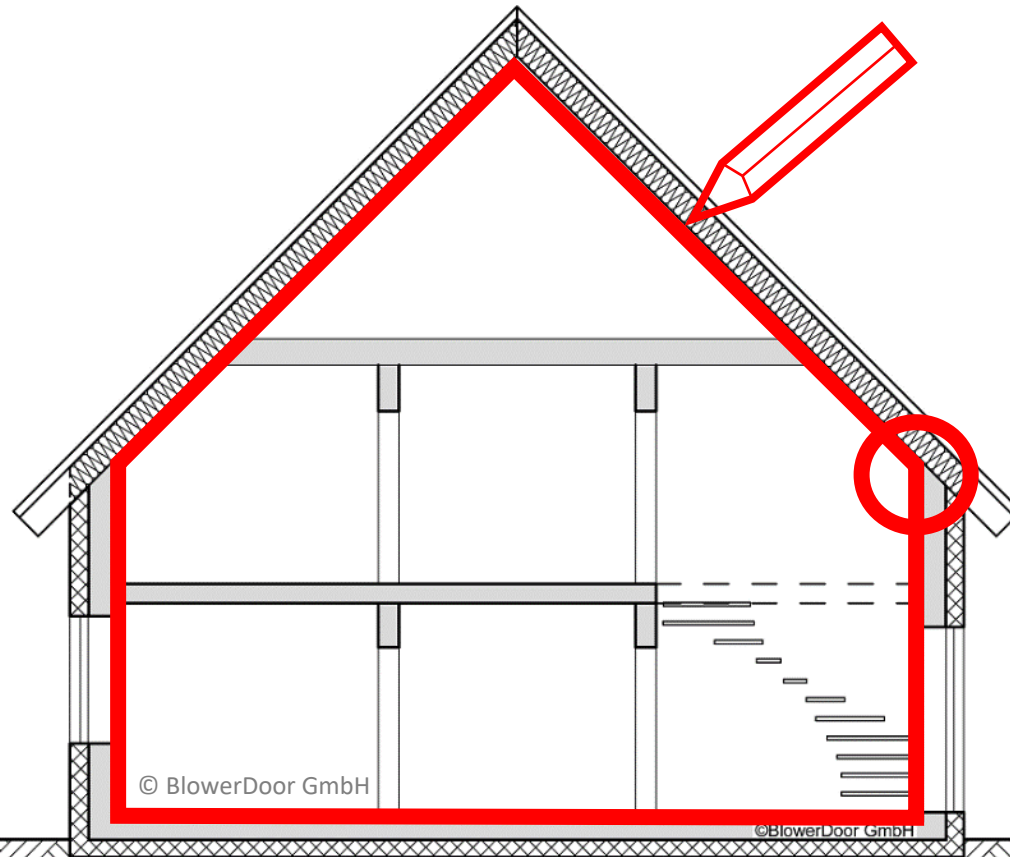
## Winddichtheitsebene

liegt auf der kalten Seite der Konstruktion (Dämmung)

# Rote Linie in Pläne und Details einzeichnen

Die luftdichte Ebene ist planbar!

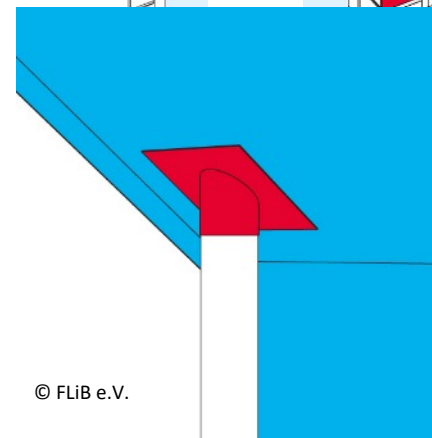
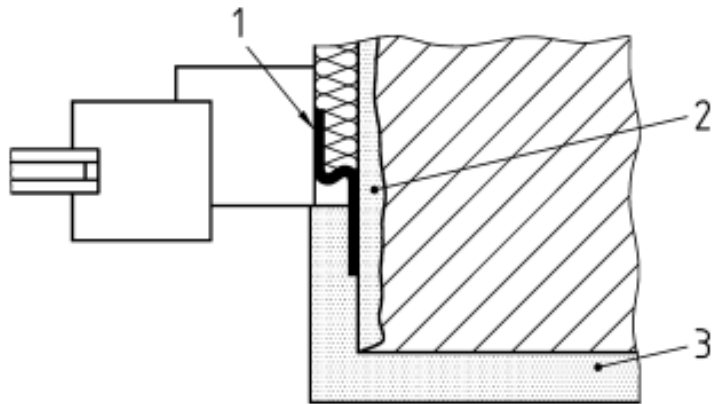
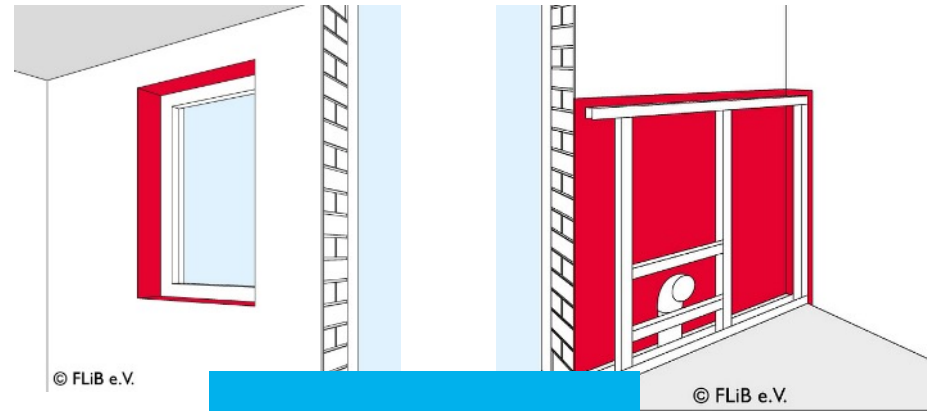
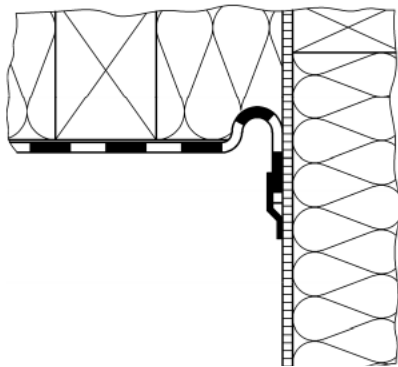
Die luftdichte Ebene umschließt das beheizte Volumen des Gebäudes!



# Hilfreiche Informationen

**DIN 4108-7 (2011)**

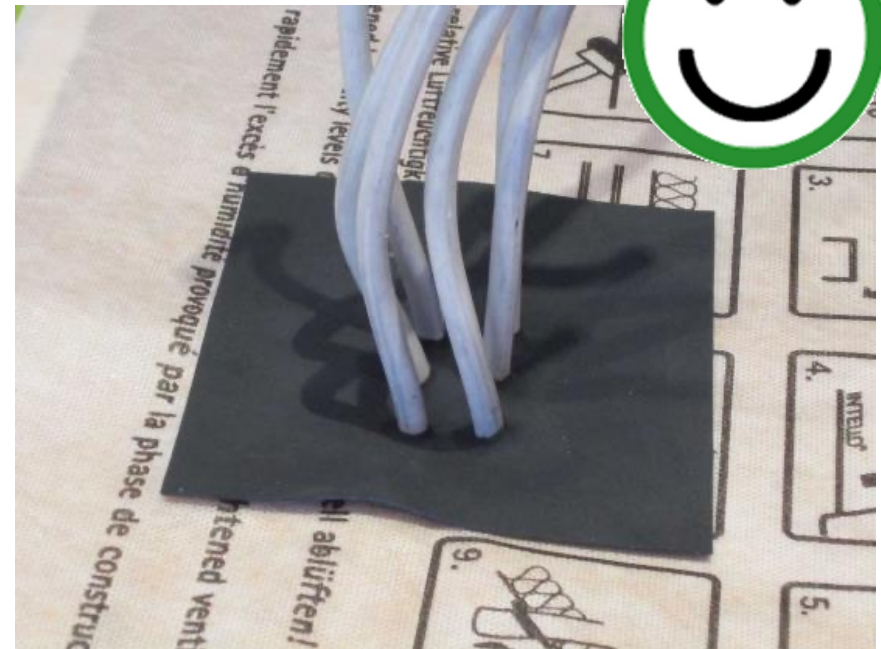
**FLiB e. V.**



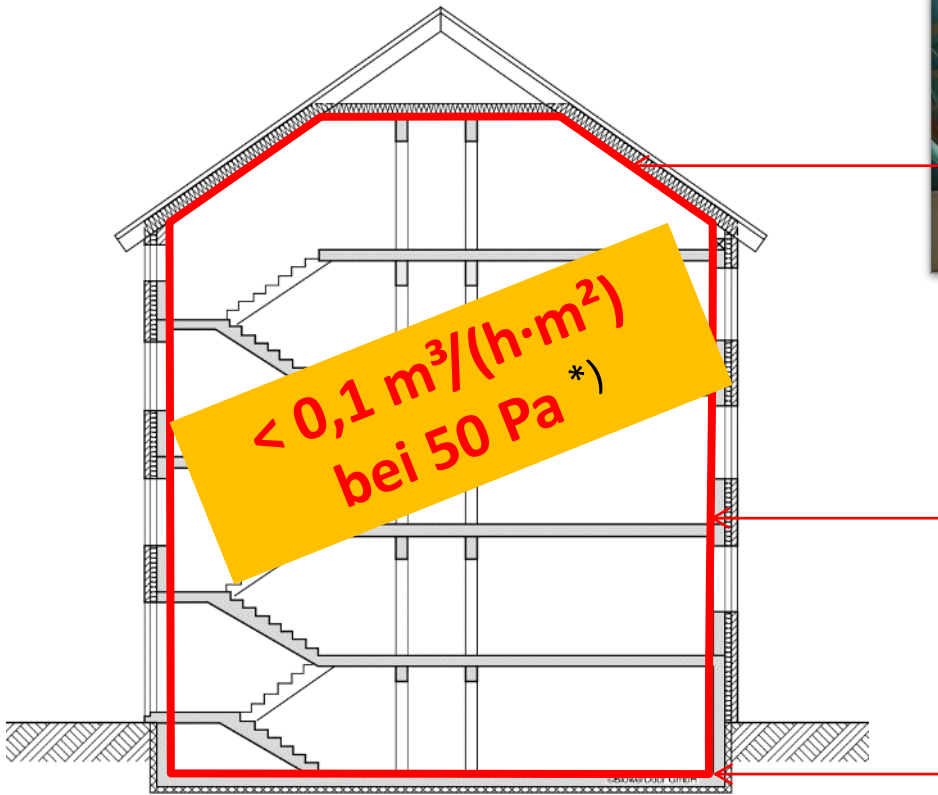
Quelle: [https://luftdicht.info/fach-informationen\\_skizzen.php](https://luftdicht.info/fach-informationen_skizzen.php)

# Durchdringungen minimieren

Kabel-, Rohr,- Leitungsdurchdringungen:  
Soviel wie nötig und so wenig wie möglich!



# Geeignete Materialien wählen



**Dach:**  
Dampfbremse,  
OSB-Platten  
etc.

**Wände:** Innenputz  
(vollflächig!), Beton,  
Dampfbremse, etc.



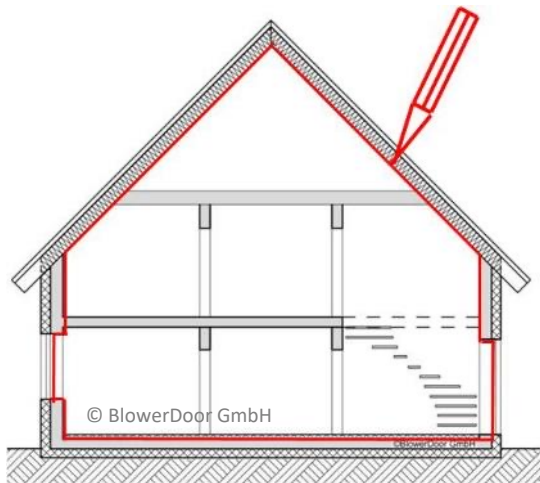
**Fußboden:**  
Beton, OSB-Platten

\*) Quelle: Zeller, Buildair 2012



# Zusammenfassung: Planung

## Planung



- Luftdichtheitsanforderung festlegen
- Lage festlegen
- Verlauf in Pläne und Details einzeichnen
- Minimierung Durchdringungen
- Geeignetes Material wählen



# Ausführung Leckagen und Lösungen



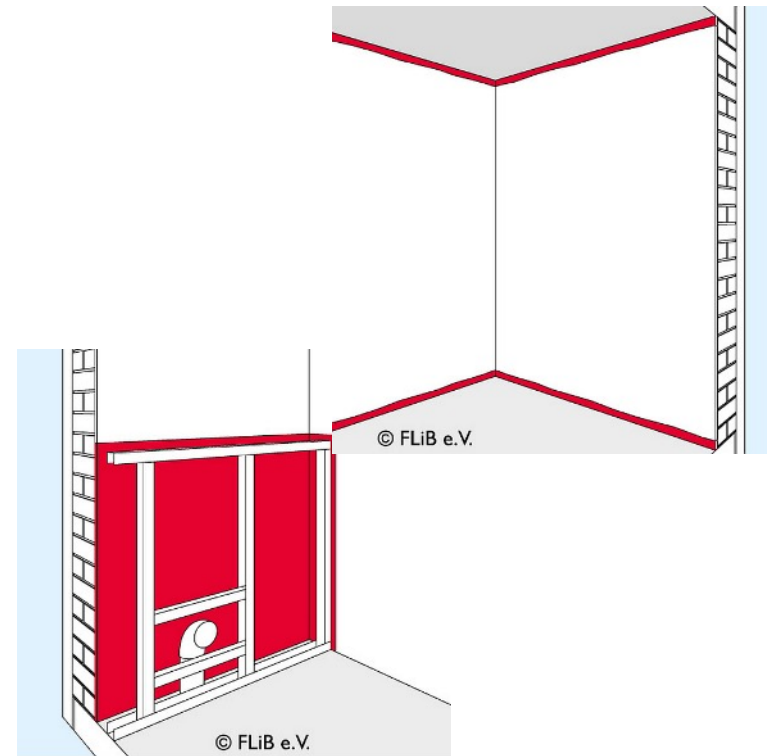
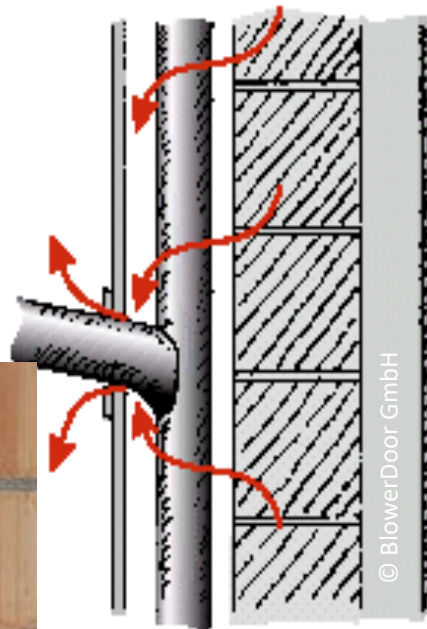
**Nicht nachmachen!**



- Zeitungspapier
- Bauschaum
- Paketklebeband

**UNGEEINGET,  
da nicht dauerhaft  
luftdicht!**

# Außenwände brauchen VOLLFLÄCHIG Innenputz



# Anschlüsse – brauchen geeignete Materialien



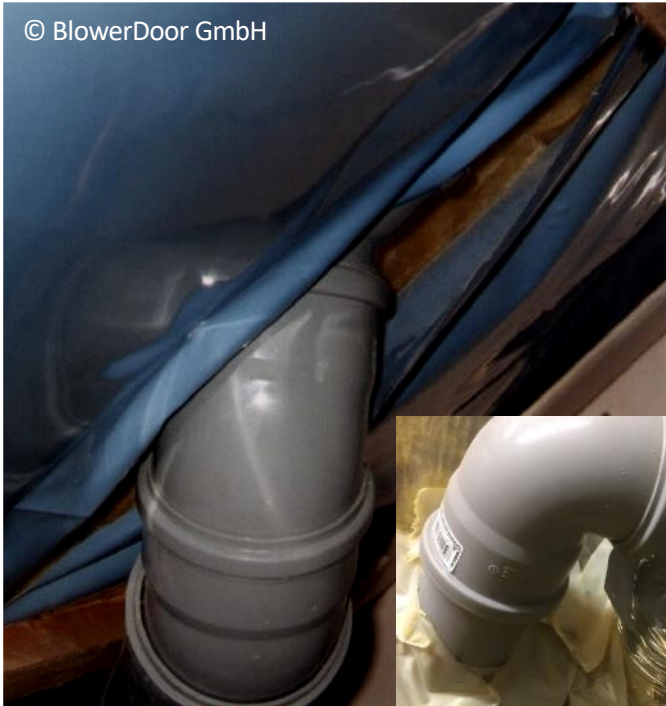
Quelle: MOLL bauökologische Produkte GmbH 53



# Rohr-Durchdringungen



© BlowerDoor GmbH



©MOLL bauökologische  
Produkte GmbH



©MOLL bauökologische Produkte GmbH

# Kabel-Durchdringungen - Manschetten



# Zusammenfassung: Ausführung

## Ausführung




- Geeignete Materialien verwenden
- Untergründe vorbereiten
- Herstellerangaben beachten



# Infos und Literatur

- Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e. V. (FLiB)

➤ [www.luftdicht.info](http://www.luftdicht.info)

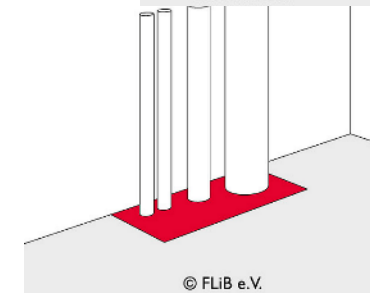
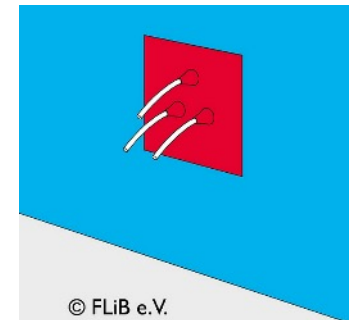
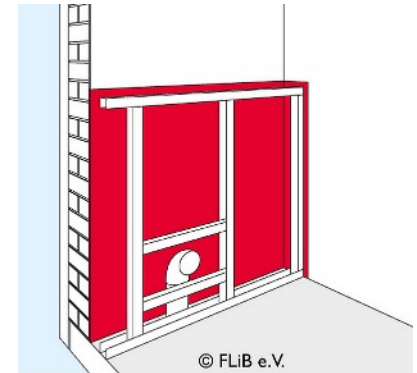


## Fach-Informationen

Baupraxis: Hilfestellung bei Luftdichtheitskonzepten, Prinzipskizzen, Musterdetails, Ausführungsempfehlungen und mehr.

➤ [https://luftdicht.info/fach-informationen\\_idk.php](https://luftdicht.info/fach-informationen_idk.php)

- Luftdichtheitsanforderungen an Materialien –  
Wie dicht müssen Bauprodukte sein,  
die die Luftdichtheit erstellen sollen?  
(Joachim Zeller, Builair 2012 im EUZ)



# Infos und Literatur

- Komponentendatenbank Passivhausinstitut  
<https://database.passivehouse.com/de/components/>



LWZ 170 E plus	Stiebel Eltron GmbH & Co. KG	DE
LWZ 180 (Balance)	Stiebel Eltron GmbH & Co. KG	DE
LWZ 180 Enthaltne	Stiebel Eltron GmbH & Co. KG	DE

## Kleine Lüftungsgeräte

- Luftdichte und wärmebrückenfreie Elektroinstallation

➤ <https://www.elektro-plus.com/download-item.php?did=153>



# Messung / Untersuchung in Abhängigkeit der Lebensphase des Gebäudes

# Typen / Arten der Messung

Untersuchungen / Messungen ausgehend von den  
**Lebensphasen eines Gebäudes**

## Messung während des Bauprozesses

Untersuchung / Messung  
**möglichst früh während  
des Bauprozesses** (der  
Bauphase) bzw.  
baubegleitende Messung  
- Qualitätsüberwachung -

## Schlussmessung

Messung **am Ende des  
Bauprozesses** zum  
Nachweis von  
Grenzwerten von EnEV,  
GEG, KfW, Passivhaus,  
etc.

## Messung am Bestandsgebäude

Untersuchung/Messung  
**am Bestandsgebäude**

- Diagnose bei Schäden
- Vor Sanierungen

Quelle: FLiB Infoblatt 2018 Auftragsklärung

# Messung während des Bauprozesses

Untersuchung möglichst früh im Bauprozess „Qualitätskontrolle“

Zweck der Messung:

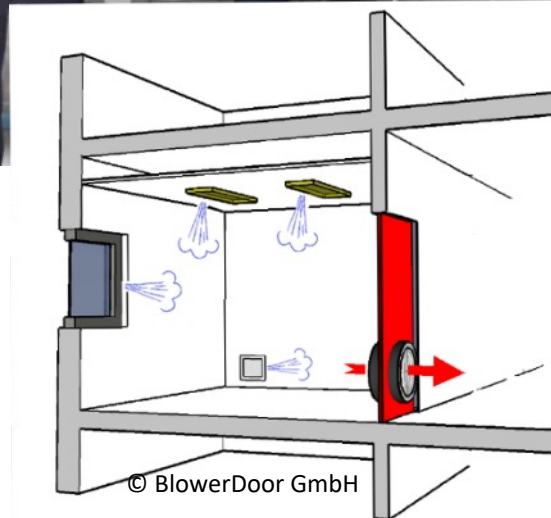
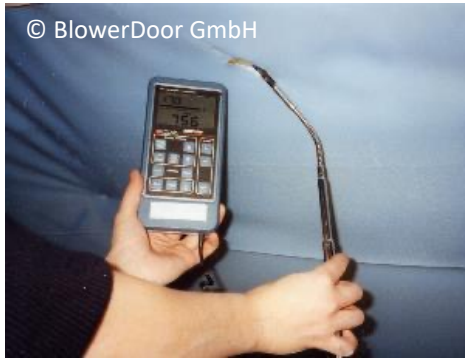
- Leckagesuche an Luftdichtheitsebene
- verwendete Materialien prüfen
- Ausführung checken
- evtl. „Abschätzungen“ Kennwerte ( $n_{50}$  oder  $q_{E50}$ )

Vorteile

- beste Zeitpunkt vermeidbare Leckagen aufzuspüren
- Fehlstellen früh und kostengünstig beseitigen



# Beispiele: Qualitätssicherung



# Schlussmessung am Ende vom Bauprozess

## Untersuchung Ende des Bauprozesses

Zweck der Messung:

- Nachweis der Einhaltung von Anforderungen bzw. Grenzwerten für die Gebäudeluftdichtheit (Luftwechselrate, Luftdurchlässigkeit) für Verordnung, Norm, Regelung oder Förderprogramme



# Schlussmessung nach Norm ISO 9972

Zur Messung gehören:

Leckageortung  
und -dokumentation

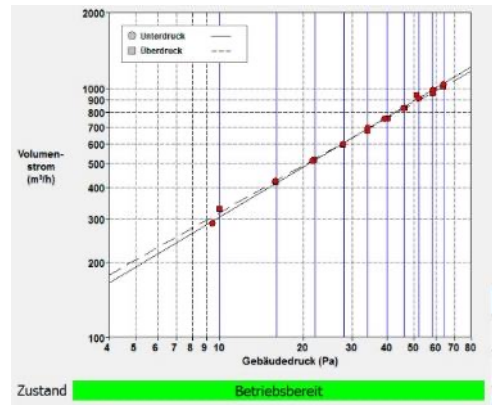


© BlowerDoor GmbH



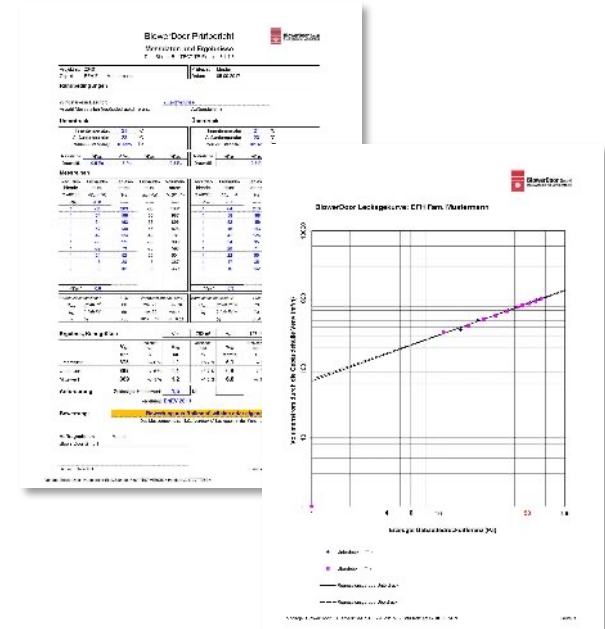
© BlowerDoor GmbH

Mehrpunkt-  
messung



Unter- und Überdruck

Prüfbericht



Plausibilitätskontrolle



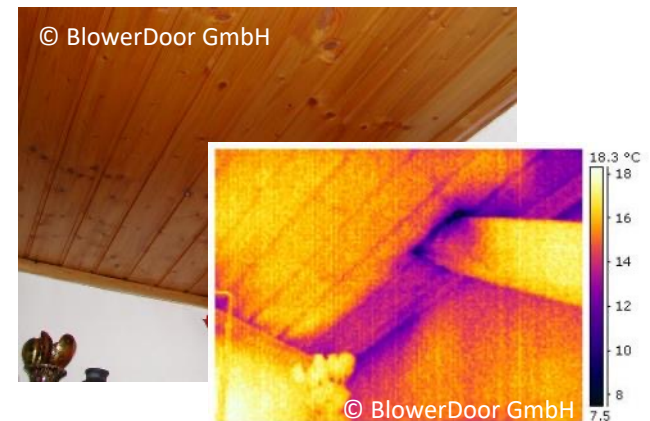
# Untersuchung / Messung am Bestandsgebäude

## Zweck der Messung:

Ursachenforschung bei aufgetretenen Schäden

Untersuchungen Geruchsproblemen

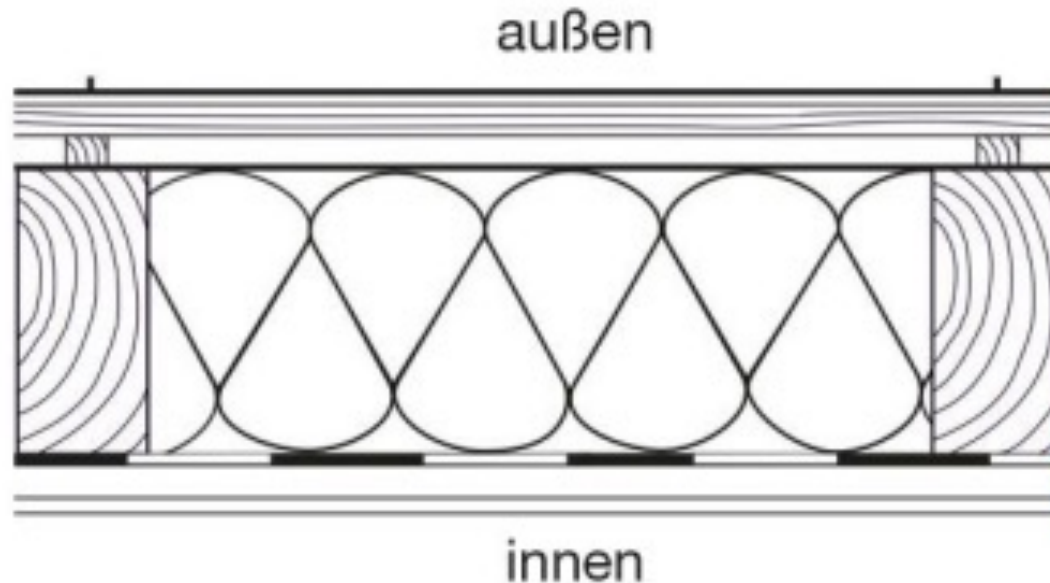
Bestandsanalyse vor Umbau- und Sanierungsmaßnahmen



(WTA Merkblatt 6-11-15 Luftdichtheit im Bestand, Teil 3: Messung der Luftdichtheit)

# Arten von Leckagen

# Primäre und sekundäre Leckagen

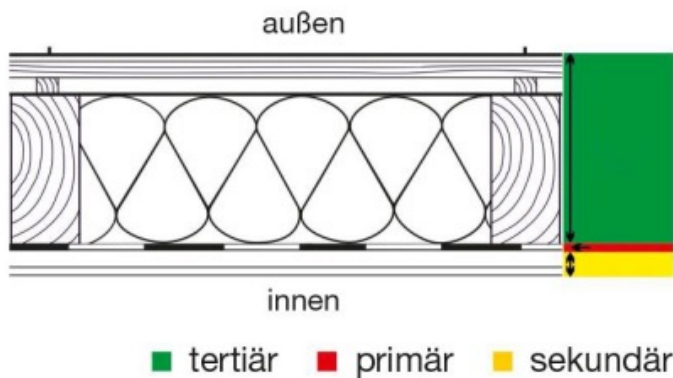


**primäre Leckagen**  
**sekundäre Leckagen**  
**tertiäre Leckagen**

Quelle: FLiB Infoblatt 12/2017 Leckagedefinition

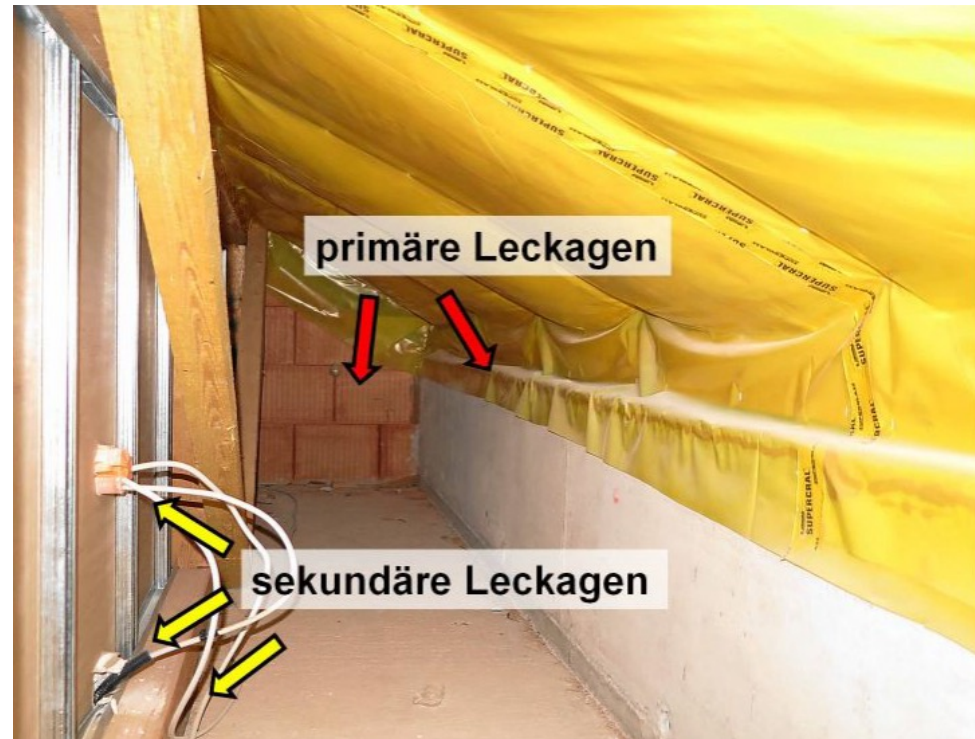
# Primäre und sekundäre Leckagen

## Beispiel: Abseite



Unterscheidung Leckagen:

- primäre Leckagen
- sekundäre Leckagen
- tertiäre Leckagen



Quelle: FLiB Infoblatt 12/2017 Leckagedefinition

# Welcher Art sind diese Leckagen?



Primäre Leckagen

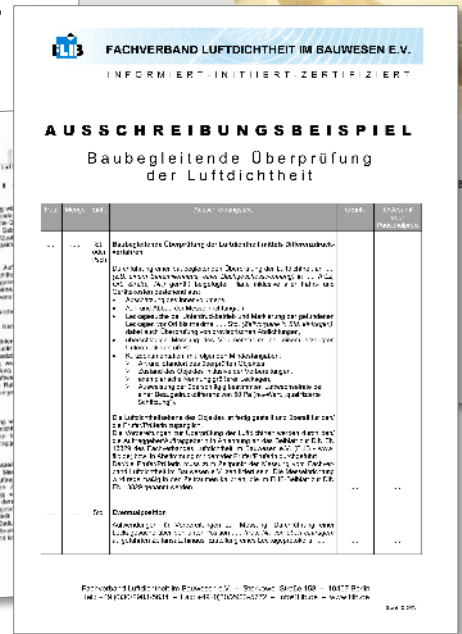


Sekundäre Leckagen



# Literatur und Links

- Vogel, Klaus; Sous, Silke; Zöller, Matthias; Grün, Gunnar; Norrefeldt, Victor (AIB, FLiB, IBP): **Bewertung von Fehlstellen in Luftdichtheitsebenen – Handlungsempfehlung für Baupraktiker;** Forschungsinitiative Zukunft Bau, Band F 3012, 2017
- verschiedene **FLiB-Informationsblätter**, z.B.
  - Auftragsklärung, 06/2018
  - Baubegleitende Messung, 10/2018
  - Leckagedefinition 1, 12/2017
  - Ausschreibungsbeispiel
- Vogel, K.; Köpke, U.: **Luftdichtheit – Luftdurchlässigkeit – Ein Rundumschlag FLiB-Informationsblätter; Der Bausachverständige**, Heft 6, 2015



# Messablauf nach ISO 9972

Unter- und Überdruck  
Randbedingungen

# Messablauf nach ISO 9972

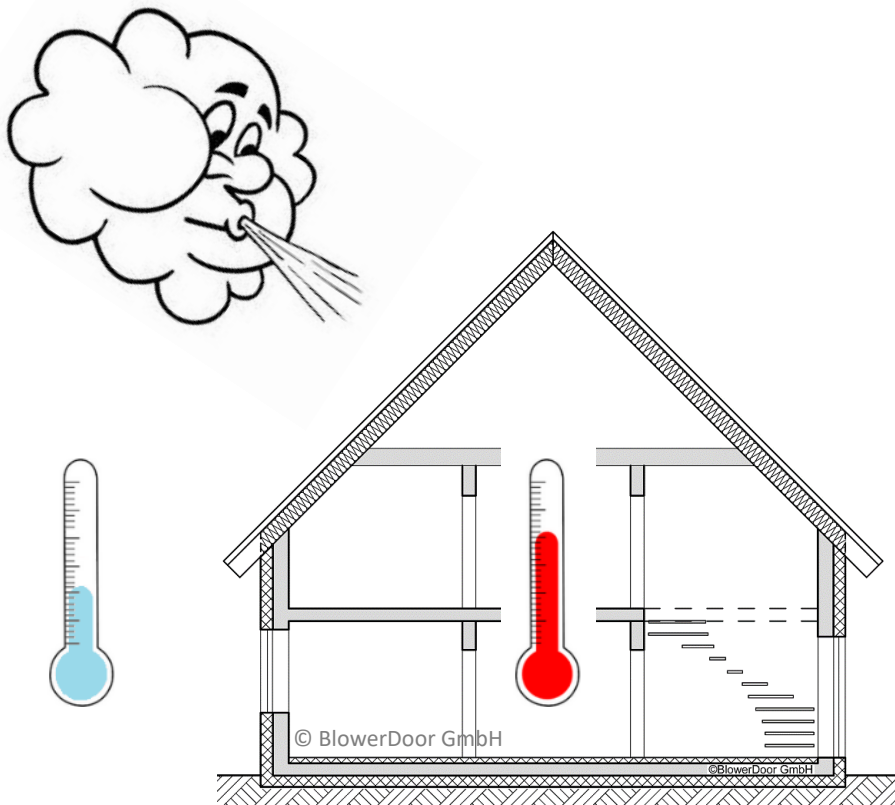
- **Gebäuderundgang**  
Gebäude zur Messung vorbereiten: Prüfung, ob Gebäude fertiggestellt; Aufklärung der Anwesenden; Einbau der BlowerDoor sowie Gebäudepräparation (Verfahren 1, 2 oder 3) und deren Dokumentation
- **Vorausgehende Prüfung (Kapitel 5.3.1)**  
Leckageortung bei 50 Pascal und Dokumentation der großen Leckagen
- **Messung des Leckagestroms  $q_{50}$  (Kapitel 5.3.1 bis 5.3.4)**  
Unterdruck- und Überdruckmessreihe mit mehreren Messpunkten (empfohlen), Auswertung mit dem Mittelwert aus Unter- und Überdruck
- **Erstellung eines Prüfberichtes (Kapitel 7)**  
Berechnung der Kenngrößen / abgeleiteten Größen ( $n_{50}$ ,  $q_{E50}$  je nach Bedarf)





# Regelungen zur Aufnahme der Messreihe

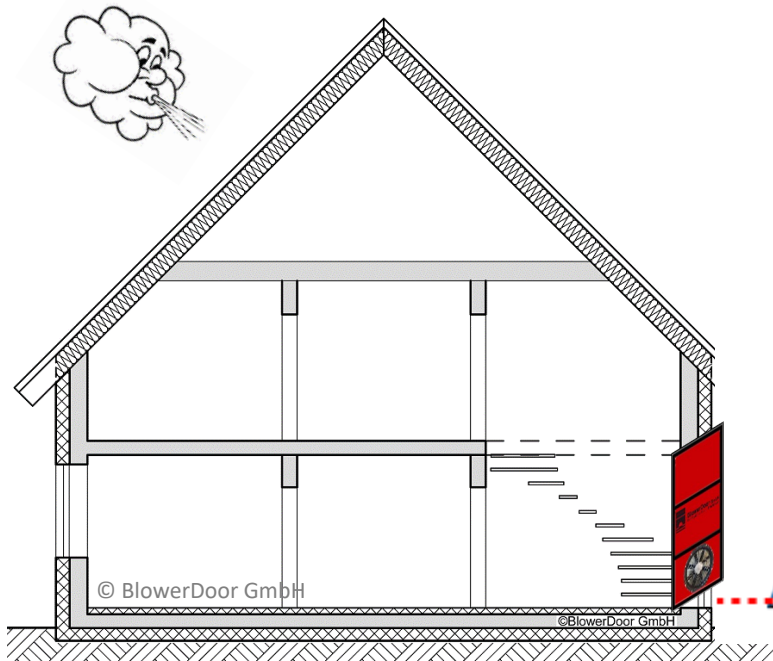
# Dokumentation der Wetterbedingungen



## Temperatur und Wind

- Innentemperatur
- Außentemperatur
- Windstärke in Beaufort

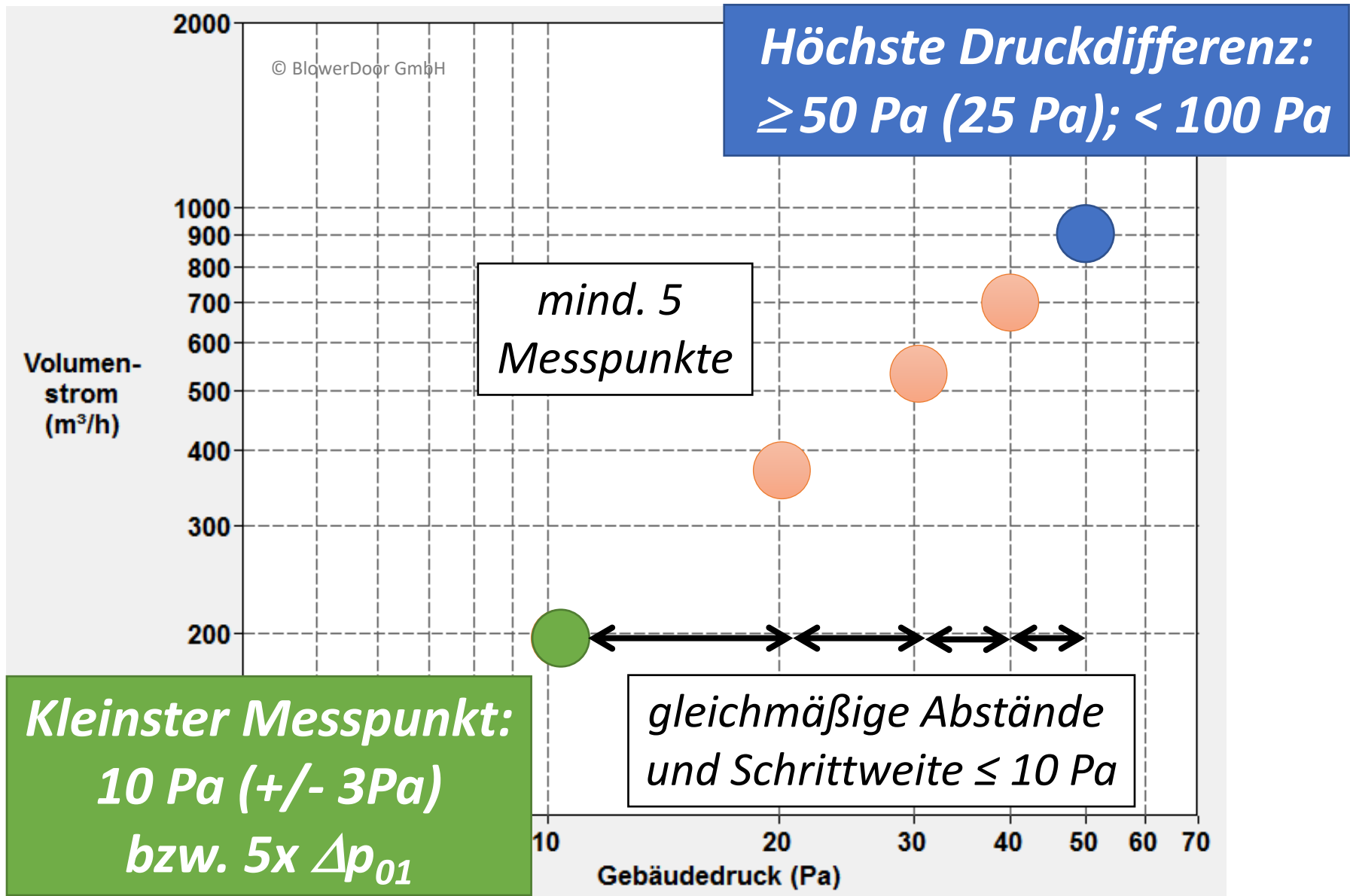
# Natürliche Druckdifferenzen - Prüfung



- Messgebläse ist ausgeschaltet und die Öffnung geschlossen
- 30 Sekunden lang Messwerte **vor** Messung aufnehmen:  
 $|\Delta p_{01-}|$  und  $|\Delta p_{01+}| \leq 5 \text{ Pa}$
- 30 Sekunden lang Messwerte **nach** der Messung aufnehmen  
 $|\Delta p_{02-}|$  und  $|\Delta p_{02+}| \leq 5 \text{ Pa}$
- jeweils mind. 10 Messwerte

Ist der Betrag einer der nat. Druckdifferenzen  
größer als **5 Pa** gilt die Prüfung als nicht bestanden

# Mehrpunkt-Messung



# Anforderungen an die Qualität der Messreihe

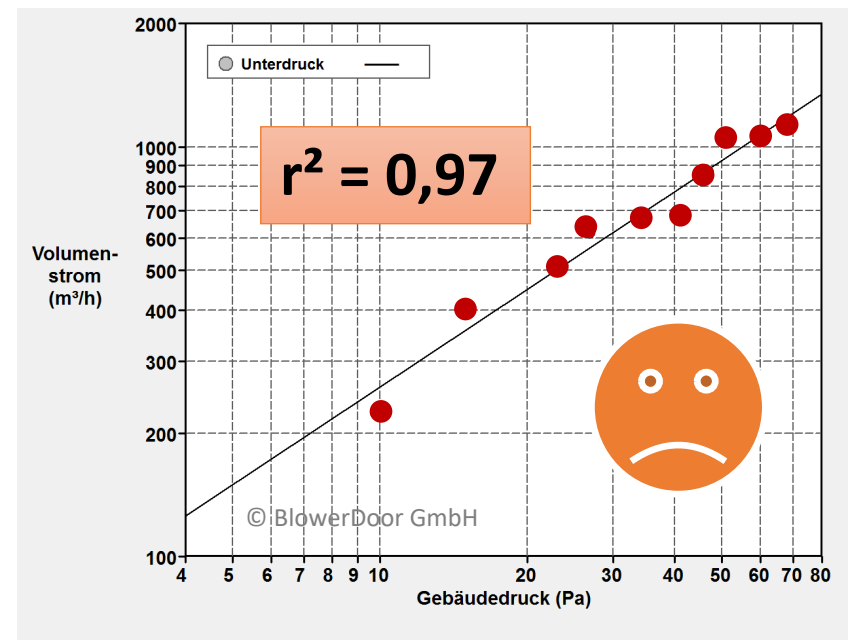
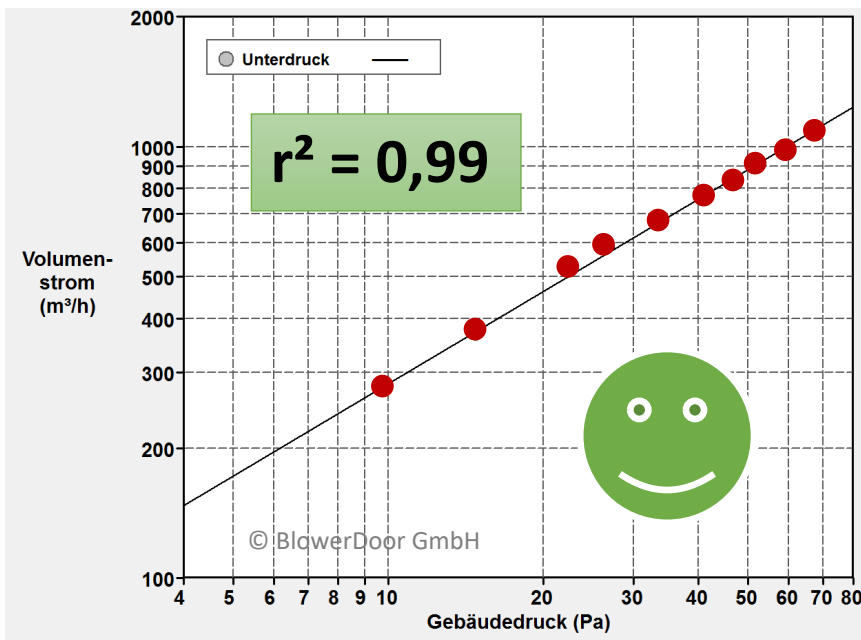
Bestimmtheitsmaß  $r^2$

Strömungsexponent  $n$

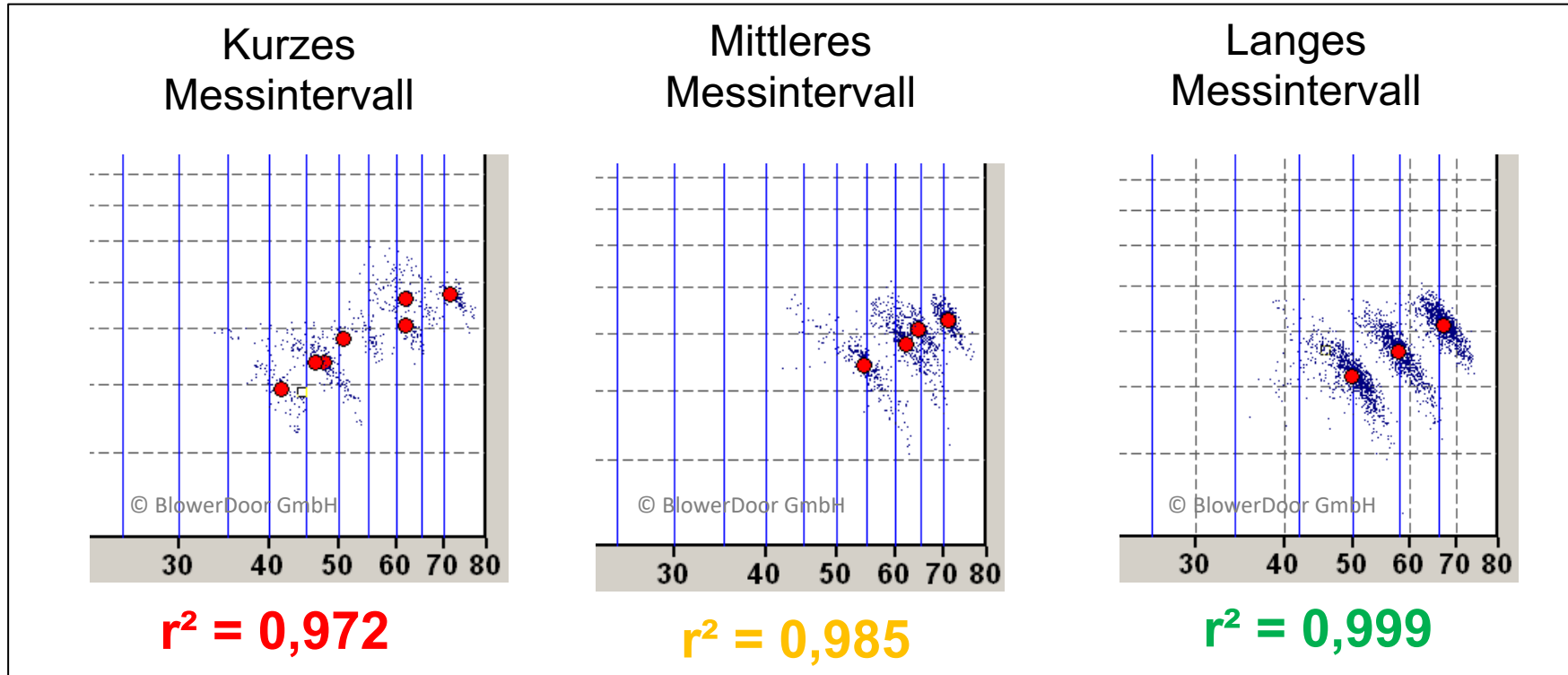
# Bestimmtheitsmaß $r^2$ : Prüfung der Messpunkte

Kennzahl, um zu bewerten, wie stark die einzelnen Messpunkte um die Ausgleichsgrade streuen

**DIN EN ISO 9972:  $r^2 \geq 0,98$**  (Kapitel 6.2)



# Möglichkeiten, um Bestimmtheitsmaß zu verbessern



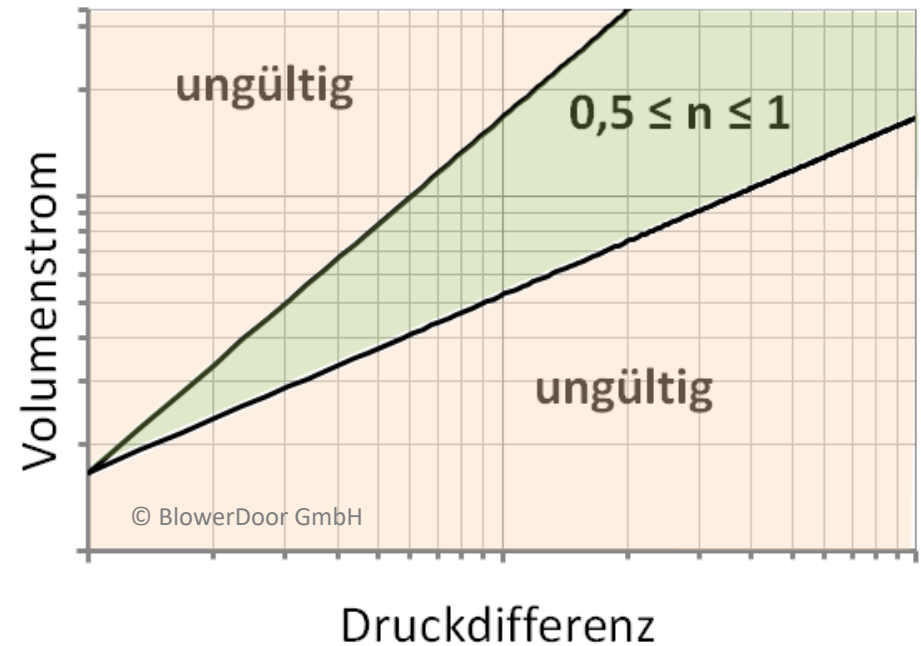
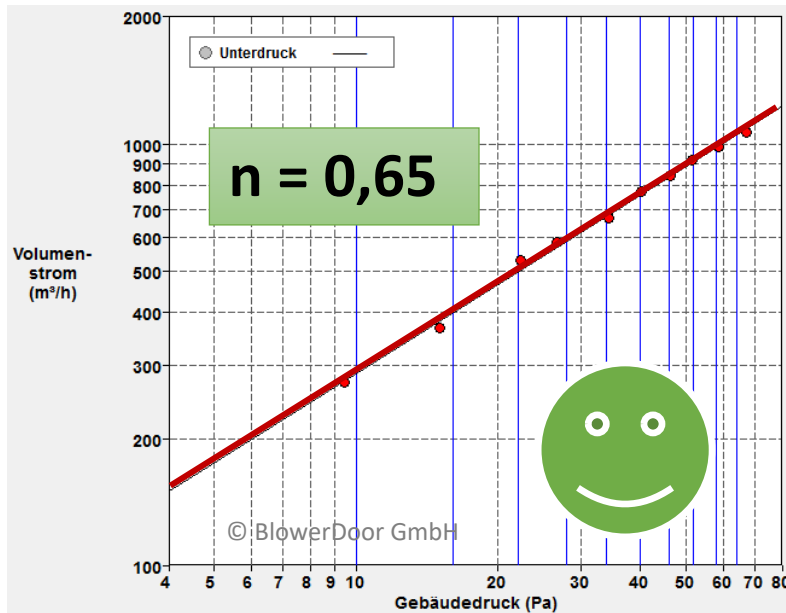
→ Erhöhung des Messintervalls pro Messpunkt

→ Mehr als 5 Messpunkte für die Messreihe

# Strömungsexponent **n**: Prüfung der Leckagekurve

Strömungsexponent **n** → Steigung der Leckagekurve

**DIN EN ISO 9972:  $0,5 \leq n \leq 1,0$**  (Kapitel 6.2)





## Praktischer Umgang mit Druckschwankungen aus Wind

- **Geduld** bei der Ansteuerung der Messstufe
- Die **Reaktionsgeschwindigkeit** der **Messeinrichtung** **träger einstellen**, um kurzzeitige Windböen behutsamer (langsamer) abzufangen.
- Gegebenenfalls den Toleranzbereich zum Erreichen einer Messstufe erhöhen, wenn die Schwankungen ausgeprägt sind.
- **Mehr Messpunkte** auch über 50 Pa aufnehmen
- **Messzeiten pro Druckdifferenz** verlängern





# Tipps für TECTITE Express

# TECTITE Express: Gebläse langsamer / schneller steuern

## Drehzahlanpassung:

**1.0** - schnell:

(Standardeinstellung)

**0.5** – mittel

(Wind, dichtes Gebäude)

**0.2** – langsam

(Wind, sehr dichtes Gebäude,  
Wohnungen, offen liegende Folien)

Einstellungen zum Messverfahren

statische Messung

Messpunkte pro Druckstufe

Drehzahlanpassung 1.0

Messpunktabweichung (Pa) 2.0

Schwellendruck für Abschaltung (Pa) 90

Gebläsestart (%) 0.0

Rücksetzen

Voreinstellung übernehmen

Zurück

Weiter

Bemerkungen

ISO Eingaben

# TECTITE Express: Genauigkeit der Messung erhöhen

**Messpunkte pro Druckstufe:**

**100**

Messung nach DIN EN 13829

**200**

Messung nach DIN EN ISO 9972

**300 bis 1000**

(bei Wind, dichtem Gebäude, Wohnungen)

Einstellungen zum Messverfahren

Hilfe

ung

kte pro Druckstufe 200

rehzahlanpassung 1.0

ktabweichung (Pa) 2.0

r Abschaltung (Pa) 90

Gebläsestart (%) 0.0

en

ng übernehmen

Zurück

Weiter

© BlowerDoor GmbH

Bemerkungen

ISO Eingaben

**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Fragen?**

**[www.blowerdoor.de](http://www.blowerdoor.de)**