

Typisches Beispiel einer Luftdichtheitsmessung mittels

Thermo-Anemometer und Thermografie.

Das Messergebnis (siehe auch Seite 24) lässt keine Zweifel offen.



Foto: Zimmermann/Grafik: BlowerDoor GmbH

SERIE SCHADENSDIAGNOSTIK

Michael Zimmermann

# Luftzug im Griff



Die EnEV und die DIN 4108-7 regeln die Anforderungen an die Luftdichtheit bei Neubauten und nach Sanierungsmaßnahmen. Eine Abnahme kann durch Luftdichtheitsmessungen erfolgen. Die Durchführung von Luftdichtheitsmessungen ist aber auch gleichzeitig eine eigene interne Qualitätssicherung. Wir stellen die gängigen Methoden vor.

Ständig steigende Energiekosten sowie die gleichzeitig wachsenden Ansprüche an das Wohlbefinden und die Behaglichkeit führen zu einem völlig neuen Stellenwert der Luftdichtheit bei der Ausführung von energetischen Sanierungsmaßnahmen. Fehlerhaft ausgeführte Luftdichtheitsschichten beschäftigen Sachverständige, Rechtsanwälte sowie die Gerichte und führen immer wieder zu Streit zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern. Das Ergebnis sind

Feuchteschäden in den Dachkonstruktionen, ein Unbehaglichkeitsgefühl aufgrund Zuglufterscheinungen bei den Bewohnern und unzufriedene Kunden.

## Vorgaben aus geltenden Regelwerken

Die Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäude bei der Errichtung von Neubauten und nach ausgeführten Sanierungsmaßnahmen ergeben sich aus der EnEV und der DIN 4108-7.

Für die Überprüfung der Luftdichtheit von Gebäuden hat sich das Differenzdruck-Messverfahren als standardisierte Messmethode durchgesetzt. Zwischen innen und außen wird mit einem Ventilator eine definierte Druckdifferenz hergestellt. Das Messergebnis wird in der sogenannten Luftwechselrate ausgedrückt. Als Bezugsgrößen können das Innenvolumen, die Hüllfläche oder die Nettogrundfläche herangezogen werden.

**Bezugsgröße nach DIN EN 13829**

$n_{50}$	volumenbezogene Luftwechselrate
$Q_{50}$	hüllflächenbezogene Luftwechselrate
$w_{50}$	nettogrundflächenbezogene Luftwechselrate

**Bezugsgrößen nach  
DIN EN 13829**



1

Innenvolumen  $V$  (m<sup>3</sup>)



2

Hüllfläche  $A_E$  (m<sup>2</sup>)



3

Nettogrundfläche  $A_F$  (m<sup>2</sup>)

Das Ergebnis der Messung drückt aus, wie oft die Innenluft des Gebäudes innerhalb einer Stunde mit der Außenluft ausgetauscht wird, und dient als Kennzahl zur Abschätzung der Luftdichtheit von Gebäudehüllen.

**Erläuterung:**

Ergebnis:  $n_{50} = 2 \text{ h}^{-1}$

Zweifacher Luftwechsel pro Stunde, innerhalb einer Stunde wird das Luftvolumen des Gebäudes bei 50 Pascal (Pa) Druckdifferenz zweimal komplett ausgetauscht.

Messung bei 50 Pa  
Druckdifferenz



$n_{50} = 2 \text{ 1/h}$



zweifacher Luftwechsel  
pro Stunde

Quelle: FLIB

Quelle: FLIB

# Triflex

Gemeinsam gelöst.

GEMEINSAM  
GESCHULT.  
GEMEINSAM  
GELÖST.

PRAXIS-  
SEMINARE  
2017.  
JETZT  
ANMELDEN.

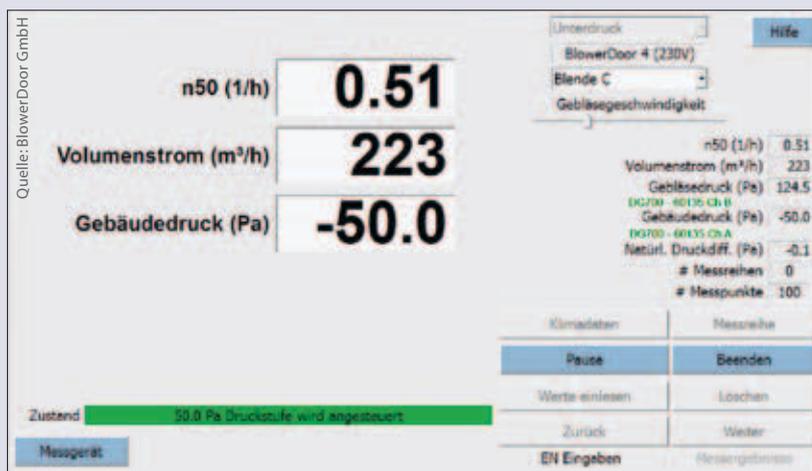


**Wir machen Sie fit für die Praxis.**

Mit unseren unterschiedlichen Seminartypen im Bereich der Abdichtung und Beschichtung mit Flüssigkunststoff bieten wir für Ihre individuellen Bedürfnisse immer die passenden Inhalte. Hier gehts zu weiteren Informationen und der Online-Anmeldung:

[www.triflex.com/praxisseminare](http://www.triflex.com/praxisseminare)

[www.triflex.com](http://www.triflex.com)



Das Messergebnis der Untersuchung (siehe Aufmacherfoto) wird bereits während der Messung angezeigt. In diesem Fall wird bei der hergestellten Druckdifferenz von 50 Pa ein  $n_{50}$ -Wert von  $0,51 \text{ h}^{-1}$  gemessen. Durch das angeschlossene Druckmessgerät wird der Volumenstrom von  $223 \text{ m}^3/\text{h}$  gemessen.

Der Nachweis der Luftdichtheit bezieht sich auf das gesamte beheizte Gebäude. Bei der Durchführung von Luftdichtheitsmessungen dürfen je nach Gebäudetyp folgende Luftwechselraten nicht überschritten werden.

Gebäudetyp	$n_{50}$	$q_{50}$	$W_{50}^*$
Gebäude ohne Lüftungsanlagen	$3,0 \text{ h}^{-1}$	$4,5 \text{ mh}^{-1}$	$7,8 \text{ mh}^{-1}$
Gebäude mit Lüftungsanlagen	$1,5 \text{ h}^{-1}$	$2,5 \text{ mh}^{-1}$	$3,9 \text{ mh}^{-1}$

Bei Passivhäusern bestehen besonders strenge Anforderungen an die Luftdichtheit. Aus diesem Grund darf die volumenbezogene Luftwechselrate maximal  $0,6 \text{ h}^{-1}$  betragen. Die Ergebnisse der durchgeführten Luftdichtheitsmessungen spiegeln aber nicht die normalen Luftwechselraten während des Nutzungszustands wider. Durch die Messergebnisse können jedoch Rückschlüsse auf die vorhandene Infiltrationsrate des Gebäudes gezogen werden. Unter realen Nutzungsbedingungen sollte ein

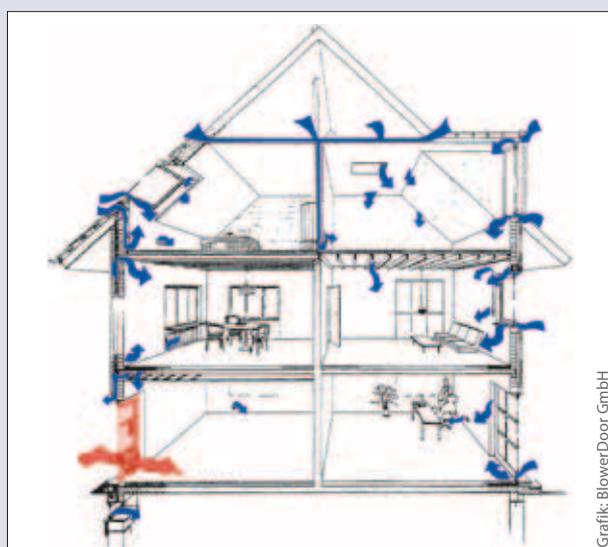
nutzerunabhängiger Luftwechsel für die Sicherstellung von Frischluft, zum Zwecke der Gesundheit bzw. der Hygiene, aber auch zur Begrenzung der Raumluftfeuchte sichergestellt sein.

### Messdurchführung nach EnEV und DIN 4108-7

Für eine Messdurchführung nach EnEV wird vorher das bewohnte und beheizte Innenraumvolumen des Gebäudes ermittelt. Die Messdurchführung erfolgt normalerweise EDV-gestützt. Hierfür werden die Messeinrichtung und das Druckmessgerät an ein Notebook angeschlossen. Nach Eingabe aller Parameter in das Programm erfolgt die Messung automatisch. Die Ergebnisse werden in der Regel in einem Bericht zusammengefasst. Die gewählte Druckdifferenz liegt im Durchschnitt bei 50 Pa. Das entspricht etwa einer Windstärke 5 Beaufort („frische Brise“) bzw. einer Beanspruchung mit 5 bis  $6 \text{ kg}/\text{m}^2$ . Vorstellen kann man sich das mit einem simulierten „Herbststurm“ auf die gesamte Gebäudehülle. Diese Druckdifferenz wurde so ausgewählt, dass bei ordnungsgemäß verarbeiteten Luftdichtheitsschichten keine Schäden zu erwarten sind. Trotzdem können durch die Messergebnisse quantitative Aussagen zur Luftdichtheit des Gebäudes getroffen werden. Eine Luftdichtheitsmessung im Rahmen der Nachweispflicht für die EnEV findet im üblichen Nutzungszustand des Gebäudes statt.

Zu diesem Zeitpunkt ist der Innenausbau in der Regel bereits fertiggestellt und die eigentlichen Luftdichtheitsschichten sind somit nicht mehr zugänglich. Selbst wenn die geforderte Luftwechselrate eingehalten wird, können lokale Fehlstellen in der Luftdichtheitsschicht zu einem späteren Zeitpunkt Schäden anrichten. Aus diesem Grund sollten zusätzlich vorgezogene und baubegleitende Qualitätskontrollen der Luftdichtheitsschicht durchgeführt werden. Die vorgezogene „Leckageortung“ gehört zu jeder Luftdichtheitsmessung. Durch den hergestellten Unterdruck werden bei einem Gebäuderundgang mögliche Fehlstellen und Undichtheiten festgestellt. Als Hilfsmittel werden beispielsweise Wärmebildkameras, Ther-

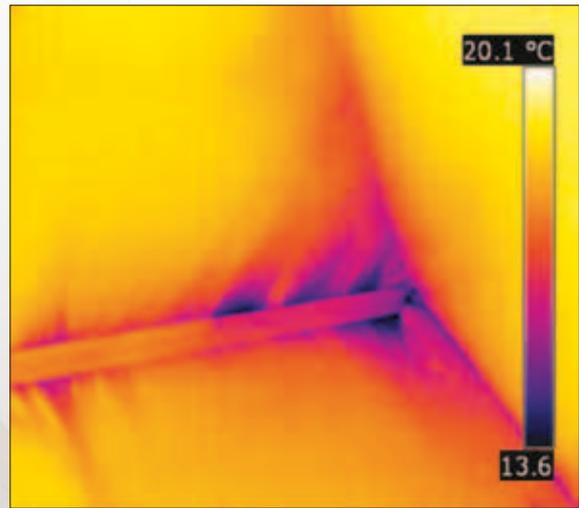
## GRAFIK



Schematische Darstellung des Messprinzips mittels Differenzdruckmessung

Grafik: BlowerDoor GmbH

\* Vorgabe nach der alten DIN 4108-7 von 2001. Aktuell gibt es keinen Grenzwert mehr nach 4108. Gilt nur als Kennwert nach der DIN 13839.



Quelle: BlowerDoor GmbH

Aufnahmen während des Luftdichtheitstests am Übergang Boden zur Wand: Hier sind deutlich die „Windfahnen“ sichtbar.

mo-Anemometer oder Nebelröhrchen eingesetzt. Mit kleinen oder größeren Nebelmaschinen können Luftundichtheiten und Strömungspfade eindrucksvoll visualisiert werden. Man kann aber auch mögliche Leckagen ganz ohne Technik aufspüren. Hierzu nehme man ganz einfach das „durchblutete Anemometer“. Dieses Bordmittel ist bei jeder Messung vorhanden, man geht ganz lediglich mit der Hand die Stellen ab und fühlt dabei die kleinsten Luftzüge. Festgestellte Leckagen werden entweder direkt abgedichtet oder entsprechend protokolliert (siehe Grafik: Messprinzip Differenzdruckmessung, Seite 24).

Anhand des gemessenen Volumenstroms lässt sich die äquivalente Leckagefläche abschätzen. Die Gesamtleckage ergibt sich aus dem „Volumenstrom : 2“. Der Volumenstrom in m<sup>3</sup>/h

wird dabei umgewandelt in die Leckagefläche cm<sup>2</sup>.

Das bedeutet in diesem Beispiel:

$$\frac{223 \text{ m}^3/\text{h}}{2} \sim 111,5 \text{ cm}^2 \text{ Gesamtleckage}$$

Auch das Innenraumvolumen kann man anhand dieser Werte berechnen. Der Volumenstrom von 223 m<sup>3</sup> geteilt durch die Luftwechselrate von 0,51 h<sup>-1</sup> ergibt ein Innenraumvolumen von 437,25 m<sup>3</sup>.

### Messdurchführung zur Qualitätssicherung

Zur Dokumentation des Sanierungserfolgs kann nach einer energetischen Dachsanierung die Luftdichtheit durch eine Überprüfung nach dem Differenzdruck-Messverfahren festgestellt werden. Hierzu werden in der Regel keine

EnEV-Nachweise und deshalb auch keine aufwendige rechnerische Ermittlung der Gebäudedaten benötigt. Für die Messdurchführung ist in diesen Fällen auch keine EDV-Unterstützung notwendig. Mittels einer sogenannten „Einpunktmessung“ wird mit dem angeschlossenen Druckmessgerät (siehe auch Foto Seite 26, Druckmessgerät) eine konstante Druckdifferenz von 50 Pa aufgebaut. Der am Druckmessgerät angezeigte Volumenstrom ermöglicht zusätzlich eine Abschätzung der äquivalenten Leckagefläche des gesamten Gebäudes. Über den Volumenstrom lassen sich auch Aussagen zu der Luftwechselrate des Gebäudes treffen. Hierzu wird lediglich die Angabe der Wohnfläche in m<sup>2</sup> benötigt. Teilt man die m<sup>3</sup> des gemessenen Volumenstroms durch die Wohnfläche in m<sup>2</sup>, erhält man die nettogrundflächenbezo-

Anzeige



**PROFI-DICHT** die flüssige Abdichtung für Flächen und Details  
schnell – sicher – einfach – wirtschaftlich

www.icopal.de



**Untersuchung im Überdruckverfahren mit Nebel:**  
Überall wo der Nebel durchkommt, findet auch die feucht warme Luft ihren Weg und kondensiert an den kalten Bauteiloberflächen.



**Autor**  
Michael Zimmermann ist Dachdeckermeister, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für das Dachdeckerhandwerk und EU-zertifizierter Sachverständiger nach ISO 17024 für Schimmelpilzschäden.

Foto: Zimmermann

gene Luftwechselrate  $w_{50}$  (Hinweis: siehe Fußnote, Seite 26). Informationen über die Reduktion der Luftwechselrate und die Verbesserung der Luftdichtheit des gesamten Gebäudes nach einer energetischen Dachsanierung ergeben zwei Messungen. Das ist das Ergebnis der Differenz des Volumenstroms vor und nach der Sanierung. Auch ohne Kenntnis des Volumenstroms und der Druckdifferenz ist eine qualitative Überprüfung und Abschätzung der Luftdichtheit möglich. Hierzu wird lediglich ein Ventilator ohne Druckmessgerät verwendet. Einige Hersteller haben hierfür sehr robuste Baustellengeräte entwickelt. Die Druckdifferenz wird direkt am Ventilator eingestellt. Entsprechend der Einbau- richtung wird entweder Unter- oder Überdruck aufgebaut. Bei der Unterdruckmes- sung wird die Luft aus dem Gebäude abge-

saugt. Die Plane der Messeinrichtung „wölbt sich nach innen“. Durch die nach- strömende Luft können mögliche Leckagen im Inneren des Gebäudes festge- stellt werden. Die Unterdruckmessung ist die übliche Messung und bei sicht- barer sowie frei zugänglicher Luftdich- heitsschicht auch als Qualitätskontrolle nach ausgeführter Dachsanierung sinn- voll. Bei der Überdruckmessung „wölbt sich die Plane nach außen“, Luft strömt durch das Gebläse in das Gebäude hin- ein. Die Überdruckmessung wird oft in Verbindung mit Nebeluntersuchungen

durchgeführt (siehe auch Foto oben). Leckagen und Undichtheiten werden dadurch außen sichtbar und können nachgearbeitet werden. Es handelt sich hierbei um eine Möglichkeit zur Über- prüfung der Luftdichtheit bei Dachsa- nierungen von außen.

### Kommendes Thema

Im fünften Teil unserer Serie Scha- densdiagnostik geht es um das Thema „Messtechnikluftfeuchtigkeit“ und um die Möglichkeiten der stationären und instationären Luftfeuchtemessung. //



Foto: BlowerDoor GmbH

Suchbegriffe online: [www.ddh.de](http://www.ddh.de)

Steildach

Blower Door

Bauphysik

Luftdichtheit

Durch Einpunktmessungen wird mit einem angeschlossenen Druckmessgerät, als Beispiel ein Druckmessgerät DG-700 mit WIFI-Link, eine konstante Druckdifferenz von 50 Pa aufgebaut.

## i PRAXISTIPP

Die Überprüfung der Luftdichtheit nach dem Differenzdruck- Messverfahren dient als Nachweis für die fachgerechte Ausfüh- rung der Luftdichtheit nach einer energetischen Sanierungs- maßnahme. Mögliche Ausbesserungsarbeiten sollten aber zum Zeitpunkt der Messung ohne Probleme ausführbar sein. Zur Überprüfung und zur Leckageortung stehen verschiedene

technische Hilfsmittel zur Verfügung. Die Durchführung von Luftdichtheitsmessungen ist aber auch gleichzeitig eine eigene (interne) Qualitätssicherung. Theoretisches Wissen wird durch baupraktische Erfahrungen ergänzt, dabei werden die Grenzen des technisch Machbaren ausgelotet und man lernt direkt fürs nächste Bauvorhaben!