

Mit



**Dr. Günter Wind**  
Ingenieurbüro für Physik

Marktstraße 3  
A-7000 Eisenstadt

T 059010 3780 | 0664 3073148  
office@ibwind.at | www.ibwind.at



Mitglied des Fachverbandes

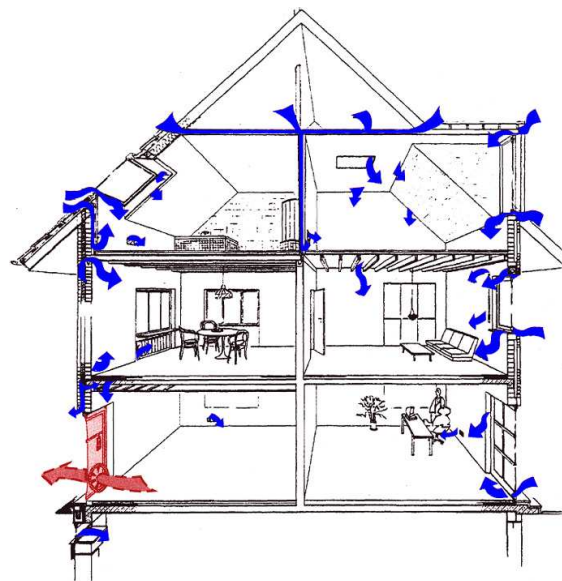
## Blower Door Messung & Thermografie

Beide Messverfahren dienen bei Neubauten zur Qualitätssicherung der Bauausführung und bei bestehenden Gebäuden zur Überprüfung des Zustandes hinsichtlich Wärmedämmung und Dichtheit des Gebäudes.

### 1 Blower Door Messung

Was ist eine Blower Door Messung?

Mit diesem Messverfahren wird die Luftdichtheit eines Gebäudes gemessen. Es dient auch dazu, Leckagen in der Gebäudehülle aufzuspüren. Bei der Messung wird mit einem Gebläse im Gebäude bei geschlossenen Fenstern und Türen ein geringer Über- oder Unterdruck von 50 Pa erzeugt (diese Druckdifferenzen treten auch bei Windgeschwindigkeiten über 40km/h auf). Durch den Druckunterschied strömt Raumluft durch Undichtigkeiten ins Freie bzw. umgekehrt strömt Außenluft durch die Undichtigkeiten in Rauminnere. In beiden Fällen wird die Leckluft durch das Gebläse gefördert und gemessen. Der Leckvolumenstrom (gemessen in  $\text{m}^3/\text{h}$ ) bei 50 Pa Druckdifferenz dividiert durch das Gebäudevolumen ist die Leckstromrate. Dieser so genannte  $n_{50}$ -Wert gibt an, wie oft bei 50 Pa das Luftvolumen pro Stunde durch Undichtheiten ausgetauscht wird.



Soll ein Gebäude überhaupt dicht sein?

Ein Gebäude muss - sobald es bewohnt wird - gelüftet werden, um die Feuchtigkeit und Kohlendioxid, das durch die Atmung entsteht, zu entfernen. Gelüftet sollte jedoch nur über die vorgesehenen Lüftungsmöglichkeiten (Fenster, Lüftungsgeräte, Schächte). Die Undichtheit des Gebäudes kann abgesehen vom Energieverlust gravierende Probleme verursachen. Strömt Raumluft, die im Winter immer viel mehr Feuchtigkeit enthält als die kalte Außenluft, durch Undichtheiten (Fugen, Ritze, ...) ins Freie, so kann in den kalten Bereichen des Bauteils Kondenswasser entstehen. Dieses Kondenswasser durchnässt Holz, Mauer, Dämmung, (wodurch diese unwirksam wird) bzw. verursacht in weiterer Folge Schimmelbildung in der Baukonstruktion, welche z.B. Holz mit der Zeit zerstört. Bei umgekehrter Strömungsrichtung - je nach Windruck und Temperaturverhältnissen - wird die Raumluft mit gesundheitsschädlichen Sporen belastet. Undichtheiten an sensiblen Stellen machen sich auch durch unangenehme Zugluft bemerkbar. Die sicherste Vermeidungsmöglichkeit all dieser Probleme ist eine sorgfältige dichte Ausführung der Gebäudehülle, wobei die luftdichte und ausreichend wasserdampfdichte Ebene innerhalb der Wärmedämmung liegen soll.

Wie wird ein Gebäude dicht ausgeführt?

Bei Leichtbaukonstruktionen ist aus bauphysikalischen Gründen meist eine Dampfbremse bzw. Dampfsperre innerhalb der Dämmung erforderlich. Diese ist zugleich die luftdichte

Ebene. Bei Massivbauweisen muss der Innenputz bzw. die Massivdecke luftdicht ausgeführt werden. Besonders wichtig ist, dass Installationen (Rohre, Unterputzdosen), welche in die luftdichte Ebene durchdringen, abgedichtet werden. Ebenso müssen Bauteilübergänge (z.B. Massivwand – Dachschräge, Festerrahmen - Laibung) mit einem geeigneten Dichtungsband dauerabgedichtet werden. Bei einem Gebäude gibt es in der Regel sehr viele problematische Stellen (Kamine, Vorwandkonstruktionen, abgehängte Decken, Dachbodentreppe, ...) , die richtig abgedichtet werden sollten.

Wie dicht soll ein Gebäude sein?

Die ÖNORM B8110-5 beschreibt Mindestanforderungen für die Luftdichtheit, um negative Auswirkungen auf Behaglichkeit, Energieverbrauch und Bausubstanz zu vermeiden:

- Herkömmliche Gebäude ohne mechanisch Lüftung:  $n_{50} = 3,0 / h$
- Niedrigenergie-Gebäude:  $n_{50} = 1,5 / h$
- Passivhäuser:  $n_{50} = 0,6 / h$

Erfahrungsgemäß liegen unbekümmert errichtete Gebäude oft weit über diesen Grenzwerten.

Grundsätzlich gilt: Je dichter ein Gebäude ist, umso geringer der Energieverbrauch, umso geringer die Gefahr von Bauschäden und umso behaglicher ist sein Raumklima.

Wann wird eine Blower Door Messung durchgeführt?

- Neubau: zur Qualitätsüberprüfung der Bauausführung - insbesondere zur Überprüfung der luftdichten Ebenen: Dampfbremse, Fenster- und Türeineinbau, Fensterdichtungen, dichtender Innenputz, Abdichtungen von Installationen, ...) – sog. B-Messung
- Nachweis für die Förderung von Niedrigenergie- und Passivhäuser (A-Messung)
- Zur Lokalisierung von Mängeln: z.B. Zugluftempfinden, hohem Energieverbrauch
- Bei Erstellung eines Sanierungskonzepts - eventuell gemeinsam mit Thermografie
- Hausankauf (Qualitätsüberprüfung) - eventuell gemeinsam mit Thermografie

Wie können Undichtigkeiten geortet werden?

Das Gebäude wird im Unterdruck (50 Pa) gehalten. Mit einem Anemometer werden geringste Luftströmungen, welche durch Undichtigkeiten verursacht werden an kritischen Stellen aufgespürt (z.B. Wandanschlüsse, Übergängen Massiv und Leichtbau, Fenstereinbau, Fenster, Türen, Installationsdosen, Schächten, ...)

Bei mindestens 10°C Temperaturdifferenz (innen-außen) kann mittels Thermographiekamera der Kaltluftstrom auch hinter Vorwandkonstruktionen verfolgt werden, um die Undichtigkeiten bei einem fertigen Gebäude besser lokalisieren zu können.

Was ist für eine Blower Door Messung vorzubereiten?

Bei einer Baustellenmessung („B-Messung“):

- Installationen dicht eingebaut (E-Verteiler, Unterputzdosen Rohre durch Innenputz eindichten,...)  
Installationsrohre, welche von innen nach außen führen, abdichten
- Fenster und Türen laut ÖNORM B 5320 dicht eingebaut
- Rauchfang allseitig verputzt (keine Hinterlüftungsöffnung im Inneren der luftdichten Hülle; Reinigungstür eingebaut)
- Massivbau: Innenputz dicht hergestellt (von unterer bis oberer Decke dicht geputzt), auch in Schächten und hinter Vorwandinstallationen.  
Decke abgedichtet.
- Leichtbau: Dämmung eingebaut und Dampfbremse dicht hergestellt

Bei jeder A- oder B-Messung ist zu beachten bzw. vorzubereiten:

- Netto-Grundfläche, Netto-Raumvolumen, Gebäudehüllfläche und Gebäudehöhe der beheizten Zone bzw. der mit dem Lüftungsgerät erfassten Räume
- Pläne zum Objekt
- Abwasserinstallationen: eingebaute Siphone abdichten
- Innerhalb der Messzone dürfen keine (raumluftabhängigen) Heizkessel/Öfen in Betrieb sein! Asche entfernen!
- Innentüren während der Messung werden offen gehalten.

Bei einer Messung im fertigen Nutzungszustand folgende Information bereithalten:

- Öffnungen ins Freie (Dunstabzug, Lüftungsschächte, Kaminhinterlüftung, ...)?
- Gibt es Zugluft, kalte Wände?
- Pläne sowie verfügbare Informationen zum Aufbau von Wände, Decken, Dachschrägen bereithalten.

Die Öffnung für den Einbau des Blower-Door-Messgerätes muss innerhalb folgender Grenzen liegen: Breite von 72cm bis 132cm Höhe von 115cm bis 240cm.

## 2 Thermografie

Mit der Thermografie wird die Temperatur über die unsichtbare Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung), die jedes Objekt aussendet gemessen. Je höher die Temperatur des Objektes, umso größer ist die Intensität der Wärmestrahlung und umso kleiner ist die Wellenlänge der Wärmestrahlung (Infrarot-Farbe). Die Thermobildkamera analysiert in jedem die Infrarotstrahlung und ordnet jedem Bildpunkt die Temperatur des Objekts zu. In der Bilddarstellung (genannt Thermogramm) werden die Temperaturwerte farblich dargestellt. Dadurch sind Unterschiede in der Oberflächen-Temperaturverteilung der abgebildeten Objekte rasch erkennbar.

### 2.1 Gebäudethermografie - Bauteilanalyse

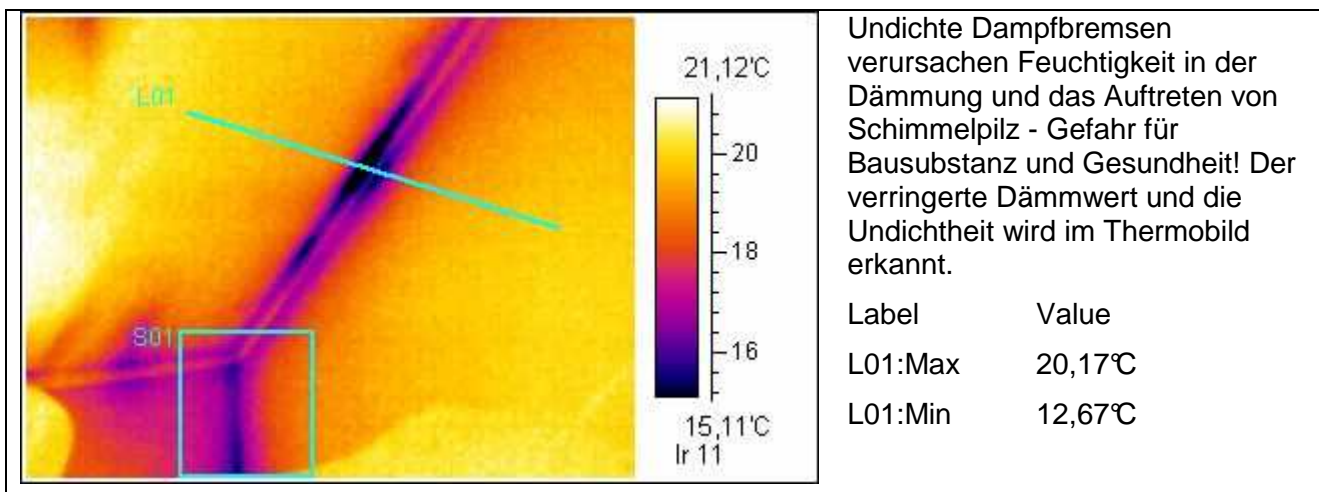
Die gemessenen Temperaturdifferenzen an Gebäudeoberflächen geben Aufschluss über die thermischen Eigenschaften der Bauteile. Je geringer die Wärmedämmung, umso niedriger die Temperatur an der Rauminnenseite bzw. umso höher die Temperatur an der Außenseite im Vergleich zu seiner Umgebung. Wärmebrücken, Lücken in der Wärmedämmung, zusammengerutschte Dämmung, Feuchtigkeit in der Dämmung, ... sind im Thermogramm erkennbar. Weiters können undichte Dampf- bzw. Windbremsen, sowie Fugen, durch die Warmluft entweicht oder Kaltluft eindringt, erkannt werden.

Die zuvor genannten Temperaturdifferenzen sind umso deutlicher erkennbar, je größer die Temperaturdifferenz zwischen Innen und Außenluft ist.

Um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten, sollte daher folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Temperaturdifferenz zwischen Innenraum und Außenluft von mindestens 10°C während der letzten 24 Stunden.
- keine direkte Sonneneinstrahlung auf das Gebäude

Daher werden Thermografieaufnahmen zur Analyse der Gebäudehülle nur an ausreichend kalten Morgenstunden durchgeführt, wobei insbesondere die Außenaufnahmen vor Sonnenaufgang gemacht werden müssen.



In Kombination mit einem Blower Door Messgerät können die Fugen und andere Undichtheiten unter standardisierten Messbedingungen analysiert werden. Hierbei erzeugt das Gebläse einen Unterdruck von 50 Pa im gesamten Gebäude, sodass die kalte Außenluft durch die Undichtheiten ins Gebäudeinnere eindringt. Die Strömungswege der Kaltluft werden im Thermogramm abgebildet. Somit können nicht nur die Austrittstellen der Kaltluft, sondern meist auch die Eindringstelle ermittelt werden. Die Größe der auftretenden Temperaturdifferenzen gibt Rückschlüsse auf das Ausmaß der Undichtheiten.

Vorbereitungen zur Thermografie zur Gebäudeanalyse:

- 20 Stunden vor Durchführung die Temperatur im Gebäude möglichst konstant halten. (Zeitprogramm mit Nachtabschaltung deaktivieren, keine länger dauernden Kipplüftungen)
- In den letzten 2 Stunden vor der Messung überhaupt nicht lüften.
- Falls ein temporärer Wärmeschutz (z.B. Rollläden) vorhanden: Etwa die Hälfte über Nacht schließen, die andere Hälfte offen lassen. Nach Möglichkeit bei benachbarten Fenstern in einem Raum beide Varianten durchführen.
- Informationen zum Aufbau von Wände, Decken, Dachschrägen vorbereiten.

## 2.2 Analyse von Feuchtigkeitsschäden

Feuchte Mauern im Keller sind nicht nur ein optisches sondern auch ein gesundheitliches Problem (Schimmelbildung). Feuchte Mauerstellen sind durch die Verdunstung geringfügig kühler als trockene. Liegt ein Leck in der Horizontal- oder Vertikalisolierung bestehen Chancen, dieses aus der Temperaturverteilung zu lokalisieren.

## 2.3 Auffinden von Rohrleitungen

Mittels Thermogramme kann auch der Verlauf von Rohrleitungen (FB-Heizung, Wasserleitungen, Abflüsse - egal aus welchem Material) sichtbar gemacht werden. Um diese zu orten, sollen die Rohre vor Messbeginn ausgekühlt sein. Bei Fußboden- oder Wandheizungsrohren sollten daher die betroffenen Heizkreise (es muss nicht immer die gesamte Heizung sein) mindestens 5 Stunden vorher abgedreht sein. Bei Messbeginn werden diese Rohre möglichst rasch aufgeheizt. Sobald die Wärme an die Oberfläche tritt, wird der Verlauf der Rohrleitung im Thermogramm sichtbar.

