

... EIN BLOWER-DOOR-TEST?

Nicht ganz dicht?

Der Blower-Door-Test dient einem Bauherrn zur Überprüfung seiner von ihm eingekauften Bauleistungen. Wir beschreiben den Test und geben Tipps, um zumindest unser SHK-Handwerk vor möglichen Einbaufehlern zu bewahren.



Bild: Ingenieurbüro Kai Schulz, Korschendorf

Die namensgebende Blower-Door montiert im Hauseingang

Sinn dieses Blower-Door-Tests ist, die Dichtheit eines Gebäudes zu untersuchen und vergleichbar zu machen. Denn wer möchte schon nur anhand der Aussagen „zugige Bude“ oder „total dichtes Haus“ ein Urteil über die Qualität eines Gebäudes fällen. Und genau darum geht es. Das Qualitätsmerkmal dicht oder undicht soll zahlenmäßig erfass-

bar sein. Denn beispielsweise ein undichter Neubau kann sich innerhalb der nächsten Generationen für die Leckagen rächen. Ein undichtes Gebäude benötigt wegen des unkontrollierbaren Luftaustausches mehr Wärmeenergie als ein dichtes Gebäude. Auch folgender, leicht hinkender Vergleich sei noch gestattet: Beim Kauf eines Autos würde man ja auch, egal ob

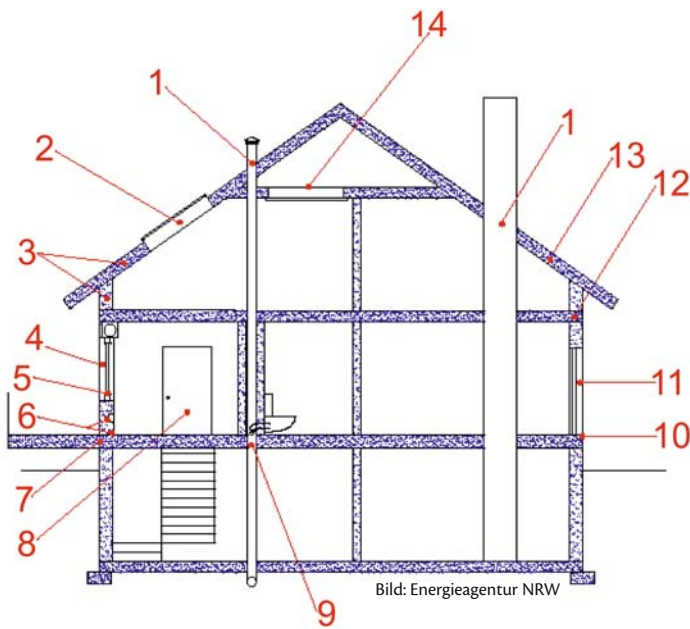


Bild: Energieagentur NRW

Kritische Punkte

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Rohrdurchdringung Dach (Sanitär- und Lüftungsanlagen)</p> <p>2. Dachflächenfenster</p> <p>3. Sparren, Anschlüsse, Ortgang</p> <p>4. Fensterblendrahmen-anschlussfuge</p> <p>5. Fensterflügelrahmen</p> <p>6. Außenwand</p> | <p>7. Durchdringungen</p> <p>8. Umlaufende Dichtung der Kellertür</p> <p>9. Durchdringungen von Rohren</p> <p>10. Bodendichtung Tür</p> <p>11. Blendrahmen der Außentür</p> <p>12. Auflager von Holzbalkendecken</p> <p>13. Anschluss von Dämmstoffen</p> <p>14. Einstiegs Luke zum Spitzboden</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

es sich um einen gebrauchten oder einen Neuwagen handelt, darauf bestehen, dass man bei 80 Stundenkilometern noch nicht durch den Fahrtwind die Perücke verliert. Erst recht gilt dies bei einem Hauskauf, der für viele Käufer eine einmalige Anschaffung mit hohem finanziellem Einsatz bedeutet. Nicht dass man das Haus auf 80 km/h beschleunigt, jedoch aber die Dichtheit der Gebäudehülle überprüft und nachweist.

WAS FÜR EINE DICHTHEIT GEBÄUDEHÜLLE SPRICHT

- Die mögliche Energieeinsparung
- Einhaltung von Vorschriften wie die der Energieeinsparverordnung (EnEV)
- Einhaltung von Kriterien für staatliche finanzielle Förderungen
- Komforterrhöhung gegenüber eines Gebäudes mit Zugscheinungen
- Vermeidung von Fehlfunktionen in etwaigen Lüftungsanlagen
- Verringerung der Luftbelastung im Haus
- Verringerung von Schallübertragung
- Vermeidung von Feuchteschäden

DAS ENDE VORWEG

Am Ende eines Blower-Door-Tests steht üblicherweise eine Zahl. Diese Zahl wird als n_{50} -Wert bezeichnet. Dieser Wert besagt dann, wie häufig das Volumen des geprüften Gebäudes innerhalb einer Stunde ausgetauscht wird bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal.

Beispiel:

Bei einem Gebäudevolumen von 300 m^3 und einem Volumenstrom von 1500 m^3 pro Stunde, um diesen Druck von 50 Pascal zu erreichen, ergibt sich ein n_{50} -Wert von $1500 \text{ m}^3/\text{h} / 300 \text{ m}^3 = 5,0 \text{ h}^{-1}$.

KURZER EINSCHUB ZUR EINHEIT h^{-1}

Das sonderbare Zeichen h^{-1} hat seine Berechtigung aus dem Englischen mit h für hour, also die Stunde, und der Mathematik mit dem Exponent -1 und meint zusammen h^{-1} , also pro Stunde.

Es dämmert einem schon: Um diesen Druck von 50 Pascal aufzubauen, muss man bei einem relativ undichten Gebäude mehr Luftvolumen bewegen als bei einem dichten Gebäude. Eine undichte Luftmatratze verliert eben auch desto schneller Luft, je größer das Loch in der Matratze ist oder je mehr Löcher vorhanden sind. Ich persönlich blase daher lieber dichte Luftmatratzen am Strand auf.

Übrigens ist ein n_{50} -Wert von 5 h^{-1} wie in diesem Beispiel nicht sonderlich dicht für ein Einfamilienhaus. Neubauten erreichen mindestens einen n_{50} -Wert von $3,0 \text{ h}^{-1}$ und bei leicht erhöhten Anforderungen auch einen Wert von $1,5 \text{ h}^{-1}$ und besser. Ein Passivhaus bringt es auf eine Dichtheit von $0,6 \text{ h}^{-1}$

50 PASCAL, IST DAS REALISTISCH?

Es stellt sich natürlich auch die Frage nach dem zu erreichenden Druck. 50 Pascal als Zahlenwert ist in der freien Natur ebenfalls anzutreffen. Mit einigem rechnerischen Geschick stellt man fest, dass 50 Pascal einer Wassersäule von 5 mm Höhe entspricht. Also ein dicker Wassertropfen auf der Fingerspitze. Gefühlsmäßig ist das erstmal nicht viel. Verglichen mit einem Fahrtwind von rund 9 m pro Sekunde, also rund 33 Stundenkilometer, wird schon eher ein Schuh daraus. Man müsste schon recht ordentlich in die Pedale treten, um diese Geschwindigkeit auf dem Fahrrad zu erreichen.

Den Wetterbeobachtern sagt eine vergleichbare Windstärke von fünf Beaufort mehr über diesen Wert, den man dann als frischen Wind wahrnimmt. Testet man also ein Haus unter diesen Bedingungen, so ergibt sich der Luftaustausch unter realistischen Bedingungen einer frischen Brise.

WIE WIRD ERMITTELT?

Man ermittelt diesen Wert mithilfe eines Ventilators, den man in eine Gebäudeöffnung einsetzt. Dieses Gebläse wird festgezurr in ein Fenster oder eine Tür gesetzt und mittels reißfesten Gewebetuchs gegen den Baukörper abgedichtet.

WINDSTÄRKEN NACH BEAUFORT

- 0 Bft > Windstille, Rauch steigt senkrecht
- 1 Bft > Leiser Zug, Windrichtung durch Rauch erkennbar und nicht durch Windfahne
- 2 Bft > Leichte Brise, im Gesicht fühlbar, Blätter säuseln
- 3 Bft > Schwache Brise, Blätter und dünne Zweige werden bewegt
- 4 Bft > Mäßige Brise, hebt Staub und Papier, bewegt Zweige und dünne Äste
- 5 Bft > Frische Brise, kleine Laubbäume schwanken, auf See Bildung von Schaumköpfen
- 6 Bft > Starker Wind, starke Äste in Bewegung, Pfeifen in Freileitungen
- 7 Bft > Steifer Wind, ganze Bäume in Bewegung, Hemmung beim Gehen
- 8 Bft > Stürmischer Wind, bricht Zweige von Bäumen, Gehen erheblich erschwert

Schaltet man nun den Ventilator ein, so hat dieser die Möglichkeit, ins Gebäude hineinzublasen oder umgekehrt die Luft aus dem Gebäude herauszusaugen. Ein Druckmessgerät soll dann noch die Druckdifferenz zwischen drinnen und draußen vergleichen. Die Drehzahl des Ventilators wird dann solange angepasst, bis tatsächlich ein Unterschied von 50 Pascal zwischen drinnen und draußen erreicht wird. Der dann gemessene Volumenstrom stellt im Verhältnis zum Gebäudevolumen den n_{50} -Wert des Gebäudes dar.

UNTER- ODER ÜBERDRUCK?

Um das Verfahren anzuwenden, kann ein Über- oder Unterdruck die Leckagen entlarven. Bei Unterdruck ergibt sich ein etwas anderes Messergebnis als beim Überdruck. Beispielsweise werden Fenster, die üblicherweise nach innen geöffnet werden, bei Unterdruck im Gebäude von der Dichtfläche leicht abgehoben. Hingegen wird ein solches Fenster bei Überdruck im Hause gegen die Dichtfläche gedrückt. Es leuchtet ein, dass entsprechende Ergebnisse bei ansonsten gleicher Druckdifferenz sich unterscheiden können. Ein weiterer wesentlicher Unterschied ergibt sich bei der Lokalisierung der Leckagen. Wird ein Unterdruck im Hause erzeugt, lassen sich die kritischen Punkte der Gebäudehülle leicht mit einem Rauchspender untersuchen. Ähnlich wie beim Zigaretten-

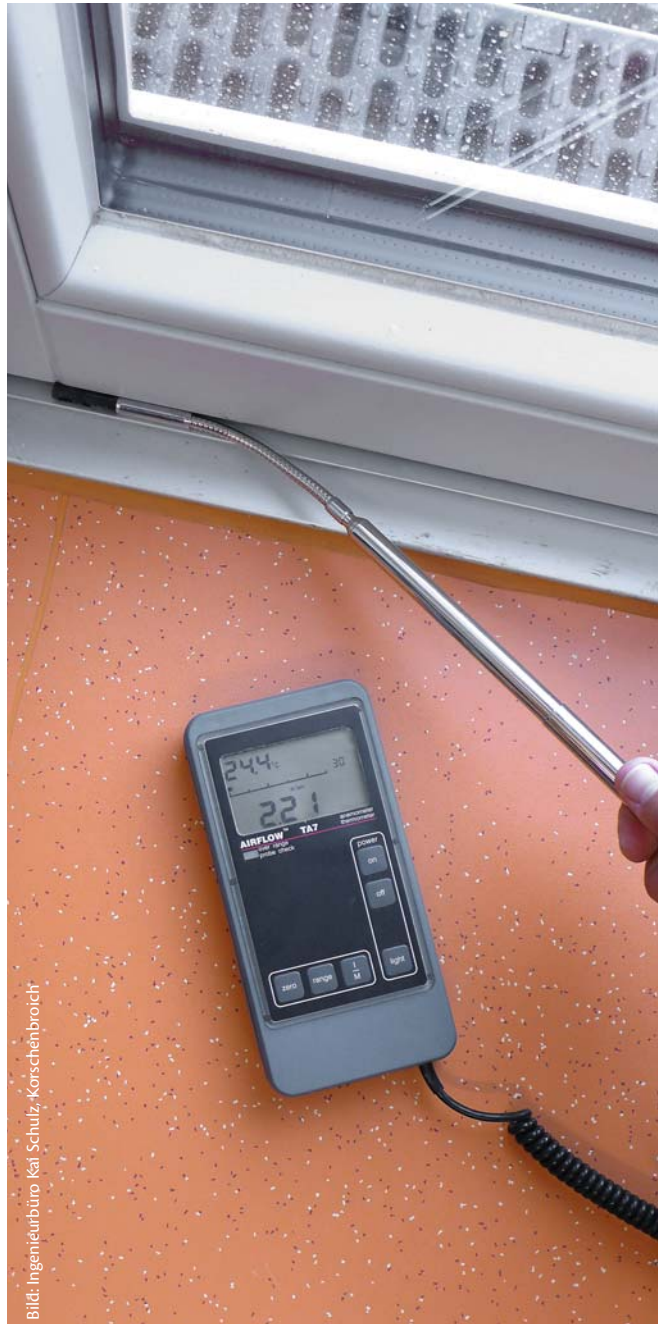


Bild: Ingenieurbüro Kai Schulz, Korschenbroich

Eine Luftstrommessung mittels Thermoanemometer

INHALT EINES BLOWER-DOOR-PRÜFBERICHTS:

- Daten des geprüften Gebäudes
- Protokoll der Messreihen
- Grafik der Leckagekurve
- Bemerkungen zum Messablauf (inkl. der vorhandenen Leckagen)
- Protokoll der natürlichen Druckdifferenzen
- Bezugsgrößenberechnung (Gebäudefläche und -volumen)

REGELN ZUR LUFTDICHTHEITSSCHICHT

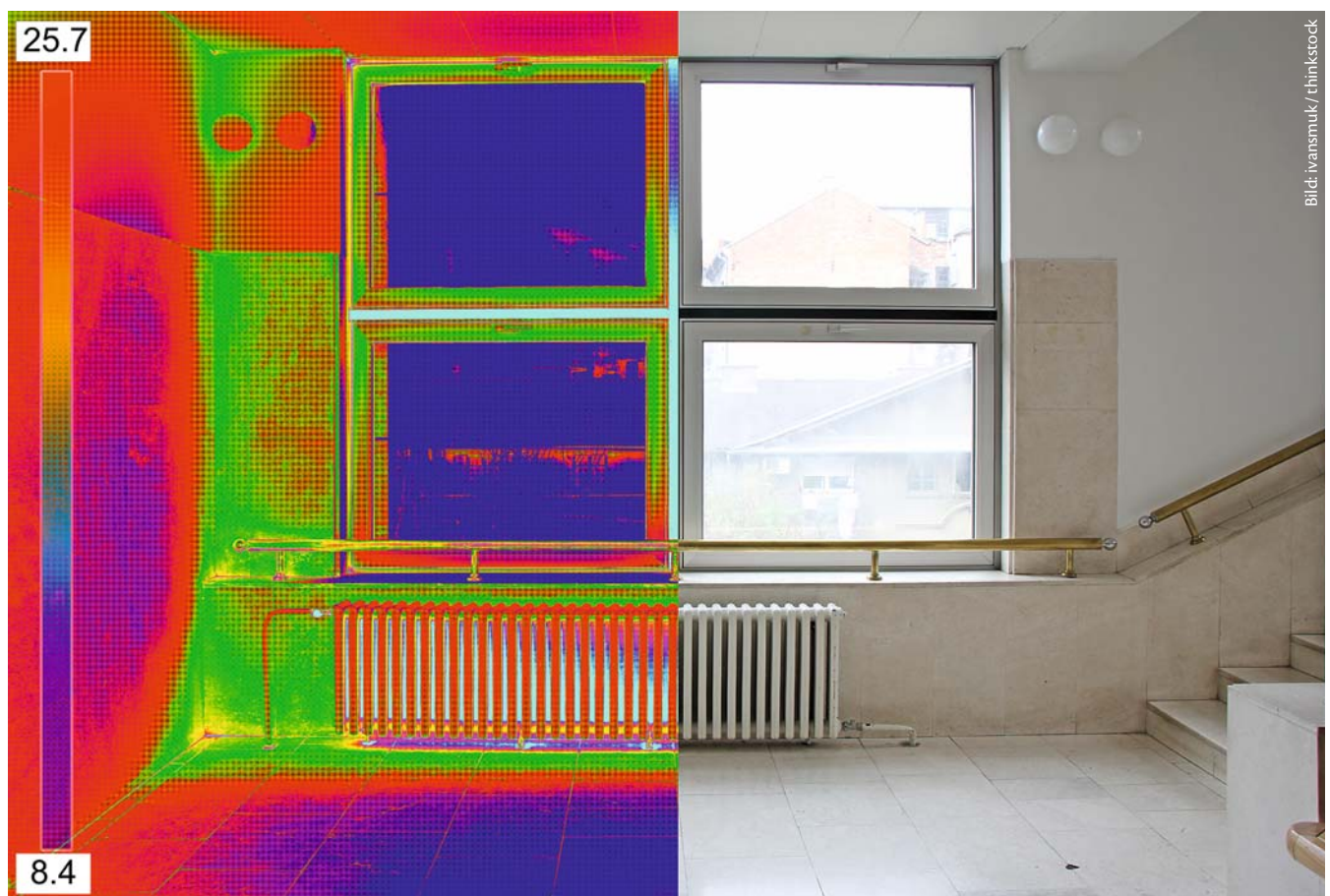
- In der Regel ist die Luftdichtheitsschicht raumseitig der Dämmebene anzuordnen.
- Der Wechsel der Luftdichtheitsebene in Konstruktionen, z. B. ein Verspringen von außen nach innen, ist nach Möglichkeit zu vermeiden.
- Die Anzahl der Durchdringungen der Luftdichtheitsebene ist gering zu halten.
- Durchdringungen sind mit geeigneten Anschlusslösungen zu planen und anzuordnen.
- Die Länge von Fugen und Anschlüssen ist auf das notwendige Maß zu minimieren.

qualm würde Rauch durch von außen eintretende Luft diesen bewegen und ablenken. An Steckdosen, Rohrdurchführungen, Rollladengurteinführungen und Fensterdichtungen wird man beispielsweise häufig fündig. Überdruck im Hause lässt auch schwer zugängliche Leckagen sichtbar werden, wenn beispielsweise eine Nebelmaschine entsprechende Räume einnebelt. Der Austritt des Nebels kennzeichnet ebenso die

Undichtigkeit, nur eben auf der Außenseite des geprüften Gebäudes. Praktikabel ist auch, die Zugserscheinungen durch Messgeräte zu lokalisieren, die gleichzeitig Luftgeschwindigkeit und Temperatur ermitteln, so genannte Thermoanemometer. Dort wo bei Unterdruck ein kalter Luftzug in den Raum eintritt, kann eine Undichtheit nach außen unterstellt werden. Eine weitere Methode ist die Visualisierung durch Thermografie. Hierbei werden mittels einer entsprechenden Kamera unterschiedlichen Temperaturen unterschiedliche Farben zugeordnet. Farbunterschiede die sich während eines Blower-Door-Tests ergeben, können daher ebenfalls auf eine Undichtheit hinweisen.

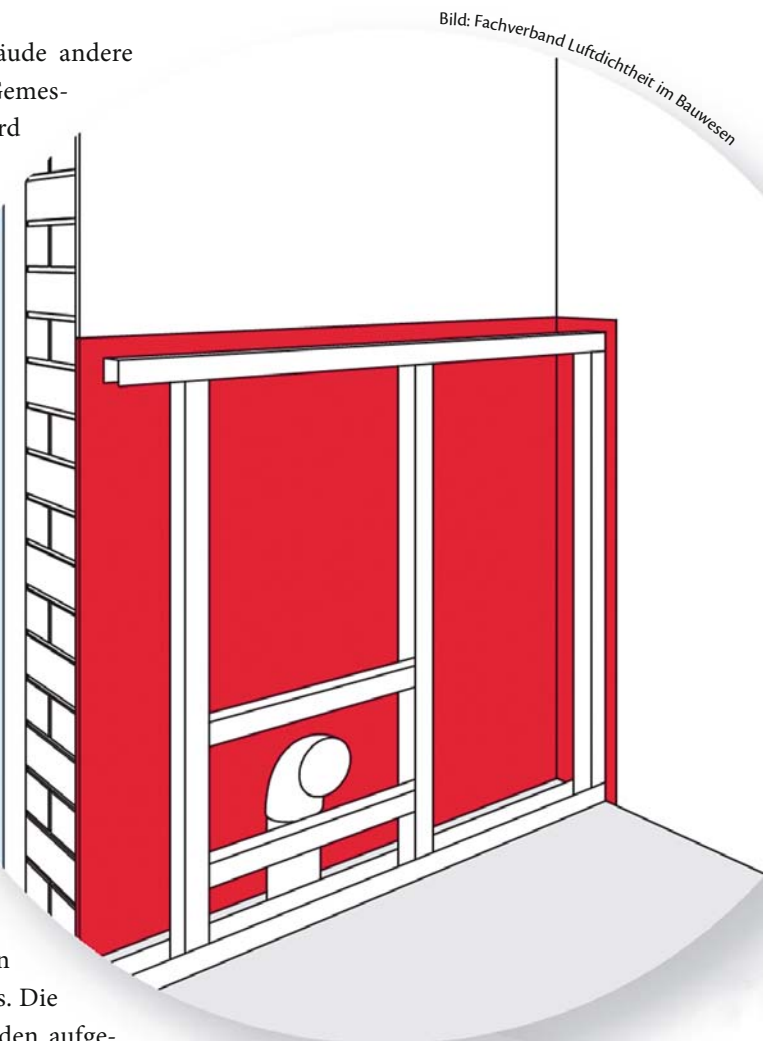
WIE SIEHT ES AUS MIT DER VERGLEICHBARKEIT?

Zwei unterschiedliche Blower-Door-Tester sollten bei ein und demselben Gebäude auf etwa gleiche n_{50} -Wert kommen. Daher hat man mittels einer Norm eine gewisse Ordnung in den Ablauf dieser Messungen gebracht. Zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden gibt es die → **DIN EN 13829**. Hier wird auch festgelegt, unter welchen Wetterbedingungen die Messung noch durchgeführt werden sollte.



Darstellung eines Fensters als Thermografie und Realbild

Klar ist, dass bei Sturmesbräusen ein Gebäude andere Werte aufweist als bei absoluter Windstille. Gemessen wird daher nur bis Windstärke 3. Es wird nach DIN EN 13829 auch festgelegt, welche Öffnungen ins Freie oder in benachbarte Räume geschlossen werden. Dies betrifft als Öffnung ins Freie beispielsweise die Küchenlüftung oder den offenen Kamin. Beide dieser genannten potenziellen Luftbrücken sind natürlich zu schließen. Hingegen werden sämtliche Innentüren, die zur beheizten Zone des Hauses gehören, geöffnet und eventuell mit Keilen gegen unbeabsichtigtes Zuschlagen gesichert. Als weitere Vorbereitung sollten raumluftabhängige Wärmeerzeuger abgeschaltet und ebenfalls gesichert werden! Luftdurchlässe von Lüftungsanlagen sind zu verschließen. Nach Prüfung der Schließ- und Öffnungsvorgaben beginnt der eigentliche Messaufwand. Luft wird in beide Richtungen transportiert, rein und raus. Die jeweiligen Drücke und Volumenströme werden aufgezeichnet. Zusammen ergibt sich abschließend ein Bild vom Dichteverhalten des Gebäudes. Die Messelektronik und entsprechende Software unterstützt dabei die Auswertung zur Ermittlung des n_{50} -Wertes.



Potenzielle SHK-Schwachpunkte können Vorwandinstallationen und Installationsschächte sein

KONSEQUENZEN FÜR DIE AM BAU BETEILIGTEN

Wird so ein Blower-Door-Test während der Bauphase durchgeführt, so sind eventuelle Nacharbeiten zur Herstellung der geforderten Gebäudedichtheit mit relativ geringem Aufwand möglich. Daher sollte der Test im Sinne aller Beteiligten bereits vor dem Innenausbau eingeschoben werden.

POTENZIELLE SHK-UNDICHTHEITEN

- Kein Innenputz hinter Leitungen (Beispiel: Fallleitung für Abwasser in der Ecke angeordnet und dahinter nicht verputzt)
- Kein Innenputz hinter Vorwandinstallationen (Beispiel: WC-Spülkasten auf der Außenwand)
- Rohrdurchführung durch die Dichtebene des Dachs (Beispiel: Leitung der thermischen Solaranlage)

WELCHE VERLUSTE IN KILOWATTSTUNDEN KÖNNEN AUFTRETEN?

Pro Heizperiode können an durchschnittlichen Standorten durch luftdichte Ausführung (Luftwechsel $< 0,6$ bei n_{50} -Test) gegenüber durchschnittlich undichten Gebäuden (LW ca. 3) etwa 10 – 15 kWh/m²a eingespart werden. Diese Werte stammen aus einer Fachinformation der österreichischen Initiative Klima: Aktiv. Die Werte sind noch relativ abstrakt. Anhand eines Beispiels wird dies jedoch anschaulicher: Ein Einfamilienhaus mit 100 m² Wohnfläche würde zwischen 1000 – 1500 kWh höhere Energieaufwendungen zur Beheizung benötigen, wenn der n_{50} -Wert 3 h⁻¹ statt nur 0,6 h⁻¹ betragen würde. Das entspricht dem Energiegehalt von 100 bis 150 l Heizöl oder 100 bis 150 m³ Erdgas.



DICTIONARY

Gebläse	=	blower
Energieeinsparung	=	energy saving
Lüftung	=	air draft
Schaden	=	damage

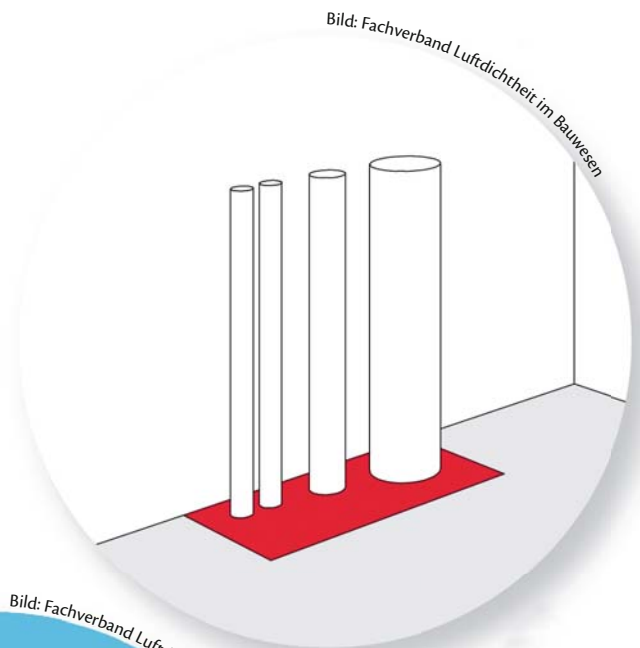
Ist das Häuschen fertiggestellt und der Test offenbart erst dann einen Fehler, kann schon wesentlich mehr Aufwand nötig werden, um die Dichtheit nachträglich herzustellen. Der Bauherr jedenfalls hat nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik ein Recht auf eine entsprechende Dichtheit der Bauausführung. Der Blower-Door-Test enttarnt natürlich nicht nur die Bausünder, sondern beweist im besten Falle auch die Arbeit von Fachbetrieben. Immer häufiger werden daher begleitende Messungen, auch zum Schutz des Handwerkers, während der Bauphase ausgeführt. Bei Kosten von ca. 300 Euro je Messung für ein Einfamilienhaus ist eine solche Maßnahme auch im wirtschaftlichen Sinne dringend anzuraten. Interessant und aufschlussreich ist eine solche Messung allemal. Vielleicht haben Sie ja mal Gelegenheit, als Zuschauer teilzunehmen. Der praktische Nutzen für die tägliche Arbeit kann enorm sein.



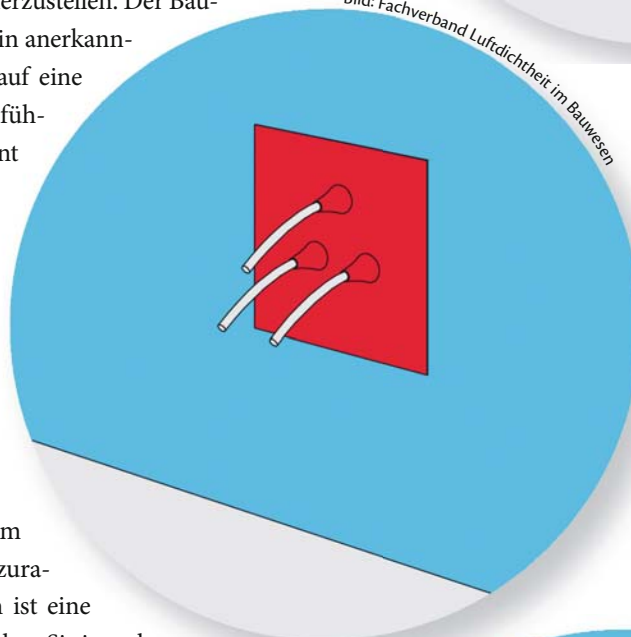
AUTOR



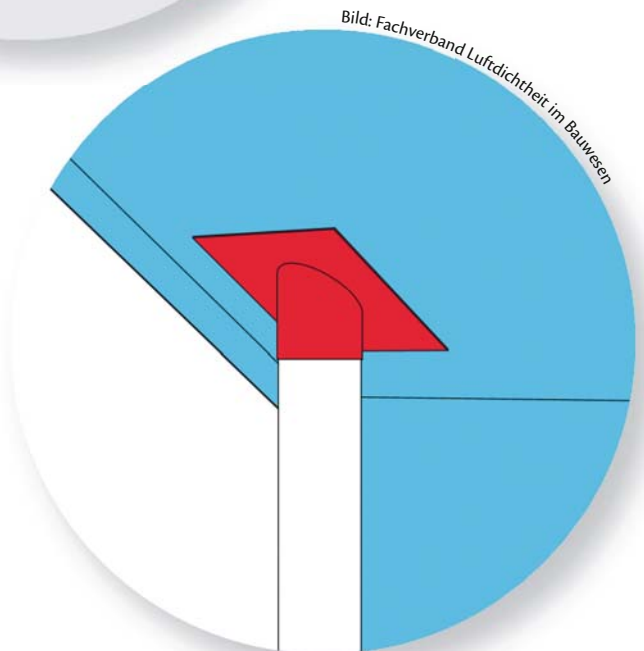
Dipl.-Ing. (FH) Elmar Held ist verantwortlicher Redakteur des SBZ Monteur. Er betreibt ein TGA-Ingenieurbüro, ist Dozent an der Handwerkskammer Dortmund sowie öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
 Telefon (0 23 89) 95 10 21
 Telefax (0 23 89) 95 10 22
 held@sbz-online.de
 www.ingenieurbueroheld.de



Durchbrüche zum Keller oder Spitzboden können ebenso eine Undichtigkeit darstellen



Leitungsdurchführungen sollten luftdicht ausgeführt werden



Lüftungsleitungen des Abwassersystems können SHK-Schwachpunkte für Gebäudedichtheit sein