

THERMO-BILD

Thermographie und Blower-Door-Messung

Technische Gebäudeinspektionen mit modernsten Messmethoden

Die Ansprüche an ein Wohngebäude sind - nicht erst seit gestern - im wesentlichen auf 3 Kernforderungen zu reduzieren: Man will komfortabel wohnen, dabei möglichst wenig Energiekosten zahlen und sein Haus auf Dauer vor Schäden sowie den damit zusammenhängenden Reparaturen schützen. In der vorliegenden Broschüre soll zunächst dargestellt werden, wie eng diese Forderungen miteinander verknüpft sind. Später werden wir aufzeigen, welche technische Möglichkeiten bei der Erreichung der angestrebten Ziele eingesetzt werden können.

Wer heute ein neues Haus bauen oder ein Gebäude gebraucht erwerben will, wird gerade auf dem Energiesektor mit einer Unmenge von Fachbegriffen konfrontiert: K-Wert, Wärmedurchgangskoeffizient, Wärmeschutzverordnung, Luftdichtigkeit, Taupunkt Hinter diesen Fachbegriffen verbergen sich Forderungen, die alle einem Ziel dienen: Einem dauerhaft wirksamen Schutz des Gebäudes gegen Witterungseinwirkungen der verschiedensten Art: Wärme, Kälte, Feuchtigkeit, Luftzug u.s.w..

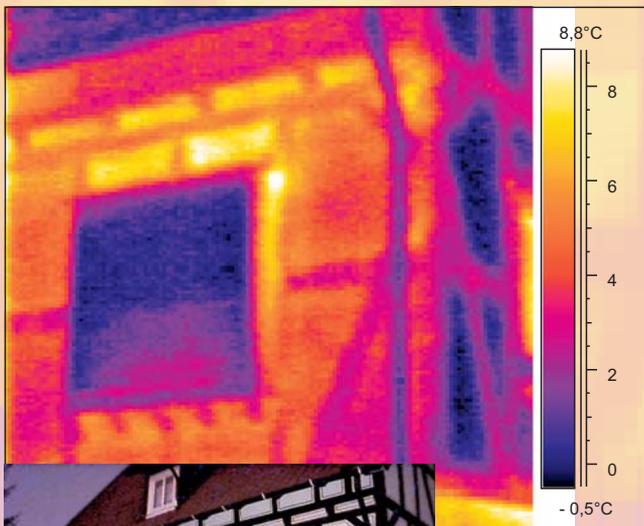


Abb. 1/2

An dem gezeigten Fachwerkhaus wurde die rechte Hauswand saniert und gedämmt, der linke Gebäudeteil ist im Ursprungszustand. Deutlich sieht man hier die (hellen) Schwachstellen. Die Temperaturskala zeigt die gemessenen Werte auf der Außenwand.

Ein Haus muß atmen

Früher war auch unter Fachleuten die Ansicht weit vertreten, daß ein jedes Wohngebäude eine gewisse Undichtigkeit aufweisen muß, um einen Luftaustausch zu ermöglichen. Eine absolut dichte Gebäudehülle galt als gefährlich, insbesondere erwartete man hierdurch Schäden an der Gebäudesubstanz.

Umfangreiche Untersuchungen haben in den letzten Jahren bewiesen, daß diese auch heute noch weit verbreitete Meinung grundlegend falsch ist. Man weiß mittlerweile, daß durch eine undichte Gebäudehülle, meist einhergehend mit einer schlechten Dämmung des Gebäudes, sowohl Bauschäden hervorgerufen werden als auch das Wohlbefinden der Hausbewohner empfindlich gestört wird (Zugluft, Schallschutz, Luftqualität). Letztlich wirkt sich eine undichte Gebäudehülle auch negativ auf die Energiebilanz aus - die Heizkosten steigen.

Wie kommen Fachleute zu solchen Behauptungen?

Bausachverständige wissen heute, daß wesentlich mehr Bauschäden durch Konvektion als durch Diffusion entstehen. Dazu ein Beispiel: Eine Undichtigkeit im Bereich eines Gebäudedaches wird im Winter auf Grund der nach oben steigenden warmen Raumluft von Innen nach Außen durchströmt. Die meist feuchte Raumluft kühlt im Bereich der Undichtigkeit schnell ab, es bildet sich Kondensat und schlägt sich im angrenzenden Bauteil nieder (Konvektion) - ein entsprechender Schaden an dieser Stelle ist vorprogrammiert.

Sollte umgekehrt der seltene Fall vorliegen, daß der äußere Luftdruck den Inneren übersteigt, sind starke Zugluferscheinungen festzustellen. Dies gilt insbesondere bei Undichtigkeiten in Fußbodennähe. Hier mischt sich die kalte Luft am Boden schlecht mit der nach oben drängenden warmen Raumluft - die thermische Behaglichkeit im Gebäude ist empfindlich gestört.

Auch ist die Luftwechselrate je nach Wetterlage vollkommen unterschiedlich. So wird bei ruhigem Wetter und annähernd gleicher Außen- und Innentemperatur ein Luftaustausch kaum stattfinden - die "verbrauchte" Raumluft wird nicht ausgetauscht, die Gesundheit der Hausbewohner leidet. Im Gegensatz dazu kommt es bei winterlichen Temperatur- und Druckunterschieden zwischen Innen und Außen zu einer zu großen Luftwechselrate. Die Luft wird weitaus öfter ausgetauscht, als es eigentlich erforderlich wäre. Mehr einströmende Luft als erforderlich muß aufgeheizt werden, die Heizkosten steigen.



Auch ist anzumerken, daß ein Austragen allen anfallenden Wasserdampfes allein durch Undichtigkeiten über kurz oder lang zu Konvektion und damit einhergehend zu Bauschäden führen würde. Eine sinnvolle Lüftung muß daher entweder über eine Lüftungsanlage oder über Fensterlüftung sichergestellt werden.

Die Vorschriften

Die derzeit gültige Wärmeschutzverordnung, deren Anforderungen im übrigen im europäischen Vergleich relativ niedrig angesiedelt sind, fordert daher -neben einem genau definierten Mindestanspruch an die Dämmung- in § 4 eine luftundurchlässige Schicht über die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche eines Gebäudes.

Auf diese Bestimmung aufbauend werden in der DIN V 4108-7 (Stand: 11/96) zulässige Werte für die Luftdichtigkeit bestimmt: Für Gebäude mit Fensterlüftung wird eine volumenbezogene Luftdurchlässigkeit von <3 bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal (Pa) gefordert, bei Gebäuden mit mechanischer Lüftung soll die Zahl <1 betragen.

Die Feststellung der Luftwechselzahl wird durch das sogenannte Blower-Door-Verfahren ermöglicht. Dieses Verfahrens mit dem Berechnungsmodus der sogenannten Luftwechselzahl " n_{50} " finden Sie in dieser Broschüre.

Und die Dämmung?

Alleine eine luftdichte Gebäudehülle ist jedoch kein Garant für eine angenehmes Wohnklima. Man stelle sich vor, daß die Außenwände eines Gebäudes aus sicher luftundurchlässigem Massivbeton bestünden. Jeder weiß, daß die Dämmwirkung dieses Baustoffes gegen Null tendiert, ein behagliches Wohnen in einem solchen Gebäude also auch bei intensivem Heizen nicht möglich wäre – die Wände wären immer kalt, ständig Zugluft die Folge.

Daraus folgt, daß die Gebäudehülle neben der Luftdichtigkeit auch eine entsprechende Dämmwirkung entfalten muß. Diese Forderung führt insbesondere im Massivbau immer wieder zu Problemen - z. B. bei Stürzen, Ringankern oder Massivdecken. Ein Verfahren zum Aufdecken solcher

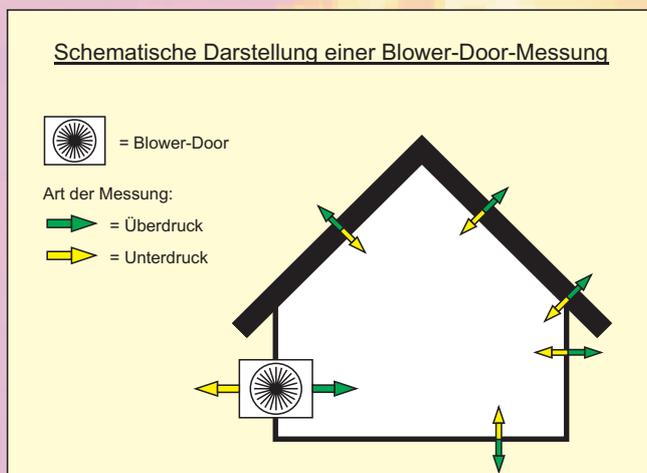


Abb. 3 Das Prinzip Luftdichtigkeitsmessung: Unter- bzw. Überdruck verschiedener Stärken wird erzeugt, Meßgeräte erfassen die relevanten Daten.

Schwachstellen ist die Untersuchung der entsprechenden Gebäude mittels einer Infrarotkamera, die sogenannte Thermographie. Auch dieses Verfahren wird später noch vorgestellt.

Das Blower-Door-Verfahren

Ziel des Blower-Door-Verfahrens ist es, einen vergleichbaren Wert über den Zustand der Gebäudehülle im Bezug auf ihre Luftdichtigkeit (= Winddichtigkeit) zu ermitteln. Hierzu wird in dem Gebäude mittels eines Ventilators ein Unter- bzw. Überdruck erzeugt (Abb. 3). Meßgeräte erfassen, welche Menge Luft für welchen Druckunterschied transportiert werden muß. Diese Luftmenge ergibt, in Bezug zum Innenvolumen des zu untersuchenden Gebäudes, die Luftwechselzahl " n_{50} " (Luftwechsel pro Stunde bei Druckunterschied = 50 Pascal).

Die oben mit recht einfachen Worten beschriebene Untersuchungsprozedur ist das Ergebnis langjähriger Forschungen und erfordert insbesondere eine hochtechnisierte Meßausrüstung. Nicht umsonst gibt es heute lediglich zwei Firmen auf dem Weltmarkt, die die erforderliche Genauigkeit der Meßgeräte und damit der Meßergebnisse garantieren können. Beide Firmen sind in den USA ansässig, wo das Verfahren auch entwickelt wurde. Mittlerweile sind auch die nordeuropäischen Länder in ihren Bauvorschriften auf dieses Verfahren eingeschwenkt und haben entsprechende Messverfahren standardisiert. Sowohl das Vorgehen bei der Untersuchung als auch die entsprechenden Grenzwerte wurden hier fest in den Vorschriften verankert. Wie so oft in diesem Bereich hinkt auch hier der heimische Gesetzgeber den Entwicklungen hinterher. Ein Messverfahren zur Messung der Luftdichtigkeit ist nicht spezifiziert, lediglich Grenzwerte sind vorgegeben.

Stand 1998 arbeiten in der Bundesrepublik etwa 70 Meßteams, die sich vorwiegend an den Nordeuropäischen Vorschriften orientieren. Andere Meßvarianten, wie etwa die Wohnflächenbezogene Luftdurchlässigkeitsmessung, gelten als zu ungenau und daher unbrauchbar!

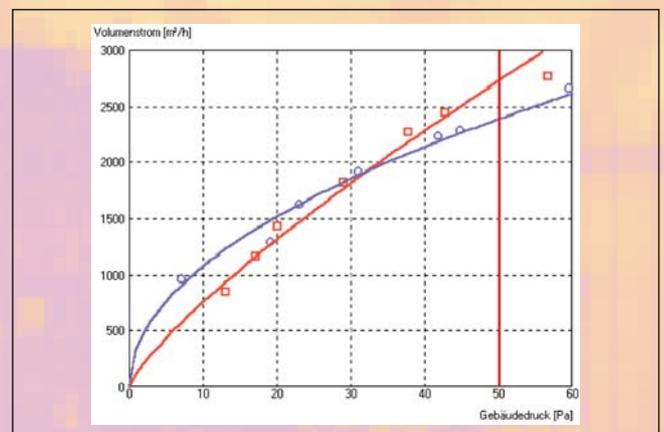


Abb. 4 Die Auswertung der Meßergebnisse: Für Über- und Unterdruckmessung wird eine Meßkurve erstellt, der Mittelwert bei 50 Pascal im Verhältnis zum Gebäudevolumen ergibt die gesuchte Luftwechselrate.



Wann wird ein Gebäude untersucht?

Je nach Problemstellung kann entweder eine der beiden Arten der Gebäudeuntersuchung alleine oder beide Messmethoden zusammen sinnvoll sein. Es ist also zunächst zu klären, welche Art von Untersuchung durchgeführt werden soll. Eine Blower-Door-Messung kann grundsätzlich ganzjährig durchgeführt werden, eine Thermographie ist nur in der Heizperiode sinnvoll. Bei einem bereits bewohnten Gebäude ist der Untersuchungstermin also evtl. witterungsabhängig, sofern die Infrarotkamera zum Einsatz kommt.

Bei Neubauten ist ein Untersuchungstermin in jedem Fall so zu planen, daß an der Luftdichtigkeitsschicht noch Nachbesserungen vorgenommen werden können, diese also noch nicht beplankt oder in anderer Weise verdeckt ist. Sinnvoller Weise kann es dabei auch zu Wiederholungsmessungen kommen.

Fazit:

Sicher ist es einem Fachmann möglich, durch bloße Inaugenscheinnahme die größten Schwachstellen eines Hauses festzustellen. Unseres Erachtens erlauben jedoch nur die im folgenden detailliert dargestellten Messverfahren eine zeitgemäße Begutachtung eines Gebäudes.

All die vorgenannten Argumente haben uns bewogen, die Anwendung dieser Verfahren als unabhängiger Dienstleister anzubieten! Sollten sie hierzu Fragen haben – wir helfen Ihnen gerne.



Abb. 5 Blower-Door und Nebelmaschine bei der Überdruckmessung.

Die Messung

Zur Messung wird in eine Gebäudeöffnung (z. B. Terrassentür) ein mit einem luftdichten Tuch versehener Rahmen gespannt, der in der Mitte einen Ventilator enthält. An diesen werden Meßgeräte angeschlossen, die den transportierten Volumenstrom ermitteln. Gleichzeitig wird der Druckunterschied zwischen Gebäudeinnerem und der Atmosphäre festgestellt.

Nun werden bei eingeschaltetem Ventilator mehrmals die Werte Volumenstrom und Druckunterschied festgestellt, so daß eine Meßkurve entsteht. (Abb. 4). Das Diagramm enthält eine Meßkurve für Überdruck sowie eine solche für

Unterdruck. Aus beiden Kurven wird die Luftwechselrate " n_{50} " ermittelt. Diese Ermittlung erfolgt über ein Computerprogramm, welches Kalibrierdaten des Ventilators und äußere Störungseinflüsse (Wind, Temperaturunterschied) in die Berechnung einbezieht.



Abb 6 Detailaufnahme einer aufgefundenen Schwachstelle.

Mehrfach wurde angedeutet, daß die Messung bei 50 Pascal Druckunterschied erfolgt. Wieviel Druck ist das? Stellt man sich vor, das eine Gebäudewand bei Windstärke 5 im rechten Winkel angeblasen würde, so entstünde ungefähr ein Druckunterschied von 50 Pascal zwischen Innen und Außen. Dieser Meßwert wurde gewählt, da er hoch genug für eine aussagekräftige Messung ist. Eine weitere Erhöhung des Druckes würde jedoch keinen Sinn machen, da dann Verhältnisse entstünden, die in der Realität nicht vorkämen. Auch wird durch den Druckunterschied von 50 Pascal ausgeschlossen, daß Schäden an den Gebäuden entstehen.

Das Ergebnis

Die Luftwechselrate " n_{50} " gibt also an, wie oft die Gebäudinnenluft bei 50 Pascal Druckunterschied gewechselt wird. Grenzwerte gibt es zunächst für Gebäude mit einer kontrollierten Lüftung, die auch für Gebäude mit einer Restwärmenutzung Gültigkeit haben. Hier darf " n_{50} " nicht größer als 1,5/h sein. Gebäude mit Fensterlüftung sollen einen Grenzwert " n_{50} " von nicht größer als 3/h einhalten. Hier geht man davon aus, das ab einem Wert >5 eine Sanierung erforderlich ist. Alle Ergebnisse werden in einem detaillierten Bericht festgehalten; diese können auch den neu eingeführten "Gebäudepaß" ergänzen. Auf Wunsch können die Schwachstellen eines Gebäudes einzeln erkundet und dokumentiert werden. Hierzu setzen wir Strömungsaneometer und/oder einen Nebelgenerator ein, um eine optische Darstellung der entsprechenden Schwachstellen zu ermöglichen.

Weitere Möglichkeiten

Die umfangreiche Messausrüstung kann neben dem beschriebenen Blower-Door-Verfahren auch an anderer Stelle effektiv eingesetzt werden. So ist beispielsweise die Überwachung von Reinnräumen ebenso möglich wie umfangreiche Tests an Belüftungsanlagen. Auch die Zugmessung an Schornsteinen kann von uns zuverlässig durchgeführt werden.



Die Gebäude-Thermographie

Die Thermographie ist eine wissenschaftlich anerkannte Methode zur berührungslosen Messung von Oberflächentemperaturen. Informationsquelle ist die von jedem Körper ausgehende, nicht sichtbare Infrarotstrahlung, die mittels eines Detektors in eine Temperaturinformation umgewandelt wird. In der Gebäude-Thermographie haben sich im Laufe der Entwicklung mehrere Anwendungsmöglichkeiten ergeben, von denen die Erkennung von Kälte/Wärmebrücken wohl die interessanteste ist.

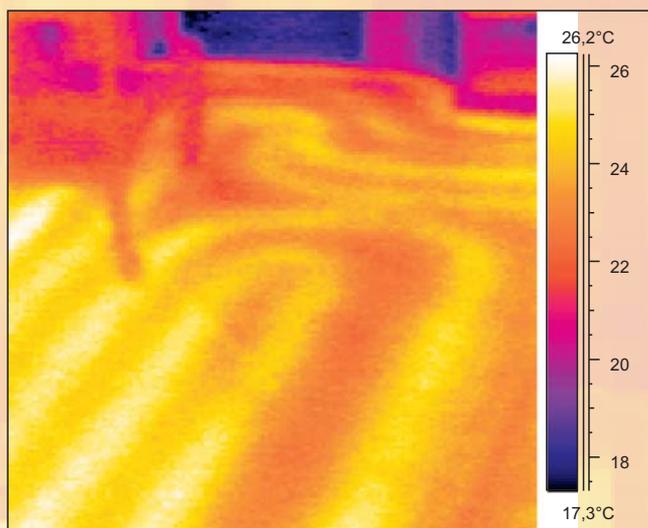


Abb. 7
Weitere Anwendungsmöglichkeit der Infrarot-Technik:
Ortung der Rohre einer Fußbodenheizung.

Um ein Gebäude hinsichtlich seiner Dämmeigenschaften beurteilen zu können, muß zunächst ein Temperaturunterschied von mindestens 10°C zwischen Innen und Außen vorliegen. Diese Anforderungen werden in der Regel während der Heizperiode erreicht, so daß eine Gebäude-Thermographie am sinnvollsten in dieser Zeit durchgeführt wird. In der Praxis hat es sich dabei bewährt, zunächst das entsprechende Gebäude von Außen mit der Infrarotkamera zu begutachten.

Erkannte Schwachstellen können sodann von Innen nochmals kontrolliert und entsprechend dokumentiert werden. Hierzu verfügt die Infrarotkamera über eine Aufzeichnungsmöglichkeit direkt auf eine Computerdiskette. Zusätzlich zum Infrarotbild liefern wir eine normale Fotografie, die ein Auffinden der entsprechenden Schwachstellen am Gebäude erleichtert. (Siehe Abb. 1 und 2).

Wie genau messen wir?

Der Messbereich des von uns eingesetzten Infrarotsystems erstreckt sich von -20°C bis 1500°C. Dabei garantiert der Kamerahersteller, die Fa. AGEMA, das Temperaturunterschiede im Bereich von 4/100 Grad darstellbar sind. Selbstverständlich sind die entsprechenden Messungen und die daraufhin erstellten Meßprotokolle in einem eventuell folgenden Rechtsstreit verwertbar.

Wo bietet sich die Thermographie an?

Die Infrarotkamera kommt neben einem begleitenden Einsatz bei der Anwendung des Blower-Door-Verfahrens immer dann zum Einsatz, wenn sich im Bereich von Massivbauteilen Wärme/Kältebrücken ergeben. Diese können detailliert dargestellt und daraufhin entsprechende Sanierungsvorschläge unterbreitet werden. Doch gerade im Bereich der Gebäudeüberwachung sind zahlreiche weitere Anwendungsgebiete gegeben. Zunächst ist hier der Nachweis von Bauschäden durch Nässe zu nennen, desweiteren die Überprüfung der Bausubstanz. Leitungsortung sowie die Erkennung von Leckagen, z. B. in Fußbodenheizungen (Abb. 7), sind ebenfalls von uns mit Erfolg durchgeführte Möglichkeiten. Auch in der Überprüfung von historischen Bausubstanzen, etwa bei der Ortung von Fachwerk unter Putz oder dem Erkennen von nachträglichen Gebäudeveränderungen, leistet die Thermographie hervorragende Dienste.

Weitere Möglichkeiten

Die Thermographie bietet derart viele Möglichkeiten, daß eine Vorstellung den gegebenen Rahmen sprengen würde. Wir halten weitere Informationen für Sie bereit oder empfehlen Ihnen ein Besuch auf unserer Internetseite.

Unser Ziel:

Mit den beiden vorgestellten Verfahren bietet die Fa. THERMO-BILD die Möglichkeit einer sicheren und genauen Beurteilung eines Gebäudes. Hinsichtlich des Einsparungspotentials, sowohl bezüglich der Energiebilanz eines Gebäudes als auch bei der Vermeidung von Bauschäden, sind die Kosten einer Gebäudeuntersuchung gering. An dieser Stelle möchten wir noch auf zahlreiche Förderungsmöglichkeiten inklusive einer steuerlichen Erstattungsmöglichkeit für die Aufwendungen hinweisen. Zuletzt sei noch das Argument für eine Inanspruchnahme der Firma THERMO-BILD genannt: Wir sind vollkommen unabhängig!

THERMO-BILD

Schillerstraße 5 • 35091 Cölbe

Telefon: 06421-98067

Fax: 06421-98068

www.THERMO-BILD.de

