

## aktuell

## Thermografie und Blower-Door-Messung

Die Effizienz energiesparender Maßnahmen bei Neu- und Altbauten hängt von der Qualität der Bestandsaufnahme, der Planung und der Umsetzung der Maßnahmen ab. Dabei spielen die Erfahrung und Kompetenz der beauftragten Experten eine wesentliche Rolle. Doch auch Messverfahren wie Thermografie oder Blower-Door-Messung können helfen, Probleme oder Fehler zu erkennen und zu lokalisieren.

### THERMOGRAFIE

Die Thermografie ist ein zerstörungsfreies und berührungsloses Messverfahren, das die Wärmestrahlung von Objekten erfasst und die Wärmeverteilung auf der Oberfläche optisch darstellt. Beispielsweise senden Hauswände mit Temperaturen über dem absoluten Nullpunkt Strahlen in Form elektromagnetischer Wellen aus, die durch die Eigenwärme oder eine reflektierte Wärmemenge verursacht werden. Diese Wärmestrahlen werden mit Hilfe einer Wärmebildkamera erfasst und auf einem Monitor als sichtbares Bild (Thermogramm) dargestellt. So können Bereiche mit größeren Wärmeverlusten sichtbar gemacht werden. Das Messverfahren wird deshalb im Bauwesen überwiegend genutzt, um Schwachstellen in der Gebäudehülle zu erkennen. Es ist ein anerkanntes, Sachverständigen vorbehaltenes Prüf- und Messverfahren, das unter anderem vor Gericht bei der Beweissicherung verwendet wird.

### Messgeräte

Die einfachsten Geräte sind Infrarot- oder Strahlungsthermometer. Sie eignen sich für eine erste grobe Überprüfung von Oberflächentemperaturen z. B. an Fensterstürzen oder in Raumecken. Eingesetzt werden sie vor allem im Zusammenhang mit der Ursachenermittlung von Feuchte- oder Schimmelpilzschäden. Aber Achtung: Das Gerät gibt dem Benutzer lediglich eine erste Auskunft über die am Messpunkt vorherrschende Temperatur. Nicht immer ist daraus eindeutig ein Baumangel oder -schaden abzuleiten. Wärmebild- oder Thermografiekameras werden verwendet, wenn es sich um großflächige zu untersuchende Bereiche handelt. Die Messergebnisse werden für den Benutzer in Form eines Wärmeverteilungsbildes (Thermogramm) auf einem Bildschirm sichtbar.

### Thermogramm

Da die Strahlungsintensität von der Temperatur des jeweiligen Körpers abhängt, lassen sich den erfassten Signalen entsprechende Temperaturen zuordnen. Diese werden im Thermogramm durch unterschiedliche Farben oder Grautöne sichtbar gemacht. Die Farbpalette lässt warme Objekte in Rotabstufungen und kühle Gegenstände in den Schattierungen blau bis violett erscheinen. Temperaturen, die in Weiß oder Schwarz erscheinen, liegen außerhalb der eingblendeten maximalen bzw. minimalen Temperatur.

Thermogramme können grundsätzlich sowohl von der Innen- als auch von der Außenseite eines Gebäudes erstellt werden. Die Außenaufnahme hat den Vorteil, dass eine größere Fläche im Überblick erfasst werden kann. Sie wird jedoch in der Regel nur zur orientierenden Messung herangezogen. Innenaufnahmen sind dagegen aufschlussreicher, da sich zum Beispiel in Dachböden, Dächern mit hinterlüfteten Dachpfannen, Flachdachkonstruktionen und Kellerräumen eindringende Kaltluft nur von innen thermografieren lässt und Witterungsbedingungen nicht direkt bzw. nur in abgeschwächter Form zu berücksichtigen sind. Außerdem herrscht hier über einen längeren Zeitraum eine relativ gleichmäßige Raumtemperatur vor.

Erfahrene Thermografen sind auf diese Weise in der Lage, Wärmebrücken, Luftundichtheiten oder Feuchteschäden zu lokalisieren und zu bewerten. Hüten sollten sich Gebäudeeigentümer vor besonders „günstigen“ Angeboten mit unkommentierten Thermogrammen sowie vor Haustürangeboten auf der Grundlage von vermeintlich aussagekräftigen Gratisthermografien. Denn die Farbpalette und die dazugehörigen Temperaturen im Thermogramm können vom Anwender willkürlich gewählt werden. Mit einer helleren Farbpalette kann der Eindruck von hohen Wandtemperaturen, mit einer dunkleren von niedrigen Temperaturen erzeugt werden.

### Thermografie-Regeln

Bei der Thermografie gibt es einiges zu beachten, weil sonst die Ergebnisse von der Realität abweichen. Aus diesem Grund ist

die Durchführung, Dokumentation und Auswertung ausschließlich geschulten Personen mit fachlich fundierten Kenntnissen und Erfahrungen in Bauphysik und Messtechnik vorbehalten.

Neben der Temperaturdifferenz sind auch die sonstigen Witterungsbedingungen entscheidend:

- Die Temperaturdifferenz zwischen der Innen- und Außenseite eines Objektes sollte relativ groß sein, da sich potentielle Fehlstellen bei geringen Temperaturunterschieden nur sehr schwach abzeichnen. Aus diesem Grund sind Thermografien in der Regel nur in den kalten Monaten, d.h. wenn ein Gebäude beheizt wird, möglich.
- Vor Beginn der Untersuchung sind die Raumtemperaturen möglichst über 12 Stunden konstant zu halten (optimal 20° C) und Fenster zwei bis drei Stunden vorher nicht mehr zu öffnen.
- Direkte Sonneneinstrahlung (klarer Himmel) kann die Thermografie erheblich beeinflussen und „verfälschen“, da sich die Gebäudehülle aufheizt. Im Ergebnis wirkt das Gebäude auf der Aufnahme schlechter gedämmt als es tatsächlich ist.
- Bei Innenaufnahmen besteht die Gefahr, dass die Sonne über die Fenster die Innenwände aufheizt.
- Nachtaufnahmen bei klarem Himmel können ein falsches Bild ergeben, weil die Gebäudehülle über Nacht abkühlt.
- Bei starkem Wind kühlt die Fassade gleichfalls aus.
- Am besten geeignet ist für die Thermografie ein Wolkenhimmel mit tief sitzenden Wolken.

Wird die Thermografie trotz ungünstiger Witterung durchgeführt, sind die Bedingungen zu protokollieren und in der Auswertung zu berücksichtigen.

## BLOWER-DOOR-MESSUNG

Neben ungewollten Wärmeverlusten spielt die Luftdichtheit der Gebäudehülle eine wesentliche Rolle. Mit der Luftdichtheitsmessung nach dem Differenzdruckverfahren (bekannt als Blower-Door-Messung) steht ein standardisiertes Messverfahren zur Verfügung, das die Qualität der Luftdichtheit des Gebäudes beschreibt.

Bei der Messung wird ermittelt, wie oft das Luftvolumen eines Gebäudes bei einer bestimmten Druckdifferenz zur Außenluft pro Stunde ausgetauscht wird. Um diese Druckdifferenz aufbauen zu können, wird meist in eine offene Außentür oder ein offenes Fenster ein flexibler Rahmen mit einem Gebläse luftdicht eingesetzt. Das Gebläse erzeugt einen Über- oder Unterdruck und simuliert so einen starken Winddruck oder Windsog auf das Gebäude. Durch den Vergleich der gemessenen Luftströme zu den zulässigen Luftströmen lässt sich errechnen, ob das Gebäude ausreichend luftdicht ist.

## Leckageortung

Zu Beginn der Messung wird ein konstanter Differenzunterdruck im Messobjekt aufgebaut, der zum Auffinden von Leckstellen im Objekt geeignet ist. Leckagen in der Gebäudehülle können zum Teil schon mit dem bloßen Auge oder der Hand festgestellt werden. Weitere Hilfsmittel zum Orten der Leckagen sind Rauchspender, Luftgeschwindigkeitsmesser (Anemometer) und die Thermografie. In der Praxis sind häufig die entsprechenden Handwerker im Objekt und dichten die Leckagen während der Messung fachgerecht ab. So erfolgt gleichzeitig eine Qualitätskontrolle. Demzufolge ist es sinnvoll, die Messung bereits vor Ausführung der Trockenbaumaßnahmen durchzuführen.

## Vorschriften

Das Differenzdruckverfahren ist in der DIN EN 13829 definiert und geregelt. Dort ist vorgesehen, dass sowohl jeweils eine Messung mit Unter- und mit Überdruck im Haus durchgeführt wird. Als Ergebnis wird der Mittelwert aus beiden Messungen gebildet. Der Grund hierfür ist, dass es druckrichtungsabhängige Leckagen geben kann. Beispielsweise kann sich eine lose, nicht verklebte Dampfsperffolie bei der Überdruckmessung öffnen und bei der Unterdruckmessung verschließen. Diese Eigenschaft führt je nach Druckrichtung zu unterschiedlichen Messergebnissen.

Die Norm unterscheidet die Untersuchung des Gebäudes im Nutzungszustand (Verfahren A) und die Prüfung der Gebäudehülle (Verfahren B). Bei Neubauten sollte die Luftdichtheitsmessung dann durchgeführt werden, wenn das Gebäude baulich komplett luftdicht ist. Wird ein zu früher Zeitpunkt gewählt, ist die Messung in der Regel nicht aussagekräftig. Bei einem zu späten Zeitpunkt ergeben die Messungen zwar ein zuverlässiges Ergebnis, doch ist die luftdichte Schicht nicht mehr zugänglich. Nachträgliche Ausbesserungsarbeiten können dann nur mit einem hohen Arbeits- und Kostenaufwand durchgeführt werden.

Die deutsche Norm DIN 4108-7, die für die Luftdichtheit Anforderungsgrenzen empfiehlt, gibt vor, dass die Grenzwerte sich auf ein nach Verfahren A ermitteltes Messergebnis beziehen. In der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist nur festgelegt, dass nach DIN EN 13829 zu messen ist. Fachleute empfehlen im Zuge eines EnEV-Nachweises die Variante B. Diese Entscheidung ist vertraglich zu vereinbaren.

## Blower-Door-Regeln

Bevor die Differenzdruckmessungen durchgeführt werden können, müssen einige Vorkehrungen getroffen werden:

- Die Prüfung im Nutzungszustand setzt voraus, dass Heizungs- und Klimaanlage installiert sind. Weitere Maßnahmen sind nicht erforderlich.
- Bei der Prüfung der Gebäudehülle werden alle vorhandenen Öffnungen wie Lüftungsanlagen geschlossen bzw. abgedichtet.
- Darüber hinaus sind bei Neubauten auch alle erst im weiteren Bauablauf zu schließenden Öffnungen wie Abwasserleitungen provisorisch abzudichten.
- Innentüren werden geöffnet, so dass innen ein gleichmäßiger Druck entsteht.
- Mechanische Lüftungsanlagen und Wärmeerzeuger sind abzuschalten.
- Der Einfluss der Witterung ist ebenfalls zu beachten. Eine zu hohe Temperaturdifferenz zwischen innen und außen kann in Kombination mit der Gebäudehöhe eine zu hohe natürliche Druckdifferenz zur Folge haben, die die bei der Messung erzeugten Druckdifferenzen überlagert und zu Messfehlern führt.
- Auch die Windgeschwindigkeit hat Einfluss auf das Ergebnis der Messungen. Hierfür wird in der DIN ein Grenzwert von 6 m/s Windgeschwindigkeit oder Windstärke 3 angegeben.

## Kompetenz

Sowohl die Thermografie als auch die Blower-Door-Messung sind nur dann erfolgreich, wenn sie von kompetenten Experten geplant und durchgeführt werden. Sie ersetzen aber keinesfalls eine fachgerechte Planung oder Ursachensuche. Vor der Beauftragung sollte detailliert vertraglich vereinbart werden, was durchgeführt wird.

© Bauherren-Schutzbund e.V., Berlin, 2013