

Hinweise zur BlowerDoor - Messung:

Messung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden

- **zur Qualitätssicherung mit Nachbesserungsmöglichkeit**
- **zur Erstellung eines Prüfberichts**
- **bzw. eines ausführlichen Gutachtens**

Voraussetzungen und Vorbereitungen zur Gewährleistung eines reibungslosen Messablaufs

Durchführung der Prüfung

Bei der Durchführung der Messung wird vom Messteam ein elektrisch betriebenes Gebläse in den Rahmen einer geöffneten Außentür eingespannt. Mit dem Gebläse wird Unterdruck bzw. Überdruck im Gebäude erzeugt. Es wird die Luftmenge bestimmt, die bei verschiedenen Druckdifferenzen zwischen innen und außen durch die Leckagen der Gebäudehülle strömt.

Gebäuedruck

Die bei der Messung angelegten Prüfdrücke von 10 bis 60 Pascal entsprechen dem Staudruck auf der Luv-Seite des Hauses bei Windgeschwindigkeiten zwischen 4 und 10 m/s (bzw. 15 bis 35 km/h), also durchaus „normal“ starkem Wind.

50 Pascal entsprechen 5 mm Wassersäule; auf 1 m² Gebäudehüllfläche lasten 5 kg Gewicht.

Ergebnis

Bei Erstellen eines Prüfberichts wird zuerst der

Leckage-Volumenstrom [m³/h] bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal

dargestellt. Das entspricht dem Luftstrom, der durch die Leckagen der Gebäudehülle pro Stunde strömt.

Die Messergebnisse werden weiterhin entsprechend der europäischen Messnorm DIN EN 13829 dargestellt als

Luftwechselrate [1/h] bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal (n_{50}).

Dies entspricht dem stündlichen Luftwechsel für das gesamte beheizte Raumvolumen bei Prüfdruck.

Diese abgeleiteten Größen dienen der Einstufung der Dichtheit des untersuchten Objektes (auch im Vergleich zu den Anforderungen verschiedener Normen, z. B. DIN 4108-7 und EnEV bzw. den Richtlinien von Förderprogrammen).

Dokumentation der Leckagen

Darüber hinaus wird während der Untersuchung das Gebäude bei einem Unterdruck von 50 Pascal abgegangen. Hierbei wird mit einem Luftgeschwindigkeitsmessgerät (Thermoanemometer mit einer Auflösung von 0,01 m/s) die Stärke der Luftströmung im Bereich der einzelnen Leckagen ermittelt, ihre Bedeutung beurteilt und Sanierungsmöglichkeiten vorgeschlagen.

Für die Erstellung eines ausführlichen Gutachtens werden Art, Lage und Bedeutung der einzelnen Undichtheiten in einem Protokoll erfasst und fotografisch dokumentiert. Des Weiteren werden im Untersuchungsbericht nach Möglichkeit Vorschläge für die Abdichtung der Fehlstellen gemacht.

Als weitere Hilfsmittel können nach Bedarf Rauchröhrchen, Nebelerzeuger oder Infrarotthermografie eingesetzt werden.

Bauliche Voraussetzungen (Neubau, Ausbau)

Um zu einer aussagekräftigen Messung zu kommen, sollten Baufortschritt und Messtermin folgendermaßen abgestimmt werden:

Das Gebäude sollte sich in einem Zustand befinden, der weitgehend dem späteren bewohnten Zustand entspricht. Alle Bauteile und -komponenten, die auf die Dichtheit einen wesentlichen Einfluss haben, sollten angebracht sein.

Das heißt im Einzelnen:

- Die massiven Außenwände sollten innenseitig vollflächig verputzt sein.
- Die Luftdichtungsschicht im Leichtbaubereich (z. B. PE-Folie) sollte vollständig angebracht sein.
- Luftdichtende Anschlüsse zwischen verschiedenen Bauteilen (insbesondere an Fenstern und an Übergängen zwischen Holzleichtbau- und Massivbaubereichen) sollten hergestellt sein.
- Alle Durchführungen durch die Gebäudehülle für Elektro-, Sanitär-, Heizungs- und Lüftungsinstallationen sollten ausgeführt sein.

Nachbesserung

Andererseits kann eine vorgezogene Dichtheitsprüfung, die den Vorteil hat, dass Nachbesserungsarbeiten noch ohne aufwändige Rückbauarbeiten durchführbar sind, durchaus unabhängig von folgenden Baumaßnahmen durchgeführt werden:

- Anbringen von Außenputz, WDVS, Vormauerschale u. ä.
- Einbringen der Fußbodendämmung, des Estrichs und des Bodenbelags
- Einbau der Sanitärobjekte und der haustechnischen Anlagen, wenn die zugehörigen Durchbrüche durch die Gebäudehülle bereits ausgeführt sind (s. o.)
- Montage von Steckdosen, Schaltern etc.

Außerdem sollten alle Stellen, die erfahrungsgemäß die gravierendsten Quellen für Leckagen sind, noch zugänglich sein, damit nach Durchführung des Tests noch Nachbesserungen möglich sind. Das heißt vor allem, dass die raumseitige Verkleidung im Holzleichtbaubereich (und ggf. die innere zweite Dämmschicht) noch nicht eingebaut sein sollte. Wichtig für die Unterdruckmessung bei 50 Pa ist allerdings, dass die Dampfbremse mittels Lattung vor dem Abreißen gesichert ist.

Größere Gebäude

Messung an Mehrfamilienhäusern oder Gebäuden mit Brandabschnitten

Für die Beurteilung der Dichtheit des Gebäudes wird nach Möglichkeit das Gesamtgebäude als Luftverbund gemessen (Öffnen aller Wohnungs-/Trenntüren). Wenn das Gebäude zu groß oder zu undicht für die Gebläseleistung ist, bietet sich der Einsatz weiterer Messgebläse an. Jedoch müssen einzelne Wohnungen/Brandabschnitte auch gegeneinander luftdicht sein (Schall- und Rauchschutz, Hygiene, Funktion der Lüftungsanlagen). Dazu bietet sich die Messung einzelner Wohneinheiten oder Rauchschutzabschnitte an.

Vorbereitung am Gebäude

Für die Montage der Minneapolis BlowerDoor muss eine Außentürzarge mit einem lichten Maß von max. 114 x 240 cm benutzbar sein. Damit auch die Schließfugen der Eingangstür (Haus-, Wohnungstür) begutachtet werden können, ist als Einbauort eine Terrassentür sinnvoll.

Raumluftabhängige Wärmeerzeuger innerhalb des gemessenen Gebäudeteils müssen stillgelegt, Asche aus Feststoffbrennstellen entfernt werden.

Die Innentüren werden geöffnet, so dass ein Luftverbund vorhanden ist.

Alle Bauteile der Gebäudehülle (Wand, Dach, Boden, Fenster) sollten von innen gut zugänglich sein. Bei Bedarf ist eine Leiter oder ein Gerüst bereitzustellen.

Öffnungen, die immer verklebt werden:

- Abflüsse, die noch nicht durch Wasser im Syphon abgedichtet sind
- die Ansaug- und Ausblasöffnungen der Lüftungsanlage(n)

Öffnungen, die immer geschlossen werden:

- die Zuluftventile in Außenwänden
- alle verschließbaren Öffnungen (Türen, Fenster, Kaminzug) in der Gebäudehülle

Abdichtungen in Abhängigkeit der Art der Messung

Öffnungen und Klappen von Kaminen, Öfen, Briefkästen usw. sind je nach Fragestellung der Messuntersuchung abzudichten oder nicht. Hier sieht der europäische Normenentwurf zwei Arten von Messungen vor:

Typ A: Das Gebäude wird im Nutzungszustand gemessen, um die energetische Qualität zu ermitteln.

Typ B: Die Qualität der Gebäudehülle soll untersucht werden.

Welche Art der Messung auf das zu messende Gebäude zutrifft und die sich daraus ergebenden Abdichtungen, sollten mit dem Messteam abgesprochen werden.

Temporäre Abdichtungen

Bei allen Öffnungen, die den aktuellen vom fertigen Bauzustand unterscheiden, sind sinngemäß Abklebungen vorzunehmen (i. d. R. mit Baufolie und breitem Krepp- oder anderem wieder ablösbarem Malerband). Türen und Luken werden mit Platten oder Folien verschlossen. Diese Abdichtungen werden im Protokoll vermerkt.

Erforderliche Unterlagen für die Messung

- Bestimmung des n_{50} : Berechnung des belüfteten Innenraumvolumens entsprechend dem endgültigen Bauzustand (inkl. Treppenhaus, ohne Volumen der Innenwände und Decke, Fensternischen und Türdurchbrüche übermessen), berechnet aus Wohnfläche Nettogrundfläche mal mittlerer Raumhöhe
- (Optionale) Bestimmung des w_{50} : Berechnung der Nettogrundfläche des oben genannten Innenvolumens
- (Optionale) Bestimmung des q_{50} : Berechnung der Gebäudehüllfläche, die das obige Innenvolumen umschließt, soweit sie an Außenluft oder an unbeheizte Räume grenzt (Innenmaße, Innenwand- und Deckenanschlüsse übermessen)

Für die Erstellung eines Prüfberichts sollten folgende Unterlagen mit der Auftragserteilung zugesandt werden:

- ein Satz Hauspläne (Grundrisse, Ansichten, Schnitte), M 1 : 100
- Berechnung des A/V-Verhältnisses nach EnergieEinsparverordnung (EnEV)
- Berechnung der Wohnfläche nach DIN 283
- Berechnung der Netto-Grundfläche nach DIN 277
- Berechnung des oben genannten Innenvolumens und optional der Gebäudehüllfläche

Das Zusenden einer Anfahrtbeschreibung bzw. eines Lageplans reduziert die Fahrtkosten, die optimale Vorbereitung den Zeitaufwand bei der Messung und damit die Gesamtkosten.

Sonstige Randbedingungen

Um eine ordnungsgemäße Messung zu gewährleisten, sollte während ihrer zirka 2-stündigen Dauer (Einfamilienhaus) der Baubetrieb ruhen. Wenn ein ausführliches Gutachten erstellt wird, bzw. bei größeren Gebäuden, ist von einer längeren Dauer der BlowerDoor-Messung auszugehen.

Wenn die BlowerDoor-Messung zur Qualitätssicherung in einem frühzeitigen Baufortschritt durchgeführt wird, ist es durchaus sinnvoll, wenn nicht nur die Bauleitung, sondern auch die beteiligten Gewerke zugegen sind und dass gemeinsam über Nachbesserungsmaßnahmen beraten wird.

Im Interesse einer ausreichenden Messgenauigkeit kann der Test nicht an Tagen mit windigem Wetter durchgeführt werden.

Auswertung

Wenn die obigen Voraussetzungen erfüllt sind und die genannten Vorbereitungen bis zum Messtermin korrekt ausgeführt wurden, ist es möglich, noch während des Prüftermins einen exakten Wert der Luftwechselrate bei 50 Pa (n_{50}) zu ermitteln.

Im Prüfbericht werden die quantitativen Messergebnisse mit einer vergleichenden Bewertung im Rahmen der Normen dargestellt.

Ein ausführliches Gutachten enthält das Protokoll der Leckageverteilung mit Vorschlägen für Nachbesserungen.

Ihre Vorteile

Reduzierung des Heizenergieverbrauchs

Besonders im Winter findet durch die große Temperaturdifferenz zwischen Gebäudeinnerem und Umgebung ein Luftaustausch aufgrund des thermischen Auftriebs statt. Die erwärmte Innenluft strömt im oberen Teil des Gebäudes durch Undichtheiten der Gebäudehülle nach außen (Exfiltration), während im unteren Teil des Gebäudes kalte Luft durch die undichte Gebäudehülle nachströmt (Infiltration).

Für ein angenehmes Wohnklima muss die nachströmende kalte Luft aufgewärmt werden, so dass durch diesen ungewollten Luftaustausch mehr als nötig geheizt wird. Als Folge erhöhen sich die Heizkosten.

Sommerlicher Wärmeschutz

Nach dem Motto „Was gut gegen Kälte ist, ist auch gut gegen Hitze“ bleiben gut gedämmte Häuser an heißen Sommertagen innen um 3-5°C kühler als die Außentemperatur. Gelangt jedoch Außenluft oder Luft, die sich unter den Dachziegeln erhitzt hat, ins Haus, kann es im Sommer im Haus auch wärmer werden als draußen.

Vermeidung von Zegerscheinungen

Durch thermischen Auftrieb oder durch Windeinfluss kann es zu Unbehaglichkeit aufgrund nachströmender Kaltluft kommen, die sich durch Zegerscheinungen oder Kaltluftseen (kalte Luft im Fußbereich) bemerkbar macht. Eine luftdichte Gebäudehülle vermindert Zug.

Verbesserung der Luft- und Wohnqualität für Allergiker

Eine luftdichte Gebäudehülle um jede einzelne Wohnung verhindert, dass aus angrenzenden Wohnungen oder Kellerräumen „schlechte“ Luft in den Wohnbereich gelangt. Außerdem wird so vermieden, daß sich geruchs-, staub- oder schimmelpilzbelastete Luft ungehindert ausbreitet. Belastete Luft vermindert die Luftqualität. Für Allergiker ist es besonders wichtig, dass die Gebäudehülle luftdicht ist. Bei einer undichten Gebäudehülle treten Schadstoffe, die über Spezialfilter in den Zuluftelementen der Lüftungsanlage herausgefiltert werden sollen, in das Gebäude ein. Der unkontrollierte Luftaustausch senkt die Wirkung der Spezialfilter.

Verbesserter Schallschutz

Eine undichte Gebäudehülle führt zu einer höheren Schall-Lärmbelastung der Bewohner. Durch Fugen und Ritzen, die mit Luft durchströmt werden, kann sich der Schall ausbreiten. Lärmbelastung senkt die Wohnqualität.

Vemeidung von Bauschäden

In der kalten Jahreszeit dringt warme Luft durch die Undichtheiten in der Gebäudehülle nach außen und kühlt sich auf diesem Weg ab. Da warme Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann als kalte Luft, wird aufgrund der Abkühlung Kondensat in der Baukonstruktion ausfallen. Es entstehen Feuchtbereiche, die zu Schimmelpilzbildung führen und Bauschäden verursachen können.

Optimale Betriebsbedingungen für Lüftungsanlagen

Ein ordnungsgemäßer Betrieb einer Lüftungsanlage kann bei einer undichten Gebäude-hülle nicht gewährleistet werden. Es kann, je nach Leckagenverteilung, zu einem „Lüftungskurzschluß“ kommen, d.h. Leckagen in den Ablufträumen wirken als Zuluftöffnungen, so daß die geplanten Zuluft- und Überströmräume nicht mehr bzw. unzureichend belüftet werden.

Besonders problematisch ist dies bei Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Die Luft gelangt nicht über den Wärmetauscher ins Gebäude und kann somit nicht genutzt werden. Nur eine luftdichte Gebäudehülle gewährleistet den optimalen Betrieb der Lüftungsanlage.

Die EnEV honoriert dichtheitsgeprüfte Gebäude.

Durch den zertifizierten Nachweis einer luftdichten Bauweise kann bei der Berechnung des Energiebedarfs gemäß EnEV, ein um 15 % reduzierbarer Lüftungswärmeverlust angesetzt werden. Das sind 10 % vom Gesamt- Energiebedarf.

Zusammenfassung:

Mit Hilfe des „blower door“-Verfahrens kann man einfach und effektiv die Bauqualität des Baukörpers überprüfen, um folgenden Mängeln vorzubeugen:

- Tauwasserbildung durch Konvektion innerhalb der Konstruktion
- Zugserscheinungen der Bewohner durch gerichtete Luftströmungen
- mangelnde Schalldichtheit
- Schimmelpilzbildung an Schwachstellen
- ständige Energieverluste
- Geruchsbelästigung aus anderen Wohnungen
- einströmen von Luft aus dem Erdreich, die mit radioaktivem Radon oder Schimmelsporen belastet sein kann
- Wärmedämmverluste durch feuchtegeschädigte Dämmung