

Ringversuche zu Luftdurchlässigkeitsmessungen vom Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V.

S. Rolfmeier, K. Vogel, T. Bolender

*Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V.,
Wissenschafts- und Technologiepark, Berlin Adlershof, Kekuléstraße 2-4, 12489 Berlin, Deutschland,
Tel: +49 (0) 30 / 6392 - 5394, Fax: +49 (0) 30 / 6392 - 5396, E-Mail: info@flib.de, www.flib.de*

KURZFASSUNG

Der Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB) e. V. bietet Dienstleistern von Luftdurchlässigkeitsmessungen die Möglichkeit, ihre Messleistung und die ihres Messgerätes zu überprüfen. Im Rahmen von Ringversuchen können die Teilnehmer unabhängig voneinander Luftdurchlässigkeitsmessungen in einem vom Fachverband organisierten Gebäude durchführen. Die Messung nach DIN EN 13829 umfasst die eigenständige Ermittlung der Bezugsgrößen, die Gebäudepräparation, die Leckageortung sowie die Messwerterfassung und Erstellung eines Prüfberichts zum Nachweis der Anforderungen an die Luftdichtheit gemäß Energieeinsparverordnung. Der FLiB e. V. sammelt die Messergebnisse aus den Ringversuchen und stellt aus den anonymisierten Daten Auswertungen und Statistiken für Veröffentlichungen zusammen. Unter anderem sollen Erkenntnisse über die Wiederholbarkeit von Luftdurchlässigkeitsmessungen und deren Fehlerquellen gewonnen werden, um die Qualität der Messungen sicherzustellen.

Näher betrachtet werden

- die Bezugsgrößenberechnung (Innenvolumen, Nettogrundfläche),
- die Gebäudepräparation,
- die Ortung und Dokumentation großer Leckagen
- sowie die Ermittlung der Messergebnisse (Leckagestrom bei 50 Pascal V_{50} , Luftwechselrate n_{50}).
- Die Leckageströme bei 50 Pascal Gebäudedruckdifferenz werden von jedem Teilnehmer bei gleicher Gebäudepräparation aufgenommen, sodass ein Vergleich der Messgeräte ermöglicht wird.

Dieser Beitrag behandelt die Randbedingungen des Ringversuches, die ersten Messergebnisse und die sich daraus ergebenden Konsequenzen.

SCHLÜSSELWÖRTER

Luftdurchlässigkeitsmessungen, Luftdichtheitsmessungen, Blower-Door-Messungen, Erfahrungen, Ringversuche, FLiB e. V.

EINLEITUNG

Seit mehr als 10 Jahren werden in Deutschland Luftdurchlässigkeitsmessungen in Gebäuden durchgeführt. Doch wie steht es um die Qualität der Messungen und Messsysteme? Der Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB) e. V. hat es sich zur Aufgabe gemacht, dieser Frage auf den Grund zu gehen. Der FLiB bietet so

genannte Ringversuche an, bei denen verschiedene Messdienstleister ein Gebäude prüfen können. Neben den Messergebnissen der einzelnen Teilnehmer werden auch die Messergebnisse der Messsysteme verglichen. Ziel dieser Maßnahme ist es, die Qualität der Luftdurchlässigkeitsmessungen zu sichern. Aus diesem Grund müssen die Fehlerquellen benannt werden, um konkrete Verbesserungsvorschläge zu erarbeiten.

DURCHFÜHRUNG DER RINGVERSUCHE

Ablauf eines Ringversuches

Der Ringversuch findet in einem vom FLiB e. V. organisierten Gebäude (z. B. bewohntes Einfamilienhaus, Musterhaus, o. Ä.) statt. Im Laufe eines Tages können 3 bis 5 Teilnehmer das Gebäude zur Messung vorbereiten und mit dem eigenen Messgerät messen. Je nach Gebäude dauert eine Messung zwischen 1,5 und 2 Stunden. Jeder Teilnehmer führt die Gebäudepräparation, die Messwerterfassung und die Erstellung des Prüfberichtes allein durch.

Leitung des Ringversuchs

Ein vom FLiB e. V. bestellter Prüfungsbeauftragter leitet durch den Tag und dokumentiert die Messungen. Er bereitet das Gebäude mit 3 bis 5 speziellen Präparationen (z. B. Kippstellung eines Fensters, Öffnen von Türen zu unbeheizten Bereichen) vor, damit jeder Teilnehmer den gleichen Ausgangszustand des Gebäudes zur Messung vorfindet.

Grundlage der Luftdurchlässigkeitsmessung

Die Messung zum Nachweis der Dichtheitsanforderungen gemäß der deutschen Energieeinsparverordnung findet nach dem Messverfahren der DIN EN 13829 und den Vorgaben des DIBt: Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung in der jeweils aktuellen Fassung statt.

Anmerkung: Die ersten drei Ringversuche, die diesem Beitrag zugrunde liegen, sind noch nach dem Verfahren A der DIN EN 13829 gemessen worden.

Bezugsgrößenermittlung vor dem Messtermin

Vor dem Messtermin versendet der FLiB e. V. Pläne des Prüfobjekts an die Teilnehmer, auf deren Grundlage die Bezugsgrößen für die Messung ermittelt werden. Fehlen einzelne Angaben, so können diese vor Ort nachgemessen und die Bezugsgrößenberechnung korrigiert werden.

Messablauf

Jeder Teilnehmer führt die Luftdurchlässigkeitsmessung nach Norm allein und selbstständig im Beisein der Leitung des Ringversuchs durch. Die anderen Teilnehmer dürfen sich zu dieser Zeit nicht im Gebäude aufhalten.

Die Messung umfasst

- den Aufbau des Messgerätes,
- die Präparation des Gebäudes zur Messung,
- die Leckageortung bei 50 Pascal Gebäudedruckdifferenz und Dokumentation der großen Leckagen,
- die Messwerterfassung einer Unter- und Überdruckmessung nach DIN EN 13829
- und die Ermittlung der notwendigen Kenngrößen.

Damit die Messergebnisse der einzelnen Messsysteme verglichen werden können, führen alle Teilnehmer die Messreihen für Unter- und Überdruck bei gleicher Gebäudepräparation durch. Weiterhin wird darauf geachtet, dass möglichst alle Messgeräte in die gleiche Öffnung (Tür oder Fenster) eingebaut werden.

Abweichungen vom Messablauf

Bei einer abweichenden Gebäudepräparation führt der Teilnehmer eine Zusatzmessung in Form einer Einpunktmessung durch.

Abgabe des Prüfberichtes nach DIN EN 13829

Der normgerechte Prüfbericht wird innerhalb von 14 Tagen beim FLiB e. V. zur Auswertung eingereicht.

DOKUMENTATION DES RINGVERSUCHES

Folgende Inhalte werden von der Ringversuchsleitung protokolliert:

- das verwendete Messsystem,
- die Bezugsgrößen
(berechnetes Innenvolumen, Nettogrundfläche und ist eine nachvollziehbare Berechnung vorhanden),
- der Einbauort des Messsystems und die Qualität des Einbaus
(Ist der Rahmen leckagefrei eingesetzt worden?),
- die Gebäudepräparation
(Wurde ein Gebäuderundgang durchgeführt und sind die Gebäudepräparationen EnEV- bzw. normkonform?),
- die Leckageortung
(Wurde eine Ortung und Dokumentation der großen Leckagen bei 50 Pascal Druckdifferenz durchgeführt?),
- die Messwerterfassung
(Abweichungen von der DIN EN 13829 werden dokumentiert. Bei windigem Wetter wird dem Teilnehmer ein Hinweis auf die kleinste Druckdifferenz in Abhängigkeit von der natürlichen Druckdifferenz gegeben.),
- die Messergebnisse V_{50} und n_{50} .

Abweichungen bei der Gebäudepräparation

Stellt die Leitung fest, dass die Gebäudepräparation nicht den Anforderungen entspricht, so wird vor der eigentlichen Messung eine Einpunktmessung durchgeführt.

Sie dient der Abschätzung des Leckagestroms bei 50 Pascal Gebäudedruckdifferenz bei der abweichenden Gebäudepräparation.

Folgende Inhalte werden zusätzlich protokolliert:

- die Abweichungen der Gebäudepräparation,
- der orientierend festgestellte Leckagestrom bei 50 Pascal
- und die Berücksichtigung der natürlichen Druckdifferenz bei der Abschätzung des Leckagestroms.

Anschließend wird der Teilnehmer auf die fehlenden Vorbereitungen hingewiesen und holt diese nach. Die im Anschluss daran erfolgende Messung nach DIN EN 13829 ist Grundlage des Prüfberichtes.

MESSERGEBNISSE DER MESSTEAMS

Vier Ringversuche mit verwertbaren Messungen von 17 Teilnehmern wurden durchgeführt. Die Datenmenge ist für eine aussagekräftige Analyse noch zu gering, doch es können Tendenzen erkannt werden.

Folgende Auswertungen wurden durchgeführt:

- Abweichungen bei der Berechnung des Innenvolumens,
- Abweichungen beim Leckagestrom V_{50} für Unter- und Überdruck,
- Abweichungen bei der Luftwechselrate n_{50} (Mittelwert),
- Abweichungen der Messsysteme bei gleicher Gebäudepräparation.

Abweichungen bei der Berechnung des Innenvolumens

Jeder Teilnehmer konnte auf Grundlage von Plänen das Innenvolumen des Prüfobjektes im Vorfeld der Messung bestimmen und gegebenenfalls korrigieren, falls vor Ort andere Maße festgestellt wurden. Die Abweichungen der Berechnungen des Innenvolumens aus den Prüfberichten sind in Diagramm 1 zu sehen.

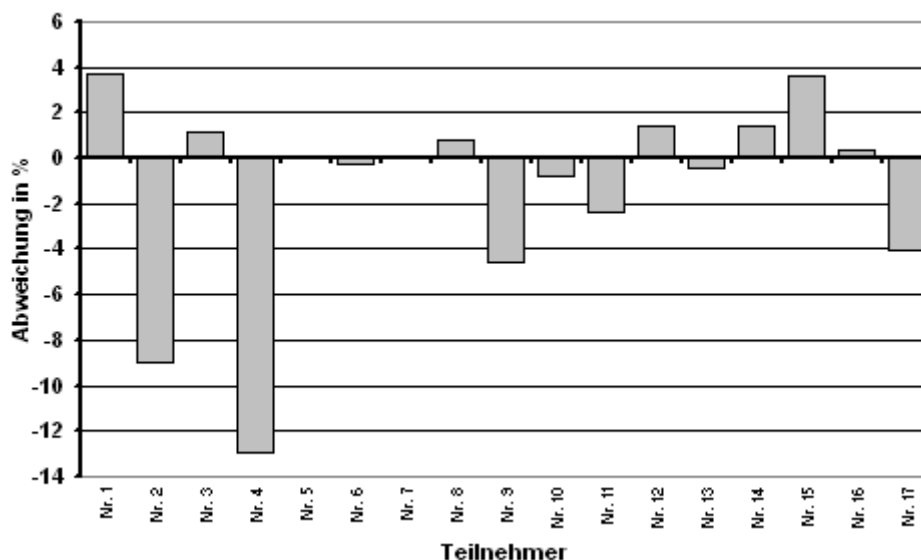


Diagramm 1: Abweichungen bei der Berechnung des Innenvolumens

Erläuterungen zum Diagramm

Verglichen mit dem korrekten Innenvolumen der Gebäude ergeben sich Abweichungen von ca. + 4 % bis -13 %.

Knapp zwei Drittel der Berechnungen (ca. 65%) liegen unter einer Abweichung von 3%. Die größeren Abweichungen bis zu 13% lassen sich nicht nachvollziehen, da die Bezugsgrößenermittlungen nicht oder nicht nachvollziehbar dokumentiert wurden.

Schlussfolgerung

Zu einem normgerechten Prüfbericht gehört eine nachvollziehbare Berechnung der Bezugsgrößen, um die Ursachen für Abweichungen ergründen und gegebenenfalls beheben zu können. Einige der Prüfberichte sind von vorneherein nicht EnEV- bzw. normkonform, da dieser Teil fehlt.

Abweichungen der Leckageströme V_{50} bei individueller Gebäudepräparation

Jeder Teilnehmer hat die Aufgabe, das Prüfobjekt EnEV- bzw. normkonform zu präparieren und anschließend eine Unter- und Überdruckmessreihe mit Ermittlung des Leckagestromes V_{50} durchzuführen. Die Abweichungen der Ergebnisse sind in Diagramm 2 zu sehen.

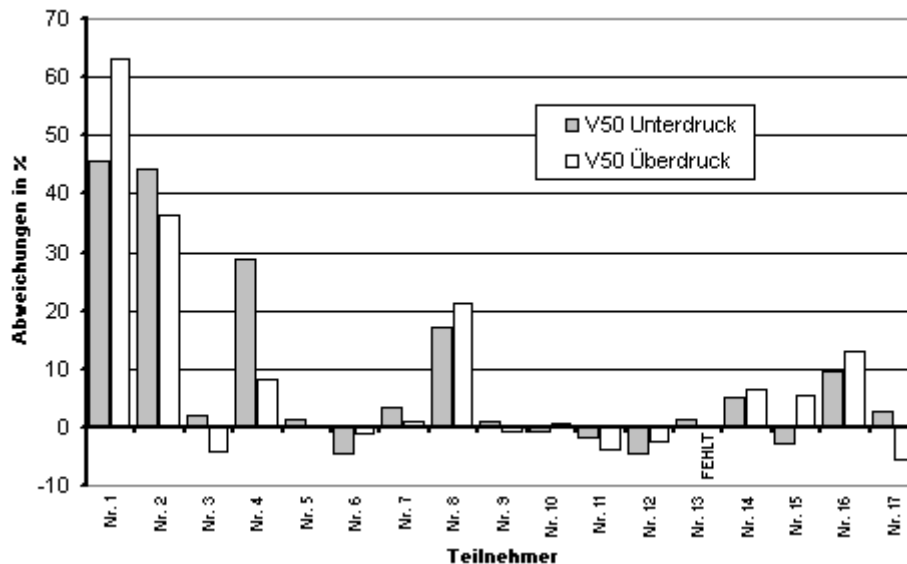


Diagramm 2: V_{50} Unterdruck- und Überdruckmessung

Erläuterungen zum Diagramm

Verglichen mit den Mittelwerten der Leckageströme V_{50} , die bei korrekter Gebäudepräparation aufgenommen wurden, ergeben sich folgende Abweichungen:

- Die Leckageströme V_{50} der Unterdruckmessung liegen zwischen ca. -4,6% und 45,5 %.

- Die Leckageströme V_{50} der Überdruckmessung liegen zwischen ca. -4,1% und 63,5 %.

Etwa 70% der Messergebnisse aus Unter- und Überdruckmessung liegen mit 7% Abweichung in einer akzeptablen Größenordnung.

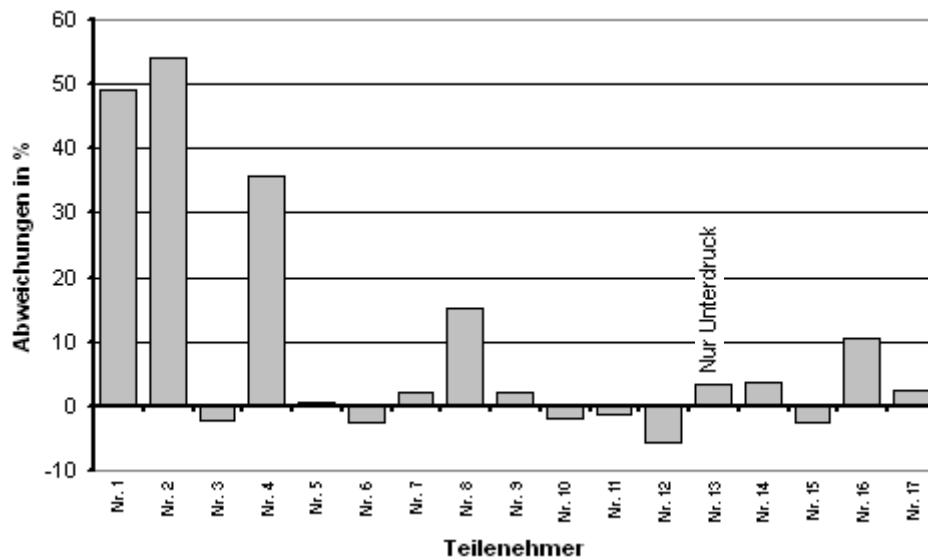
Die Abweichungen bis zu knapp 64% sind zum großen Teil auf eine nicht EnEV- bzw. normkonforme Gebäudepräparation (z. B. unvollständige oder keine Abdichtung bei Abwasserrohren, die im Nutzungszustand mit Wasser gefüllt wären, Spaltlüftung von Dachflächenfenstern nicht verschlossen) durch die Teilnehmer zurückzuführen. Eine weitere Fehlerquelle ist die Festlegung des Messumfangs bzw. der Systemgrenze (z. B. wird der Keller in die Messung mit einbezogen oder nicht).

Schlussfolgerung

Es besteht ein erheblicher Aufklärungsbedarf darüber, welche Gebäudeteile in die Messung einzubeziehen sind und welche Gebäudepräparation notwendig ist.

Abweichungen der Luftwechselraten n_{50} bei individueller Gebäudepräparation

Aus den ermittelten Leckageströmen V_{50} und den Innenvolumina werden die Mittelwerte der Luftwechselraten n_{50} aus den Unter- und Überdruckmessungen bestimmt.



Die Abweichungen der Ergebnisse sind im Diagramm 3 zu sehen.

Diagramm 3: Abweichung der Luftwechselraten n_{50}

Erläuterungen zum Diagramm

Verglichen mit den Mittelwerten der Luftwechselraten n_{50} , die bei korrekter Gebäudepräparation aufgenommen wurden, ergeben sich Abweichungen bei den Luftwechselraten von ca. - 5,6% bis +54%.

70% der Teilnehmer haben eine akzeptable Luftwechselrate kleiner 7% Abweichung.

Die maximale Abweichung beträgt 54% und ist durch eine unzureichende Gebäudepräparation und einer fehlerhaften Innenvolumenberechnung bedingt.

MESSERGEBNISSE DER MESSSYSTEME

Um die Abweichungen der einzelnen Messsysteme miteinander vergleichen zu können, wurden Messungen bei exakt der gleichen Gebäudepräparation vorgenommen. Aus zeitlichen Gründen konnten nicht alle Teilnehmer diese Messung durchführen. Daher kann hier nur gut die Hälfte der Messsysteme in die Auswertung mit einbezogen werden.

Der Auswertung liegen 4 unterschiedliche Messsysteme von 3 verschiedenen Herstellern zugrunde.

Abweichungen der Leckageströme V_{50} bei gleicher Gebäudepräparation

Im folgenden Diagramm 4 sind die Abweichungen der Leckageströme V_{50} bei Unter- und Überdruck zu sehen. Die Messungen wurden jeweils bei gleicher Gebäudepräparation durchgeführt.

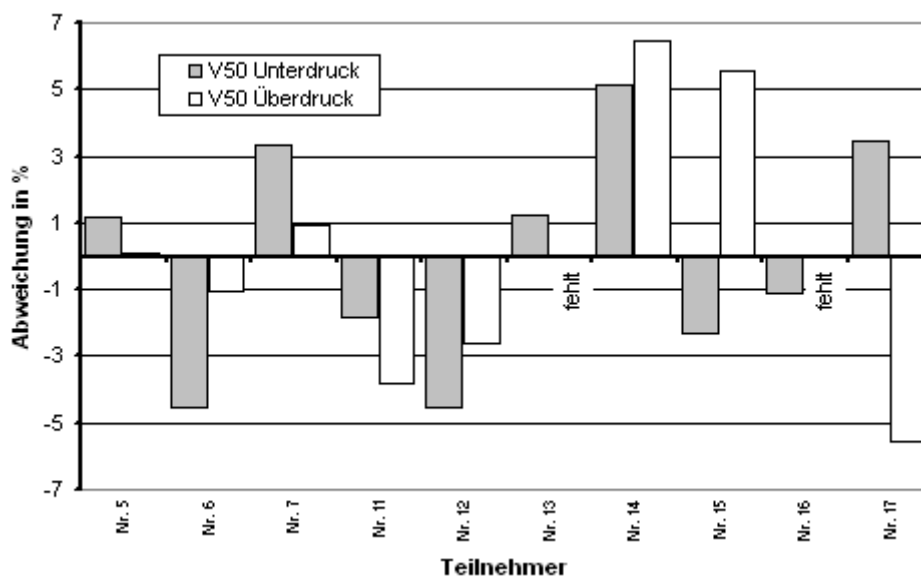


Diagramm 4: Abweichungen der Leckageströme V_{50} unterschiedlicher Messsysteme bei gleicher Gebäudepräparation

Erläuterungen zum Diagramm

Verglichen mit den Mittelwerten der Leckageströme aus Unter- und Überdruckmessung, liegen die Abweichungen bei allen Messsystemen unterhalb von 7%.

Schlussfolgerung

Die Unterschiede der Leckageströme der Messgeräte sind relativ gering. Sie liegen im Bereich der Genauigkeit für die Volumenstrommesseinrichtung gemäß DIN EN 13829 (+/-7%).

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Nach den ersten Ringversuchen des Fachverbandes Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB) e. V. zu der Genauigkeit von Luftdurchlässigkeitsmessungen verschiedener Messdienstleister und unterschiedlicher Messsysteme können erste Tendenzen festgestellt werden.

Die Messergebnisse der Leckageströme V_{50} aus Unter- und Überdruck sowie der Luftwechselrate n_{50} liegen bei ca. 70 % der Teilnehmer mit einer Abweichung von bis zu 7% in einem akzeptablen Bereich. Erhebliche Defizite können bei der Berechnung der Bezugsgrößen (Abweichungen bis über 10%), bei der Gebäudepräparation und bei der Festlegung des Messumfanges bzw. der Systemgrenze (Trennung vom beheizten zum unbeheizten Volumen) festgestellt werden. Das führt zu nicht tolerierbaren Messergebnissen mit bis zu 64% Abweichung.

Hier besteht ein erhöhter Aufklärungs- und Informationsbedarf, damit Messdienstleister an Sicherheit gewinnen und somit die Qualität von Luftdurchlässigkeitsmessungen gesteigert wird.

Die Unterschiede der Messergebnisse der verschiedenen Messsysteme liegen bei gleicher Gebäudepräparation und EnEV- bzw. normkonformer Messung überwiegend unterhalb von 7% und damit in einem akzeptablen Bereich.

Weitere Ringversuche sollen durchgeführt werden, um die Datengrundlage und Aussagekraft zu erhöhen.