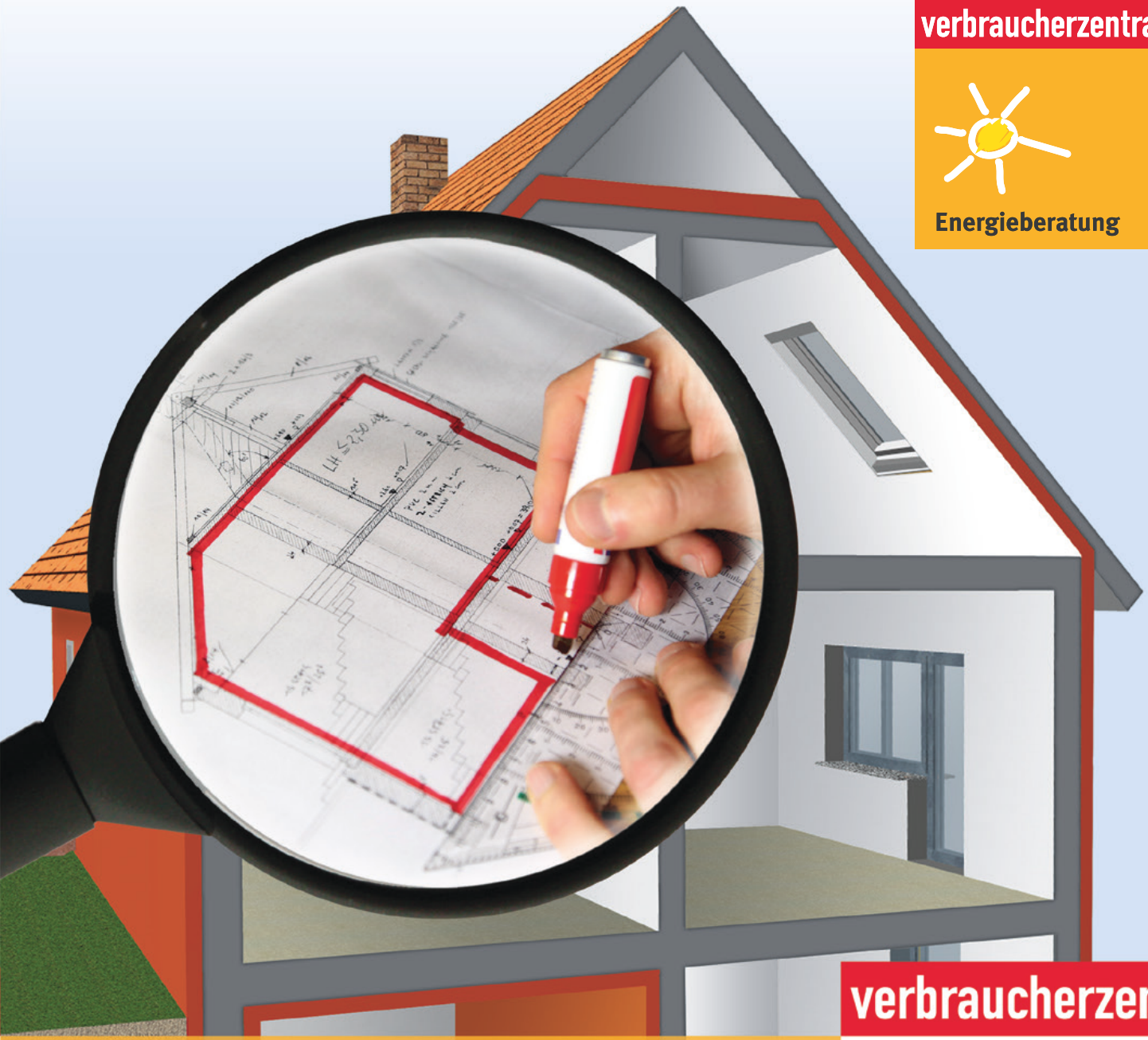


verbraucherzentrale



Energieberatung



verbraucherzentrale

Rheinland-Pfalz

GEBÄUDE – RICHTIG DICHT!

Fehler vermeiden – Empfehlungen für eine
Luftdichtheit mit Qualität

5

LUFTDICHT – WARUM EIGENTLICH?

Eine luftdichte Gebäudehülle ist heute Stand der Technik und bei Neubauten schon sehr lange gesetzlich vorgeschrieben. Aber auch bei größeren Modernisierungsmaßnahmen an älteren Gebäuden, wie beim Austausch der Fenster oder einer Dämmung der Dachflächen, sollte eine luftdichte Ausführung selbstverständlich sein. In der Baupraxis zeigt sich aber, dass es häufig am Wissen um die Notwendigkeit luftdichter Anschlüsse und vor allem an einer fachgerechten Ausführung mangelt.

Wann ist ein Haus luftdicht und wann nicht?

In der Regel besteht ein Luftdruckunterschied zwischen dem Inneren eines Hauses und der Außenwelt aufgrund von Unterschieden bei der Luftbewegung und den Temperaturen. Wenn der dadurch verursachte Luftaustausch über die Gebäudehülle – bei geschlossenen Fenstern und Türen – unter einer bestimmten Grenze liegt, spricht man von einem dichten Gebäude. Das bedeutet nicht, dass diese Häuser hermetisch dicht sind – zumal sich Fenster und Türen immer öffnen lassen.

❖ GUTE GRÜNDE FÜR DIE LUFTDICHTHEIT

Wärme- und Feuchteschutz

Eine luftdichte Gebäudehülle schützt die Gebäudesubstanz vor Schäden und sorgt gleichzeitig dafür, dass Wärme nicht unkontrolliert verloren geht.

Wenn Luft durch Lücken in der Gebäudehülle von innen nach außen oder umgekehrt strömen kann, spricht man von Konvektion. In undichten Gebäuden spürt man das deutlich an einem unbehaglich kalten Luftzug im Winter. Dabei geht nicht nur viel Wärme verloren, es besteht auch die Gefahr von Feuchteschäden. Denn die mit der Luft aus dem Innenraum transportierte Feuchtigkeit kann sich im Inneren der Bauteile niederschlagen und dort Schäden und Schimmelbildung verursachen.

Schall- und Brandschutz

Durch Fugen und Löcher, die von Luft durchströmt werden, kann sich auch der Schall ausbreiten. Eine undichte Anschlussfuge der Fenster an die Außenwand kann bei-

spielsweise die Wirkung von teuren Schallschutzfenstern wieder zunichtemachen. Eine luftdichte Ausführung der Gebäudehülle verbessert daher immer auch den Schallschutz. Das Gleiche gilt für Wohnungstrennwände in Mehrfamilienhäusern. Eine dichte Ausführung ist hier wichtig, damit der geforderte Schallschutz der Wohnungen untereinander gewährleistet werden kann. Gleichzeitig wird so auch eine Geruchsübertragung aus Nachbarwohnungen verhindert.

Auch bezüglich des Brandschutzes spielt die dichte Ausführung von Trennwänden eine wichtige Rolle. Denn im Falle eines Brandes führen Undichtigkeiten schnell zu einer Weiterleitung von Hitze und Rauchgasen in benachbarte Wohnungen oder Fluchtwege, wie Flure und Treppenhäuser.

Behaglichkeit und Komfort

Das Behaglichkeitsempfinden ist zwar recht unterschiedlich, aber viele Menschen reagieren besonders empfindlich auf Zegerscheinungen oder größere Temperaturunterschiede. Bei etwa 20°C Raumtemperatur wird im Sitzen bereits ein leichter Luftzug (Strömungsgeschwindigkeit über 15cm/sec) als unangenehm empfunden. Sitzt man vor einer kalten Wand oder strömt durch undichte Stellen kalte Luft ein, fühlt man sich schnell unbehaglich.

Die Abdichtung von undichten Stellen, am besten in Kombination mit einer Dämmung der Außenwand oder einer Fenstererneuerung, führt also zu mehr Behaglichkeit und Komfort.



Im Dachgeschoss trägt eine gute Luftdichtheit auch zum Hitzeschutz im Sommer bei. Denn die Luft unter den Dachziegeln kann sich im Sommer schnell auf bis zu 80°C aufheizen und sollte dann keinesfalls in die Wohnräume gelangen.

Gesundes Wohnen

Eine luftdichte Gebäudehülle kann auch vor Schadstoffen, Gerüchen oder Pollen schützen, die sonst mit der Außenluft unkontrolliert in das Gebäude eindringen könnten. Eine innenliegende Luftdichtheitsschicht verhindert auch, dass Schadstoffe in den Innenraum gelangen, die eventuell in den äußeren Bauteilschichten vorhanden sind.



Schutz vor Radon

In manchen Gegenden in Rheinland-Pfalz kommt im Boden das Edelgas Radon in einer erhöhten Konzentration vor, was bei längerer Einwirkung Lungenkrebs verursachen kann. Gemäß Strahlenschutzgesetz besteht in diesen Gebieten für Bauherren von Neubauten daher die Pflicht, durch bauliche Maßnahmen das Eindringen von Radon in das Gebäude weitgehend zu verhindern. Das wird durch eine luftdichte Ausführung der an das Erdreich grenzenden Bauteile, wie Kellerwände oder -böden erreicht.

Auch bei Altbauten empfiehlt das Bundesamt für Strahlenschutz im Falle einer Radonbelastung Schutzmaßnahmen. Neben einer ausreichenden Lüftung, wird die Abdichtung von Kellertüren und undichten Stellen in Keller und Erdgeschoss empfohlen, zum Beispiel an Rohrdurchführungen.

Mehr Infos zu Radon finden Sie unter www.bfs.de.

ALLES ZU DICHT?

Manche Menschen haben Bedenken gegen eine dichte Gebäudehülle. Sie befürchten schlechte Luft und Schimmelbildung oder glauben, dass es nicht gut für das Raumklima sei, wenn alles zu dicht sei und die Wand nicht mehr »atmen« könne.

Eine Wand kann nicht atmen

Für eine gute Luftqualität in Wohnräumen ist immer ein regelmäßiger Luftaustausch notwendig. Gerüche, CO₂, Feuchtigkeit sowie Schadstoffe, die zum Beispiel aus

Möbeln oder Bodenbelägen ausdünsten, müssen nach draußen transportiert werden. Massive verputzte Wände – ob gedämmt oder nicht gedämmt – sind nicht luftdurchlässig. Eine Wand kann also nicht atmen im Sinne eines Luftaustauschs. Es findet lediglich eine Diffusion von Wasserdampf statt. Allerdings gehen nur etwa 1-2 Prozent der in Innenräumen entstehenden Feuchtigkeit im Winter durch die Außenbauteile! Die restlichen 98-99 Prozent müssen durch aktives Lüften nach draußen transportiert werden. Für die Luftqualität ist also ein regelmäßiger Luftaustausch entscheidend.

Undichte Stellen, Fugen und Anschlüsse sorgen zwar für einen gewissen, unkontrollierten Grundluftwechsel. Dieser reicht allerdings – selbst bei älteren Gebäuden – nicht aus, um den notwendigen Luftaustausch zu gewährleisten, sondern erhöht auch noch das Bauschadenrisiko. Ein ausreichender Luftwechsel kann nur über Fensterlüftung oder eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit einer Lüftungsanlage gesichert werden.



Weitere Informationen zum Thema bietet die Broschüre der Verbraucherzentrale »**Wärmedämmung – spricht was dagegen?**«.

Die im Text genannten Infobroschüren sind in den Beratungsstellen erhältlich oder stehen zum Download unter www.energieberatung-rlp.de zur Verfügung.

Gute Luft trotz Luftdichtheit

Werden bei einem bestehenden Gebäude Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt, die die Luftdichtheit verbessern, muss nach der Sanierung das Lüftungsverhalten angepasst werden. Bestehen Zweifel, ob der nötige Luftwechsel durch gezielte Fensterlüftung sichergestellt werden kann, etwa bei häufiger Abwesenheit der Bewohner, sollte ein Lüftungskonzept erstellt werden. Dabei wird geprüft, ob eine Lüftungstechnische Maßnahme nötig ist, wie etwa der Einbau einer Lüftungsanlage.

Eine Lüftungsanlage sorgt – je nach Bedarf und Einstellung – komfortabel für einen gleichmäßigen und kontrollierten Luftaustausch, auch nachts und bei Abwesenheit. Die Bandbreite der Möglichkeiten reicht dabei von einzelnen, dezentral eingebauten Geräten bis zu einer zentralen Anlage – in beiden Fällen kombinierbar mit einer Wärmerückgewinnung, die zusätzlich Energie einsparen kann.

4 | Luftdicht - warum eigentlich?

RECHTLICHE ANFORDERUNGEN

Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle stellen unter anderem das Gebäudeenergiegesetz (GEG), das seit 1. November 2020 gültig ist, und die DIN 4108 »Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden«. Für Neubauten fordert das GEG (früher Energieeinsparverordnung – EnEV) in §13, dass deren wärmeübertragende Umfassungsflächen, also zum Beispiel Außenwand- oder Dachflächen, luftdicht geplant und ausgeführt werden. Auch alle Fugen in der Gebäudehülle, wie etwa Anschlüsse an Fenster oder den Schornstein, müssen entsprechend den Regeln der Technik dauerhaft luftundurchlässig abgedichtet sein. Bei der Modernisierung von Bestandsgebäuden ohne Erweiterung der Wohnfläche stellt das GEG keine Anforderungen an die Dichtheit.

Eine Messung der Luftdichtheit ist nach GEG nicht vorgeschrieben. Wird jedoch die Dichtheit mittels eines Luftdichtheitstests (siehe Seite 15) überprüft, müssen folgende Grenzwerte eingehalten werden:

- Für Gebäude ohne Lüftungsanlagen gilt für den sogenannten n_{50} -Wert (siehe Infokasten) ein Höchstwert von **3,0 1/h**, das entspricht einem dreifachen Luftwechsel pro Stunde. Dies gilt für eine definierte Druckdifferenz von 50 Pascal.
- Bei Gebäuden mit Lüftungsanlagen muss ein Wert von **1,5 1/h** eingehalten werden.

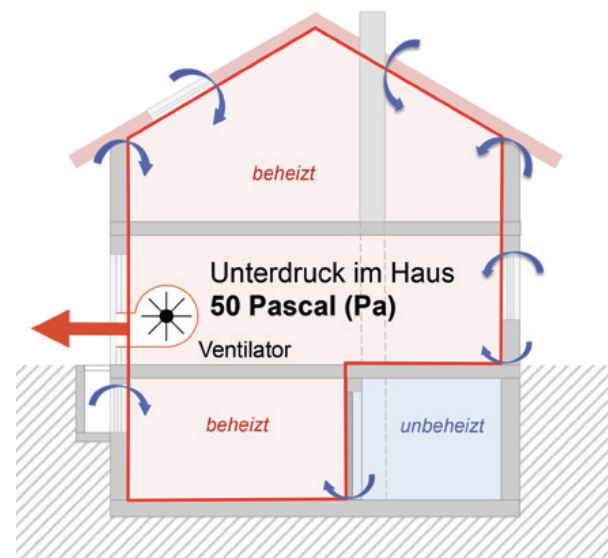
i n_{50} -Wert: Dieser Wert ist ein Maß für die Qualität der Luftdichtheit eines Gebäudes oder einer Wohneinheit. Er beschreibt die Luftwechselrate (= das pro Stunde ausgetauschte Luftvolumen bezogen auf das Raumluftvolumen) bei einem künstlich erzeugten Druckunterschied zwischen innen und außen von 50 Pascal. Das ist in etwa mit einem Wind der Stärke 5 vergleichbar, welcher konstant auf das Gebäude drückt.

Wir empfehlen, nicht nur bei Neubauten, sondern auch bei Sanierungen einen ehrgeizigeren Zielwert anzustreben. Denn nach dem Stand der Technik sind bessere Werte für die Luftdichtheit ohne weiteres machbar. In der DIN 4108-7 werden für den n_{50} -Wert für Neubauten

und umfassend sanierte Gebäude strengere Höchstwerte empfohlen:

- Gebäude ohne Lüftungsanlagen: **2,0 1/h**
- Gebäude mit Lüftungsanlagen: **0,6 - 1,0 1/h**

Passivhäuser sollten, nach Empfehlung des Passivhausinstitutes, einen n_{50} -Wert von höchstens 0,6 1/h einhalten, zu Passivhäusern sanierte Altbauten höchstens 1,0 1/h.



Wird beim Luftdichtheitstest ein Unterdruck erzeugt, strömt die Luft von außen durch undichte Stellen ein

Luftdichtheit ist ein »alter Hut«

Übrigens sind die Anforderungen an eine luftdichte Gebäudehülle nicht neu. Bereits in der ersten Fassung der DIN 4108 »Wärmeschutz im Hochbau«, die 1952 erschien, wurde zur Vermeidung großer Wärmeverluste die Abdichtung von Fugen an Fenstern, Türen und Dachbodenluken gefordert.

ANFORDERUNGEN FÖRDERMITTEL

Wer bei Neubau oder Sanierung Fördergelder bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) beantragen will, muss in einigen Fällen die Einhaltung der Grenzwerte gemäß GEG durch eine Messung der Luftdichtheit nachweisen. Die Messergebnisse müssen dann in einem Messprotokoll dokumentiert werden.

 Aktuelle Anforderungen unter www.kfw.de.

BESSER VORHER GUT GEPLANT

❖ GUTE LUFTDICHTHEIT BEGINNT BEI DER PLANUNG

Um eine dauerhaft luftdichte Gebäudehülle zu erreichen, sollte man sich mit dem Thema Luftdichtheit schon zu Beginn der Planungsphase eines Gebäudes oder einer Modernisierungsmaßnahme befassen. Je umfangreicher die Maßnahmen, umso sinnvoller ist eine Baubegleitung durch eine in der Thematik fachkundige Person, die Planung und Überwachung übernimmt. Das können zum Beispiel Architekten, Energieberater oder Ingenieure sein.

Die häufigsten Leckagen in der luftdichten Gebäudehülle werden durch Installationen und fehlerhafte Anschlüsse unterschiedlicher Bauteile und Materialien verursacht. Werden diese kritischen Stellen bereits bei der Planung berücksichtigt und genaue Detaillösungen durchdacht, kann man spätere »Problemzonen« vermeiden.

Kritische Punkte sind vor allem:

- Rohr- und Kabeldurchführungen
- Steckdosen und Schalter in Außenwänden
- Balkendurchdringungen und Anschlüsse der Dampfbremse in der Dachkonstruktion
- Wand- und Bodenanschlüsse an Außenwänden
- Tür- und Fensteranschlüsse, Rollladenbedienung
- Dachluken und Türen zu unbeheizten Bereichen

Die Ausführung der luftdichten Ebene betrifft in der Regel verschiedene Gewerke, zum Beispiel Putzarbeiten und Fenstereinbau oder Trockenbau und Elektroinstallationen. Der Bauablauf sollte daher mit Blick auf die Luftdichtungsarbeiten gut geplant werden: so wird geklärt, wer für was zuständig ist und die Arbeiten der verschiedenen Handwerker aufeinander abgestimmt.

Es ist sinnvoll, vor der Ausführung ein sogenanntes Luftdichtheitskonzept (siehe Seite 8) erstellen zu lassen, das alle wichtigen Anschlussdetails im Gebäude berücksichtigt und Vorgaben zur Ausführung und den zu verwen-

denden Materialien macht. Dieses Luftdichtheitskonzept sollte sämtlichen ausführenden Firmen ausgehändigt werden.

Doch selbst bei guter Planung wird es immer Stellen geben, die nicht berücksichtigt wurden oder – vor allem bei Sanierungen – erst im Laufe der Bauarbeiten festgestellt werden. Auch bei der Ausführung werden häufig Undichtigkeiten übersehen oder es wird nicht sorgfältig abgedichtet – vor allem wenn eine genaue Planung oder Bauüberwachung fehlt.

Zur Überprüfung der Ausführungsqualität sollte daher ein sogenannter Luftdichtheitstest (siehe Seite 15) durchgeführt werden, spätestens nach Abschluss der Arbeiten. Wird bereits bei der Auftragsvergabe ein Luftdichtheitstest angekündigt und wissen alle Handwerker darüber Bescheid, steigt erfahrungsgemäß die Ausführungsqualität auf der Baustelle.

❖ ALS ERSTES DEN BESTAND UNTERSUCHEN

Bei Altbauten sollte zunächst eine genaue Erfassung des Ist-Zustands erfolgen. Durch eine Begehung im Vorfeld können offensichtliche Schwachstellen in der Luftdichtheitsebene bereits mit bloßem Auge erkannt werden. Neben den schon genannten Durchdringungen, gibt es häufig auch in der Fläche einige typische Schwachstellen, beispielsweise:

- Faserförmige Dämmstoffe, wie Dämmmatten oder Dämmplatten ohne zusätzliche luftdichtende Schicht, vor allem im Dachgeschoss
- Fehlende, beschädigte oder an Stößen und Anschlüssen nicht verklebte Folien oder Platten
- Kleinteilige Verschalungen oder Profiltreter mit vielen Fugen
- Fehlstellen in Putzflächen oder unterbrochene Flächen, wie Ausmauerungen zwischen Sparren im Dachgeschoss

LUFTDICHEIT – TYPISCHE PROBLEMSTELLEN

IM DACHGESCHOSS

Anschlüsse der Dampfbremsfolie an:

- die Wände **1**
- die Dachkonstruktion aus Holz **2**
- Dachfenster und Gauben **3**
- Bodentreppen **4**

sowie:

- die Verbindung der einzelnen Bahnen der Dampfbremsfolie untereinander
- unverputzte Oberseiten von Mauerwerkswänden **5**

SONSTIGE PUNKTE

- Unverputzter Sockel an Außenwänden **14**
- Unverputztes Mauerwerk hinter Verkleidungen oder im Spitzboden
- Übergang Kellerdecke bei Holzbalkendecken **15**
- Wandanschlüsse von Holzbalken- oder Hohlkörperdecken
- Anschlüsse von Leichtbau- und Holzbauwänden

INSTALLATIONEN

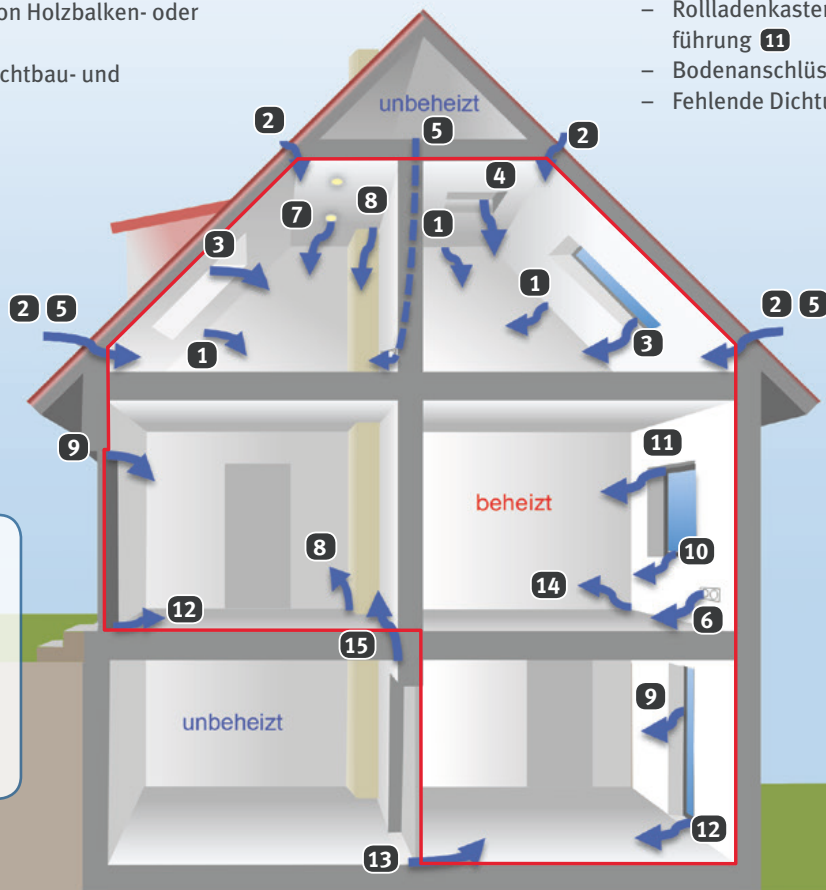
- Steckdosen und Schalter in Außenwänden **6**
- Einbaustrahler und Deckenauslässe **7**
- Rohr- und Kabeldurchführungen
- Antennenmasten und Solarleitungen
- Zu- und Abluftrohre von Lüftungsanlagen
- Einbauspülkästen und Befestigung Heizkörper

SCHÄCHTE

- Schornsteindurchführung in Decken und Dach **8**
- Durchgehende Installationschächte

TÜREN UND FENSTER

- Anschlüsse Wand/Rahmen **9**
- Fensterbankanschlüsse **10**
- Rollladenkasten und Gurtdurchführung **11**
- Bodenanschlüsse Türen **12**
- Fehlende Dichtungen **13**



LUFTDICHT müssen alle Bauteile sein, die den beheizten Wohnraum von unbeheizten Räumen oder der Außenluft trennen.

Der Luftdurchgang kann – je nach Druckverhältnissen und Temperaturunterschieden – in beide Richtungen gehen: Einströmende kalte Luft führt vor allem zu Zugerscheinungen und Wärmeverlusten, ausströmende feuchtwarme Luft zu Feuchteschäden in der Konstruktion oder Dämmung.



Hier ist nichts luftdicht – es besteht Handlungsbedarf.

Häufig kommt es jedoch vor, dass dicht erscheinende Flächen trotzdem über weite Strecken von Luft durchströmt werden, wie zum Beispiel:

- Holzbalkendecken oder Betonfertigteildecken mit Hohlkörpern (z.B. Hohldielen- oder Rippendecke)
- Unverputztes Mauerwerk, das verdeckt hinter Verkleidungen oder Vorwandinstallationen liegt
- Mauerwerkswände, bei denen der Putz nicht sichtbar unterbrochen ist, zum Beispiel hinter Fußleisten oder Seitenwangen von Treppen
- Unverputzte Schächte, Kamine und Installations-hohlräume

Diese Schwachstellen offenbaren sich oft erst durch einen gleichzeitig durchgeführten Luftdichtheitstest, bei dem Unterdruck erzeugt wird und so Luft von außen durch die Leckagen hereinströmt.

Daher kann es sinnvoll sein, gleichzeitig mit der Begehung bereits zu Beginn einen Luftdichtheitstest als Ausgangsmessung durchzuführen. So kann man die vorhandene Situation genau einschätzen und feststellen, welche Bereiche bereits dicht sind und wo noch abgedichtet werden muss. Außerdem erhält man einen Aus-

gangswert der Luftdichtheit und kann darauf aufbauend festlegen, welche Maßnahmen nötig sind, um den geplanten Zielwert zu erreichen. Das ist besonders wichtig, wenn Grenzwerte eingehalten werden müssen, wie beim Einbau einer Lüftungsanlage oder wenn Fördermittel beantragt werden sollen.

Um das Ergebnis einer Ausgangsmessung und die Qualität der Luftdichtheit im unsanierten Zustand zu bewerten, kann der gemessene Wert mit den folgenden Werten verglichen werden:

Luftdichtheit typischer, unsanierter Altbauten
(Quelle: WTA-Merkblatt 6-9, 11.2015/D, Seite 8)

Massivhäuser, innen durchgängig verputzte Flächen (Decken und Wände) und neuere Fenster

n_{50} unter 3,0 1/h

Massivhäuser, innen verputzte Wände und ausgebauten Dachgeschoss ohne funktionierende Luftdichtung (zum Beispiel Holzverschalung) und Durchdringungen, ältere Fenster

n_{50} zwischen 3,0 und 5,0 1/h

Häuser mit kleingliedrigen Außenbauteilen mit vielen Durchdringungen, wie Fachwerkhäuser

n_{50} über 5,0 1/h

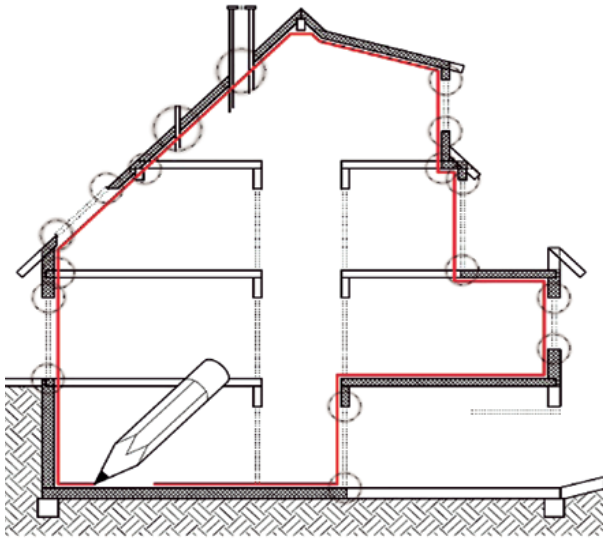
❖ **WORAUF ES BESONDERS ANKOMMT**

Bei der fachgerechten Planung der Luftdichtheit gibt es wichtige Grundsätze, die beachtet werden sollten:

Eine durchgehende Luftdichtheitsschicht

In der Regel verläuft die luftdichtende Schicht auf der Innenseite der wärmeübertragenden Gebäudehülle bzw. der Dämmebene, also auf der »warmen« Seite, und muss diese ohne Unterbrechungen umschließen. Es sollte eine einzige durchgehende Dichtebene geben. Undichtigkeiten können nicht durch eine zweite Dichtungsebene behoben werden. Eine Windfangtür vor der Haustür nützt nichts, wenn diese ebenso undicht ist.

Ein Wechsel des Verlaufs der Luftdichtheitsebene von innen nach außen oder umgekehrt sollte nach Möglichkeit vermieden werden. Ist ein Wechsel nicht zu umgehen, sollten die entsprechenden Punkte genau geplant werden.



Eine richtig geplante Luftdichtheitsebene lässt sich mit einem Stift ohne Unterbrechungen nachzeichnen. Die Kreuzungspunkte markieren die zu planenden Details (WTA-Merkblatt 6-9, 11.2015/D, Seite 10).

Durchdringungen vermeiden

Jede Durchdringung der luftdichtenden Schicht, etwa durch Kabel oder Rohre, ist eine potentielle Schwachstelle. Durch eine gute Planung kann man Durchdringungen auf ein notwendiges Maß minimieren. Bei Gebäuden in Holzständerbauweise oder beim Dachausbau ist beispielsweise die Anordnung einer Installationsebene zwischen Luftdichtheitsschicht und innerer Raumbekleidung hilfreich. In dieser können alle möglichen Leitungen und Kabel verlegt und Installationsdosen montiert werden, ohne die Luftdichtheitsschicht zu durchstoßen.

Bauteilanschlüsse beachten

Besondere Beachtung sollten alle linienförmigen Anschlüsse unterschiedlicher Flächen oder Bauteile, wie Wand-Decken-Anschlüsse, finden. Bereits in einem Einfamilienhaus mit einfachem Grundriss gibt es, je nach Konstruktionsart, etwa 150 bis 300 Meter an potentiell fehleranfälligen Bauteilanschlüssen. Hier gilt: je weniger Anschlüsse, desto besser.

Ausführbare Lösungen planen

Um Fehlerquellen bei der Ausführung vorzubeugen, sollten alle Konstruktionsdetails so geplant sein, dass sie handwerklich so einfach wie möglich ausführbar sind. Beispielsweise wird der Handwerker vor Ort keine Dichtmanschette anbringen können, wenn das Rohr nicht genügend Abstand zur Wand hat.

❖ DAS LUFTDICHTHEITSKONZEPT

Ein Luftdichtheitskonzept beschreibt ausführlich das grundsätzliche Vorgehen in Bezug auf die Luftdichtheit der Gebäudehülle und ermöglicht so eine sorgfältige Ausführung und einen reibungslosen Bauablauf.

Es enthält, neben Angaben zum Gebäude und der Haustechnik, eine Beschreibung aller geplanten Maßnahmen und gibt den Standard vor, der erreicht werden soll. Zum Beispiel einen Zielwert für die Gebäudedichtheit n_{50} von unter 1,0 1/h, der nach Abschluss der Arbeiten durch einen Luftdichtheitstest nachgewiesen werden soll. Die Art und Weise der baubegleitenden Überprüfung der Luftdichtheit sollte ebenfalls genannt werden.

Das Luftdichtheitskonzept enthält folgende Punkte:

1. Die Lage der luftdichten Ebene wird festgelegt und der lückenlose Verlauf als »rote Linie« in den Bauzeichnungen markiert (in Grundrissen und Schnitten, siehe Abbildung).
2. Die zu planenden Details, Anschlüsse und Durchdringungen werden identifiziert und aufgelistet, die Lage wird in den Zeichnungen gekennzeichnet.
3. Im **Grobkonzept** werden beispielhafte Ausführungsdetails und herstellerneutrale Lösungsvorschläge mit Prinzip-Skizzen und einer allgemeinen Beschreibung aufgelistet.
4. Bei der **Detailplanung** werden genaue Ausführungsdetails erstellt. Alle Materialien der luftdichten Schicht, der Verbindungsmittel und die Ausführung der Fugen und Anschlüsse werden festgelegt. Die Bauabfolge der einzelnen Gewerke wird geplant.

Für eine kleine Modernisierung oder eine einzelne Maßnahme kann es genügen, wenn lediglich ein Grobkonzept erstellt wird. Die genauen Details müssen dann von den beauftragten Handwerksfirmen eigenverantwortlich geplant werden. Je umfangreicher die geplanten Maß-

nahmen und je anspruchsvoller der Zielwert sein soll, desto genauer sollte das Luftdichtheitskonzept sein. Dann empfiehlt es sich, die Detailplanung nicht den ausführenden Firmen, sondern einem unabhängigen Experten zu überlassen.

Wann sollte ein Luftdichtheitskonzept erstellt werden?

Bei der Planung eines Neubaus sollte immer ein Luftdichtheitskonzept erstellt werden. Aber auch bei einer umfassenden Modernisierung ist dies sinnvoll, da ebenfalls viele Details zu planen sind und sich verschiedene Handwerksfirmen abstimmen müssen.

Das Luftdichtheitskonzept kann sich nur auf einen begrenzten Bereich erstrecken, wenn die Luftdichtheit für eine schadensfreie Ausführung besonders wichtig ist, wie etwa beim Dachausbau. Bei kleineren Einzelmaßnahmen sollte zumindest darauf bestanden werden, dass die relevanten Details zeichnerisch vom Anbieter geklärt und im Angebot berücksichtigt werden. Beim Fenstertausch wären das beispielsweise die Anschlüsse an die Außenwände oder den Rollladenkasten.

Wer erstellt das Luftdichtheitskonzept?

Die Planung der Luftdichtheitsebene und die Erstellung des Luftdichtheitskonzeptes übernehmen im Regelfall spezialisierte Fachleute wie Architekten, Energieberater oder Ingenieure.

Idealerweise sollte die Person, die das Grobkonzept aufgestellt hat, anschließend auch die Detailplanung übernehmen, die Angebotseinholung unterstützen sowie die Ausführung begleiten und überprüfen. Denn außer der Grob- und Detailplanung der Luftdichtheitsschicht gehören gemäß DIN 4108-7 zu einem vollständigen Luftdichtheitskonzept noch weitere Schritte:

- Mitwirkung bei Ausschreibung und Vergabe, also bei der Angebotsanfrage und Beauftragung
- Gewerke übergreifendes Koordinierungsgespräch
- Koordinierung und Überprüfung der Ausführung



Bei einer Förderung durch die KfW wird die Planung und Überprüfung der Luftdichtheit nicht nur bei Neubauten, sondern auch bei Sanierungen eingefordert. Die Erstellung von Luftdichtheitskonzepten wird zusätzlich mit bis zu 50 Prozent der Kosten bezuschusst (Stand 12-2020).

Nähere Infos unter www.kfw.de

Einholen der Angebote und Beauftragung

Das Luftdichtheitskonzept dient als Grundlage für das Einholen der Angebote für sämtliche Modernisierungsmaßnahmen und sollte allen Firmen vor der Abgabe eines Angebotes ausgehändigt werden.

Vor allem bei größeren Modernisierungsarbeiten empfiehlt es sich, eine sogenannte Ausschreibung durchzuführen. Das heißt, dass alle Arbeiten in einem Leistungsverzeichnis genau beschrieben und aufgelistet werden. So stellen Sie sicher, dass die Angebote gut vergleichbar und vollständig sind, teure Nachforderungen können so vermieden werden. Beim Erstellen der Leistungsverzeichnisse können die vorgenannten Fachleute helfen.

In die Leistungsverzeichnisse sollten alle Vorgaben aus dem Luftdichtheitskonzept einfließen. Alle Anschlüsse und die zu verwendenden Materialien werden genannt und eindeutig beschrieben, ergänzt durch Ausführungsdetails oder Detailskizzen. Gibt es kein Luftdichtheitskonzept, sollten spätestens jetzt genaue Angaben zur Ausführung der Luftdichtheitsschicht gemacht werden.

Bei der Auswertung der Angebote sollte die Übereinstimmung mit den Vorgaben überprüft werden. Es ist ratsam, sich dabei vom Ersteller des Luftdichtheitskonzeptes unterstützen zu lassen. Bevor der Auftrag vergeben wird, sollten noch offene Fragen sowie die Zuständigkeiten und Schnittstellen zwischen den Beteiligten geklärt und möglichst vertraglich vereinbart werden.

»Runder Tisch« für die Luftdichtheit

Die DIN 4108-7 sieht für ein vollständiges Luftdichtheitskonzept ein sogenanntes »Gewerke übergreifendes Koordinierungsgespräch« vor. Übersetzt bedeutet das, es findet ein Gespräch statt, an dem alle am Bau Beteiligten teilnehmen: Planung, ausführende Firmen, Sachverständige, Bauleitung und die Bauherrschaft.

Ziel dieses Gesprächs ist es, allen die Wichtigkeit des Themas Luftdichtheit im gesamten Bauablauf klar zu machen. Mit den zuständigen Handwerkern werden die genaue Ausführung und die Ausführungsreihenfolge besprochen. Außerdem kann die Verantwortlichkeit bei Details, die unterschiedliche Gewerke betreffen, geklärt werden. Ein solches Gespräch ist vor allem dann wichtig, wenn keine ständige Bauüberwachung vorgesehen ist, sondern die Ausführung nur stichprobenartig überprüft werden soll. Die Ergebnisse des Koordinierungsgesprächs sollten schriftlich in einem Protokoll festgehalten werden.



Sind alle für das Thema Luftdichtheit sensibilisiert, steigt die Bauqualität.

Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser

Je umfangreicher die Sanierung, desto wichtiger ist eine gute Koordination und Kontrolle der Ausführung.

Die wichtigsten Bausteine sind:

- Eine regelmäßige Sichtkontrolle der Arbeiten: viele Fehlstellen lassen sich bereits mit bloßem Auge erkennen.
- Die Überprüfung, ob die vorgegebenen Materialien verwendet werden.
- Die Kontrolle mittels eines Luftdichtheitstests – während des Bauablaufs und als Endkontrolle.

! Alle Stellen, die später verdeckt sind, sollten durch Fotos dokumentiert werden.

FACHGERECHTE AUSFÜHRUNG

Eine Ausführung kann nur so gut wie die vorherige detailgenaue Planung sein. Mit welchen Materialien man die Luftdichtheit erreicht und worauf bei einer fachgerechten Ausführung besonders zu achten ist, erläutert dieses Kapitel.

❖ LUFTDICHTHEIT FLÄCHEN

Bei massiv gebauten Gebäuden wird die luftdichte Ebene in der Fläche durch den Innenputz gebildet. Bei Häusern in Leichtbauweise mit Holzbauwänden, wie Holzständer- oder Holzrahmenwände, wird in der Regel die Luftdichtheit in der Fläche durch innenseitig angeordnete Luftdichtheitsbahnen oder Holzwerkstoffe (zum Beispiel OSB-Platten) erreicht.

Luftdicht in der Fläche sind:

- Verputztes Mauerwerk
- Betonbauteile mit geschlossener Oberfläche
- Gips-Wandbauplatten, Gipsfaser-, Gipskarton- und Faserzementplatten
- Holzwerkstoffplatten, wie OSB-Platten, Span- und Sperrholzplatten
- Bleche
- Luftdichtheitsbahnen aus Kunststoff, Elastomer, Bitumen oder Papierwerkstoffen

Die luftdichte Schicht muss durchgehend und ohne Lücken sein. Für eine lückenlose Fläche werden bei Plattenwerkstoffen oder Bahnen die Materialstöße und Fugen sorgfältig mit geeigneten Materialien, zum Beispiel Klebebändern, geschlossen. Folienbahnen müssen sich dabei ausreichend überlappen.

Nicht luftdicht sind zum Beispiel Schalungen aus Nut- und Federbrettern, unverputztes Mauerwerk, unverputzte Mantelsteine von Kaminen oder poröse Weichfaser- und Holzwolle-Leichtbauplatten (»Sauerkrautplatten«).

Keine Lücken im Putz

Unverputztes Mauerwerk ist nicht luftdicht, da eine gemauerte Wand immer von Fugen und Hohlräumen durchzogen ist, durch die sich Luft ausbreiten kann. Daher sollten die Wände innen immer vollflächig verputzt werden.

Problematisch sind Stellen, an denen der Putz unterbrochen ist, vor allem an Außenwänden. Häufig werden zum Beispiel die Wandbereiche hinter Verkleidungen oder Vorwandinstallationen nicht verputzt. Später fragt man sich dann, warum es an der Drückerplatte der Toilette oder durch Steckdosen zieht. Daher sollten Mauerwerkswände auch hinter späteren Verkleidungen und Kaminen vollflächig verputzt werden. Ist dies nicht mehr möglich, wie häufig in Bestandsgebäuden, sollten stattdessen die Fugen abgedichtet werden. Werden die Wände im Rahmen einer Modernisierung neu verputzt, sollte der Innenputz immer bis auf den Rohfußboden und die Rohdecke geführt werden.



Hier sind gleich zwei Fehler passiert: Die Wand hinter der Vorwandinstallation und dem Rohr ist nicht verputzt und das Rohr liegt zu dicht an der Wand und kann oben nicht rundum abgedichtet werden.

LUFTDICHTHEIT VERBINDUNGEN UND ANSCHLÜSSE

Die Luftdichtheit in der Fläche zu erreichen ist in der Regel kein Problem. Schwieriger wird es an allen Stellen, an denen verschiedene Materialien oder Bauteile aneinanderstoßen. Nicht nur Folienbahnen oder Plattenwerkstoffe werden untereinander luftdicht verbunden. Auch alle Fugen und Anschlüsse, wie zum Beispiel zwischen Wand und Fensterrahmen oder Anschlüsse von Folien an Holzbalken oder Wände, müssen ebenfalls luftdicht ausgeführt werden.

Für den luftdichten Anschluss stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die je nach dem Anwendungsbereich ausgewählt werden:

- Klebebänder, Fugendichtbänder
- Klebe- oder Dichtmassen
- Komprimierbare Dichtbänder
- Putzeinbindungen, wie Streckmetall, Klemm- oder Einputzprofile

Klebeband ist nicht gleich Klebeband

Welche Art der Verbindung in Frage kommt, hängt auch davon ab, welche Materialien miteinander verbunden werden sollen. So gibt es beispielsweise Klebebänder, die nur für die Verbindung von Folien an Holzbauteile geeignet sind, andere eignen sich nur für den Anschluss der Folien untereinander. Der mögliche Anwendungsbereich wird in der Regel im Datenblatt genannt. Wird ein ungeeignetes Klebeband benutzt, wird der Hersteller keine Garantie auf eine dauerhafte Verbindung geben.

Von den ausführenden Firmen müssen zwingend die Verarbeitungshinweise der Hersteller beachtet werden. Dort finden sich Angaben dazu, in welchem Temperaturbereich das Produkt angewendet werden darf oder welche Untergrundvorbehandlung erforderlich ist, zum Beispiel das Aufbringen eines Primers vor der Klebeverbindung.



Verlangen Sie von der ausführenden Firma eine genaue Dokumentation der verwendeten Materialien und Produkte und lassen Sie sich alle Verarbeitungshinweise und Datenblätter aushändigen!

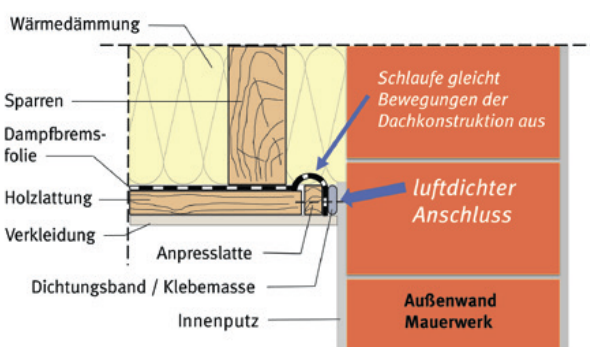
»Drum prüfe, wer (sich) ewig bindet«

Das Wichtigste bei jeder Art des Anschlusses ist die Dauerhaftigkeit der Verbindung. Denn die Anschlüsse sollen ja nicht nur bis zum Luftdichtheitstest halten, sondern auch danach dauerhaft luftdicht bleiben. Außerdem sind die meisten Anschlüsse später verdeckt, sodass man nicht bemerkt, wenn sich die Verbindung löst – oder erst dann, wenn bereits ein Schaden entstanden ist.

Wird bei den Modernisierungsarbeiten auch der Innenputz erneuert, sollte man Verbindungsarten wählen, die »eingeputzt« werden, wie überputzbare Dichtbänder oder die Befestigung einer Folie mit Streckmetall auf der unverputzten Wand. Diese Verbindungen sind in der Regel die bessere Lösung, da hier der luftdichte Anschluss dauerhaft gewährleistet werden kann.

Der Anschluss einer Folie an eine bereits verputzte Wand ist in der Regel nur mit einer Klebeverbindung möglich, entweder mit Klebebändern oder spritzbaren Dichtmassen. Hier ist es besonders wichtig, dass die Ausführung sorgfältig und genau nach den Verarbeitungsrichtlinien geschieht. Beispielsweise darf keine Last auf die Klebeverbindung einwirken, zum Beispiel durch Dämmmaterial, oder die Folie faltig verlegt oder zu sehr gespannt werden.

Um sicher zu gehen, kann die Luftdichtheitsbahn bei Klebeverbindungen zusätzlich mechanisch befestigt werden, etwa mit einer Anpresslatte.



Beispiel für einen dauerhaft dichten Wandanschluss einer Dampfbremsschicht an die Giebelwand im Dachgeschoss bei bestehendem Innenputz

WORAUF ACHTEN IM DACHGESCHOSS

Im Dachgeschoss sind konstruktionsbedingt zahlreiche Detailpunkte zu beachten. Daher ist hier eine gute Planung wichtig und bei der Ausführung der Luftdichtheitsebene eine besondere Sorgfalt notwendig. Als luftdichte Schicht wird im Dachgeschoss in der Regel innenseitig der Dachkonstruktion und Dämmung eine Dampfbremsschicht verlegt.

Diese Folie muss an alle angrenzenden Bauteile luftdicht angeschlossen werden:

- an Giebelwände und Innenwände
- an Holzbauteile der Dachkonstruktion, wie Kehlbalke, Pfetten und Sparren
- an Zwischendecken
- an Dachflächenfenster und Gauben
- an Kamine oder Schornsteine
- an Bodentreppen und Türen zu unbeheizten Dachräumen, wie Spitzboden oder Abseite



Luftdicht oder winddicht – nicht verwechseln

Die Hinweise in dieser Broschüre beziehen sich auf die meist raumseitig der Wärmedämmung verlegte Luftdichtheitsschicht. Sie verhindert, dass ein Luftdurchgang durch die Konstruktion stattfindet und übernimmt in unserer Klimazone gleichzeitig die Funktion der Dampfbremse. Sie sorgt also dafür, dass nicht zu viel Wasserdampf in die Dämmschicht gelangen kann.

Sie ist nicht zu verwechseln mit der Winddichtung, die in der Regel außenseitig der Wärmedämmung verlegt wird und verhindert, dass die Dämmschicht von Wind durchströmt wird oder der Witterung ausgesetzt ist.

Mauerkronen nicht vergessen

Die Oberseite von Mauerwerkswänden nennt man Mauerkrone. Diese ist im Dachgeschoss häufig nicht verputzt. Durchdringen diese Wände die luftdichte Schicht, ist dies vor allem bei Mauerwerk aus Hochlochziegeln oder Hohlblocksteinen problematisch. Denn dann liegen oben die Öffnungen frei und Luft von außen oder aus dem kalten Dachraum kann ungehindert durch die Hohlräume strömen und beispielsweise an Steckdosen oder Türleibungen austreten. Umgekehrt kann – je nach den Druckverhältnissen – auch feuchtwarme Luft aus dem Innenraum in die Dachdämmung gelangen. Das gilt sowohl für Außenwände als auch Innenwände.



Über die unverputzte Mauerkrone gelangt feuchtwarme Raumluft in den kühlen Dachboden und durchfeuchtet die Dämmung auf der obersten Geschossdecke

Enden die Wände im Dachboden und ist die Oberseite zugänglich, wie beispielsweise im Traufbereich, am unteren Ende der Sparren, lässt sich das einfach durch eine Putzschicht nachbessern. Bei Wänden, die bis unter die Dacheindeckung führen, ist eine Nachbesserung im Bestand nur möglich, wenn auch die Dacheindeckung erneuert und eine Dämmung von außen eingebaut wird. Ist das nicht geplant, sollten zumindest die Steckdosen abgedichtet und Türleibungen luftdicht verschlossen werden.

Bei Innenwänden in Trockenbauweise sind die umlaufenden Profile ebenfalls nicht luftdicht. Werden solche Wände nachträglich im Dachgeschoss eingebaut, sollte die Luftdichtheitsbahn oberhalb der Wände durchgehen.

In unbeheizten Dachböden sind die Giebelwände und der Kniestock, das ist das Wandstück am unteren Rand der Dachschräge, oft nicht verputzt. Im Rahmen einer

Modernisierung sollten diese Wände nachträglich verputzt werden. Werden unverputzte Wände mit Trockenbauplatten verkleidet, sollte vorher ein Glattstrich, also eine dünne Putzschicht, auf dem Mauerwerk aufgebracht werden, um die Luftdichtigkeit in der Fläche herzustellen.



Weitere Informationen zum Thema Luftdichtheit und Qualität bei der Dachdämmung bietet die Broschüre der Verbraucherzentrale »**Dämmung im Dachgeschoss**«, Heft 3 der Reihe »**Wärmedämmung mit Qualität**«

WORAUF ACHTEN BEIM EINBAU VON FENSTERN UND TÜREN

Fenster und Haus- oder Wohnungstüren zu unbeheizten Treppenhäusern müssen rundum luftdicht an die angrenzenden Bauteile, wie Wand und Boden, angeschlossen werden.

Zu beachten sind folgende Details:

- luftdichte seitliche Anschlüsse zwischen Wand und Fenster- oder Türrahmen (Leibung)
- dichter unterer Anschluss am Boden oder der Brüstung/Fensterbankanschlüsse
- dichter oberer Anschluss an Sturz oder Rollladenkasten
- Fugen am Rollladenkastendeckel und die Durchführung am Rollladengurt abdichten
- fehlende Fenster- oder Türdichtungen zwischen Flügel und Rahmen nachrüsten
- auf Briefkastenschlitze in Türen möglichst verzichten
- Katzenklappen mit Zugluftdichtungen

Sind die Fensterleibungen und die Oberseite der Fensterbrüstung bisher unverputzt, sollte hier vor dem Anschluss mit Klebe- oder Dichtungsbändern zur Herstellung der Luftdichtheit ein Glattstrich erfolgen.



Weitere ausführliche Informationen zum luftdichten Einbau von Fenstern und Türen und zur Auswahl der geeigneten Anschlussmaterialien bietet die Broschüre der Verbraucherzentrale »**Fenster und Türen richtig einbauen**«, Heft 4 der Reihe »**Wärmedämmung mit Qualität**«.

❖ WORAUF ACHTEN IM KELLERGESCHOSS

Bezüglich der Luftdichtheit müssen immer die Bauteile luftdicht ausgeführt werden, die den beheizten Wohnraum von der Außenluft oder von unbeheizten Räumen trennen. Ist der Keller komplett unbeheizt, ist das die Kellerdecke und der Kellerabgang. Gibt es im Keller auch beheizte Räume, sind zusätzlich die Kelleraußenwände, die Wände zu den unbeheizten Bereichen und der Kellerboden zu beachten.

Die wichtigsten Punkte im Keller:

- Die Kellerdecke sollte in der Fläche und an allen Durchdringungen luftdicht sein. Bei beheizten Kellerräumen gilt das für den Kellerboden.
- Umlaufender luftdichter Anschluss der Außenwand an den Fußboden im Erdgeschoss bzw. den Kellerboden.
- Bei (teil)beheiztem Keller: Außenwände oder Wände zu unbeheizten Bereichen sollten in der Fläche luftdicht und die Durchdringungen abgedichtet sein.
- Kellertüren zwischen beheizten und unbeheizten Bereichen rundum mit Dichtungen ausstatten – auch am Boden!

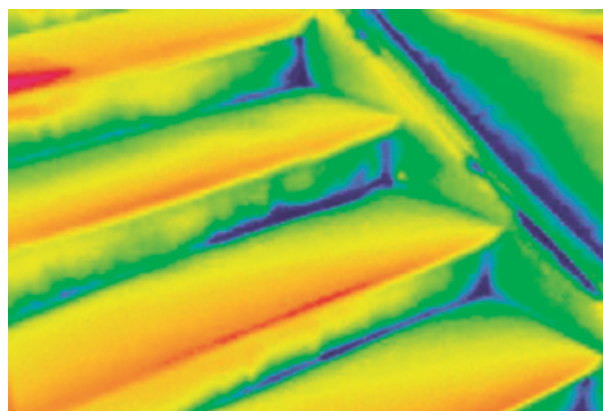
Kellerdecke nachträglich abdichten

Betondecken sind in der Fläche bereits luftdicht, hier sollte man vor allem vorhandene Kabel- oder Rohrdurchführungen abdichten. Schwieriger ist es, wenn Holzbalkendecken oder (unverputzte) gemauerte Gewölbedecken vorhanden sind. Dann ist die Luftdichtheit meist nur durch das Aufbringen einer neuen luftdichten Schicht auf der Unter- oder Oberseite zu erreichen. Das kann eine Folie, eine Putzschicht oder Spachtelung sein.

Was hier in Frage kommt, hängt von den geplanten Maßnahmen ab: wird im Erdgeschoss ein neuer Fußboden eingebaut, kann etwa auf der Kellerdecke eine Folie verlegt werden. Wird die Kellerdecke von unten gedämmt, kann die Luftdichtung unterhalb der Dämmung verlaufen. Allerdings verbleiben bei einer kellerseitig liegenden Luftdichtheitsebene konstruktionsbedingt Lücken: durch die Einbindung der Innenwände an die Kellerdecke wird die Ebene unterbrochen, auch der Anschluss an die luftdichte Ebene der Wände im Erdgeschoss ist schwierig. Daher sollte man einer oberhalb der Decke liegenden Abdichtungsebene den Vorzug geben.

Schwachstelle Kellerabgang

In vielen Häusern befindet sich die Tür zum Keller im Erdgeschoss, der Kellerabgang trennt den beheizten Wohnraum vom unbeheizten Keller und wird nach oben durch die Treppe ins Obergeschoss und seitlich durch dünne Wände begrenzt. Diese Bauteile bilden in diesem Fall die luftdichte Ebene. Vor allem bei Holzkonstruktionen finden sich hier viele Lücken, die luftdicht ertüchtigt werden sollten. Am besten in Verbindung mit einer nachträglichen Wärmedämmung, denn auch die Wärmeverluste sind hier hoch.



Auf dem Wärmebild der Treppe sieht man an den blauen Stellen deutlich den kalten Luftzug aus dem unbeheizten Keller



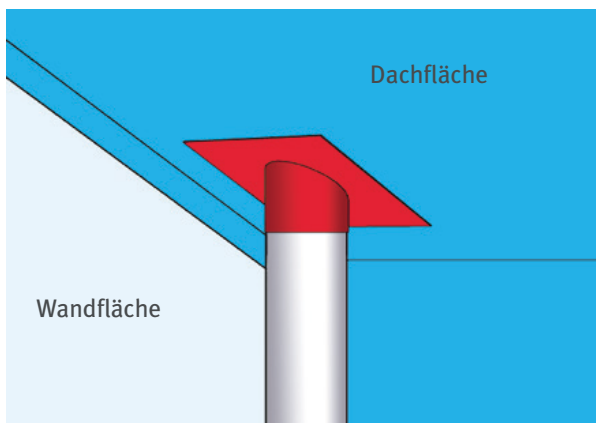
Weitere Informationen bietet die Broschüre der Verbraucherzentrale »Dämmung im Kellergeschoss«, Heft 6 der Reihe »Wärmedämmung mit Qualität«

❖ INSTALLATIONSSCHÄCHTE

Die Deckenöffnungen und Durchbrüche von Installationsschächten und -kanälen zum Keller oder zum unbeheizten Dach- oder Spitzboden sollten luftdicht verschlossen werden. Das ist meist aus Gründen des Brandschutzes sowieso erforderlich. Zum Keller hin ist dies auch im Hinblick auf die Radonbelastung sinnvoll (siehe Seite 3).

❖ ROHRE UND ELEKTRO-INSTALLATIONEN

Kabel oder Rohrleitungen sollten die luftdichte Schicht möglichst nicht durchdringen, sondern in einer innenliegenden Installationsebene verlegt werden. Sind Durchdringungen unvermeidbar, wie zum Beispiel bei Solar- oder Entlüftungsleitungen, muss dicht an die luftdichte Schicht angeschlossen werden. Dafür können geeignete Klebebänder genutzt werden. Eine gute Lösung sind spezielle Formteile oder vorgefertigte Dichtmanschetten. Wichtig ist dabei, dass die Leitungen mit genügend Abstand vor der Wand verlegt werden, damit die Rohre auch rundum dicht verklebt werden können. Kabel sollten einzeln abgeklebt werden können, Kabelbündel lassen sich nicht richtig abdichten.



Schemazeichnung einer Rohrdurchführung durch die Dachfläche mit einer Dichtmanschette. Das Rohr hat genügend Abstand zur Wand, etwa eine Handbreite.

Steckdosen in Außenwänden sollten vollflächig in Putz eingebettet werden. Alternativ gibt es spezielle luftdichte Dosen. Leerrohre und Kabelkanäle sollten an den Enden luftdicht verklebt oder mit geeigneten, elastischen Stopfen verschlossen werden.

❖ AUCH SPÄTER AN DIE LUFTDICHTHEIT DENKEN

Auch nach der Modernisierung sollte immer darauf geachtet werden, dass die luftdichte Schicht nicht nachträglich perforiert wird, zum Beispiel bei der Installation von Einbauleuchten in Decken oder Dachflächen oder wenn zusätzliche Leitungen verlegt werden sollen.

LUFTDICHTHEITSTEST

Die Luftdichtheit von Gebäuden kann mittels einer Luftdichtheitsmessung nach dem **Differenzdruckverfahren** (siehe Infokasten Seite 16) gemessen werden.

Durch die Messung können Leckagen in der Gebäudehülle aufgespürt und die Qualität der Ausführung kontrolliert werden. Außerdem dient sie als Nachweis, ob die geforderten Grenzwerte für die Luftdichtheit eingehalten werden.

Messprinzip

Für die Messung wird ein großer steuerbarer Ventilator mit Hilfe eines Folienrahmens in eine Außentür oder Fensteröffnung eingebaut. Häufig wird dieser mit dem Markennamen »Blower-Door« bezeichnet. Nachdem alle verschließbaren Öffnungen in der Gebäudehülle geschlossen wurden, wird durch diesen Ventilator Luft in das zu untersuchende Gebäude gedrückt (Überdruck) oder herausgesogen (Unterdruck). Dabei wird die Drehzahl des Ventilators so geregelt, dass sich ein bestimmter Druckunterschied zwischen Außen- und Innenraum aufbaut, gleichzeitig wird die über die Hülle nach- oder ausströmende Luftmenge gemessen.



Der Folienrahmen mit Ventilator ist hier in eine Terrassentür eingebaut

In der Regel wird der ganze, beheizte Gebäudebereich gemessen. Es ist auch möglich, nur einzelne Wohnungen oder Gebäudeteile zu prüfen, zum Beispiel das Dachgeschoss. Einzelne unbeheizte Räume können in die Messung einbezogen werden, wenn sie innerhalb der »Sys-

temgrenze«, also der gedämmten Gebäudehülle liegen, beispielsweise ein Abstellraum im Dachgeschoss.

i Beim Differenzdruckverfahren wird der Volumenstrom, auch Leckagestrom genannt, q_{50} in m^3/h gemessen. Dieser Wert beschreibt die Größe des Luftstroms, der bei einem Druck von 50 Pascal (Pa), durch das Gebäude geht, verursacht durch die Leckagen in der Gebäudehülle.

Wird der so gemessene Luftstrom durch das Innenvolumen des Gebäudes geteilt, erhält man die Luftwechselrate, den sogenannten n_{50} -Wert. Das ist das pro Stunde ausgetauschte Luftvolumen (siehe auch Infokasten Seite 4), welches das Maß für die Luftdichtheit des Gebäudes ist.

Die gemessene **Luftwechselrate n_{50}** kann mit den im Gebäudeenergiegesetz (GEG) geforderten Grenzwerten (siehe Seite 4) oder den vereinbarten Zielwerten verglichen werden. Für den Nachweis muss die Messung gemäß § 26 des GEG nach der Norm DIN EN ISO 9972: 2018-12 Anhang NA (Nationaler Anhang) durchgeführt werden.

! **Wichtig:** Um möglichst genaue Ergebnisse zu erhalten, muss das Innenvolumen des Gebäudes gemäß Norm genau erfasst und berechnet werden. Das kann durch die Planung oder den Messdienstleister geschehen.

Messzeitpunkt

Wann ein Luftdichtheittest durchgeführt wird, ist abhängig vom Zweck, den die Messung erfüllen soll:

- **Vor der Sanierung:**
Zur **Bestandsanalyse** bei bestehenden Gebäuden
- **Während der Sanierung/des Baus:**
Zur **baubegleitenden Qualitätskontrolle** der ausgeführten Arbeiten
- **Nach der Sanierung/der Baufertigstellung:**
Als **Abschluss- bzw. Nachweismessung** mit Zertifikat

Oft wird nur eine Abschlussmessung gemacht, die als Nachweis gemäß GEG oder für den Fördermittelgeber benötigt wird und nach der Fertigstellung der Gebäudehülle durchgeführt wird. Werden bei der Messung die geforderten Grenzwerte für die Luftdichtheit nicht ein-

gehalten, ist es für Nachbesserungen allerdings oft zu spät. Denn Fehlstellen an der Luftdichtheitsschicht sind dann häufig nicht mehr zu entdecken oder nicht zugänglich, weil zum Beispiel im Dachgeschoss schon die Verkleidung aus Gipskarton montiert ist, welche die eigentliche Luftdichtheitsschicht verdeckt. Eine Beseitigung der Fehlstellen ist dann gar nicht oder nur mit großem Aufwand (Rückbau) möglich.

Selbst wenn alle Grenzwerte eingehalten werden, können einzelne Leckagen so gravierend sein, dass sie Bauschäden verursachen können. Daher ist im Rahmen der Messung immer auch eine Suche nach größeren Leckagen vorgesehen, die protokolliert werden muss. Auch diese gestaltet sich schwierig, wenn die luftdichte Schicht nicht mehr sichtbar ist. Finden hinter der Verkleidung Luftströmungen statt, stimmt die Stelle, an der ein Luftdurchgang festgestellt wird, nicht zwangsläufig mit dem Ort der ursächlichen Fehlstelle überein.

Daher sollte zusätzlich während der Bauphase eine baubegleitende Messung zur Qualitätssicherung durchgeführt werden, und zwar nachdem die luftdichte Schicht und alle Anschlüsse fertiggestellt sind und bevor die Verkleidungen angebracht werden. So kann die Ausführung zu einem Zeitpunkt kontrolliert werden, an dem Fehlstellen noch zugänglich sind und leicht nachgebessert werden können.

Sinnvoll ist es, wenn alle Ausführenden beim Test anwesend sind. Dann können Fehlstellen direkt nachgebessert werden und der Effekt auf die Messung ist direkt ablesbar. Das hat bei so manchem Handwerker schon für ein Aha-Erlebnis gesorgt.

! **Aber Achtung:** wird nach einer baubegleitenden Messung keine Abschlussmessung mehr durchgeführt, kann es passieren, dass neue Mängel unentdeckt bleiben, die durch nachfolgende Arbeiten, wie Elektro- oder Trockenbauarbeiten, entstehen.

In der Praxis hat es sich daher bewährt, zweimal zu messen: bei der baubegleitenden Messung werden die Leckagen gesucht und beseitigt, die Abschlussmessung nach der Fertigstellung bestätigt die Einhaltung der geforderten Grenzwerte. Die Mehrkosten für eine zweite Messung sind gering im Vergleich zu den Kosten, die durch einen aufwändigen Rückbau oder entgangene Fördermittel verursacht werden!

Auswahl des Messdienstleisters

Einen Luftdichtheittest kann in Deutschland im Grunde genommen jeder durchführen, der ein Messgerät hat – eine bestimmte Ausbildung oder Qualifikation ist nicht vorgeschrieben. Das ist unverständlich, denn die fach- und normgerechte Durchführung der Messung setzt viel Fachwissen und Erfahrung voraus.

Um einen qualitativ hochwertigen Luftdichtheittest zu erhalten, sollte bei der Auswahl des Messdienstleisters auf folgende Kriterien geachtet werden:

- Nachweis der Qualifikation
- Regelmäßige Fortbildung
- Zertifizierung, beispielsweise durch den Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB)
- Anzahl der durchgeführten Tests pro Jahr – je mehr, desto mehr Erfahrung liegt vermutlich vor
- Referenzen

Der Messdienstleister sollte bestätigen, dass die Messung genau nach den geltenden Normen durchgeführt wird, damit der Nachweis vom Fördermittelgeber oder der zuständigen Behörde auch anerkannt wird.

Zur Kontrolle der eigenen Arbeiten kann die ausführende Firma einen vereinfachten Test zur Leckagesuche anwenden. Allerdings fehlt dann eine unabhängige Kontrolle. Spätestens für die Abschlussmessung sollte ein externer und unabhängiger Messdienstleister mit der Durchführung des Luftdichtheittests beauftragt werden.

Was kostet eine Luftdichtheitsmessung?

Die Kosten für einen Luftdichtheittest hängen von Zweck und Umfang der Messung ab. Eine Nachweismessung gemäß Norm kostet für ein 150 m² großes Einfamilienhaus etwa zwischen 300 und 400 Euro plus Mehrwertsteuer. Für Zusatzleistungen, wie eine ausführliche Suche nach Leckagen mit schriftlichem Protokoll oder Berechnungen im Vorfeld, können noch zusätzliche Kosten entstehen.

Der gewünschte Umfang der Leistung sollte daher genau festgelegt werden. Auf dieser Grundlage sollten Angebote von mindestens drei Anbietern eingeholt und genau geprüft werden. Ist der Preis sehr niedrig, kann das daran liegen, dass Arbeitsschritte ausgelassen werden, die für eine normgerechte Messung notwendig sind.

ABLAUF DER MESSUNG

Messverfahren und Gebäudevorbereitung

In der Norm DIN EN ISO 9972 werden für die Gebäudevorbereitung, auch Gebäudepräparation genannt, drei Verfahren beschrieben. Gemäß dem nationalen Anhang der Norm muss in Deutschland das Gebäude nach dem Verfahren 3 für die Messung vorbereitet werden.

Bei diesem Verfahren wird die Messung annähernd im Nutzungszustand durchgeführt. Geplante Öffnungen, wie Fenster, Haustüren und Türen zu unbeheizten Bereichen, wie Kellertüren, bleiben während der Messung geschlossen. Öffnungen ohne Vorrichtung zum Schließen bleiben unverändert, zum Beispiel der Briefeinwurfschlitz. Öffnungen, die der Lüftung dienen, werden nach genauen Vorgaben der DIN entweder geschlossen oder abgedichtet.

Bei einer baubegleitenden Messung sollten Dampfbremsfolien noch sichtbar, aber bereits mit der Lattung zur späteren Befestigung der Verkleidung gesichert sein, damit sie während der Messung keinen Schaden nehmen. Ist die Folie nur mit Klammern befestigt, könnte sie wegen der Druckverhältnisse, die während der Messung herrschen, abreißen.



Klebeverbindungen sollten nicht erst kurz vor dem Luftdichtheittest ausgeführt werden, denn jeder Kleber braucht Zeit um seine ganze Haftkraft zu entwickeln. Daher sollten alle Abklebe- und Dichtungsarbeiten bereits einige Tage vor dem Termin für die Messung fertig gestellt sein.

Mit dem Messdienstleister sollte vorab genau geklärt werden, welche Voraussetzungen für die Messung erfüllt sein müssen. Damit werden Mehrkosten für eventuell unnötige Anfahrten vermieden.

Wetterbedingungen

An windigen Tagen sollte keine Luftdichtheitsmessung durchgeführt werden. Eine Messung ist nur zulässig, wenn die natürliche Druckdifferenz zwischen innen und außen kleiner ist als 5 Pa (Pascal).

Wenn gleichzeitig mit der Messung auch Aufnahmen mit einer Thermographie-Kamera (siehe Seite 18) gemacht

werden sollen, müssen zwischen innen und außen ausreichende Temperaturunterschiede herrschen.

Messreihen – Messgenauigkeit

Die eigentliche Messung wird in einer Messreihe in mehreren Schritten, bei ansteigender Druckdifferenz, vorgenommen. Die Norm schreibt mindestens fünf Messpunkte in bestimmten Abständen vor. Je mehr Messpunkte, desto höher die Genauigkeit. Der Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB) empfiehlt sieben Messpunkte.

Laut GEG müssen zwei Messreihen durchgeführt werden. Eine bei Unter- und eine bei Überdruck. Dadurch wird eine höhere Genauigkeit erreicht. Würde nur eine Messreihe durchgeführt, könnten einige Leckagen in der Gebäudehülle unentdeckt bleiben. Eine nicht richtig verklebte Folienüberlappung im Dachgeschoss würde sich beispielsweise bei Unterdruck öffnen, bei Überdruck aber an den Untergrund anlegen und so nicht bemerkt werden. Der geforderte n_{50} -Wert muss für jede Messreihe eingehalten werden.



Gefährdungen während der Messung

Durch eine Unterdruckmessung im Gebäude können aus Bauteilen gesundheitsschädliche Stoffe wie Asbest, Mineralfaser oder Schimmelpilzsporen in die Innenraumluft gelangen. Daher sollte bei Schadstoffverdacht vor der Durchführung eines Luftdichtheitstests eine Risikoeinschätzung vorgenommen werden. Alternativ kommt dann eine alleinige Überdruckmessung in Frage. Kann das Risiko nicht eingeschätzt werden, sollte keine Messung erfolgen.

Wie werden Lecks aufgespürt?

Für die Suche nach Leckagen kommen während der Messung verschiedene Hilfsmittel zum Einsatz. Bei Unterdruck können Luftströme an Fehlstellen schon mit der **Hand** erspürt werden, vor allem, wenn kältere Luft einströmt. Allerdings muss man dazu aus Erfahrung wissen, wo man suchen muss, und die Fehlstelle muss nahe der Handfläche sein. Gleiches gilt für **Dampf- oder Rauchröhrchen**, die zusätzlich die Luftströme durch eine Rauchfahne sichtbar machen.

Mit einem **Thermo-Anemometer** kann man die Strömungsgeschwindigkeit an einer Luftaustrittsstelle messen. Das hilft bei der Einschätzung der Größe einer Leckage.



Mit dem Thermo-Anemometer wird hier an einer Steckdose eine Luftströmung festgestellt.

Mit Hilfe einer **Wärmebild- oder Thermografie-Kamera** können Temperaturunterschiede sichtbar gemacht werden. So gewinnt man, bei geeigneter Witterung, einen guten Überblick über die Gesamtsituation. Sind Fehlstellen verdeckt, können so Strömungswege sichtbar gemacht werden.

Manchmal wird zur Visualisierung von Leckagen eine Nebelmaschine eingesetzt, dabei wird das ganze Gebäude mit Nebel beaufschlagt, der Nebel strömt dann bei Überdruck durch die Leckagen nach außen. Aber Achtung: Vor dem Einsatz sollte man die Feuerwehr darüber informieren.

PRÜFBERICHT UND NACHWEISE

Zu jedem Luftdichtheitstest muss gemäß Norm ein Prüfbericht erstellt werden. Dieser sollte nicht nur die Messergebnisse enthalten, sondern auch alle Angaben, die nötig sind, um die Messergebnisse nachvollziehen und die Einhaltung der Messnormen prüfen zu können. Ein »Zertifikat«, das nur die Messergebnisse enthält, ist nicht prüfbar und wenig aussagekräftig.

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Zweck der Messung
- Messverfahren und eingesetzte Messgeräte
- Ergebnisse der Messung
- Berechnung der Bezugsgrößen, Kennwerte
- Bedingungen während der Messungen
- Dokumentation der Gebäudepräparation
- Dokumentation der großen Leckagen
- Alle Abweichungen von der Norm

DAS WICHTIGSTE AUF EINEN BLICK

Empfohlene Qualitätsstandards bei der Luftdichtheit der Gebäudehülle
<p>Planung und Baubegleitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Ausführung der luftdichten Ebene wird frühzeitig und sorgfältig geplant. Bei umfangreichen oder fehleranfälligen Sanierungen liegt ein Luftdichtheitskonzept vor. • Alle Detailpunkte werden vor der Ausführung geklärt und zeichnerisch dargestellt. • Durch eine unabhängige Baubegleitung wird die luftdichte Ausführung fachgerecht geplant und die Ausführung überwacht. • Ein Abstimmungsgespräch mit allen am Bau oder der Modernisierung Beteiligten findet statt. • Die Qualität der Ausführung wird mit einem baubegleitenden Luftdichtheitstest überprüft. • Wird der Nachweis der Luftdichtheit gemäß GEG (früher EnEV) oder für den Fördermittelgeber benötigt, wird eine zusätzliche Abschlussmessung nach Fertigstellung der gesamten Gebäudehülle durchgeführt.
<p>Bauausführung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die ausführenden Fachunternehmen weisen ihre Qualifizierung und Fortbildung nach. • Die Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller werden beachtet und befinden sich während der Bauphase immer auf der Baustelle. • Die Mitarbeiter auf der Baustelle sind geschult.
<p>Luftdichtheitsschicht und Detailausführung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es gibt eine durchgehende Luftdichtheitsebene, alle Anschlüsse werden luftdicht ausgeführt. • Durchdringungen werden durch Anordnung einer Installationsebene auf das notwendige Maß reduziert. • Die Anschlussmaterialien sind auf die Einbausituation und die Untergrundmaterialien abgestimmt. • Alle Mauerwerksflächen sind innen vollflächig verputzt – auch hinter Verkleidungen!
<p>Durchführung der Luftdichtheitsmessung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Messdienstleister weist seine Qualifizierung und Fortbildung nach. • Die Messungen werden nach den geltenden Normen durchgeführt. • Ein vollständiger Prüfbericht wird erstellt und ausgehändigt.

❖ INFORMATIONSADRESSEN (IM INTERNET)

- FLIB – Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V. | www.flib.de
- FLIB – Info-Portal zum Thema »Luftdichtes Bauen« | www.luftdicht.info
- Fördermittel der KfW | www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen
- Fördermittelsuche des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie | www.foerderdatenbank.de
- Planungs- und Ausführungshilfen für die Luftdichtheit im Bestand geben die WTA-Merkblätter, die von der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (WTA) herausgegeben werden (kostenpflichtig) | www.wta-international.org/de/service/wta-merkblaetter/



Die im Text genannten Infobroschüren sind in den Beratungsstellen erhältlich oder stehen zum Download unter www.energieberatung-rlp.de zur Verfügung.

IMPRESSUM

Herausgeber

Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V.
– Energieberatung –
Seppel Glückert Passage 10, 55116 Mainz
Tel. (0 61 31) 28 48 - 0
Fax (0 61 31) 28 48 - 13
energie@vz-rlp.de
www.verbraucherzentrale-rlp.de

Für den Inhalt verantwortlich: Ulrike von der Lühe,
Vorstand der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V.

Fotos und Grafiken:

Titelbild: Martina Rittersdorf/Wolfgang Scheffler; Foto in der Lupe: © Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e. V.
Zeichnungen: S. 4, 6 und 12: © Martina Rittersdorf | S. 8: © Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (WTA), München, aus: WTA-Merkblatt 6-9, 11.2015/D, Luftdichtheit im Bestand – Teil 1, Seite 10 | S. 15: © Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e. V.
Fotos: S. 2: © Pexels/Bongkarn Thanyakij | S. 7 und 15: © Martina Rittersdorf | S.10: © 123rf/Nusara Promsiri | S. 11: © Joachim Weid | S. 13 und 18: © airtight-junkies.de | S. 14: © Joachim Zeller

Gestaltung: Wolfgang Scheffler, Mainz
Druck: Print Pool GmbH, Taunusstein

Stand: 12/2020
Gedruckt auf 100 Prozent Recyclingpapier

© Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

verbraucherzentrale
Rheinland-Pfalz

BEI FRAGEN ZUM ENERGIESPAREN UND REGENERATIVEN ENERGIEN ERREICHEN SIE UNS:

Telefonisch kostenfrei unter: 0800 - 60 75 600

Montag 9 - 13 Uhr und 14 - 18 Uhr

Dienstag 10 - 13 Uhr und 14 - 17 Uhr

Donnerstag 10 - 13 Uhr und 14 - 17 Uhr

Persönlich nach vorheriger Anmeldung an rund 70 Standorten in Rheinland-Pfalz.

Die nächstgelegene Beratungsstelle finden Sie im Internet unter
www.energieberatung-rlp.de
oder wir nennen sie Ihnen unter o.g. Rufnummer.

Wir behalten uns alle Rechte vor, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung. Kein Teil dieses Merkblattes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Publikation darf ohne Genehmigung des Herausgebers auch nicht mit (Werbe-) Aufklebern o. ä. versehen werden. Die Verwendung des Merkblattes durch Dritte darf nicht zu absatzfördernden Maßnahmen geschehen oder den Eindruck der Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V. erwecken.