Dichtheit von Luftleitungen

# Luftdichtheitsklasse C als neuer Standard

Um bis 2050 den im Gebäudeenergiegesetz (GEG) geforderten nahezu klimaneutralen Gebäudebestand erreichen zu können, braucht es mehr als den Austausch alter Heizungen und verbesserte Wärmedämmungen. Ein wichtiger Aspekt, der dank Verbänden, Wissenschaft, Forschung und Fachleuten immer mehr in den Fokus rückt, ist die Dichtheit von Luftleitungssystemen.

**TEXT:** *Dr. Tina Weinberger und Jörg Mez*

Ausgehend von durchschnittlichen – bisher oft unwissend akzeptierten – Leckageraten von 15 Prozent und mehr, liegt der energetische Mehrbedarf der Luft- und Klimatechnik aktuell bei rund 50 Prozent. Dies zu ändern und die Dichtheitsklasse C als Standard zu etablieren, um die vorgegebenen Ziele der Bundesregierung zu unterstützen, ist heutzutage kein Problem mehr und sollte verpflichtend festgelegt werden.

Rund 30 Prozent der $CO_2$-Emssionen und etwa 35 bis 40 Prozent des Energieverbrauchs in Deutschland werden momentan durch den Gebäudesektor verursacht. Dabei fordern das neu in Kraft getretene Gebäudeenergiegesetz (GEG), der Leitfaden Nachhaltiges Bauen (BNB) und auch die Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), dass der Energieverbrauch und die $CO_2$-Emissionen im Gebäudesektor deutlich heruntergefahren werden und die Gesamteffizienz steigen muss. Ziel der Bundesregierung ist es, bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Dies bedeutet jedoch, dass der Bedarf an Primärenergie um rund 80 Prozent gesenkt werden muss und weitere Impulse und Ansatzpunkte im Gebäudebereich nötig sind.

## Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen

Einen dieser wichtigen Ansatzpunkte stellen die im GEG explizit erwähnten Lüftungs- und Klimaanlagen dar. Deren Luftleitungssysteme weisen zahlreichen Studien und Untersuchungen zufolge fast in ganz Europa durchschnittliche Leckageraten von 15 Prozent und mehr auf. Dies entspricht gemäß der DIN EN 16798-3 der Dichtheitsklasse ATC 6 und damit 2,5-Mal der schlechtesten Dichtheitsklasse A (DIN EN 13779).

Fast ein Sechstel des gesamten geförderten Luftvolumens geht dadurch in Zwischendecken, Schächten und andernorts verloren, statt in den Räumen anzukommen, die bestimmungsgemäß mit dem Lebensmittel Luft versorgt werden sollen. Neben dem Verlust an wertvoller Luft, bedeuten die Leckagen Effizienzeinbußen und in der Folge unnötig hohe Kosten. So titelte beispielsweise die New York Times, dass dichte Luftleitungen das größte Energieeinsparungspotenzial bei energetischen Sanierungen in den USA bieten. Ergebnissen des ICEE Reports (Energieeinsparungen durch die Abdichtung von Luftleitungssystemen) zufolge können durch eine Beseitigung von Leckagen Energieeinsparungen von rund 46 Prozent und Stromkosteneinsparungen von etwa 50 Prozent erreicht werden. Marcel Riethmüller, Geschäftsführer der ecogreen Energie GmbH & Co. KG, erläutert: „Beispielhaft kann durch eine Reduzierung des Luftvolumenstroms um rund 20 Prozent der Energieeinsatz um etwa 50 Prozent verringert werden. Deshalb gilt grundsätzlich, dass eine Anpassung des real geförderten Luftvolumenstroms an

den Bedarf – der sich ohne Leckagen ergeben würde – die Basis für eine energieeffiziente Lüftungsanlage ist. Und dafür bedarf es als Grundlage zuverlässig dichter Luftleitungssysteme." Luftleitungssysteme bieten damit enormes Potenzial für Energieeinsparungen, Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen. Zugleich stellen dichte Luftleitungssysteme eine wesentliche Grundlage dar, um die Vorgaben der VDI 2067 Blatt 1 (wirtschaftlicher Betrieb) und der VDI 6022 (hygienischer Betrieb) einhalten zu können. Denn nur Luftleitungssysteme, die mindestens der Luftdichtheitsklasse C (und damit einer Leckagerate von 0,67 Prozent) entsprechen, können mit minimalen Kosten, maximaler Effizienz und minimalem Energieeinsatz betrieben werden und ein hygienisch reines Lebensmittel Luft gewährleisten.

## Abdichtung und Prüfung

Eine garantierte Dichtheit von Luftleitungssystemen setzt allerdings voraus, dass die aktuelle Prozesskette im Luftleitungsbau um zwei wichtige und wesentliche Arbeitsschritte ergänzt wird:

- eine durch wirtschaftlich unabhängige Prüfer verpflichtend nachzuweisende Mindestdichtheit gesamter Luftleitungssysteme der Klasse C und
- eine nachträgliche verpflichtende Abdichtung des gesamten Luftleitungssystems.

Denn bisher können weder Planungsvorgaben noch Produktions- und Montagestandards, Normen oder andere Regelwerke die Dichtheit und damit die Energieeffizienz einer Lüftungs- oder Klimaanlage garantieren. Hauptgrund ist eine verfahrensbedingt nicht vermeidbare graduelle Verschlechterung der Dichtheit entlang der Prozesskette im Luftleitungsbau (**Tabelle 1**). Diese resultiert beispielsweise aus der Ausschreibung einer zu geringen Dichtheitsklasse (meist B), der Montage einzelner Bauteile (unterschiedlicher Dichtheitsklassen, **Tabelle 2**) unter Zeitdruck und beengten Platzverhältnissen (**Bild 1**), durch Transportschäden (**Bild 2**) sowie durch die unvorsichtige „Nutzung" bereits installierter Luftleitungsbauteile als Sitzgelegenheit und ähnliches durch andere Gewerke (**Bild 3**). Das Ergebnis sind die in der Praxis meist vorgefundenen Leckageraten von 15 Prozent und mehr und damit eine Dichtheitsklasse, die genau genommen nicht den selbst erlassenen Vorgaben – Mindestdichtheitsklasse B – entspricht.

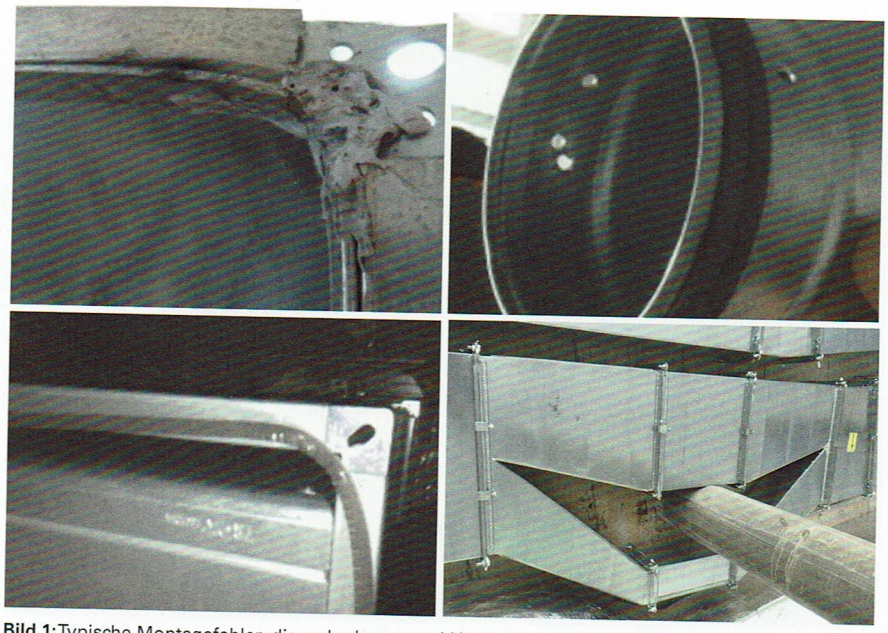

**Bild 1:** Typische Montagefehler, die zu Leckagen und Undichtigkeiten im Gesamtsystem führen können, sind beispielsweise Luftleitungsbauteile, in deren Ecken sehr großzügig Dichtmasse eingebracht wurde (o. l.), die Arbeitsweise „Try and Error", die zu Löchern führt, die nach der Montage häufig nicht mehr abgedichtet werden, sondern als Leckagen im Luftleitungssystem verbleiben (o. r.), schlecht und nicht dem Stand der Technik aufgebrachte Dichtbänder (u. l.) oder komplizierte Aufmaßbauteile, die vor Ort auf der Baustelle nach Produktionsstandards gefertigt und dann oftmals unter beengten Platzverhältnissen mit dem restlichen Luftleitungssystem verbunden werden müssen (u.r.).
*Bilder: MEZ-Technik GmbH*

| Prozesskette Luftleitungsbau | Vorgegebene Dichtheitsklasse (Leckagerate) | Real erzielbare Dichtheitsklasse (Leckagerate) |
|---|---|---|
| Dichtheitsklasse und deren Erfüllung wird vom Planer in der Ausschreibung vorgegeben | C (0,67 %) | C (0,67 %) |
| Luftkanalhersteller fertigt, prüft und liefert gemäß Vorgaben | C (0,67 %) | C (0,67 %) |
| Luftkanalbauteile werden zur Baustelle transportiert und dort weiter „bearbeitet" (Handling) | C (0,67 %) | B (2 %) |
| Montagefirma montiert und prüft gemäß Vorgaben | C (0,67 %) | A (6 %) – 2,5 x A (15 %) |
| Reinigungsfirma reinigt gemäß Vorgaben | C (0,67 %) | A (6 %) – 2,5 x A (15 %) |
| MSR-Technik reguliert die Anlage ein | C (0,67 %) | A (6 % – 2,5 x A (15 %) |
| Anlage wird an den Bauherren übergeben | C (0,67 %) | A (6 % – 2,5 x A (15 %) |
| Anlage im Betrieb | C (0,67 %) | ≥ 2,5 x A (≥ 15 %) |

**Tabelle 1:** Theoretische Vorgaben für Luftleitungssysteme und real erzielbare Dichtheitsklassen.

## Von C nach A in wenigen Schritten

Mit der bisherigen Prozesskette lässt sich selbst dann, wenn die Dichtheitsklasse C (= 0,67 Prozent Leckagerate) ausgeschrieben wird, prozessbedingt ohne eine nachträgliche Abdichtung in der Praxis meist bestenfalls Dichtheitsklasse A (= 6 Prozent Leckagerate) erreichen. Wird – wie bisher meist – nur die Dichtheitsklasse B ausgeschrieben, liegen die Leckageraten im Betrieb in aller Regel ▶

| Luftdichtheitsklasse der Luftleitung nach | | Leckageräte [%] | Grenzwert der Luftleckagerate $f_{max}\left[\frac{m^3/s}{m^2}\right]$ |
|---|---|---|---|
| DIN EN 1507 und DIN EN 12237 (alte DIN EN 13779) | DIN EN 16798–3 | | |
| | ATC 7 | | Nicht klassifiziert |
| | ATC 6 | 15 | $0{,}0675 \cdot p_{Prüf} \cdot 10^{-3}$ |
| A | ATC 5 | 6 | $0{,}027 \cdot p_{Prüf} \cdot 10^{-3}$ |
| B | ATC 4 | 2 | $0{,}009 \cdot p_{Prüf} \cdot 10^{-3}$ |
| C | ATC 3 | 0,67 | $0{,}003 \cdot p_{Prüf} \cdot 10^{-3}$ |
| D | ATC 2 1) | 0,22 | $0{,}001 \cdot p_{Prüf} \cdot 10^{-3}$ |
| | ATC 1 1) | 0,07 | $0{,}00033 \cdot p_{Prüf} \cdot 10^{-3}$ |

1) Luftleitungen für besondere Anforderungen,
$p_{Prüf}$ [Pa] Prüfdruck – Auslegungsdruckdifferenz des zu prüfenden Luftleitungssystems oder Luftleitungsteilsystems

**Tabelle 2:** Übersicht Dichtheitsklassen

**Bild 2:** Typische Transportschäden mit negativen Auswirkungen auf die Dichtheit der Luftleitungskomponenten entstehen beispielsweise durch die Handhabung und den unvermeidbaren Verzug – insbesondere bei großen Luftleitungsbauteilen. *Bild: MEZ-Technik GmbH*

bei 15 Prozent und mehr. Die Folge sind erhebliche Energie- und Effizienzverluste sowie unnötig hohe Kosten und zahlreiche weitere Nachteile. So erklärt Detlef Malinowsky, Sachverständiger, Referent für TGA-Technik, KfW und BAFA gelisteter Berater sowie Vorstand der Energiegenossenschaft und des Gewerbeverbands: „Die Dichtheit von Luftleitungssystemen entspricht meiner eigenen Einschätzung nach in der Praxis in etwa 50 Prozent der Fälle keiner Dichtheitsklasse. Dies bedeutet, dass die Luftleitungen sehr undicht sind und in der Folge

- Geräusche in Zwischendecken entstehen, die bis in den Nutzraum störend zu hören sind.
- ungewollte Luftüberströmungen und damit Geruchsbelästigungen entstehen.
- die Luftverteilung in einem verzweigten Luftkanalsystem fehlt und deshalb das System nicht lufttechnisch einreguliert werden kann.
- lufttechnisch unterversorgte Räume und damit eine schlechte Luftqualität durch zu hohe $CO_2$-Werte resultieren.
- der Energieaufwand am Ventilator unnötig steigt, um die Leckageluftmengen auszugleichen.

Eigentlich dürften die meisten RLT-Anlagen gar nicht abgenommen werden, weil keine der Anlagen die geplante Funktion erfüllen kann." Zur gleichen Erkenntnis kommt Valerie Leprince, Geschäftsführerin von PLEIAQ. Sie berichtet: „Kürzlich in Frankreich durchgeführte Messungen haben gezeigt, dass fast 50 Prozent der Luftleitungssysteme eine Luftdichtheit von 2,5-Mal der Dichtheitsklasse A oder schlechter aufweisen. Dabei wurden sie so geplant, dass sie die vom Effinergie+ Label mindestens geforderte Dichtheitsklasse A erreichen sollten. Ein Aspekt, der zeigt, dass sich die bisherigen Baugewohnheiten ändern müssen."

## Unnötige Mehrkosten durch Verluste verschiedener Art

Dabei ist eine Änderung der Baugewohnheiten, die die Bedeutung dichter Luftleitungssysteme in den Fokus rückt, nicht nur aus energetischer Sicht sinnvoll. Vielmehr lassen sich mit dichten Leitungssystemen auch finanzielle Mehrkosten vermeiden, die durch den Verlust an Wärme und Kälte entstehen. Wolf Rienhardt, selbstständig tätig für Planung, Training, Beratung in der HLKS-Technik und Mitglied im Deutschen Fachverband für Luft und Wasserhygiene (DFLW), berechnet beispielhaft die durch Undichtigkeiten verursachten Mehrkosten einer Teilklimaanlage (Lüften, Filtern, Heizen, Kühlen) für die Luftförderung und Lufterwärmung in einer Winterperiode (auf Grundlage statistischer Wetterdaten für den Standort Mühldorf/Inn) zu rund 370 Euro (Luftbehandlung) beziehungsweise 385 Euro (Luftbehandlung und Luftförderung). Valerie Leprince bestätigt diese Zahlen: „Verschiedene Berechnungen, Untersuchungen und Studien haben gezeigt, dass sich durch die Beseitigung von Undichtigkeiten in Luftleitungssystemen die Heizlasten zwischen fünf Prozent und 18 Prozent und die Kühllasten zwischen zehn Prozent und 29 Prozent reduzieren lassen. Zudem führen Leckagen in Luftleitungssystemen dazu, dass rund 30 Prozent bis 75 Prozent mehr Ventilatorleistung und in RLT-Anlagen eine um bis zu 48 Prozent höhere Kühlleistung erforderlich ist. Durch die zuverlässige Beseitigung der Leckagen lassen sich bis zu 50 Prozent der Energiekosten der eingesetzten Ventilatoren einsparen." Zudem wirken sich die Leckagen in punkto Baukosten negativ aus. Lüftungs-, Teilklima- und RLT-Anlagen werden bereits bei der Planung häufig überdimensioniert und Volumenströme um 15 bis 20 Prozent höher angesetzt, um den real benötigen Mindestluftwechsel gewährleisten zu können. Die Folge sind überdimensionierte Lüftungsgeräte, ein höherer Platzbedarf

für größere Leitungen und Bauteile sowie ein Mehraufwand bei der Schalldämmung und Statik – und damit unnötige Mehrkosten.

## Paradigmenwechsel im Luftleitungsbau

Während Bauherren und Betreiber bei der Energieeffizienz ab und an ein Auge zudrücken, führen nach Christian Podeswa, Schulungsreferent bei Helios Ventilatoren, die immer offensichtlicher werdenden unnötigen Mehrkosten durch undichte Luftleitungssysteme langsam, aber sicher zu einem Umdenken. „Neben den gesetzlichen Vorgaben und normungstechnischen Grundlagen, die immer mehr auf eine höhere Effizienz von Lüftungsanlagen abzielen, werden immer mehr Betreiber auf die Wirtschaftlichkeit einer Lüftungsanlage aufmerksam. Eine entscheidende große Rolle spielt dabei die Dichtheit. Denn salopp ausgedrückt: Wofür zahle ich und was bringt mir mein aufbereitetes Lebensmittel Luft in der Zwischendecke, wo es doch eigentlich in den Nutzungsräumen bereitgestellt werden soll?!"

Dies zu ändern, Kosten einzusparen, die Energieeffizienz zu erhöhen und zugleich sicherzustellen, dass das wertvolle Lebensmittel Luft – inklusive der darin gespeicherten Wärme- oder Kälteenergie – dort ankommt, wo sie benötigt wird, ist heutzutage nicht schwierig. Es bedingt jedoch einen von Verbänden und Fachleuten immer stärker geforderten grundlegenden Paradigmenwechsel: weg von der bisherigen Praxis stillschweigend akzeptierter Leckageraten von 15 Prozent und mehr hin zu einer vorgeschriebenen und verpflichtend einzuhaltenden Luftdichtheitsklasse C für komplette Luftleitungssysteme. Weg von einer missachteten Bedeutung hoher Leckageraten hin zu einem bei Planern, Anlagenbauern und Betreibern vorhandenen Bewusstsein, dass dichte Leitungen die wesentliche Grundlage für Effizienz, einen geringeren Energiebedarf und Kosteneinsparungen sind. Weg von einer Prozesskette ohne Prüfung und Nachweis der Dichtheit, hin zu einer verpflichtenden nachträglichen Abdichtung und Dichtheitsprüfung des gesamten Luftleitungssystems als Bestandteil der Prozesskette.

**Bild 3:** Gründe für eine schlechtere Dichtheit, die nicht in den Händen des Anlagenbauers liegen, ergeben sich beispielsweise dadurch, dass Luftleitungsbauteile nach deren Einbau anderen Gewerken „im Weg liegen" und mit Brettern „überbrückt" werden. *Bilder: MEZ-Technik GmbH*

## Eine Lösung, die gefördert wird

Um die Dichtheitsklasse C für gesamte Luftleitungssysteme gewährleisten zu können, stellt zum Beispiel das Aeroseal-Verfahren eine ideale Lösung dar. Anwendbar bei neuen sowie Lüftungs- und RLT-Anlagen im Bestand lassen sich damit komplette Luftleitungssysteme innerhalb kurzer Zeit zuverlässig von innen heraus und ohne vorherige Suche der Leckagen abdichten. Dabei liegen die Amortisationszeiten im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren mehrheitlich bei nur ein bis fünf Jahren und die Gesamtkosten eines Gewerks können bei einer integrativen Planung reduziert werden. Zugleich sind sowohl die Kosten als auch der Zeitaufwand für die Abdichtung im Vergleich zu konventionellen Verfahren gering.

Unterstützt wird das Verfahren durch eine staatliche Förderung, die greift, wenn der Einsatz von Aeroseal in Bestandsgebäuden zur einer EnEV-relevanten energetischen Aufwertung der Lüftungs- oder RLT-Anlage führt. So kann über ein Förderprogramm für Einzelmaßnahmen in Bestandsgebäuden die Erstinstallation oder Erneuerung einer Lüftungsanlage mit bis zu 20 Prozent Tilgungszuschuss subventioniert werden, wenn durch die Erneuerung oder Instandsetzung mindestens eine mit Messungen nachgewiesene Dichtheitsklasse B erreicht wird. Im Bereich der Prozesslüftungstechnik ist eine Förderung von bis zu 40 Prozent möglich. Inwieweit die Vorgabe einer Dichtheitsklasse B als Standard für eine Förderung ausreichend sein sollte, ist für viele Experten strittig. Nichtsdestotrotz wird der Ansatz positiv gesehen und als Schritt in die richtige Richtung betrachtet. So sagt ecogreen Energie Geschäftsführer Marcel Riethmüller: „Man kann oft froh sein, wenn die Firmen das Luftleitungssystem überhaupt auf Dichtigkeit überprüfen. Und um eine Förderung zu erhalten, muss diese mit einem Messprotokoll nachgewiesen werden." ■

**Dr.-Ing. Tina Weinberger**

ist freie Fachjournalistin, Stutensee.
*Bild: Weinberger*

**Jörg Mez**

ist Geschäftsführer der MEZ-Technik GmbH, Reutlingen.
*Bild: MEZ-Technik GmbH*