



Energieeinsparung in RLT-Anlagen

Dichtheitsprüfung von Luftleitungen in der Praxis –
Dichtheit und Hygiene, Erkenntnisse und neue Normen

Bringt die politische Forderung nach CO₂-Reduzierung frischen Wind in die Bemühungen um Energieeinsparungen bei RLT-Anlagen?

Bereits seit Jahren werden die Kosteneinsparungsmöglichkeiten für verschiedene RLT-Komponenten in diversen Veröffentlichungen vorgerechnet. Zu oft wird jedoch immer noch nur bei der Anschaffung der RLT-Komponenten gespart – nicht nur aus der Sicht des Umweltschutzes gesehen eine kurzsichtige Vorgehensweise.

Dabei fordert die Basisnorm DIN EN 13779 grundsätzlich eine Optimierung der „Life Cycle Costs“ bzw. sogar eine Auswahl der RLT-Anlage nach den Kosten über die Nutzungsdauer.

In Bezug auf Luftleitungen bekommt man im Markt sogar den Eindruck, dass es nur zwei entgegen gesetzte Positionen gibt: Planer und ausführende Firmen, die die Normen und Notwendigkeiten zur Energieeinsparung anerkennen und bis zur letzten Konsequenz (Dichtheitstest) umsetzen und selbige, die die Notwendigkeit von dichten Luftleitungen teils sogar vehement abstreiten!

Wie bedeutend Luftleitungsleckagen hinsichtlich Energieverschwendung tatsächlich sind, muss man sogar vielfach erst an einem einfachen analogen Beispiel an einer Heizungsanlage verdeutlichen: Oft kommt der Einwand, die unkontrolliert über Leckagestellen ausströmende Luft kommt ja dem Gebäude sowieso zugute. Das ist aber vergleichbar einer schlecht isolierten Heizungsanlage. Was nutzt die Wärme irgendwo im Gebäude, wenn die letzten Heizkörper kalt bleiben?

Aber auch im Hinblick auf Hygiene ist die Leckage von Bedeutung, wie ein Zitat aus einem Untersuchungsbericht eines namhaften deutschen Ingenieurbüros aus dem Jahr 2007 es auf den Punkt bringt: „Im vorliegenden Fall führen Undichtigkeiten des Kanalnetzes dazu, dass rund ein Drittel der zentral geförderten Zuluftmenge nicht die Aufenthaltsräume erreicht. Dadurch wird die Luftqualität in diesen Räumen gegenüber dem planerisch vorgesehenen Zustand erheblich verschlechtert.“

Prinzipiell ist jedem bewusst, dass LV-Forderungen alleine nicht genügen die gewünschte RLT-Anlagenqualität zu gewährleisten, sondern auch (Abnahme-)Prüfungen an ausgeführten Anlagen notwendig sind.

Doch beginnen wir von vorne!



Dichte Luftleitungen von Normen gefordert

Die in der europäischen Richtlinie Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2002/91 festgelegten Energieeinsparungsziele werden über die Energieeinsparverordnung und weiter über Normen und Richtlinien umgesetzt.

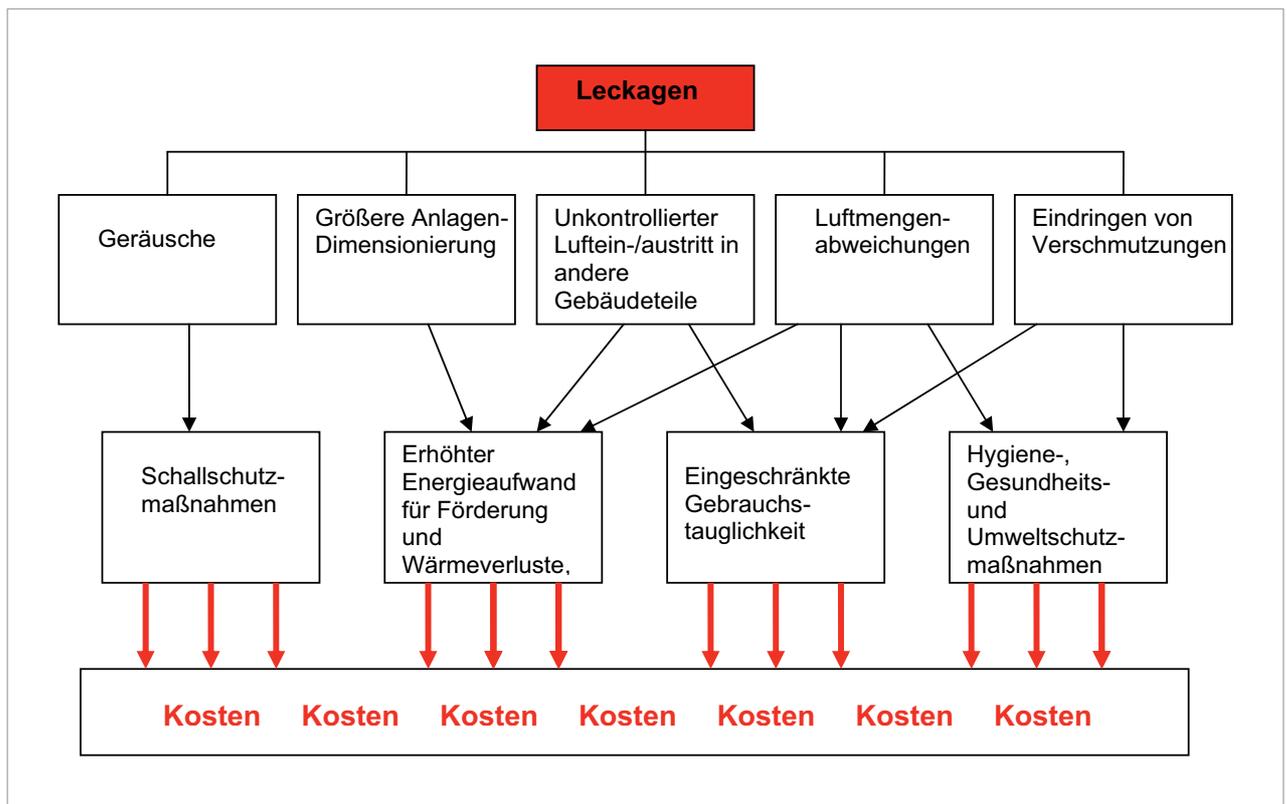
Für Lüftungs- und Klimaanlage gilt dafür in erster Linie die DIN EN 13779: „Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Klima- und Lüftungsanlagen“.

Die (Un-)Dichtigkeit von Luftleitungen ist nach DIN EN 13779 bei der Ermittlung des Luftvolumenstromes für die Auslegung der Ventilatoren unter Hinweis auf die DIN EN 15242 -Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration- zu berücksichtigen!

Demnach ist bei unbekannter Dichtheitsklasse des Luftleitungssystems mit 15% Verlust zu rechnen; bei Dichtheitsklasse A immerhin noch mit 6%.

Nach der letzten Ausgabe der DIN EN 13779 sollten aber 2 % nicht überschritten werden! Dichtheitsklasse A (entspricht Dichtheitsklasse II nach alter DIN 24194) ist also in der Regel bei Weitem nicht ausreichend und wird demzufolge in der DIN EN 13779 nicht mehr empfohlen.

Mangelnde Luftdichtigkeit bewirkt Leckagen, die verschiedene Auswirkungen haben können - aber alle in einem Punkt enden > Mehrkosten:



Die Auswirkungen von Leckagen aufgrund ungenügend luftdichter Luftleitungen sind also vielfältig und sehr umfangreich in ihrer Darstellung.

Man sollte also spätestens bei der Abnahme/Inbetriebnahme dokumentieren können, wie dicht das errichtete Luftleitungssystem ist.

Bezüglich des exponentiell ansteigenden Energiebedarfes sei auf frühere Veröffentlichungen verwiesen, wie z.B. auf www.lindab.de zu finden.

Abnahmen nach DIN EN 12599

Abnahmeprüfungen sind aufgrund der Forderung in der VOB Teil C in der Regel Bestandteil jedes Vertrages über die Errichtung einer raumluftechnischen Anlage! Dazu sollte auch der Dichtheitstest von Luftleitungen gehören.

Während einige Firmen jeglichen Dichtheitstest ignorieren, haben andere Firmen seit geraumer Zeit diese bereits als festen Bestandteil in die Abnahmeprozedere aufgenommen. Nicht zuletzt auch, um den vielfach ausführenden Sub-Unternehmer nicht aus der Verantwortung zu lassen.

Um die betreffenden vertraglichen Festlegungen zu erfüllen wird eine frühzeitige Berücksichtigung von Dichtheitstests im Planungsstadium notwendig. Diese sollten daher explizit ausgeschrieben werden. Nachträgliche Versuche einen Dicht-

heitstest den ausführenden Firmen „aufs Auge zu drücken“ scheitern sowohl an vertraglichen wie oft auch an den praktischen Gegebenheiten.

Dabei sind Dichtheitstests, rechtzeitig geplant und berücksichtigt, heute nicht mehr so aufwändig.

Die DIN EN 13779 verweist diesbezüglich ebenso wie die VOB Teil C bzw. die DIN 18379 auf die Ausführungen in der DIN EN 12599 - Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumluftechnischer Anlagen.

Abnahmeprüfungen, und damit auch Dichtheitsprüfungen, sind technisch und wirtschaftlich begründet; bieten insbesondere aber auch den Ausführenden die Möglichkeit einer lückenlosen Dokumentation im vertragsrechtlichen Sinne.

Messung des Leckluftstromes nach Norm

Nach DIN EN 13779 sollten Dichtheitsprüfungen in jedem Stadium der Ausführung durchgeführt werden, in dem die gesamte Dichtheit geprüft werden kann und erforderliche Reparaturen leicht vorgenommen werden können. Die Vorgehensweise wird in der DIN EN 12599 näher beschrieben.

Danach ist es zweckmäßig, die Messung des Leckluftstromes während der Montage der Anlage an ausreichend großen Teilstrecken des Systems durchzuführen.

Die Normen

- **DIN EN 12237** „Luftleitungen – Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech“ und
 - **DIN EN 1507** „Rechteckige Luftleitungen aus Blech – Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit“
- geben noch detailliertere Hinweise.

Die wesentlichen zu beachtenden Punkte daraus seien nachfolgend erläutert, wenn auch diese Normen – trotz (noch?) anderslautender Aussagen in der Beschreibung des Anwendungsbereiches – ansonsten mehr für den Laborgebrauch heranzuziehen sind.

Als ausreichend große Teilstrecke des Luftleitungssystems werden mind. 10 m² Luftleitungsoberfläche angesehen. Sofern keine gesamte Prüfung des Luftleitungssystems vorgenommen werden soll, sind aber mindestens 10% der Luftleitungsoberfläche einzubeziehen.

Alle Öffnungen des Systems sind zu verschließen und es wird ein Gebläse/Ventilator über eine Volumenstrommesseinrichtung (kalibriertes Drosselgerät) angeschlossen.

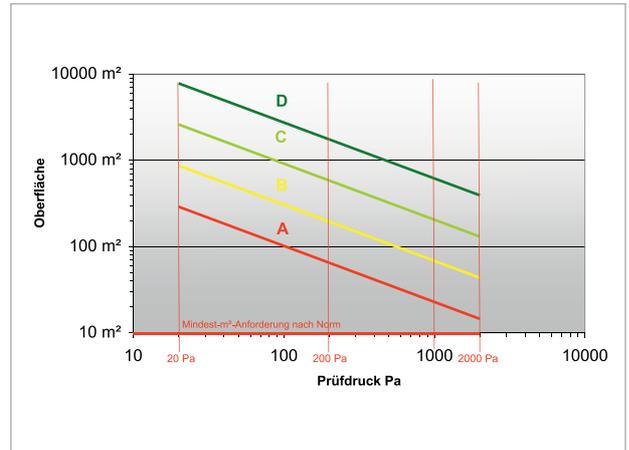
Als Prüfdruck werden 200 Pa, 400 Pa oder 1000 Pa als Überdruck bei Zuluftleitungen oder als Unterdruck bei Abluftleitungen vorgeschlagen. Der Prüfdruck sollte so gewählt werden, dass er in der Mitte des mittleren Betriebsdruckes liegt.

Eine Abweichung vom mittleren Betriebsdruck ist nach DIN EN 12599 zulässig und es wird dazu eine Umrechnungsformel angegeben.

Die DIN EN 12237/1507 schreibt die Aufrechterhaltung des gewählten Prüfdruckes $\pm 5\%$ für 5 min vor.



Baustellen-Leckagetest



Automatische Dichtheitsklassenermittlung über einen großen Oberflächenbereich durch Variation des Prüfdruckes, ohne jegliche Umrechnung, mit dem LT 510

Zur Ermittlung der Leckluftfrate ist die Luftleitungsfläche gemäß DIN EN 14239 zu ermitteln. Es ist eine Normenergänzung beantragt, auch die Oberfläche aus CAD-Systemen hier zuzulassen.

Die Division des gemessenen Leckluftvolumens durch die Luftleitungsfläche ergibt die Leckluftfrate:

$$f = \frac{q_v}{A_j} \quad \left[\frac{l \times s^{-1}}{m^2} \right]$$

Zur Beurteilung werden die Grenzwerte für die Dichtheitsklassen nach DIN EN 13779 (gleichlautend in DIN EN 12237 und 1507 aufgeführt) herangezogen:

Luftdichtheitsklasse	Grenzwert der Leckluftfrate (f_{\max}) $l \times s^{-1} \times m^{-2}$
A	$0,027 \times p_t^{0,65}$
B	$0,009 \times p_t^{0,65}$
C	$0,003 \times p_t^{0,65}$
D	$0,001 \times p_t^{0,65}$

Ggfs. ist bei abweichenden Temperaturen und atmosphärischem Druck eine Korrektur der Ergebnisse vorzunehmen.

In den beiden zitierten Normen DIN EN 1507 und 12237 wird auch eine Mindest-Verbindungsänge gefordert.

Diese dient dazu zu verhindern, dass nur ein Teilsystem mit geraden Luftleitungen, ohne Formstücke und daher mit wenig Verbindungen ausgewählt wird, was zu falschen Ergebnissen und Rückschlüssen führen würde in Bezug auf das Gesamtsystem.

Insbesondere ist dies bei exemplarischen Messungen (labor- oder werksseitig) von einzelnen Komponenten wichtig zu beachten.

In der Praxis ist bei ausreichend großem Teilsystem die Verbindungsänge meist unerheblich, geht es doch darum die absolute Leckage zu ermitteln. Für den Betreiber ist es umso erfreulicher, je weniger Verbindungsstellen (und damit Leckagen) vorhanden sind.

An der Stelle soll nicht unerwähnt bleiben, dass von deutscher Seite vorgeschlagen wurde, die beiden Normen EN 12237 und EN 1507 für Prüfungen labor- oder werksseitig - also quasi „Baumusterprüfungen“- einzuschränken und für Baustellenprüfungen die EN 12599 entsprechend zu ergänzen und alleinig gelten zu lassen.

Berücksichtigung seitens der Planung

Aus der Schilderung der Prüfbedingungen wird verständlich, weshalb die DIN EN 13779 die Forderung nach Definition der Prüfungen bereits im Planungsstadium aufstellt:

Mit einer frühzeitigen Festlegung der zu prüfenden Teilstrecken und der Koordinierung mit dem Montageablauf sowie rechtzeitiger Bereitstellung der Prüfeinrichtungen wird eine zügige Durchführung der Prüfung ermöglicht.

Die Prüfplanung sollte deshalb folgendes berücksichtigen und im Leistungsverzeichnis beschreiben:

- die Festlegung der zu prüfenden Teilstrecken
- die Verwendung geeigneter Luftleitungskomponenten
- die Benennung eines seitens des Auftraggebers zur Abnahme Berechtigten
- den Montageablauf und die Baustellenbedingungen
- die Zugänglichkeit des Luftleitungssystems angesichts anderer Gewerke
- die Bereitstellung eines Ventilators und einer Volumenstrommesseinrichtung bzw. eines kompletten Leckageprüfgerätes
- die Bereitstellung der Bauteile zum Verschließen der Öffnungen

Praktische Durchführung

Dem Verschließen der Öffnungen des Luftleitungssystems kommt eine große Bedeutung zu!

Improvisierte Folienabdeckungen mit Klebebändern und dergleichen können enorme Messfehler mit sich bringen, die das Ergebnis unbrauchbar machen.

Sinnvoll ist der Einsatz systemkonformer Bauteile, die auch andere Vorteile bieten; z.B. reinigungsfreundliche Revisionsöffnungen und (Luftdurchlass-) Anschlusskästen für das Einsetzen von Absperrballons oder für eine Weiterverwendung geeignete Enddeckel.

Bei runden Luftleitungen sind aufblasbare Absperrballons verwendbar, während bei eckigen Luftleitungen hingegen praktisch nur Endböden zum Verschließen angebracht werden können. Manche Firmen setzen auch dickwandige Folien ein, die bei Montage bereits zwischen zwei Kanalbauteilen eingeklemmt werden und später ausgeschnitten oder leicht herausgezogen werden können.

Werden diese Bauteile bei der Ausführungsplanung bereits vorgesehen, fallen außer dem Zeitaufwand kaum Mehrkosten an.

Der Anschluss des Gebläses/Ventilators bzw. der Messeinrichtung selbst kann ebenfalls über einen vorbereiteten Enddeckel oder entsprechende Reduzieranschlussstücke erfolgen. Man kann damit z.B. auch bei den Luftauslässen anschließen. Zu beachten ist generell, dass zwischen dem Ge-

bläse-/ Ventilatoranschluss und der Druckmessstelle ein ausreichender Abstand vorliegt um eine Beeinflussung der Druckmessung zu vermeiden.

Ventilatoren und Messeinrichtungen können bei entsprechenden Anbieterfirmen erworben werden. Es ist dabei wichtig im Vorfeld das zu erwartende Leckluftvolumen grob zu abzuschätzen, um Ventilator und Messeinrichtung mit dem entsprechenden Volumenstrombereich einzusetzen.

Am elegantesten ist allerdings ein komplettes Leckageprüfgerät, welches einen breiten Einsatzbereich abgedeckt und somit universeller einsetzbar ist. Das hier abgebildete Lindab LT 510 ermittelt, egal bei welchem Druck, sicher die Dichtheitsklasse, ohne dass eine Umrechnung oder eine Luftdruck- oder Temperaturkorrektur erforderlich wird.





Der Lieferumfang des LT 510 enthält auch für Nennweiten bis 630mm einsetzbare Absperrballons und einen Thermodrucker zur einfachen Dokumentation der Messergebnisse.



Leckluftrate zu hoch?

Die Durchführung des Dichtigkeitstests stellt in der Regel kein Problem dar. Das Problem taucht dann auf, wenn die vertraglich festgehaltene Dichtigkeit nicht nachgewiesen werden kann!

Die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Fall eintritt ist gering, wenn Systemkomponenten eingesetzt wurden, die für die entsprechende Dichtheitsklasse geeignet sind und bei der Montage sorgfältig vorgegangen wurde.

Bei dem heutigen Stand der Technik ist mit qualitätsgesicherten runden Luftleitungen mindestens die Dichtheitsklasse C erreichbar!

Runde Luftleitungen mit abgestuften Lippendichtungen erreichen sogar die Dichtheitsklasse D.

Typ	7	9	11	14	20
Dim	63-180	200-280	300-500	560-900	1000-1250

Beispiel für ein abgestuftes Lippen-Dichtsystem

Bei eckigen gefalzten Luftleitungen hingegen ist D nur bei Abmessungen bis zu Kantenlängen von ca. 750 mm praktisch erreichbar, da mit der Baugröße die Montageeinflüsse ansteigen - wobei die Luftleitungskomponenten selbst unbegrenzt in gefalzter Ausführung in Dichtheitsklasse D ausgeführt werden könnten.

Um Größenordnungen klar zu machen: Bei eckigen Luftleitungen sprach man früher von 50% Montageeinfluss hinsichtlich Leckage, und dies bereits schon bei der Dichtheitsklasse A!

Aus diesem Grund, wird von den meisten Herstellern die Dichtheitsklasse D als nicht realisierbar bei eckigen Luftleitun-

gen angesehen.

Das soeben im cci-Promotor-Verlag, Karlsruhe erschienene Fachbuch "Energieeffiziente Gebäudeklimatisierung - Raumluft in A++ Qualität" verdeutlicht den Montageeinfluss in einer grafischen Aufbereitung.

Prinzipiell haben eckige Luftleitungen neben der Montageproblematik und anderen Nachteilen auch hinsichtlich theor.

Leckluftmenge einen physikalischen Nachteil - hierzu später noch einige Erläuterungen.

Ist die Leckluftmenge zu hoch, empfiehlt es sich zuerst alle verschlossenen Luftleitungsenden einer genauen Prüfung zu unterziehen.

Eine Sichtkontrolle der verlegten Luftleitungen sollte anschließend erfolgen. Auf dem Markt sind auch Rauchpatronen erhältlich, die das Aufspüren von Leckagestellen erleichtern.

Oft jedoch gestaltet sich die Suche nach Leckagen aus verschiedenen Gründen schwierig:

- baulich eingeschränkte Zugänglichkeit
- Leckagen setzen sich oft aus vielen kleinen Undichtigkeiten zusammen
- zu große Abmessungen um mit Rauchstäbchen die Stöße zu prüfen
- Verwendung von Rauchpatronen aus hygienischen Gründen unerwünscht

Die Konsequenz ist meist, dass man anfängt mehr oder weniger auf Verdacht alle Stöße, Verbindungen etc., so weit noch zugänglich, nachzudichten.

An der Stelle können wir aufhören weiter zu reden – nicht nur das dies kaum praktikabel ist, es ist auch nahezu unbezahlbar!

Das Augenmerk muss also von Anfang an darauf liegen, geeignete Systemkomponenten fachgerecht zu verbauen!

Fachgerechte Montage

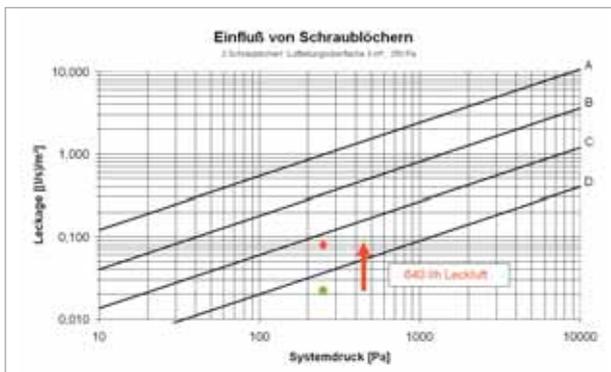
Wie bereits erwähnt, kommt der Montage eine sehr hohe Bedeutung zu, was jedoch nicht heißt, dass der Aufwand sich vergrößern muss.

Das Montagepersonal sollte entsprechend geschult werden, um die Anforderungen zu kennen und realisieren zu können. Von den Monteuren wird der Einfluss von Undichtigkeiten häufig unterschätzt. Grundsätzlich gilt jedoch: Wo Licht durchfällt oder ein Luftzug zu spüren ist, ist die Dichtheit einer Luftleitung in Zweifel zu ziehen!

Es zeigt sich, dass mit einigen wenigen eindrucksvollen Erläuterungen beim Montagepersonal sehr schnell das erforderliche Bewusstsein sich einzustellen vermag.

Hier einige Beispiele, nur um die Größenordnung von Leckagen zu verdeutlichen:

Nur ein einziges unverschlossenes Schraubenloch mit 3 mm Durchmesser verliert in der Stunde bei einem Druck von 250 Pa im Luftleitungssystem ca. 320 Liter Luft!!!



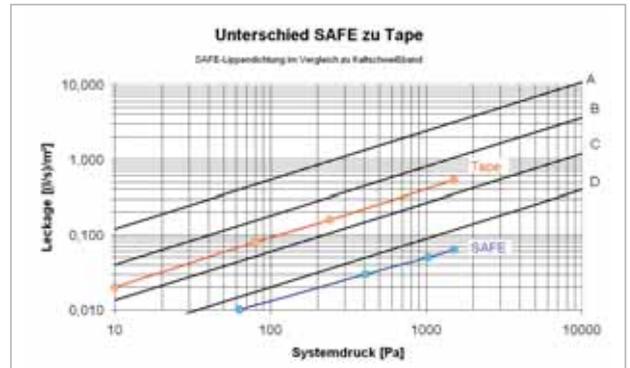
Die Abdichtung der Bauelemente gegeneinander spielt natürlich auch eine große Rolle, wobei es zu dem Thema auch einige unterschiedliche Auffassungen gibt, was als bewährt gilt:

- Die bei eckigen Luftleitungen in den Ecken oft rund geklebten Dichtbänder neigen zu Leckagen, weil das Dichtband nicht in der ursprünglichen Position bleibt.



Zu bevorzugende Überkreuzabdichtung

- Bei Rundsystemen wird die Abdichtung mit Tape, also Klebe- oder Kaltschweißbändern, fälschlicherweise höherwertiger eingestuft wie ein Lippendichtsystem. Mit einem einfachen Versuch, der schon manchen Monteur ins Schwitzen brachte, kann dies jedoch schnell widerlegt werden.



Tatsächlich hat eine „getapte“ Verbindung gegenüber einem hochwertigen Lippendichtsystem bei 250 Pa eine um ca. 400 l/h höhere Leckluftmenge pro Meter Dichtlänge.

Wenn auch noch selbstsichernde Verbindungen (weitestgehend schraubenlos) eingesetzt werden reduzieren sich nicht nur Montagezeiten, sondern auch Fehlerquellen für Undichtigkeiten.



Selbstsicherndes Luftleitungssystem Lindab-Click, eine Weiterentwicklung des Lindab-Safe®-Systems

- **Ein längsgefalzter Kanal verliert über den (maschinell gut ausgeführten) Längsfalz, wenn dieser ohne zusätzliche Abdichtung ausgeführt wurde, ca. 500 l/h bei 250 Pa pro Meter Falzlänge.**

Ein schlecht ausgeführter, von Hand geschlossener Falz ohne Abdichtung erreicht ein Vielfaches dieses Wertes! Vorsicht also, vor einzelnen ggfs. noch „schnell beschafften“ Formstücken!



Einige weitere Stichpunkte die bauseits zu beachten sind:

- Schonende Entladung, Einlagerung und Baustellentransport
- Prüfung auf Beschädigungen/Deformierungen
- geeignete Befestigung/Abhängung unter Vermeidung von Punktlasten
- Fachgerechte Montage und Abdichtung
- Runde Luftleitungen
 - wo notwendig nur geeignete Blechtreiberschrauben verwenden (Herstellerempfehlung beachten)
- Eckige Luftleitungen
 - Einsatz geeigneter, ggfs. geprüfter, oder vom Hersteller empfohlener Dichtmaterialien
 - Planparallele Ausrichtung der Flanschebenen vor der Verschraubung
- gebrauchte Bauteile sind nur sehr eingeschränkt wieder verwendbar, daher nur neue Bauteile verbauen
- versehentlich eingebrachte Bohrungen (Blechtreiberschrauben) verschließen



Wenn nur noch Dichtmasse hilft!

Diese Auflistung von Punkten erhebt bei weitem keinen Anspruch auf Vollständigkeit und soll hier nur dazu dienen, den Blick für Schadensmerkmale bzw. Leckagen verursachende Punkte zu schärfen.

Fachgerechte Inbetriebnahme

Tatsächlich können nachträglich bei nicht fachgerechter Inbetriebnahme der RLT-Anlage Schäden an Luftleitungen entstehen, die, wenn es nicht sogar zur Zerstörung kommt, so doch zumindest bzgl. Dichtheit erhebliche Verschlechterungen mit sich bringen.

Durch Versagen der Regelung und/oder Anfahren ohne Drehzahlbegrenzung, Anfahren gegen geschlossene Klappen oder bei plötzlich schließenden Brandschutzklappen z.B. können Druckstöße entstehen, die ein Mehrfaches des theoretisch möglichen Ventilatorgesamtdruckes ausmachen. So können Druckstöße durch die schlagartige Abbremsung der Luftmassen entstehen, die mit den anschließenden Druckwellenüberlagerungen bis in Größenordnungen von etwa 6.000 Pa ansteigen.

Diese wirken sich dann natürlich insbesondere auf eckige Luftleitungen verheerend aus, während runde System meist ausreichend stabil bleiben.

Leider werden vielfach diese Vorkommnisse durch die MSR-Technik nicht aufgezeichnet, so dass sich dann nicht selten Gutachter und Versicherer mit dieser Problematik herum-schlagen müssen.

Eine interessante Diplomarbeit (Untersuchung zur Bestimmung instationärer Druckverhältnisse – Auswirkung von Druckstößen – in RLT-Luftleitungen) wurde dazu Anfang dieses Jahres an der Fachhochschule Köln, Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme, Institut Technische Gebäudeausrüstung unter Prof. Dr.- Ing. Herbert Bley erstellt.

Prinzipieller Nachteil von eckigen Luftleitungen in Bezug auf das Leckluftvolumen

Nicht nur die empfindlichere Montage ist einer der Gründe, weshalb eckige Luftleitungen allgemein höhere Leckluftstraten und höheren Energieverbrauch aufweisen.

Gerade in Vorbereitung von Dichtheitstests stellen Planer immer öfter selbst fest, welche Vorteile runde Luftleitungen bieten.

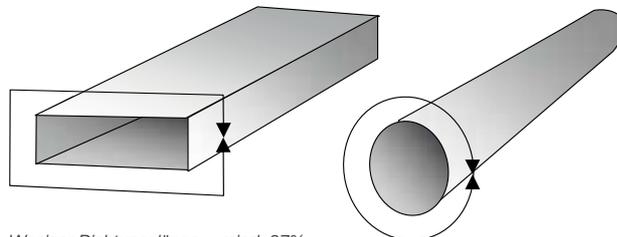
Zumal die Reduzierung von Luftmengen und der Übergänge auf semi-zentrale Systeme geringere Luftmengen und damit kleinere Durchmesser erfordert.

Der „Nachteil runder Luftleitungen“, weniger anpassungsfähig zu sein als Kanal, wie er in der Vergangenheit häufig gesehen wurde, existiert damit nicht mehr.

Es soll daher an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, dass eine eckige Luftleitung generell aufgrund der geometrisch bedingt größeren Oberfläche schon einen deutlichen Nachteil bei der Dichtigkeit aufweist.

Der Unterschied erklärt sich über den hydraulischen Durchmesser, der für die Dimensionierung von eckigen Luftleitungen zugrunde gelegt werden sollte, um tatsächlich beim Kanal die gleichen Druckverluste zu realisieren wie beim Rundrohr.

Die zulässige Leckage nach Norm ist über die Luftleitungsfläche definiert. Größere Oberfläche bedeutet also größeren Leckluftvolumenstrom absolut – der Ventilator muss mehr fördern/größer dimensioniert sein!



*Weniger Dichtungslänge - mind. 27%
weniger Oberfläche = weniger Leckage mit runden Luftleitungen!*

Demnach ist die Luftleitungsfläche für eine eckige Luftleitung bei einem Kanal-Kantenlängenverhältnis von 1:1 um 27% größer, bei einem üblichen Kanal-Kantenlängenverhältnis von 1:2 bereits 43%! Von den extremen Kanalabmessungen, wie man diese manchmal nicht nur in Tiefgaragen sieht, ganz zu schweigen (Beispiel: Rohr \varnothing 400 mm, 1000 mm lang: 1,26 m², Kanal mit gleichem hydr. Durchmesser 400 x 400 mm: 1,6 m², Kanal mit gleichem hydr. Durchmesser 300 x 600 mm, 1000 mm lang: 1,8 m². Siehe hierzu auch Recknagel, Sprenger, Kapitel Reibungszahl).

So führt die Auslegung von eckigen Luftleitungen mit Kanalrechenschiebern regelmäßig zu höheren Druckverlusten als eine Auslegung auf Rundrohr! Günstiger wäre freilich die Auslegung nach dem gleichwertigen Durchmesser.

Das bedeutet einfach ausgedrückt, dass man bereits mit der Entscheidung für eckige Luftleitungen selbst im günstigsten Fall zwangsläufig schon einen um mind. 27% größeren Leckluftvolumenstrom „wählt“ als notwendig!



Neue Normen

Entwurf DIN EN 15727

Der im Dezember 2007 erschiene Norm-Entwurf DIN EN 15727 – Luftleitungen -Technische Luftleitungsprodukte, Klassifizierung entsprechend der Luftdichtheit und Prüfung sieht eine Prüfung von Bauteilen von Luftleitungssystemen vor, die mehr Funktionen als den Transport von Luft erfüllen (Schalldämpfer, Filterkästen etc.). Diese Norm stellt die gleichen Anforderungen wie die DIN EN 13779 bzw. 12237 und 1507 auf und schließt somit die Lücke auch bei nicht systemkonformer Bauteilverwendung.

Damit wird also auch für die Zulieferer von einzelnen Komponenten die Einhaltung von Dichtheitsvorschriften wichtig.

Bei diesem Norm-Entwurf besteht noch Nachbesserungsbedarf, da z.B. mit Einführung der virtuellen Oberfläche Probleme mit dem Nachweis der Dichtheitsklasse im eingebauten Zustand erwachsen können.

Entwurf DIN EN 15780

Der im April 2008 erschienene Norm-Entwurf DIN EN 15780 – Luftleitungen- Sauberkeit von Lüftungsanlagen - hat aus hygienischen Gesichtspunkten Vorschläge aufgenommen für die Verwendung von Bauteil- Dichtheitsklassen. Dass es sich hierbei nicht nur um hygienisch anspruchsvolle Gebäudetypen handelt wird schnell ersichtlich (Stichwort: ungereinigte Zwischendecken und Hohlräume).

Meist werden Luftleitungen ansonsten nur im Zusammenhang mit eventuell auftretenden Verschmutzungen diskutiert. Dabei ist gerade dieser Punkt in der Praxis ggfs. nur bei schlecht ausgeführten Anlagen relevant.

Denn nach VDI 6022 ausgeführte Lüftungssysteme, die im Behaglichkeitsbereich betrieben werden und mindestens die empfohlenen Filterstufen aufweisen sowie regelmäßig gewartet werden, erreichen aus mikrobiologischer Sicht günstige Betriebszustände in den Luftleitungen, also Betriebsbedingungen, bei denen ein Wachstum von Mikroben in der Regel nicht ermöglicht wird.

Hier in dieser Norm gibt es zur Dichtheit der einzusetzenden Luftleitungen Empfehlungen, wesentlich konkreter als bereits schon in der VDI 6022 „Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte“, welche diese jedoch begründet:

„Die Dichtheitsklasse von Luftleitungen nach EN 12237 ist in Abhängigkeit von den Raum-anforderungen und den baulichen Gegebenheiten möglichst hoch zu wählen, um ein Aus-strömen, Ansaugen oder Überströmen aus verschmutzten Nebenräumen, Zwischendecken etc. zu vermeiden.“

Vertiefend sei hier der Ende 2008 erschienene Kommentar zur VDI 6022 empfohlen.

Sauberkeitsgrad	Typische Beispiele	Dichtheitsklasse
niedrig	Räume, die nicht durchgehend belegt sind	B
mittel	Büros, Hotels, Schulen, Theater, Verkaufsräume, Wohnheime, Ausstellungsgebäude, Sportstätten, Krankenhäuser ...	C
hoch	Pharmazeutische Industrie, Halbleiter-Industrie, Lebensmittelindustrie, Laboratorien, Reinräume, Krankenhäuser mit besonderen Sicherheitsanforderungen	D

Empfehlungen nach Entwurf DIN EN 15780

Zu diesem Norm-Entwurf sind sehr viele Einsprüche europaweit geltend gemacht worden, die zwar nicht den vorgenannten Sachverhalt betreffen, jedoch das Erscheinen der endgültigen Norm deutlich hinauszögern dürften.



Zum Schluss die Frage:

Wie fallen die tatsächlichen Ergebnisse bei durchgeführten Dichtigkeitstest an RLT-Anlagen aus?

Auch hier könnte man zu der Aussage gelangen, die Dichtigkeitstests fallen genauso extrem unterschiedlich aus wie die zu Anfang erwähnten Auffassungen über deren Notwendigkeit.

Die einen Anlagen liegen weit entfernt von der geforderten Dichtigkeitsklasse, die anderen erfüllen diese auf Anhieb oder liegen zumindest so dicht dabei, dass mit relativ geringem Aufwand die Dichtigkeitsklasse erreicht werden kann.

Bei den Anlagen die nicht die Anforderungen erfüllen zeigt sich meist, dass eine rechtzeitige Berücksichtigung der Dichtheitsanforderungen nicht erfolgte. Beginnend bei der Nichtbeachtung in der Planungsphase, über falsche Bauteilver-

wendung, bis hin zu einer unzureichenden Sensibilisierung der Montage, findet sich immer eine relativ einfache Ursache.

Oft wird die Anforderung an die Dichtheit gerne übersehen, oder gar auf ein „Durchkommen“ gehofft. Dabei sind fehlende Luftmengen in den Räumen bei der Abnahme sehr häufig der Anlass nachzuforschen, wo denn die vom Gerät geforderte Luftmenge verbleibt.

Die früher oft praktizierte „Sanierung“ durch eine größere Riemenscheibe auf dem Motor oder Motor-/Ventilator austausch zur Erhöhung der Luftleistung funktioniert heute in Zeiten der Energieeinsparung nicht mehr.

Dies hat sogar schon dazu geführt, dass Luftleitungen wieder ausgebaut werden mussten.

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Luft, Lindab GmbH
ISH 2009

Erwähnte Literatur:

DIN 24194 - Dichtheit für Blechkanäle und Blechkanalformstücke	zurückgezogen
DIN 18379 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) -Raumlufttechnische Anlagen	Okt. 2006
DIN EN 1507 - Luftleitungen – Rechteckige Luftleitungen aus Blech-Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit	Juli 2006
DIN EN 12237 - Luftleitungen – Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech	Juli 2003
DIN EN 12599 - Lüftung von Gebäuden - Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen	Aug. 2000
DIN EN 13779 - Lüftung von Nichtwohngebäuden - e Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsystem	Sept. 2007
DIN EN 14239 - Luftleitungen - Messung von Luftleitungsoberflächen	April 2004
DIN EN 15242 - Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration	Sept. 2007
DIN EN 15727 Entwurf - Luftleitungen – Technische Luftleitungsprodukte, Klassifizierung entsprechend der Luftdichtheit und Prüfung	Dez. 2007
DIN EN 15780 Entwurf – Luftleitungen - Sauberkeit von Lüftungsanlagen	April 2008
VDI 6022 Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte	April 2006
Kommentar zur VDI 6022 und VDI 6032, Herausgeber VDI	2008, Beuth Verlag GmbH
Recknagel Sprenger Schramek - Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 03/04	2003, Oldenbourg Industrieverlag München
Energieeffiziente Gebäudeklimatisierung - Raumluft in A++ Qualität, Herausgeber: Raymond Kober	Februar 2009, cci-Promotor-Verlag, Karlsruhe
Untersuchung zur Bestimmung instationärer Druckverhältnisse – Auswirkung von Druckstößen – in RLT-Luftleitungen	Februar 2009, Diplomarbeit von Herrn Christian Stahl, FH Köln, Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme, Institut Technische Gebäudeausrüstung, Prof. Dr.- Ing. Herbert Bley