

Luftleitungen in Normen

Über aktuelle Anforderungen in Normen und Richtlinien



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

1. Normen, Richtlinien, Verordnungen

Eine Vielzahl von nationalen und internationalen Institutionen beschäftigt sich mit Normungsarbeiten und der Richtlinienausarbeitung im Klima-/Lüftungsbereich. Dazu kommen ggfs. Verordnungen seitens des Gesetzgebers, die es zu beachten gilt.

Durch das Europäische Komitee für Normung (CEN) werden derzeit sehr viele Normungsvorhaben vorangetrieben, bei denen es von deutscher Seite her offensichtlich an Beteiligung mangelte. Vielfach sagen diese EN-Normen weniger aus als die ursprünglichen DIN-Normen, stellen diese doch den „kleinsten gemeinsamen europäischen Nenner“ dar. Dazu kommt, dass relevante Festlegungen auf mehrere Normen verteilt sein können. Zwangsläufig häufen sich Querverweise, so dass der gewohnte zusammenfassende Charakter einer Norm verloren geht.

In einzelnen Fällen kommt es sogar dazu, dass Normen und Richtlinien praktisch mit-

einander konkurrieren, was selbst Normungsprofis den Überblick erschwert.

Nachfolgend soll daher ein Überblick über die Normen gegeben werden, die in Bezug stehen zum Einsatz von Luftleitungen - ohne jeglichen Anspruch auf Vollständigkeit!

Unter 2.0 werden hier die Normen aufgeführt und erläutert, die sich direkt mit Luftleitungen befassen, dann unter 3.0 die Normen und Richtlinien die übergreifend oder für spezielle Anwendungen For-

derungen an Luftleitungssysteme stellen.

2.0 Gültige Bauteil-Normen für Luftleitungen im Klima-/ Lüftungsbereich

Für den Bereich der Luftleitungen und Formstücke für die Raumluftechnik wurden die DIN-Normen wie folgt ersetzt durch DIN EN-Normen. Dabei sind ggfs. Ersatz-Vermerke und sonstige Anmerkungen in den einzelnen europäischen Normen zu beachten, die hier nur unvollständig in dieser Abhandlung berücksichtigt werden können.

2.3 Erläuterungen

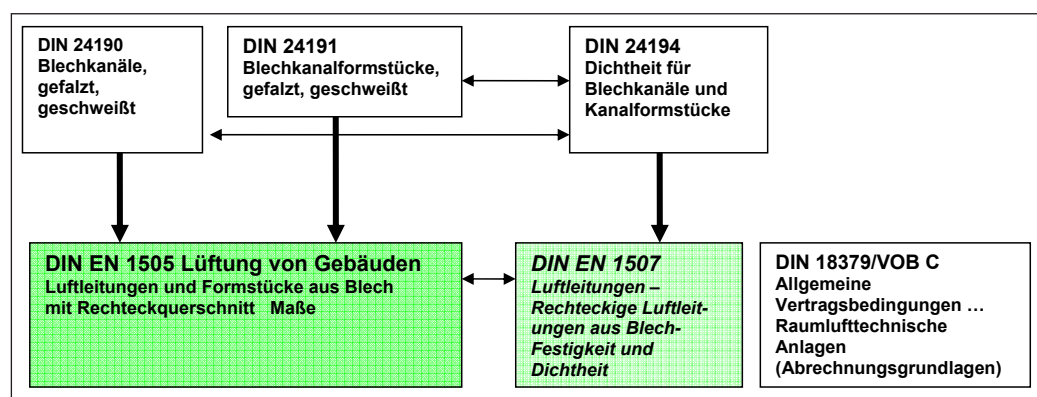
Runde und rechteckige Luftleitungen werden mit je 2 Normen beschrieben:

- einer Norm für Maße sowie Toleranzen und
- einer Norm für Festigkeit und Dichtheit.

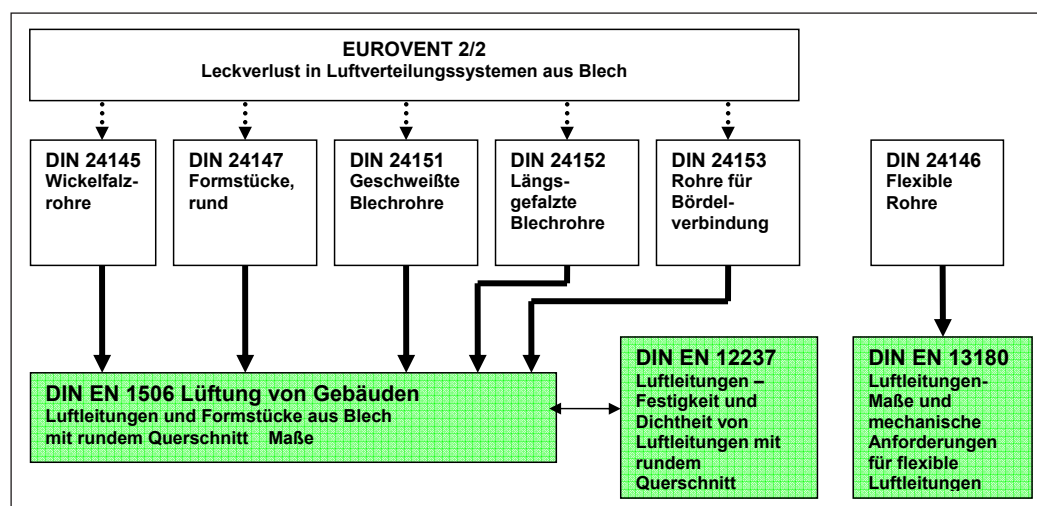
Bis auf die Flex-Rohre wurden alle Rund-Rohre für die Klima-/Lüftungstechnik in der Maßnorm DIN EN 1506 zusammengefasst, egal ob Wickelfalzrohr, längsgefalztes oder geschweißtes Rohr.

Auch bei rechteckigen Luftleitungen wird nicht mehr zwi-

2.1 Rechteckige Luftleitungen



2.2 Runde Luftleitungen



schen gefalzt und geschweißt unterschieden. Die konstruktiven Ausführungen werden somit in keiner der DIN EN's differenziert bzw. noch nicht einmal erwähnt.

Auch zum Blech-Werkstoff werden generell für Luftleitungen keine Vorgaben gemacht!

Alle Normen zu Luftleitungs-komponenten beziehen sich bezüglich der Anforderungen praktisch auf die später noch zu erwähnende „Dachnorm“ DIN EN 13779.

Die Abstufungen der Dichtheitsklassen entsprechen den bisherigen Regelwerken EUROVENT 2.2 und DIN 24194 Teil 2. Neu eingeführt wurde praktisch nur die Dichtheitsklasse D.

Bei der Zuordnung der Dichtheitsklassen nach DIN 24194 Teil 2 ist jedoch die Umschlüsselung zu beachten: Dichtheitsklasse III nach zurückgezogener DIN 24194 ist lediglich nur B nach geltenden DIN EN-Normen, welche allgemeine Mindestanforderung nach DIN EN 13779 ist!

Luftdicht- heitsklasse nach DIN EN 13779	Luftdicht- heitsklasse nach EURO- VENT 2/2	Luftdicht- heitsklasse nach DIN 24194 Teil 2	Grenzwert der Lecklufrate (f_{max}) $m^3 \times s^{-1} \times m^{-2}$
A	A	II	$0,027 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
B	B	III	$0,009 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
C	C	IV	$0,003 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
D			$0,001 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$

Prinzipiell gelten für alle Luftleitungen oder Luftleitungs-komponenten bezüglich Dichtheitsanforderungen die gleichen Leckagewerte und Maximaldrücke. Man unterscheidet jedoch erleichternd bei rechteckigen Luftleitungen zusätzlich Druckklassen, da die Einhaltung von Stabilitäts- und Dichtheitsanforderungen bei eckigen Luftleitungen wesentlich schwieriger ist.

Die praktische Anwendung wird dadurch weder einfacher noch risikoärmer.

2.4 Luftleitungsvarianten

2.4.1 Rechteckige Luftleitungen und Formteile

Bei den rechteckigen Luftleitungen gilt DIN EN 1505 für die Abmessungen und Toleranzen.

Durch das Erscheinen der DIN EN 1507 gelten die Druckstufen und Blechdickenfestlegungen der DIN 24190 bzw. DIN 24191 nicht mehr!

Es werden nunmehr u.a. Grenzwerte für die Durchbiegung der Kanalwandungen wie auch der Anschlussprofile angegeben, die vom Hersteller nachzuweisen sind. Ferner muss die Dichtheitsklasse auch mit der Buchstabenkennung A, B, C und D angegeben werden.

Eine (deutsche) Besonderheit weisen die rechteckigen Luftleitungen auf, die bei Ausschreibungen und insbesondere der Auftragsabwicklung wichtig ist und deshalb hier Erwähnung finden muss:

Abweichend von anderen Lüftungskomponenten werden rechteckige Luftleitungen und Formteile über die Oberfläche abgerechnet und, außer in Ausnahmefällen, nicht als Stück. Hier gilt (noch?) als Abrechnungsgrundlage die DIN 18379 bzw. VOB C.

Bei den rechteckigen Luftleitungen ist zu erwähnen, dass die höchste Dichtheitsklasse

D mittlerweile auch (bei eingeschränkten Kantenlängen) mit gefalzten Luftleitungen erreicht werden kann, es also nicht immer ein geschweißter Kanal sein muss wie ursprünglich in der DIN 24190/24191 vermerkt!

Insbesondere für Dichtheitsklasse C und D sind die Herstellerhinweise auf die Sorgfalt bei der Montage besonders zu beachten.

Luftdicht- heits- klasse	Grenzwert der Lecklufrate (f_{max}) $m^3 \times s^{-1} \times m^{-2}$	Grenzwerte des statischen Manometerdruckes (p_s) Pa			
		Negativ für alle Druck- klassen	Positiv bei Druckklasse		
			1	2	3
A	$0,027 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$	200	400	–	–
B	$0,009 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$	500	400	1000	2000
C	$0,003 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$	750	400	1000	2000
D	$0,001 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$	750	400	1000	2000

Für die in den meisten Fällen einzusetzende Dichtheitsklasse C (B ist allgemeine Mindestanforderung nach DIN EN 13779!) wird ein negativer Druckgrenzwert für alle Druckklassen von 750 Pa vorgeschrieben, was somit auf diesem Umweg aus wirtschaftlichen Gründen zu einer Bauteilstandardisierung (Einschränkung der Klassen) führen wird.

Ferner ist zu beachten, dass die Dichtheit bislang nach DIN 24194 nur bei einem max. Prüfdruck von 1000 Pa ermittelt wurde. Dieser liegt jetzt bei max. 2000 Pa, so dass die Verformungen hinsichtlich

Leckage eine größere Rolle spielen. Die heutigen „Standardkanal“-Ausführungen sind also künftig nicht mehr ausreichend, um die Dichtheit bei (Prüf-) Betriebsdruck dauerhaft zu gewährleisten!!!

Die Bauteil-Anforderungen hinsichtlich Festigkeit und Dichtheit erhöhen sich damit für die meisten Anwendungsfälle!

2.4.2 Runde Luftleitungen

Durch die Festlegungen in der DIN EN 12237 können bei runden Luftleitungen von den bisherigen DIN-Normen abweichende konstruktive Ausführungen zum Einsatz kommen, wobei auch hier die Definition der Festigkeit und Dichtheit für positive und negative Druckgrenzwerte neu erfolgte (siehe Tabelle unten).

Diese Tabelle vereinfacht sich ganz wesentlich, da nach Stand der Technik bei den heutigen Energieeinsparforderungen und aus hygienischen Gründen Dichtheitsklasse C in vielen Fällen empfohlen wird, jedoch B Mindestforde-

Luftdicht- heitsklasse	Grenzwert des statischen Druckes (p_s) Pa		Grenzwert der Lecklufrate (f_{max}) $m^3 \times s^{-1} \times m^{-2}$
	Positiv	Negativ	
A	500	500	$0,027 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
B	1000	750	$0,009 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
C	2000	750	$0,003 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
D	2000	750	$0,001 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$



Bild 1: Formstück mit Doppellippendichtung, geeignet für die Errichtung von Luftleitungssystemen mit Dichtheitsklasse D ohne Schraubbefestigung (System Lindab-Click).

rung ist. Damit sind die -750 Pa für die Dimensionierung maßgebend, da runde Systeme hinsichtlich Stabilität bei Überdruck unproblematisch sind. (siehe hierzu die spätere Erwähnung der DIN EN 13779)

Somit sind runde Luftleitungssysteme aus Blech in Anlagen zur Lüftung und Klimatisierung von Gebäuden generell für einen höchsten Bemessungs-Betriebsdruck von +2000 Pa und -750 Pa unter Einhaltung der Leckluft rate zu errichten, unabhängig vom Rohr-Durchmesser oder der Rohrausführung (Wickelfalz, Längsfalz, geschweißt)!

2.4.2.1 Runde Formstücke

Die verschiedenen Teile der DIN 24147 wurden durch die DIN EN 1506 ersetzt.

Die Blechdickenangaben der DIN 24147 sind nicht übernommen worden, die Dimensionierung erfolgt aufgrund der Festigkeits- und Dichtheitsforderungen der DIN EN 12237.

2.4.2.2 Längsgefaltete Rohre

Eine gesonderte Norm für längsgefaltete Rohre gibt es nicht mehr. Es sind die Abmessungen der DIN 1506 sowie ebenfalls die Festigkeits- und Dichtheitsforderungen der DIN EN 12237 maßgebend.

2.4.2.3 Wickelfalzrohre

Gleiches gilt auch für Wickelfalzrohre. Diese werden ebenfalls durch die DIN EN 1506 und die DIN EN 12237 abgedeckt.

Aufgrund der generellen Festlegung der Druckgrenzwerte auf realistische Anlagenwerte sind die bisher sehr hohen Druckangaben bei kleinen Durchmessern korrigiert.

Für Wickelfalzrohre größerer Durchmesser bedeutet dies gegenüber der alten DIN 24145 mehr Sicherheit bei Unterdruck! (Beispiel: NW 1000, jetzt -750 Pa statt früher nur -400 Pa)

2.4.2.4 Rohre für Bördelverbindung und geschweißte Blechrohre

Rohre für Bördelverbindung oder geschweißte Blechrohre haben in der eigentlichen Klima-/Lüftungstechnik weniger Bedeutung.

Für industrielle Anwendungen (z. B. Absaugungen) bzw. in der Prozesslufttechnik werden diese Rohre auf Basis der alten DIN-Normen jedoch häufig eingesetzt. Hier ist dringend angeraten, die zulässigen Drücke zu prüfen!

Gerade weil die DIN EN 1506 in Verbindung mit der DIN EN 12237 die DIN 24153 und

DIN 24151 ersetzen, ist die Definition der Normen bzw. deren Anwendungsbereich zu beachten: Lüftung von Gebäuden bzw. Raumlufttechnik!

2.4.2.5 Flexible Rohre DIN EN 13180

Die DIN 24146 für metallische flexible Rohre ist vollständig durch die DIN EN 13180 ersetzt. Die Prüfkriterien sind teilweise geändert worden; die Scheiteldruckfestigkeit und das Biegemoment werden nicht mehr vorgegeben. Es wurden die in den europäischen Normen eingeführten Dichtheitsklassen A bis C eingeführt, allerdings mit abweichenden Prüfdrücken. Es ist davon auszugehen, dass bei einer Überarbeitung der Norm die Prüfdrücke den neueren Normen angepasst werden und die Dichtheitsklasse D eingeführt wird. Die Abmessungen entsprechen der DIN EN 1506.

Bemerkenswert ist, dass die DIN EN 13180 keine Materialeinschränkung mehr vorsieht, also für alle flexiblen Luftleitungen gilt!

3.0 Übergreifende oder spezielle Normen und Richtlinien mit Bezug auf Luftleitungen

Hier können nur die wesentlichen Punkte in Bezug auf Luftleitungen angesprochen werden. Im Bedarfsfall sind die jeweiligen Normen einzusehen. Die Darstellungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

3.1 DIN EN 13779

– Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grund-

lagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage n und Raumkühlssysteme

Bei der DIN EN 13779 handelt es sich sozusagen um die „Dachnorm“ für die Klima-/ Lüftungstechnik, die die DIN 1946-2 ersetzt. Hier werden Leitlinien für die Planung und Ausführung von Lüftungs- und Klimaanlage n in Nichtwohngebäuden aufgestellt, insbesondere auch unter dem Gesichtspunkt der Energieeinsparung.

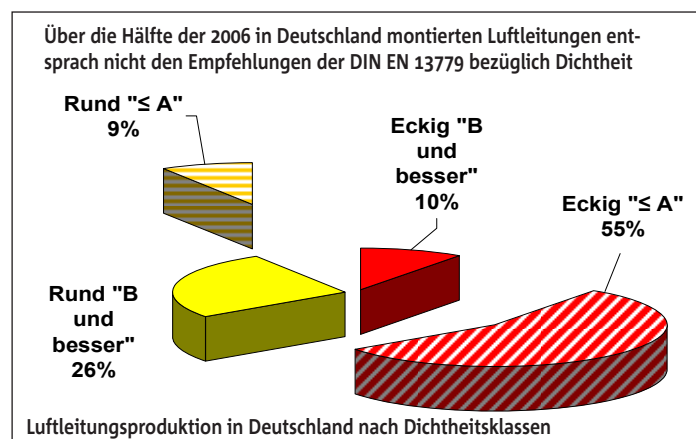
Theoretisch werden alle Bauteile angesprochen und so in diesem Rahmen auch die grundsätzlichen Anforderungen an Luftleitungen definiert.

Nach letzter Ausgabe der DIN EN 13779 ist demnach „in vielen Fällen die empfohlene Mindestklasse“ Klasse C bei fertig gestellten Anlagen zu erreichen - B ist allgemeine Mindestforderung!

Dichtheitsklasse A bzw. nach alter DIN 24914 Dichtheitsklasse II wird nicht mehr vorgesehen!

Die Norm fordert weiter, dass die Leckluftmengen üblicherweise geringer wie 2% sein sollten! Tatsächlich liegen wir in Deutschland vielfach noch über 10%!

Ein Blick auf die Situation in Deutschland macht deutlich, dass der Stand der Technik vielfach nicht zur Anwendung kommt:



Das Energieeinsparpotenzial hier aufzuzeigen würde den Rahmen sprengen. Hierzu kann ergänzend auf den VDI-Bericht 1921 des Verfassers hingewiesen werden.

Weiter werden in der DIN EN 13779 auch hygienische und technische Gesichtspunkte bezüglich Installation und Instandhaltung angesprochen, die jedoch für Deutschland expliziter der VDI 6022 zu entnehmen sind.

3.2 VDI 6022

– Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte

Diese VDI-Richtlinie ist durch die Erwähnung in der VOB C in vielen Fällen vertragsrechtlich verbindlich.

Hier werden bauliche, technische und organisatorische Anforderungen in hygienischer Sicht hinsichtlich der Planung, der Fertigung, der Ausführung, des Betriebes und der Instandhaltung von raumluftechnischen Anlagen beschrieben. Dabei wird auf die ganzheitliche Betrachtung Wert gelegt.

Die Richtlinie sollte angesichts ihrer Relevanz in jedem Planungsbüro und bei jedem ausführendem Unternehmen unbedingt bekannt sein.

Bezüglich Luftleitungen werden neben dem Hinweis auf die Bedeutung der Dichtheitsklassen aus hygienischer Sicht (unbeabsichtigte Beimischung schlechter Luftqualität) auch sehr viele konstruktive Hinweise gegeben. Nicht zu vergessen die Reinigungsöffnungen, wo auf DIN EN 12097 verwiesen wird.

Weiter werden vor allem Hinweise zum Transport und zur Montage gegeben, die dazu dienen, die Rohrleitung bis zur Inbetriebnahme verschmutzungsarm zu halten.

Dazu werden 2 Anforderungsstufen definiert, wobei die Mindestanforderung von



Bild 2: Option - Verschlussene Bauteilöffnungen ab Werk

den Bauteilherstellern in der Regel problemlos erreicht wird. Die empfohlene Stufe mit Verpackung ab Werk muss jedoch zusätzlich beauftragt und vergütet werden (ebensofalls erhöhte Frachtkosten!).

Beide Anforderungsstufen fordern jedoch eine Reinigung vor der Inbetriebnahme! Die Qualität des Luftleitungssystems muss also abschließend von dem Installationsunternehmen sichergestellt werden!

3.3 DIN EN 12097

– Lüftung von Gebäuden-Luftleitungen – Anforderungen an Luftleitungsbauteile zur Wartung von Luftleitungssystemen

Die letzte Ausgabe der DIN EN 12097 geht etwas weniger umfangreich auf die Ausführung der Luftleitungen ein. Man hat sich hier jetzt im Wesentlichen auf die Anordnung und Größe von Zugangsdeckeln/Reinigungsöffnungen beschränkt sowie die Beschreibung zu verwendender Schrauben bzw. Niete eingeschränkt.

Die in der Vornorm noch im informativen Teil enthaltenen Reinheitsstufen (waren auch in der VDI 6022 aufgeführt) wurden heraus genommen

und werden in eine derzeit in Vorbereitung befindliche EN-Norm „Cleanliness of ventilation systems“ wohl übernommen werden.

3.4 DIN EN 15239

– Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
– Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen

DIN EN 15240

– Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
– Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlage

Die Forderungen dieser Normen werden im Wesentlichen für Deutschland mit der EN 15207 umgesetzt. Hierzu empfiehlt es sich z.B. die Informationsschriften des Fachinstitutes Gebäude-Klima e.V. zu Rate zu ziehen.

Die DIN EN 15240 baut auf der DIN EN 15239 auf, welche bezüglich Luftleitungen die Empfehlung gibt, diese hinsichtlich Undichtigkeiten, konstruktiv/montagebedingte Druckverluste, Wärmedämmung und Sauberkeit in Augenschein zu nehmen.

In dem Entwurf zur DIN EN 15239 wurde die Bedeutung luftdichter Anlagen ursprüng-

lich noch sehr viel deutlicher dargestellt: „Es ist eine Überprüfung auf übermäßige Undichtheiten vorzunehmen, die gegebenenfalls vor allen weiteren Maßnahmen zu ergreifen sind; dies ist von wesentlicher Bedeutung für die Energieerhaltung.“

Auch wenn dieser Hinweis so nicht mehr in der Norm steht gilt es zu beachten, dass die DIN EN 13779 nunmehr eine Leckage von max. 2% fordert!

3.5 DIN EN 12599

– Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter lufttechnischer Anlagen

Diese Norm aus dem Jahr 2000 ist derzeit in Überarbeitung. Der Messung der Dichtigkeit des Luftleitungssystems, als einem der möglichen Abnahmepunkte, wird dabei mehr Bedeutung zukommen, um den Anforderungen der zwischenzeitlich erschienenen Normen hinsichtlich Energieeinsparung besser gerecht zu werden.

In Bezug auf Luftleitungen enthält die Norm die Empfehlung, die Messung des Leckluftstromes bereits während der Montage an Teilstrecken vorzunehmen.

Tatsächlich ist die Messung von Luftleitungsleckagen mit modernen Messgeräten dann kaum noch ein Problem.

Hiernach sind bei den Luftleitungen natürlich Vollständigkeitsprüfung, Prüfung der Anordnung und Zugänglichkeit der Reinigungsöffnungen, Prüfung der Wärmedämmung, schwingungsfreie Befestigung, Einhaltung der Brandschutzvorschriften, evtl. Erdungsnotwendigkeit usw. durchzuführen.

Dennoch weist diese Norm, die auch in der VOB C verankert ist, keine zwangsläufigen Anforderungen für den Installationsvertrag auf, sondern



Bild 3: Leckagetest in der Praxis

empfiehlt, alle Punkte zu den von dem System zu erwartenden Leistungen vertraglich aufzunehmen.

3.6 DIN 18379

– VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV)
– Raumlufttechnische Anlagen

Die bereits erwähnte DIN 18379 regelt allgemeine technische Vertragsbedingungen für die Errichtung raumlufttechnischer Anlagen. Diese Norm enthält neben Hinweisen für das Aufstellen von Leistungsbeschreibungen, Material- und Ausführungsbeschreibungen sowie Verweise auf die diversen Normen, so auch zu den Luftleitungen.

Für eckige Luftleitungen werden darüber hinaus nach Kantenlänge gestaffelte Abrechnungsgruppen auf m²-Basis definiert und die Kanal-Bauteile werden mit Skizzen nebst Berechnungsformel dargestellt.

3.7 DIN EN 1751

– Lüftung von Gebäuden – Geräte des Luftverteilungssystems – Aerodynamische Prüfungen von Drossel- und Absperrelementen

Diese Produktnorm behandelt mit Drossel- und Absperr-elementen wesentliche Bauteile in Luftleitungssystemen und ist hauptsächlich für den Hersteller relevant. Hier werden im Wesentlichen die Messmethoden beschrieben, nach denen Druckverlust und Leckage, sowohl des Gehäuses selbst wie ggfs. auch am Klappenblatt zu bestimmen sind und die Klassifikation definiert.

Es gelten die gleichen Dichtheitsanforderungen und Klassifikationen für das Gehäuse wie für eine Luftleitung. Die Dichtheit für das Klappenblatt wird in Dichtheitsklassen von 1 bis 4 angegeben, wobei 4 die höchste ist.



Bild 4: Luftdichte Motor-Absperrklappe nach DIN EN 1751 Dichtheitsklasse D und 4

3.8 DIN EN 15727 Entwurf

– Lüftung von Gebäuden – Luftleitungen – Technische Luftleitungsprodukte, Klassifizierung entsprechend der Luftdichtheit und Prüfung

Dieser Normen-Entwurf schließt eine Lücke, indem er Dichtheitsanforderungen an weitere technische Luftleitungsprodukte festlegt, d. h. an Bauteile von Luftleitungssystemen, die mehr Funktionen als den Transport von Luft erfüllen.

Schalldämpfer, Filterkästen und Leitungsventilatoren sind typische Beispiele für technische Luftleitungsprodukte, die getrennt voneinander nach dieser Norm geprüft werden können.

Luftleitungsbauteile wie Bögen, Reduzierstücke und T Stücke fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm.

Es gelten sinngemäß die vorstehenden Ausführungen zu der DIN EN 1751.

3.9 DIN 18869-4

– Großküchengeräte Einrichtungen zur Be- und Entlüftung von gewerbsmäßigen Küchen Teil 4: Luftleitungen

VDI 2052

– Raumlufttechnische Anlagen für Küchen

Die DIN 18869-4 befasst sich mit den Luftleitungen für Küchen. Dabei werden die verschiedenen Einsatzfälle unterschieden. Verzinkte Luftleitungen können demnach überall, außer für Spülküchenabluft, eingesetzt werden. Gefaltete Ausführungen sind mit zusätzlicher Abdichtung einsetzbar. Es kommen also nur über den Standard hinausgehende Luftleitungsausführungen in Frage. (Siehe hierzu z.B. die Veröffentlichung des Verfassers im IKZ-Fachplaner 2/2006, „Alles dicht?! - Luftleitungen für die Be- und Entlüftung gewerblicher Küchen“)

Maßgebend ist: „Ab- und Fortluftleitungen und deren Verbindungen müssen aerosolatdicht ausgeführt sein.“ Dennoch bleibt die Dichtheitsklassenanforderung hier noch hinter den Forderungen der DIN EN 13799, was zur Aerosolatdichtheit im Widerspruch steht und bei einer Überarbeitung dieser Norm korrigiert werden muss.

Weiter sind hier insbesondere Feuerwiderstands- bzw. Brandschutzanforderungen zu beachten. Des Weiteren sind natürlich Vorkehrungen für Inspektion und Reinigung zu treffen, die hier beschrieben werden. Eine Reihe weiterer Forderungen macht das genaue Studium dieser Norm unumgänglich.

Ein häufig gemachter Fehler sei erwähnt: Flexible Luftleitungen dürfen für Ab- und Fortluft nicht verwendet werden.

Gerade für den Brandschutz im Küchenbereich empfiehlt sich die Durchführung von Dichtheitsprüfungen an den Ab- und Fortluftleitungen um die höchstmögliche Sicherheit zu gewähren.

VDI 2052 fordert eindeutig die Dichtheitsprüfung und geht mit Empfehlungen auch ansonsten zum Teil deutlich über die Forderungen der DIN hinaus, so dass deren Beachtung vor allem für das Planungsstadium unumgänglich ist.

Derzeit ist unter deutscher Leitung eine working group tätig, die auf der Basis der DIN 18869 eine entsprechende EN-Norm ausarbeitet.

3.10 DIN 1946-4 Entwurf

– Raumlufttechnik – Teil 4: Raumlufttechnische Anlagen in Krankenhäusern

VDI 2167

– Technische Gebäudeausrüstung von Krankenhäusern

Heizungs- und Raumlufttechnik

Diese beiden Planungsgrundlagen sind trotz Annäherungsbestrebungen unterschiedlich, worauf hier jedoch nicht eingegangen werden muss. Grundsätzlich können verwendungsabhängig verzinkte Luftleitungen eingesetzt werden, an die jedoch u. U. deutlich höhere Anforderungen hinsichtlich Hygiene gestellt werden können.

Vielfach werden bereits die Luftleitungen nach der höchsten Stufe in VDI 6022 ausgeschrieben und eingesetzt. Hier ist dann mit Zusatzkosten für Reinigung, Verpackung und Transport zu kalkulieren.

Ein zusätzlicher Anforderungspunkt ist z. B. die Desinfektionsmittelbeständigkeit. Hier gibt es eine unzählige Vielfalt flüssiger Desinfektionsmittel, wo im Einzelfall die Beständigkeit geklärt werden muss. Bislang in Normen nicht berücksichtigt wird ein Verfahren mit dampfförmigem Wasserstoffperoxid, welches zur Raum-Desinfektion eingesetzt wird. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass der Wirkstoff über die (verzinkten!) Luftleitungen eingebracht werden kann und sehr effektiv ist.

Insbesondere für das zuletzt genannte Verfahren (nur mit nachgeprüften Werkstoffen machbar!), aber auch insgesamt, muss hier eine sorgsame Materialauswahl erfolgen, insbesondere hinsichtlich eingesetzter Dichtstoffe.

Bezüglich der Dichtigkeit sollten Luftleitungen mit Dichtheitsklasse C obligatorisch sein, meist kommt auch Dichtheitsklasse D vor endständigen Filtern zum Einsatz.

Die Berücksichtigung der unterschiedlichen Anforderungen, je nach Verwendung und Planungsgrundlage, sowie anschließend eine tatsächlich

der Planung entsprechende Ausführung, sind dabei unbedingt notwendig.



Bild 5: Reinheitsuntersuchung an werkseitig gereinigten Bauteilen im Rahmen einer Produktentwicklung

3.11 VDI 3803

– Raumlufttechnische Anlagen – Bauliche und technische Anforderungen

Diese Richtlinie wird derzeit überarbeitet. Es werden sehr viele hilfreiche planungstechnische Hinweise, auch Bereiche betreffend, die an die klassische Raumlufttechnik angrenzen, gegeben. Die Verweise auf die entsprechenden Normen sind allerdings nicht auf dem neuesten Stand.

Insbesondere die Empfehlungen zur Dichtheit von Luftleitungssystemen sind durch die neueren EN-Normen überholt.

Die Richtlinie sollte auf jeden Fall immer zu Rate gezogen werden wenn es gilt, grundsätzliche Planungsfragen zu erörtern, gibt diese doch zu nahezu allen Fragen wie Brandschutz, Wärmedämmung, Schall etc. Hinweise.

Ein wesentlicher Punkt, den nur die VDI 3803 erwähnt, soll hier jedoch herausgestellt werden, weil er bei mehr Beachtung Schäden verhindern könnte: „Zum Schutz des Kanalsystems wird eine Druckentlastungsklappe auf der Ventilator zugewandten Seite empfohlen.“

Tatsächlich ist das bei „Kanälen“, also eckigen Luftleitungen ein Problem. Es

kommt immer wieder vor, dass durch unsachgemäße Inbetriebnahme von Klima-/ Lüftungsanlagen Schäden an Luftleitungen auftreten, die sich negativ mindestens auf die Dichtheit auswirken, ggfs. sogar zu Deformierungen führen.

Bei der Inbetriebnahme der Ventilatoren kommt es vor, dass diese gegen geschlossene Klappen anfahren oder während des Laufes ein plötzlicher Druckstoß durch Fehlsteuerung und nachfolgendes plötzliches Schließen von Sperr- oder Regelorganen entsteht.

Durch die Überlagerung der Druckwellen kann es hier zu örtlichen Druckerhöhungen kommen – über die in den Normen definierten Druckklassen hinaus, die insbesondere die konstruktionsbedingt weniger stabilen rechteckigen Luftleitungen dauerhaft schädigen können. Luftleitungen nach DIN EN 1507 werden künftig zwar mehr, aber unter Umständen dennoch nicht ausreichende Sicherheit bieten.

3.12 Brandschutz und Entrauchung

Zum Brandschutz von Lüftungsanlagen in Gebäuden, feuerwiderstandsfähigen Lüftungsleitungen und Entrauchungsleitungen gibt es mehrere DIN und DIN EN-Normen, zum Teil nebeneinander geltend.

Diese Normen sind jedoch für den Anwender meist weniger interessant, da es sich hauptsächlich um Prüf- und Klassifizierungsnormen handelt. Für den Anwender sind die Produktinformationen und deren auf Basis der Normen zugelassene Verwendung zu beachten, die von den Herstellern nachzuweisen ist.

Die EN-Normen sind dabei unter Umständen nur einge-

schränkt anzuwenden, da zu den Produkten über die Bauregelliste des DiBT gesetzliche Anforderungen bestehen. Vorgefertigte Lüftungsleitungen mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer sowie vorgefertigte Entrauchungsleitungen sind in der Bauregelliste A des DiBT gelistet und deren Verwendbarkeit ergibt sich aus einer bauaufsichtlichen Zulassung oder einem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis.

Die Verwendung von Luftleitungen mit zusätzlichen Anforderungen an den Brandschutz und die Verwendung von Entrauchungsleitungen setzen eine sorgfältige Planung im Rahmen eines (objektbezogenen) Brandschutzkonzeptes voraus.

Dabei gilt es für diese Leitungen verschiedene Besonderheiten zu beachten, wie z. B.: Es sind Kompensatoren vorzusehen, die die Wärmedehnungen aufnehmen! Die Aufhängungen sind der Feuerwiderstandsklasse entsprechend zu dimensionieren!

3.12.1 Luftleitungen

Luftleitungskomponenten ohne Anforderungen an den Brandschutz und ohne Entrauchungsfunktion - also die übliche Standardausführung - fallen nach Bauregelliste C, Ausgabe 2007/1 des DiBt als Bauprodukte der Haustechnik unter den Punkt 3.3 „Lüftungsleitungen einschließlich Zubehör“.

Die Liste C enthält nicht geregelte Bauprodukte, die für die Erfüllung baurechtlicher Anforderungen nur eine untergeordnete Rolle spielen und für die es weder einer CE-Kennzeichnung noch eines Verwendbarkeitsnachweises bedarf.

Diese (Standard-) Luftleitungen sind also ohne jeglichen Nachweis einsetzbar,

d. h. Herstellererklärungen oder EU-Konformitätserklärungen sind nicht notwendig.

3.12.2 Luftleitungen mit Anforderungen an den Brandschutz

Luftleitungen mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer haben die Aufgabe eine Brandübertragung zu verhindern.

Vorgefertigte Luftleitungskomponenten mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer bedürfen eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses.

Der Hersteller hat mit der Lieferung einen Übereinstimmungsnachweis zu erbringen, der die Übereinstimmung mit dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis bestätigt.

Luftleitungen mit Feuerwiderstandsdauer können ausgeführt werden als:

- nachträglich verkleidete Luftleitungen; z. B. verkleidet mit Silikatplatten oder mit Mineralwolle verkleidet, in letzterem Fall nach DIN 4102-4 (Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile) mit Stahlblechlufteleitung aus max. 1,5 mm dickem verzinktem Blech
- selbständige Luftleitungen aus Silikatplatten

Die Planung und die Verwendung haben nach den einzelnen Prüfzeugnissen der Hersteller zu erfolgen. Abweichungen davon sind nur mit einer Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsicht möglich.

3.12.3 Entrauchungsleitungen

Entrauchungsleitungen mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer haben sowohl die Aufgabe Brandgase abzuführen wie auch eine



Bild 6: Entrauchungsleitung in eckiger Ausführung.



Bild 7: Entrauchungsleitungskomponenten in runder Ausführung mit doppelter Dichtung für Normalbetrieb (Dichtheitsklasse D) und für den Brandfall.

Brandübertragung zu verhindern.

Entrauchungsleitungen ohne Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer haben nur die Aufgabe im Brandfall Brandgase zu transportieren und sind nur für die Verwendung innerhalb des Brandraumes zugelassen.

Die Anforderungen an Entrauchungsleitungen sind generell höher wie z. B. für L 90 Leitungen, da die Funktion der Leitung, je nach Klassifizierung, z. B. für 120 min bei 600°C heißem Rauchgas gewährleistet sein muss.

Vorgefertigte Entrauchungsleitungen mit oder ohne Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer bedürfen eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses.

Der Hersteller hat mit der Lieferung einen Übereinstimmungsnachweis zu erbringen, der die Übereinstimmung mit dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis bestätigt.

Entrauchungsleitungen mit Feuerwiderstandsdauer werden aus Silikatplatten gefertigt.

Entrauchungsleitungen ohne Feuerwiderstandsdauer für die Anwendung innerhalb des zu entrauchenden Brandabschnittes können am einfachsten und kostengünstigsten als Stahlblechleitung ausgeführt werden aus.

Die Planung und die Verwendung haben streng nach den einzelnen Prüfzeugnissen zu den Produkten zu erfolgen. Abweichungen davon sind nur mit einer Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsicht möglich.

3.13 DIN EN 14239

– Lüftung von Gebäuden – Luftleitungen – Messung der Luftleitungsoberfläche

Die DIN EN 14239 legt Messverfahren für die Oberflächenermittlung von Luftleitungen für weiterführende Berechnungen fest. Die Anwendung ist praktisch nur notwendig, wenn für einen Dichtigkeitstest die Oberfläche ermittelt werden muss.

Die von CAD- oder Kanalberechnungs-Programmen ausgegebene Oberfläche weicht von dieser Norm meist etwas ab.

3.14 DIN EN 15242

– Lüftung von Gebäuden – Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration

Die DIN EN 15242 erwähnt Luftleitungen insofern, dass hier bei der Berechnung der Luftvolumenströme ggfs. Standardwerte für die Leckage anzusetzen sind.

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

Nach der letzten DIN EN 13779 sollten aber 2 % nicht überschritten werden!

Hier wird also deutlich, dass bereits in der Planungsphase die Qualität der Luftleitungen festzulegen ist, da ansonsten ein nicht unerheblicher Verlustfaktor in alle weiteren Berechnungen mit geschleppt wird und letztendlich über einen erhöhten Bedarfsvolumenstrom ein zu hoher SFP-Wert entsteht. (siehe zur Bedeutung des SFP-Wertes DIN EN 13779 oder auch den Fachartikel des Autors in tab 10/2005)

3.15 VDI 2087

– Luftleitungssysteme – Bemessungsgrundlagen

Die VDI 2087 spricht praktisch alle für die Verwendung von Luftleitungen relevanten Bemessungsgrundlagen an, mit sehr viel Grundlagenvermittlung und theoretischem Hintergrund, welches sich vielfach in den Normen nicht wiederfindet. Sie hat den Vorteil, dass hier gesammelte Informationen zur Verfügung stehen, obgleich sicherlich hier andere Normen oder Richtlinien mittlerweile sich tiefer gehender mit verschiedenen Themen befassen, so z. B. zu den Themen Brandschutz und Hygiene.

Die Richtlinie sollte wie die VDI 3803 auf jeden Fall immer zu Rate gezogen werden, wenn es gilt, grundsätzliche Planungsfragen zu erörtern oder neue Produkte zu entwickeln.

3.16 DIN EN 12236

– Lüftung von Gebäuden – Aufhängungen und Auflager für Luftleitungen – Anforderungen an die Festigkeit

Die DIN EN 12236 gibt Hinweise auf alle möglichen baulichen und technologischen Gegebenheiten, die bei der Befestigung von Luftleitungen zu

beachten sind, ohne konkret für einzelne Anwendungsfälle oder Produktausführungen Vorgaben festzulegen.

Einzig die Forderungen, dass die Durchbiegung zwischen zwei Aufhängungen nicht größer wie 0,4% des Abhängeabstandes sein sollte und dass die Befestigungen die 1,5fache Sicherheit aufweisen müssen, sind festgelegt.

So manche verzwickte Montage vor sich sehend, wäre es sicherlich dennoch nicht verkehrt, man würde sich die Grundsätze hier wieder mal vor Auge halten.

3.17 DIN EN 13403

- Lüftung von Gebäuden
- Nichtmetallische Luftleitungen – Luftleitungen aus Dämmplatten

Beim Einsatz von nichtmetallischen Luftleitungen (die Norm nennt hier Materialien wie Mineralwolle, PUR, PE, PIR) müssen weitere Kriterien berücksichtigt werden, wie z.B. die Emission von Partikeln, sprich die Abriebfestigkeit, die Beständigkeit gegen Feuchtigkeit, die erhöhten hygienischen Probleme, etc..

So wird gefordert, dass die Kanalwände z.B. 20 Jahre lang je einer Reinigung pro Jahr standhalten können. Die Anforderungen und Klassifizierung hinsichtlich Dichtheit sind identisch mit den anderen diesbezüglichen Normen bis Dichtheitsklasse C.

Die weiteren in dieser Norm geschilderten Anforderungen und Prüfungen sind umfangreich, so dass diese Norm unbedingt bei einer anstehenden Produktauswahl oder Planung sowie Produktentwicklung einzusehen ist. Insbesondere die enthaltenen Anwendungseinschränkungen, die nicht nur durch das schlechtere Brandverhalten gegeben sind, müssen unbedingt beachtet werden.

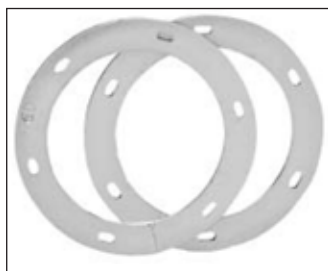


Bild 8: Flansche mit Langloch.

3.18 DIN EN 12220

- Lüftung von Gebäuden
- Luftleitungen – Maße von runden Flanschen für allgemeine Lüftungszwecke

DIN EN 12220 ersetzt die Flanschnormen DIN 24154, Reihe 1 bis 5. Tatsächlich werden jedoch mit dieser neuen Norm kaum Flansche eingesetzt. Wie ein namhafter Flanschlieferant bestätigte, liegt der Anteil der Flansche nach alter DIN nach wie vor bei 100%!

Abweichend von den Normen gibt es auf dem Markt auch Flanschausführungen mit Langloch, die den Montageanforderungen im Klima-/Lüftungsbereich wesentlich gerechter werden.

Bei Verwendung von Flanschen ist also neben der Flanschbefestigungsart auch die genaue Norm der Flansche anzugeben.

Eine genaueste Definition, spätestens bei Bestellung, ist natürlich für alle Luftleitungsverbindungen notwendig, da die Verbindungsarten im informativen Teil der Normen DIN EN 1505 und 1506 nur noch beispielhaft aufskizziert sind.

3.19 DIN 24150 + Beiblatt 1

- Rohrbauteile für lufttechnische Anlagen; Verbindungsarten für Blechrohre und Formstücke

Diese DIN ist durch das Erscheinen der DIN EN 1506 nicht mehr relevant. Die nur

prinzipiell dargestellten Verbindungsarten waren zwar umfangreicher wie in der EN-Norm, entsprechen aber vielfach nicht mehr dem Stand der Technik. Die Entscheidung des zuständigen Normenausschusses diese zurückzuziehen steht an.

3.20 DIN 24192 + Beiblatt 1

- Kanalbauteile für lufttechnische Anlagen; Verbindungen für Blechkanäle und Formstücke

Der gleiche Sachverhalt wie vor beschrieben liegt hier auch vor. Spätestens seit dem Zurückziehen der DIN 24190 und 24191, auf die sich die 24192 uneingeschränkt bezieht, steht hier die Entscheidung über Zurückziehung an.

Wünschenswert wäre, die dargestellten Verbindungsarten wenigstens informativ in die entsprechende DIN EN 1505 einbringen zu können.

3.21 DIN 24193 1 - 3

- Kanalbauteile für lufttechnische Anlagen; Flansche; Flach- und Winkelflansche

In den Normblättern werden mit detaillierten Maßangaben Flach- und Winkelflansche für eckige Luftleitungen definiert. Da es von europäischer Seite keine vergleichbare Norm gibt, wäre es wünschenswert, diese aufrecht zu erhalten.

Da die Auswahl der Flanschreihe von den Druckstufen nach alter DIN 24190/24191 abhängig gemacht wird, ergibt sich jedoch eine besondere Problematik.

Diese Empfehlungen können nämlich nicht so einfach auf die eckigen Luftleitungen nach DIN EN 1507 übertragen werden, da danach die Durchbiegung der Flansche als Kriterium gilt.

Die Lösung könnte für den Normenausschuss so aussehen, dass mit einer Überarbeitung der DIN 24193 bei Bezug auf die aktuellen Normen, auf

die Zuordnungstabelle, die ohnehin nur in den Erläuterungen steht, verzichtet wird.

3.22 MÜLAR

- Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR)

In der Richtlinie, die in den einzelnen Bundesländern bauaufsichtlich unterschiedlich eingeführt ist, werden brandschutztechnische Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit werden je nach Verwendung definiert; es werden z.B. auch Küchen angesprochen.

Die Verwendung schwer entflammbarer Materialien für Luftleitungen wird eingeschränkt und es werden umfangreiche Festlegungen bezüglich der Installation getroffen.

Als Stichworte seien hier nur mal die notwendige Begrenzung von Längenausdehnungskräften (Kompensatoren) und die Durchführung durch feuerwiderstandsfähige, raumabschließende Bauteile genannt.

Diese Richtlinie ist ein absolutes Muss für Planer und ausführende Unternehmen.

4. Zusammenfassung

Mit der neuen Strukturierung der bauteilbezogenen EN-Normen und Zusammenfassung von Bauteilausführungen erfolgt eine **Normierung der Funktionsanforderungen** an Luftleitungen und deren Komponenten, wodurch zwingende Vorgaben wie z.B. exakte Ausführungsfestlegung und die Blechstärke entfallen.

Festigkeit und Dichtheit müssen dadurch jedoch künftig prüf- bzw. nachweisbar sein, im Zweifelsfall sogar vor Ort.

Anwendungsbezogene Normen bzw. Richtlinien können,

wie aufgezeigt ergänzend zu den Basisnormen weitergehende Anforderungen enthalten, die eine Anpassung der Bauteile notwendig machen kann.

Bei der Umstellung auf neue Normen sind somit technische Anforderungen einerseits wie aber auch kaufmännische Vereinbarungen andererseits, zu berücksichtigen. Letztendlich steht ganz im Sinne der DIN EN 13779 die vertragliche Vereinbarung immer zuerst im Vordergrund.

Die mit den EN-Normen einhergehenden Veränderungen bei Luftleitungen resultieren vielfach auf Gründen der Energieeinsparung. Sie lassen eine Betrachtung der Gesamtkosten für eine RLT-Anlage notwendig werden, deren Ergebnis zur Bewertung der Immobilie dient.

Die Luftleitungen, insbesondere in runder Ausführung, können dabei einen wesentlichen Teil dazu beitragen, die von DIN EN 13779 geforderte Funktionstüchtigkeit und Wirtschaftlichkeit einer RLT-Anlage nachhaltig zu sichern.

5. Fragen und Antworten zur Umstellung auf DIN EN-Normen

Die vertragsrechtlichen Punkte lassen sich am besten anhand der fast täglich wiederkehrenden Planer- und Kundenfragen erörtern:

Müssen überhaupt Produkte nach DIN bzw. DIN EN ausgeschrieben oder eingesetzt werden?

Grundsätzlich besteht „Vertragsfreiheit“, d.h. die Möglichkeit freier Vereinbarung zwischen Vertragspartnern ohne Bezugsnotwendigkeit auf eine Norm.

Aber: Die Beweislast, dass die produzierten/eingesetzten Produkte die grundlegenden technischen Anforderungen

(die anerkannten Regeln der Technik) erfüllen, liegt dann vollumfänglich bei dem Planer oder der ausführenden Firma. Normen dienen dazu, einen geforderten technischen Standard sicherzustellen, vor allem auch unter Funktions- und Sicherheitsgesichtspunkten.

Dürfen noch Ausschreibungen nach zurückgezogenen DIN-Normen erstellt werden?

Eigentlich nein. Es besteht zwar Vertragsfreiheit, verstößt aber gegen EU-Recht. Des Weiteren ist zu beachten, dass im Falle eines Rechtsstreits die gültigen EN-Normen zugrunde gelegt werden, da die DIN-Normen zurückgezogen wurden.

Dürfen auch andere Luftleitungen, wie ausgeschrieben wurden, eingesetzt werden?

Ja, aber zuerst ist hier einmal der Werk- oder Liefervertrag zu erfüllen und die anerkannten Regeln der Technik sind zu erfüllen! Dies setzt in jedem Fall eine technische wie kaufmännische Prüfung voraus, wobei die Prüfpflicht bei der ausführenden Firma liegt, die die Luftleitungen bei einem Hersteller entsprechend beziehen muss.

6. Fazit

Eine zügige Umstellung auf die gültigen EN-Normen ist aus rechtlichen, technischen und wirtschaftlichen Gründen sinnvoll. Um vertragsrechtliche Streitigkeiten und technische Diskussionen auf verschiedensten Ebenen zu vermeiden, sollten die neuesten Normen für Planungen und Ausschreibungen zugrunde gelegt werden.

Nur bei Berücksichtigung der neuesten Normen bereits in der Planung sind rechtssichere Vertragsgestaltung, die Nutzung technischer Vorteile und Kosteneinsparungen überhaupt möglich! ◀

Normenübersicht		
Zurückgezogene DIN	Gültig	Letzte Ausgabe
DIN 24190	DIN EN 1505	Feb. 1998
DIN 24191	DIN EN 1507	Juli 2006
DIN 24194	DIN EN 1507	Juli 2006
DIN 24145	DIN EN 1506	Sept. 2007
DIN 24147	DIN EN 12237	Juli 2003
DIN 24151		
DIN 24152		
DIN 24153		
DIN 24146	DIN EN 13180	März 2002
	DIN EN 1751	Jan. 1999
	DIN EN 12097	Nov. 2006
DIN 24154 1 bis 5	DIN EN 12220	Juni 1998
	DIN EN 12236	April 2002
	DIN EN 12599	Aug. 2000
	DIN EN 13403	Aug. 2003
DIN 1946-2	DIN EN 13779	Sept. 2007
	DIN EN 14239	April 2004
	DIN EN 15242	Sept. 2007
	DIN EN 15727 Entwurf	Dez. 2007
	DIN 1946-4 Entwurf	Juni 2007
	DIN 4102-4	März 1994
	DIN 18869-4	März 2005
	DIN 18379/VOB C	Okt. 2006
	DIN 24150 + Beiblatt 1	April 1990
	DIN 24192 + Beiblatt 1	Nov. 1985
	VDI 2052	April 2006
	VDI 2087	Dez. 2006
	VDI 2167	Aug. 2007
	VDI 3803	Okt. 2002
	VDI 6022	April 2006
	MLüAR	Sept. 2005

Stand Januar 2008, ohne Gewähr