

# Sauberkeit von Luftleitungen

## Fakten zu DIN EN 15780 und VDI 6022

Negative Pressemitteilungen über falsch montierte oder verschmutzte Luftleitungen gab es im Jahre 2012 genug. Herausragend waren die beiden Berliner Projekte Neubau der BND-Zentrale und der Hauptstadtflughafen BER. Resultate: Mehrkosten, Verzögerungen und insolvente Firmen. Die Ursachen sind vielfältig. Aus der täglichen Praxis ist bekannt, dass es neben Planungsunzulänglichkeiten sowie dem oft ungebremsten Druck zu Kosteneinsparungen vor allem auch der Termindruck ist, der zu Nachlässigkeiten führt. Dabei sind Luftleitungen für RLT-Anlagen und der Umgang mit diesen in Normen und Richtlinien bereits seit längerem relativ gut definiert.



Dipl. Ing. (FH)  
Jürgen Luft,  
Technischer Leiter,  
Lindab GmbH,  
Bargteheide.

Die konstruktiven Anforderungen für Luftleitungen waren früher in DIN-Normen hauptsächlich über die Blechdicke festgelegt. Parallel dazu gab es eine Norm bzw. zusätzlich eine Richtlinie für die Dichtheitsanforderungen.

Heute sind diese Anforderungen vereint in EN-Normen; das heißt z.B. „druckstabil und dicht“ ist ggfs. gleichzeitig nachzuweisen.

In den aufgeführten Normen (Abbildung 1 und 2) fehlen jedoch die hygienischen Anforderungen. Diese wurden im Vergleich zu den alten DIN-Normen erst später, aber doch schon bereits 1998 mit dem Erscheinen der VDI-Richtlinie 6022 auch für Luftleitungen definiert.

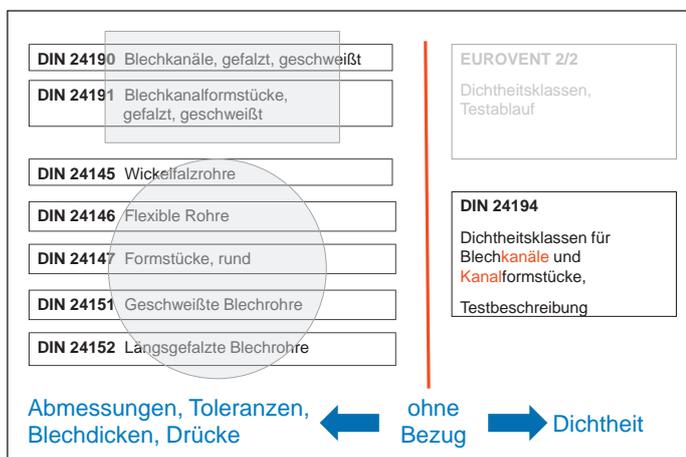


Abbildung 1: Zurückgezogene und weitestgehend durch EN-Normen ersetzte Normen (grau hinterlegt was für Kanal bzw. Rohr gilt).

Die VDI 6022 umfasst mehrere Blätter und wurde in den vergangenen Jahren weiter entwickelt. So wurde im Jahr 2012 u.a. das Blatt 1.1 als Grundlage der Anlagenüberprüfung im Rahmen einer Hygiene-Erstinspektion publiziert.

Erstmalig ist im Januar 2012 auch eine europäische Norm erschienen, die sich mit der Sauberkeit von Lüftungsanlagen und schwerpunktmäßig den Luftleitungen befasst – DIN EN 15780. Diese Norm unterstützt die VDI 6022 und stellt bis auf wenige Ausnahmen keine Neuerung für Deutschland dar. Wichtig ist jedoch zu beachten, dass in der im Januar 2013 erschienenen überarbeiteten Ausgabe der DIN EN 12599 – Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen – bereits Bezug genommen wird auf die DIN EN 15780.

Mit der Verankerung der DIN EN 12599 in der VOB C steht also die DIN EN 15780 neben der VDI 6022, so dass hier ein gewisser Abgrenzungs- bzw. Anpassungsbedarf besteht.

Die nachfolgende Formulierung aus DIN EN 15780 gibt sehr gut deren Aufgabe, aber

auch die der VDI 6022, wieder: „Die wesentliche Aufgabe besteht darin, die gesamte Lüftungsanlage so auszulegen, auszuführen und zu warten, dass sie während ihrer gesamten Lebensdauer in einem ausreichend sauberen Zustand gehalten werden kann.“ Und von anderer Stelle in der DIN EN 15780 sei hier eingefügt: „Die Sauberkeit von Lüftungsanlagen ist wichtig für das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen, den Energieverbrauch, die Nutzungsdauer der Anlage sowie für die Sauberkeit von Betriebsabläufen oder Prozessen, die im belüfteten Bereich ausgeführt werden.“ Die VDI 6022 versteht sich – wie gesagt – ähnlich. Die Anforderungen sind demnach seit Jahren bekannt – dennoch findet man solche Situationen auf Baustellen aktuell vor (Abbildung 3 und 4):

### Im Überblick: Anforderungen an Luftleitungen und typische Fehlerquellen

Die kompletten Aussagen zu Luftleitungen, sowohl der diversen Blätter der VDI 6022 wie auch der DIN EN 15780, können aufgrund des Umfangs hier nicht in der Gesamtheit dargestellt werden.



Abbildung 2: Gültige und heute für Ausschreibungen zu verwendende EN-Normen.



Abbildung 3: Lagerung auf der Baustelle.

Abbildung 4: Arbeitsplatz eines Lüftungsmonteurs.

Es soll vielmehr auf wiederkehrende „Fehler“, Stichworte (FAQs) und neue Anforderungen eingegangen werden, die – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – einzeln oder auch zusammen auftreten können.

a) Obwohl in VOB C/DIN 18379 unter Punkt 2 Stoffe, Bauteile, 2.1 Allgemeines steht: „... Die Anforderungen nach VDI 6022, Blatt 1 ... sind zu beachten...“, ist dies in der Praxis derzeit nicht „automatisch“ der Fall.

Es sollte zumindest in den Vorbemerkungen zu Leistungsverzeichnissen und in der Bestellung beim Luftleitungslieferanten ein Hinweis auf VDI 6022 stehen. Ansonsten bekommt der Anlagenbauer Luftleitungen gemäß niedrigem PDI-Grad (=Sauberheitsklasse) nach DIN EN 15780 geliefert – d. h., auf den Punkt gebracht, das, was buchstäblich auf dem Hof liegt – mit diversen (zulässigen!) Verschmutzungen.

Aber auch der „einfache Hinweis“ auf VDI 6022 ist nicht ausreichend. Die VDI 6022 beinhaltet 2 Anforderungsstufen: Mindestanforderung und Empfehlung.

Diese beiden Anforderungsstufen sind in etwa vergleichbar dem mittleren und hohen PDI-Grad in DIN EN 15780 (PDI, en: Protection, Delivery and Installation).

Aber sogar in den jeweiligen Anforderungsstufen/PDI-Graden sind noch detaillierte Festlegungen zu treffen, welche z.B. die Verpackung der Bauteile, die Anbringungen von Etiketten und die Lagerung betreffen (siehe unten).

b) Für die „saubere“ Übergabe eines installierten Luftleitungssystems ist das mon-

tierende Unternehmen zuständig. Dies ist keine neue Forderung, sondern findet sich schon so in der ersten Ausgabe der VDI 6022.

Abbildung 5 führt die Tabellen aus VDI 6022 und DIN EN 15780 zusammen. Demnach ist die Reinigung auf der Baustelle obligatorisch!

c) Saubere Inbetriebnahme ist Grundvoraussetzung, aber noch nicht selbstverständlich.

Dies dürfte sich jedoch ändern, wenn jetzt vermehrt die Hygiene-Erstinspektionen nach VDI 6022, Blatt 1.1, zur Durchführung gelangen.

Diese sind „an neu errichteten RLT-Anlagen stets nach Fertigstellung, aber vor der Nutzung“ durchzuführen.

Deren „Ziel ist die Ausstellung einer Konformitätsbescheinigung für die Übereinstimmung der jeweiligen Raumlufttechnischen Anlage mit den Anforderungen der VDI 6022 Blatt 1“.

Der Prüfumfang betrifft dabei 13 Komponenten. Im Folgenden werden 9 Punkte

aufgeführt, die an Luftleitungen zu prüfen sind:

- „Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?“
- „Sind die dokumentierten Inspektions- und Reinigungsöffnungen tatsächlich vorhanden und mit vertretbarem Aufwand zugänglich und für die Sicherstellung der Hygiene ausreichend?“
- „Sind alle Luft führenden Oberflächen technisch glatt und abriebfest?“
- „Können die Luft führenden Oberflächen der Zuluftleitungen als mindestens besenrein eingeschätzt werden?“
- „Sind Taupunktunterschreitungen im Luftleitungsnetz sicher ausgeschlossen, oder sind Ersatzmaßnahmen getroffen?“
- „Sind alle Anforderungen an Luft führende Doppelböden, Deckenhohlräume und Betonkanäle etc. erfüllt?“
- „Sind flexible Luftleitungen auf das Mindestmaß reduziert und bei Verschmutzung austauschbar?“
- „Erfüllen erdverlegte Luftleitungen die Anforderungen der Hygiene aus VDI

PDI-Grad (EN 15780) Anforderungsstufe (VDI 6022)	Verpackung ab Werk	Schutz während des Transports	Schutz während der Lagerung vor Ort	Reinigung auf der Baustelle	Verschließen am Einbauort	Reinigung nach dem Einbau
Niedriger PDI gibt es nicht nach VDI 6022!	Nein	Nein	Nein	Nein	Nur Steigleitungen	Nein
Mittlerer PDI (Mindestanforderung)	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nur wenn nachweislich erforderlich
Hoher PDI (Empfehlung)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Abbildung 5: Empfehlungen zum Schutz, zur Lieferung und zum Einbau bzw. Anforderungsstufen für Transport, Lagerung und Montage von Luftleitungen.



Abbildung 6: Selbstsicherndes Rohrsystem in Dichtheitsklasse D für den Nennweitenbereich 80 bis 315.



Abbildung 7: Werksseitig vorgefertigtes rundes Revisionsstück, auch nachträglich einbaubar durch Schiebeputzen.

6022 Blatt 1, Abschnitt 4.3.10, bzw. sind geeignete Ersatzmaßnahmen getroffen?

- „Ist das Luftleitungsnetz in der geeigneten Dichtheitsklasse erstellt?“

d) Etiketten auf Luftleitungen sind ein Ärgernis, wenn diese

- innen aufgeklebt sind, nicht abgelöst werden können und daher als hygienisch bedenklich anzusehen sind;
- außen angebracht und nicht ablösbar sind, es sich aber um Sichtmontage handelt;

- gänzlich fehlen. Denn wie sollen die Teile auf der Baustelle stranggerecht sortiert werden?

Zugegeben, die letzte Aussage ist bewusst provokant – aber auch schon Reklamationsgrund gewesen. Denn Materiallieferungen ohne gut sichtbare Kennzeichnung sind zumindest bei größeren Projekten nicht akzeptabel.

Tatsächlich sollte es heute kein Problem sein, gegen angemessene Mehrkosten ablösbare und dennoch gut erkennbare Etiketten außen aufzubringen. Handelt es sich dann im Einzelfall um eine Sichtmontage, muss letztendlich das Montagepersonal die Etiketten ablösen.

Das Problem ist also meist lediglich nur, rechtzeitig an diese Anforderungen zu denken, sowohl bei der Ausschreibung, der Bestellung wie auch bei der Montage.

Auch hier gilt: Nach dem niedrigem PDI-Grad der DIN EN 15780 sind Etiketten innen zulässig. Daher sollten die Anforderungsstufe und Sauberkeitsqualitätsklasse mit allen zugehörigen Details von VDI 6022 bzw. DIN EN 15780 vereinbart werden.

e) „Blechschauben (....) sind zu vermeiden“ (VDI 6022)

„Es dürfen Schrauben mit einer Höchstlänge von 13 mm verwendet werden“ (DIN EN 12097). „Sie dürfen daher innerhalb von 1 m von Durchlässen oder Zugangsdeckeln



Abbildung 9: Einfaches, baustellentaugliches und in VDI 6022 wie auch DIN EN 15780 beschriebenes Wischverfahren, hier als Set.

nicht verwendet werden“ (ebenfalls aus DIN EN 12097).

Die Verwendung von Blechtreiberschrauben ist also keinesfalls verboten, sondern lediglich eingeschränkt. Die Einschränkungen sind in der Verletzungsgefahr für Personen vor allem bei Wartungsarbeiten, aber auch in der möglichen Behinderung bei Reinigungsarbeiten sowie der möglichen Beschädigung der Reinigungswerkzeuge begründet.

Meist nur bei kleinen Abmessungen/Nennweiten kann es zu einer Be- und sogar Verhinderung der Reinigungsarbeiten kommen durch

- Anstoßen einer biegsamen Welle/Reinigungsstange mit Bürste an Schraubenenden (meist in Bögen/Versprüngen). Dadurch wird die Reinigung der fortlaufenden Luftleitung behindert oder im ungünstigsten Fall sogar verhindert.
- Zerfleddern von Bürsten an Schraubenenden (bis etwa NW 250, darüber sind Schraubenenden in der Regel kein Problem, weil die Bürstenfasern länger sind.)
- Behinderung der Inspektion bei Verwendung einfacher Schiebekameras.

Bei großen Querschnitten stellen Schrauben in der Regel kein Problem dar und sind auch aus Montagegründen oft unabdingbar.

Nieten sind generell weniger problematisch und im Zweifelsfall zu bevorzugen. Bei kleinen runden Luftleitungsabmessungen kann bei manchen Systemen auf Blechtreiberschrauben oder Nieten sogar weitestgehend verzichtet werden. (Abbildung 6).

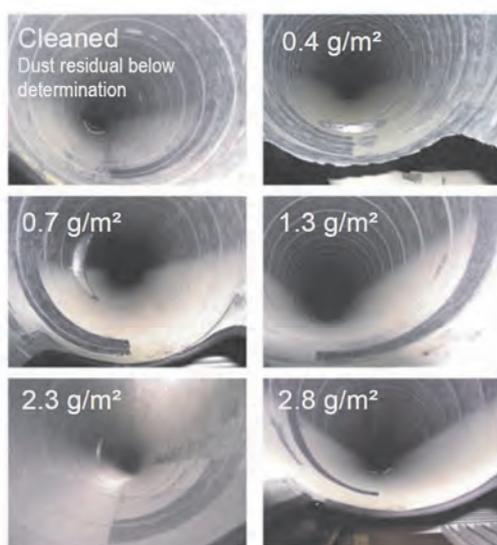


Abb. 16: Eine optische Skala für bestehende Luftleitungen in älteren Gebäuden. Diese Skala wird in Finnland eingesetzt (Sechs verschiedene Fotos auf einem extra Blatt mit Zahlenwerten bezüglich der Staubansammlung).

Abbildung 8: Fotos und Text mit freundlicher Genehmigung aus der beim FGK erhältlichen deutschen Übersetzung des REHVA-guidebooks 8.

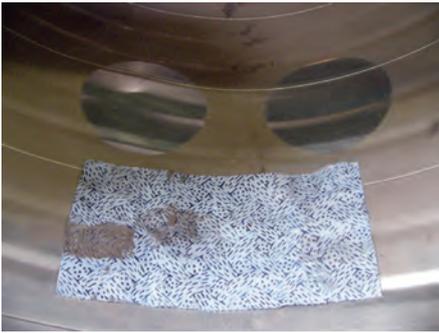


Abbildung 10: Ca. 8 g/m<sup>2</sup> dunkler Staub (aus einer Metallfertigung; geprüft mit DTEST, vergleichbar dem Wischverfahren JADCA nach VDI 6022).

f) Unbedachte Baustellenlagerung

Unbedacht ist hier im doppelten Wortsinn zu verstehen: wenn die Lagermöglichkeiten nicht geplant/bereitgestellt sind UND wenn nicht unter einem Dach gelagert werden kann (Abbildung 3).

Der Lagerort von Luftleitungen auf der Baustelle sollte frühzeitig festgelegt (geplant) werden – auch unter Berücksichtigung der anderen Gewerke – und sich in sauberer, trockener und staubfreier Umgebung befinden.

Vor dem Einbau muss auf Verschmutzung geprüft und ggfs. gereinigt werden. Schutzmaßnahmen für die gelagerten Bauteile sind bereitzustellen und zu verwenden.

g) Bauzeitenverschluss

Insbesondere Steigschächte sind während der Montagephase abzudecken, sodass kein Schmutz in die Luftleitungen fallen kann. Aber auch alle anderen Öffnungen sollten bei Montageunterbrechungen verschlossen werden. Dabei ist auch die Verschmutzungsgefahr durch andere Gewerke zu beachten.

Einfache Kunststoffhauben sind dabei in der Regel ausreichend.

h) Gerne vergessen: Revisionsöffnungen

Es gibt Hersteller, die zum Zeitpunkt der Projektabschluss mehr Revisionsöffnungen für ein Projekt liefern als während der Bauphase.

Tatsächlich hat eine ausreichende und richtig angebrachte Anzahl von Revisionsöffnungen sowohl laut VDI 6022 wie auch DIN EN 15780 höchste Priorität und führt bei Nichtbeachtung häufig zu einer Verweigerung der Abnahme.

Neben den Hinweisen auf DIN EN 12097 („...kein Teil des Luftleitungssystems mehr als ... 7,5 m von einem Zugangsdeckel ent-

fernt ...“) gibt es bauteilabhängig sowohl in DIN EN 15780, wie etwas umfassender in VDI 6022, detaillierte Forderungen, die man einsehen sollte.

Bei den im Rahmen der „Schweizer Studie zum Hygienezustand von RLT-Anlagen“ untersuchten Anlagen waren 19% aller hygienerelevanten Komponenten nicht zugänglich und bei 21% war der Zugang eingeschränkt. Diese Verhältnisse dürften auf Deutschland übertragbar sein und dürften mit den anlaufenden Hygiene-Erstinspektionen nach VDI 6022, Blatt 1.1 weitestgehende Bestätigung finden.

i) Als besenrein definiert VDI 6022: „Eine beispielsweise mit einem Besen oder einer Bürste gereinigte Oberfläche, die bei einer Sichtprüfung als sauber bezeichnet werden kann.“

Tatsächlich steht sowohl bei VDI 6022 wie auch DIN EN 15780 die visuelle Überprüfung an erster Stelle.

Erst wenn diese nicht ausreichend (sicher) erscheint, werden Messungen vorgeschlagen.

Und genau hier tut sich ein wesentlicher Unterschied hinsichtlich der Anforderungen beider Regelwerke auf.

VDI 6022 gibt in einer Tabelle mittlere Standardwerte für die Staubkonzentration [g/m<sup>2</sup>] für verschiedene Messverfahren an. Die DIN EN 15780 weist auf die gleichen Messverfahren hin, gibt jedoch nur für ein bevorzugtes finnisches Saugprüfverfahren Staubansammlungsgrade [ebenfalls in g/m<sup>2</sup>] an.

Aus diesem Sachverhalt ergeben sich verschiedene Probleme:

- Das finnische Saugprüfverfahren ist dennoch nicht mit den Verfahren, die in der VDI 6022-Tabelle genannt werden, vergleichbar, da die Abheberate (sozusagen die Verfahrensgenauigkeit) nicht konstant ist. Dies stellt de facto eine Einschränkung der Norm auf nur dieses eine Prüfverfahren dar.
- Die in DIN EN 15780 aufgeführten akzeptablen Staubansammlungsgrade sind verfahrensbedingt betragsmäßig deutlich niedriger, aber vor allem auch

differenzierter, wie nach VDI 6022. So werden nicht nur 3 Sauberheitsklassen unterschieden, sondern auch zwischen neuen und bereits im Betrieb befindlichen Luftleitungen, wie auch hinsichtlich der Verwendung (Zuluft, Ab-, Um- und Sekundärluft).

- DIN EN 15780 empfiehlt, die Sichtprüfung anhand von Verschmutzungsskalen vorzunehmen und verweist dazu auf das REHVA-Guidebook 8. Tatsächlich stellt sich eine (nur) visuelle Beurteilung bei den geringen Wert-Unterschieden jedoch sehr schwierig dar. Ergänzende quantitative Messungen (und damit die Angleichung der Messverfahren) sind damit unausweichlich. Siehe Abbildung 8.

- Für das finnische Saugprüfverfahren ist der Einsatz vorgewogener Filter und eine abschließende Labor-Wiegung der beladenen Filter notwendig, was den Einsatz auf Baustellen behindert. Ferner wird eine zeitnahe Auswertung erschwert.

Alternative und einfach durchführbare, in VDI 6022 und DIN EN 15780 beschriebene Messverfahren, sollten daher eher geeignet sein für eine nachhaltige Umsetzung der Sauberheitsanforderungen (Abbildung 9).

- Tatsächlich wurden bislang Messungen in Deutschland relativ selten durchgeführt. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn sich jetzt herausstellt, dass die vorrangig betriebene Sichtprüfung nicht selten wesentlich schärfer ausfällt, wie messtechnisch, z.B. auf Basis der in VDI 6022 definierten Staubansammlungsgrade, nachweisbar ist.

Aufgrund der neueren Forderungen in DIN EN 15780 wird es daher zu einer Verschärfung der VDI 6022-Werte kommen müssen, siehe Abbildung 10.

j) Anmerkung zu den Dichtigkeitsanforderungen in VDI 6022 und DIN EN 15780:

„Die Dichtheitsklasse von Luftleitungen nach EN 12237 ist in Abhängigkeit von den Raumanforderungen und den baulichen Gegebenheiten möglichst hoch zu wählen, um ein Ausströmen, Ansaugen oder Überströmen aus verschmutzten Ne-

Sauberheitsgrad	Empfohlene Mindestdichtheitsklasse
Niedrig	B
Mittel	C
Hoch	D

Empfohlene Mindestdichtheitsklasse nach DIN EN 13779

Abbildung 11: Luftdichtheit von Luftleitungen nach DIN EN 15780, je nach Sauberheitsgrad-Anforderung.

benräumen, Zwischendecken etc. zu vermeiden.“

Die Formulierung aus VDI 6022 ist etwas überholt, da sich nur auf die Norm für runde Luftleitungen bezogen wird.

DIN EN 15780 formuliert hier etwas deutlicher:

„Undichtigkeiten in unsauberen Hohlräumen oder abgehängten Decken können einen großen Einfluss auf die Raumluftqualität haben, insbesondere im Hinblick auf den hohen Sauberkeitsgrad. Die für diese Sauberkeitsgrade empfohlene Mindestdichtheitsklasse kann entsprechend den technischen Empfehlungen von EN 13779:2007, A 8.2., wie folgt angegeben werden.“ siehe Abbildung 11.

#### Fazit:

Es gilt im Hinblick auf Hygiene von Luftleitungen verschiedenste Details zu beachten, von denen vorhergehend nur die Wesentlichen angesprochen wurden.

Derzeit besteht bei der DIN EN 15780 noch Klärungsbedarf. Der VDI bemüht sich zum Erscheinungszeitpunkt um eine weitergehende Interpretation der DIN EN 15780 und Anpassung der VDI 6022, gerade auch in Detailpunkten. Bis zu einer Klärung ist bei der Anwendung der DIN EN 15780 Vorsicht geboten, zumindest bezüglich der Staubaussammlungsgrade.

Letztlich kann festgehalten werden, dass nach VDI 6022 bzw. DIN EN 15780 ausgeführte Lüftungssysteme, die

- im Behaglichkeitsbereich betrieben werden,
  - mindestens die empfohlenen Filterstufen aufweisen und
  - regelmäßig gewartet werden,
- aus mikrobiologischer Sicht günstige Betriebszustände in den Luftleitungen erreichen. Bei solchen Betriebsbedingungen wird ein Wachstum von Mikroben in der Regel nicht ermöglicht.

Siehe hierzu auch die Veröffentlichung der cci Zeitung 13/2012: Schweizer Studie zum Hygienezustand von RLT-Anlagen: „Die Gesamtkeimzahl (Bakterien und Schimmelpilze zusammen) in der Zuluft lag bei allen Anlagen unterhalb der Referenzkonzentration.“

Eine Reinigung von Zuluftleitungen ist, wenn überhaupt, erst nach Jahren notwendig. Die bekannten Horror-Szenarien stammen in der Regel von nicht gewarteten Alt-Anlagen bzw. Anlagen, die schon verschmutzt in Betrieb genommen wurden!

Oder man hat nur Abluftleitungen im Visier, wo man ja froh sein muss, wenn dort

Verschmutzungen zu finden ist! Denn in den Abluftleitungen kann sich über einen langen Zeitraum Staub und Schmutz ansammeln, der sich andernfalls im Aufenthaltsbereich niederschlagen würde.

Dazu doch noch ein kurzer Hinweis auf VDI 6022, Blatt 3, wo für die Raumluftqualität nach Beurteilungsstufe 2 auch der Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) als zu prüfender Parameter gilt.

„Sauber in Betrieb gehen“ ist die Grundvoraussetzung und verhindert Regressforderungen! Dazu kann man den ausführenden Firmen nur empfehlen, vorher die Anlagen-Sauberkeit zu prüfen und nicht erst bis zur Abnahme oder Hygiene-Erstinspektion zu warten.

Und auch aus anderer Sicht zahlt sich die Umsetzung von VDI 6022 und EN 15780 aus:

Eine nach hygienischen Planungsgesichtspunkten ausgeführte RLT-Anlage:

- weist in der Regel einen niedrigen Druckverlust aus,
- ist energetisch optimiert,
- ist geräuscharm,
- ist wartungs- und reinigungsfreundlich, und entspricht damit auch der grundsätzlichen Forderung der DIN EN 13779 nach Optimierung der „life cycle costs“.

#### Literatur:

- VDI 6022, Blatt 1 – Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln); 2011-07
- VDI 6022, Blatt 1.1 – Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte – Prüfung von Raumlufttechnischen Anlagen (VDI-Lüftungsregeln); 2012-08
- VDI 6022, Blatt 3 – Raumlufttechnik – Raumluftqualität – Beurteilung der Raumluftqualität; 2011-07
- DIN EN 15780 – Lüftung von Gebäuden – Luftleitungen – Sauberkeit von Lüftungsanlagen; 2012-01
- DIN EN 12097 – Lüftung von Gebäuden – Luftleitungen – Anforderungen an Luftleitungsbauteile zur Wartung von Luftleitungssystemen; 2006-11
- Bauherren-Newsletter von cci Zeitung 13/2012 – Ist die Luft rein? Schweizer Studie zum Hygienezustand von RLT-Anlagen – von Rolf Grupp
- Schulung cci Dialog GmbH in Kooperation mit dem Fachverband Gebäude-Klima (FGK): Theorie und Praxis der Richtlinienreihe VDI 6022 und der DIN EN 15780
- Criteria for the cleanliness of ventilation systems and components, REHVA Guidebook 8, deutsche Übersetzung des FGK
- Energieeinsparung in und mit Luftleitungssystemen, Vortrag aus den Lindab workshops 2012
- Hygiene in und mit Luftleitungssystemen, Vortrag aus den Lindab workshops 2012