



Hygiene in Luftleitungen

Aufgaben und Anforderungen an Raumlufotechnische Anlagen

Raumlufotechnische Anlagen (RLT-Anlagen) haben die Aufgabe die Raumlufte in hygienisch erforderlichem Maße zu erneuern. Die Notwendigkeit zur Raumlufteerneuerung ergibt sich aus Belastungen der Raumlufte durch freigesetzte Schadstoffe aus Materialien oder Herstellungsprozessen, aber auch schon lediglich durch die Anwesenheit von Menschen oder Tieren und deren Sauerstoffverbrauch.

Dabei beeinträchtigen unzulängliches Raumklima oder mangelhafte Lufthygiene nicht nur das menschliche Befinden sondern können auch zu erheblichen Leistungseinbußen und Arbeitsausfallzeiten führen.

Die gewünschte und/oder notwendige Raumlufteerneuerung erfolgt durch Zufuhr von möglichst sauberer Außenluft unter gleichzeitiger Abfuhr von belasteter Raumlufte.

Um die Außenluft, die an einer möglichst unbelasteten Stelle angesaugt wird zum Luftbehandlungsgerät zu transportieren und weiter dem Raum als Zuluft zuzuführen, werden Luftleitungen ebenso benötigt wie für die Ablufführung aus dem Raum.



Solche Rohrsysteme sollten der Vergangenheit angehören!

Beim Transport der angesaugten Außenluft hin zum Raum muss sichergestellt werden, dass deren Hygiene-Qualität nicht verschlechtert wird und der benötigte Energiebedarf minimiert wird.

Gut ausgeführte RLT-Anlagen können auch den Heizenergieverbrauch gegenüber freier Lüftung reduzieren und somit die Energiebilanz eines Gebäudes verbessern.

RLT-Anlagen werden auch genutzt, um Lufttemperatur und Luftfeuchte in Räumen zu beeinflussen oder besonders „reine Luft“ z.B. für OP-Räume oder „Reinräume“ zu gewährleisten.

Im Folgenden sollen insbesondere die hygienischen Gesichtspunkte erörtert werden.

Normen, Richtlinien und Rechtslage

Die einschlägigen Normen und Richtlinien, die sich mit der Errichtung von raumlufotechnischen Anlagen befassen, haben sich in der Vergangenheit meist auf die "ideale" technische Funktionalität beschränkt. Insbesondere die Wartung, Inspektion und Reinigung von RLT-Anlagen wurden in entsprechenden Regelwerken nicht explizit erfasst.

Mit Einführung der Hygiene-Richtlinienreihe VDI 6022 wurde erstmals ein Standard geschaffen, der übergreifend alle Bauteile einer RLT-Anlage, von der Aussenluftansaugung bis zum Zuluftauslaß in ihrem Geltungsbereich für den Zeitraum der Anlagennutzungsdauer erfasst und die hygienischen Ziele definiert. Sofern die Abluft als Umluft wieder beigemischt wird, sind auch



hier die hygienischen Anforderungen zu beachten.

Im Einzelnen sind dies die Richtlinien-Blätter

- VDI 6022, Blatt 1 Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen
- VDI 6022, Blatt 2 Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen - Hygieneschulung
- VDI 6022, Blatt 3 Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen in Gewerbe- und Produktionsbetrieben (bzw. alle nicht unter Blatt 1 geregelte Bereiche)

Die VDI Richtlinie 6022 hat dabei den Stand der Technik sowie bereits vorhandene Normen und Richtlinien zu einzelnen Komponenten aufgegriffen und ganzheitlich dargestellt.

Die Notwendigkeit einer solchen Richtlinie und der vorbildliche Charakter dieses Richtlinienwerkes haben dazu geführt, dass die VDI 6022 inhaltsgleich in die Schweizer Richtlinie SWKI 2003-5 übernommen wurde sowie in Österreich zugrunde gelegt wird.

Der umfassende Geltungsbereich der VDI 6022 ist mit dem jetzt aktuell vorliegenden Entwurf vom Februar 2005 im Blatt 1 nochmals besser verdeutlicht, in dem explizit Gebäudetypen aufgelistet werden.

Auf die VDI 6022 wird seit ihrem Erscheinen bei der Neuerstellung oder Überarbeitung von Normen und Richtlinien immer mehr Bezug genommen.

So wird auf die VDI 6022 z.B. in den folgenden Regelwerken hingewiesen:

- VOB Teil C – DIN 18379 Raumluftechnische Anlagen
- VDI 3803 Raumluftechnische Anlagen - Bauliche und technische Anforderungen
- VDI 2167 Technische Gebäudeausrüstung von Krankenhäusern
- E DIN 18869 Großküchengeräte - Einrichtungen zur Be- und Entlüftung von gewerbsmäßigen Küchen
- VDI 3801 Betreiben von Raumluftechnischen Anlagen
- VDMA 24186 Leistungsprogramm für die Wartung von techn. Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden, Teil 1: Lufttechnische Geräte und Anlagen
- DIN 1946-4 Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern

Besonders hinzuweisen ist auf die VOB, Teil C - DIN 18379, wo die VDI 6022 generell bei der Ausführung von RLT-Anlagen zugrunde gelegt wird.

In der im Dez. 2004 neu erschienen VDI-Richtlinie 2167 wird für den Betrieb von raumluftechnischen Anlagen in Krankenhäusern ebenfalls die VDI 6022 zugrunde gelegt. Bemerkenswert ist, dass diese Richtlinie bereits inhaltsgleich vorher in der Schweiz als SWKI-Richtlinie 99-3 erschienen ist.

Damit ist die VDI 6022 in diesen Bereichen praktisch obligatorisch.

Zunehmend beruft man sich auf die VDI 6022 bei der Umsetzung des § 4 Nr.3 ArbSchG:

Bei den Maßnahmen des Arbeitsschutzes hat der Arbeitgeber von dem allgemeinen Grundsatz auszugehen, dass der Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene berücksichtigt werden.

In der Folge bekommen über das Arbeitsschutzgesetz Gewerbeaufsichtsämter, aber auch Berufsgenossenschaften dazu die entsprechenden Kontroll- und Aufsichtsfunktionen zugeschrieben.

Aktuell ist im Magazin Akzente 1/2005 der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten ein kurzer Artikel zum Thema Überprüfung der Innenraumlufqualität unter biologischen Gesichtspunkten erschienen.

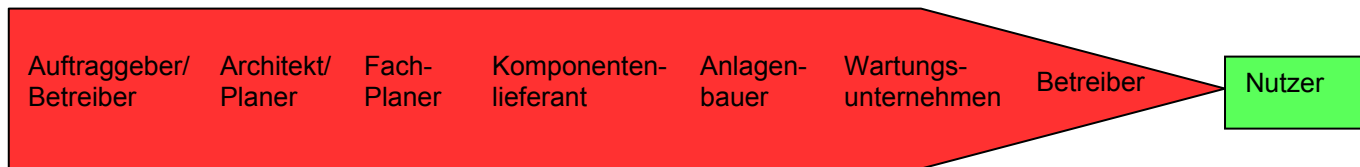
Durch die Angleichung immer weiterer Regelwerke hinsichtlich VDI 6022 bzw. deren Einbindung wird die Verbindlichkeit erweitert.

Wesentlich ist jedoch, dass in der Rechtsprechung somit die VDI 6022 im Streitfall als Basis und „Stand der Technik“ nach dem ArbSchG herangezogen werden.



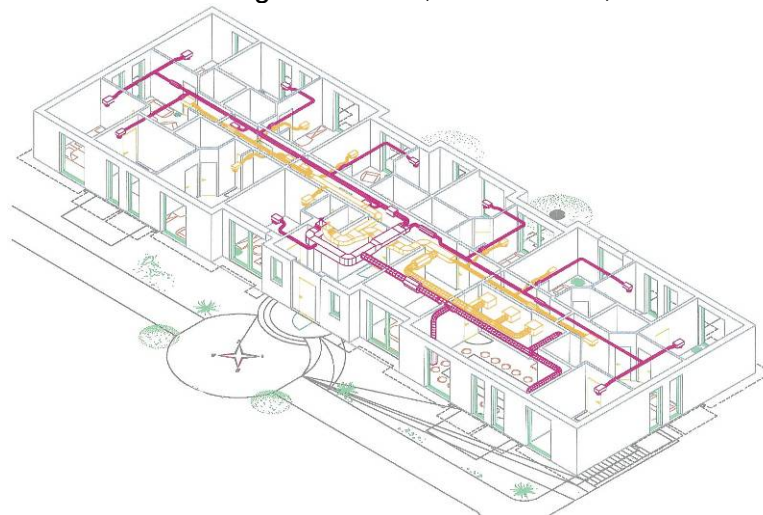
Umsetzung der VDI 6022

Die Verantwortung für die Hygiene in einer RLT-Anlage obliegt aufgrund der Schuldrechtsreform und des Produkthaftungsgesetzes allen an der Errichtung und dem Betrieb der RLT-Anlage Beteiligten!



Für eine ganzheitliche Berücksichtigung hygienischer Belange müssen bereits seitens des Auftraggebers/Betreibers in enger Zusammenarbeit mit dem Architekten/Planer die Weichen gestellt werden. Sowohl die richtige Platzierung und Gestaltung von Aussenluftansaugungen, der Fortluftanordnung als auch die Lage und der zur Verfügung gestellte Platz für Luftaufbereitung und Luftleitungen ist für eine den Hygieneanforderungen entsprechende und damit meist auch schon energetisch optimale RLT-Anlage Grundvoraussetzung. Auftraggeber/Betreiber und Architekt/Planer vereinbaren die gewünschte und zu realisierende Raumluftqualität.

Der Fach-Planer ist für die Gesamtkonzeption der RLT-Anlage, deren richtigen Dimensionierung sowie der Ausschreibung geeigneter Komponenten verantwortlich. Diese Verantwortung gilt für die Raumlufthygiene genauso wie für Energieverbrauch, Brandschutz, Schallschutz etc.



CAD-Unterstützung für richtig dimensionierte und platzierte Luftführungssysteme

Der Komponentenlieferant entwickelt und liefert Bauteile, die dem allgemeinen Stand der Technik auf allen geforderten Gebieten hinsichtlich Funktionalität und Materialauswahl entsprechen - so auch in hygienischer Sicht. In Abstimmung mit dem Anlagenbauer veranlasst er einen, den Hygiene-Anforderungen gerechten Transport der Komponenten zur Baustelle.

Der Anlagenbauer hat das planerische Gesamtkonzept einer RLT-Anlage unter Verwendung entsprechender Bauteile umzusetzen. Dabei sind allgemeingültige wie auch hygienegerechte und evtl. projektspezifische Montage- und Inbetriebnahmebedingungen zu beachten. Er stellt sicher, dass eine dem Stand der Technik entsprechende Anlage dem Auftraggeber/Betreiber übergeben werden kann, die die geforderte Raumluftqualität gewährleistet.

Der gute technische und hygienegerechte Zustand einer richtig ausgelegten und installierten RLT-Anlage mit wartungsfreundlichen Bauteilen kann jedoch dauerhaft nur mit regelmäßiger Durchführung von Inspektionen und Wartungen durch Service- oder Wartungsunternehmen aufrechterhalten werden.

Entsprechende Leistungen sollten auf Basis VDMA 24186 und DIN 31051 erbracht werden.



Diverse Firmen haben sich auf die Inspektion und Reinigung von RLT-Anlagen spezialisiert und sind z.B. unter www.rlt-reinigung.de (FGK-Arbeitsgruppe "Instandhaltung und Reinigung von RLT-Anlagen") zu finden.

Letztendlich ist es jedoch der Anlagenbetreiber und/oder der Arbeitgeber der unter Berücksichtigung seiner Fürsorgepflicht kontinuierliche Inspektionen, Wartung, und Instandhaltung an der RLT-Anlage zu veranlassen hat.

In der neu erschienenen Arbeitsstättenverordnung vom 12.8.2004 z.B. wird unter § 4, Artikel 3 auferlegt, „raumluftechnische Anlagen in regelmäßigen Abständen sachgerecht warten und auf ihre Funktionsfähigkeit prüfen zu lassen.“

Weiter ist im Anhang unter 3.6 detaillierter aufgeführt welche Verpflichtungen eines Arbeitgebers bestehen, damit eine „ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft“ vorhanden ist.

Die Darstellung macht deutlich, wie stark die einzelnen Beteiligten voneinander abhängig sind, um eine bestimmungsgemäß funktionierende, hygienisch dem Stand der Technik entsprechende Anlage zum Wohle des Nutzers zu errichten und zu betreiben.



Frühzeitige Berücksichtigung bei der Planung und konsequente Umsetzung in der Ausführungsphase der VDI 6022-Kriterien sind nicht nur effizient sondern auch rechtlich verbindlich. Letztendlich kann schließlich jeder Beteiligte über den Zeitraum der Anlagenerrichtung hinaus im Rahmen der Rechtsprechung belangt werden!

Die Rechtsmittel bei Zuwiderhandlung gegen Anordnungen der überwachenden Behörde regeln die Paragraphen des Arbeitsschutzgesetzes §25 ArbSchG (Ordnungswidrigkeit) und §26 ArbSchG (Straftat).

Anforderungen an Luftleitungen

Den Komponentenherstellern kommt dabei eine besondere Verantwortung zu.

Nur durch VDI-6022 konforme BauteilAusführung ist eine ordnungsgemäße Errichtung und Unterhaltung einer RLT-Anlage zu gewährleisten, denn den Anforderungen nicht entsprechende Bauteile sind nachträglich meist nur mit erheblichem Kostenaufwand zu sanieren.

Die Anforderungen an die größtenteils in Stahlblech ausgeführten Luftleitungen sind in hygienischer Sicht auf Basis VDI 6022 wie folgt zu spezifizieren:

Konstruktive Ausführungen

- Hohe Luftdichtigkeit
- Strömungsgünstige Bauweise
- Keine scharfen Kanten
- Vermeidung von Blechschrauben etc.
- Keine Begünstigung von Schmutzablagerungen
- Vermeidung poröser Auskleidungen
- Keine direkte Berührung verwendeter Glas- oder Mineralfasermatten mit dem Luftstrom
- Gute Zugänglichkeit
 - o für Inspektionen (ausreichende Anzahl Inspektionsöffnungen)
 - o für Reinigungen (ausreichend große Revisionsöffnungen)
- Richtige Einbaulage z.B. für Revisionsöffnungen, Luftauslässe etc.
- Vermeidung flexibler Luftleitungen

Materialauswahl

- Kriterien
 - o Keine Emission gesundheitsgefährdender Stoffe



- o Kein Nährboden für Mikroorganismen
 - o Abriebfeste Oberflächen
 - o Reinigbarkeit
 - o Beständig gegen Chemikalien (Reinigungsmittel)
 - o möglichst desinfizierbar
- . Betreffende Materialien
 - o Verzinkte Stahlbleche
 - o Elastische Dichtstoffe
 - o Dichtungen
 - o Zinkausbesserungsfarben
 - o Kunststoffteile
 - o Befestigungsteile
 - o Schalldämmende Materialien

Sauberkeit, Transport und Montage

- Reinigung werksseitig
- Werksseitige Verpackung
- Schutz vor Verschmutzung auf dem Transport
- Schutz vor Verschmutzung während der Lagerung
- Schutz während Montageunterbrechungen
- Reinigung bauseits

Diese in dem einen oder anderen Fall sicher noch zu erweiternde Auflistung scheint recht übersichtlich.

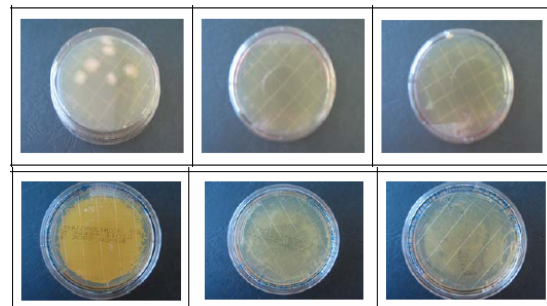
Tatsächlich tun sich jedoch bei genauer Betrachtung zum Teil recht erhebliche Probleme auf. Beispielsweise sei hier aufgeführt

- die Luftdichtigkeit von Rohr- und Kanalsystemen
- die mangelnde Verfügbarkeit von normgerechten Revisionsöffnungen für Rundrohrsysteme - hier verweist die VDI 6022 auf die Abmessungen nach DIN EN 12097
- das mikrobiologisch negative Verhalten von Dichtungen und Dichtmassen

Oft erweisen sich die seit Jahren unter Umständen eingesetzten Materialien nicht VDI 6022 konform und müssen ausgetauscht werden.



Vorbereitete Materialproben für Test nach ISO 846



Mikrobiologische Materialuntersuchung

Kommen konstruktive oder fertigungstechnische Umstellungen hinzu, ist dies mit erheblichen Umrüstkosten aber auch Mehrkosten in der Serie verbunden.

Nur eine konsequente Umsetzung bzw. Umstellung im Zusammenhang mit einer standardisierten Bauteilfertigung ermöglicht den höheren Qualitätsstandard nach VDI 6022.



Ein entscheidender Punkt - Luftdichtigkeit

Die Bedeutung der Dichtigkeit von Luftleitungen sei hier nochmals gesondert dargestellt.

Luftundichtigkeiten führen zu Leckverlusten und unkontrollierten Überströmungen. Durch Leckagen können sich in Gebäude-Hohlräumen Über- oder Unterdrücke aufbauen, die das ungewollte Strömen von verunreinigter Luft zwischen Gebäudeabschnitten hervorrufen.

Aber auch auf das Luftleitungssystem selbst kann sich eine Leckage nachteilig auswirken: Zum Beispiel wird oft die mögliche Unterdruckbildung an strömungsungünstigen Stellen in einem Zuluftstrang nicht bedacht und damit das Ansaugen kontaminierter Umgebungsluft möglich.

Die vor kurzem erschienene Richtlinie VDI 2167 –Technische Gebäudeausrüstung von Krankenhäusern- verlangt z.B. daher zwingend einen Dichtigkeitsnachweis und den Einsatz von Luftleitungen mit Dichtheitsklasse „D“ nach DIN EN 13779 vor endständigen Filtern und in Deckenhohlräumen hygienerelevanter Räume.

Vielfach führen daher schon Überlegungen im Rahmen eines Risc-Managements in Gebäuden mit besonderen hygienischen Anforderungen dazu den Einsatz von Luftleitungen mit höherer Dichtheitsklasse und höherem Hygienestandard vorzusehen!

Die Luftdichtigkeit hat darüber hinaus künftig eine weitaus höhere Bedeutung aufgrund der Umsetzung der EnEv (Energieeinsparverordnung) bzw. des künftigen Energiepasses für Gebäude - die entsprechende DIN 18599 ist noch in Arbeit.

Mit jedem m³-Leckluft muss die RLT-Anlage größer dimensioniert sein, ist neben den Gestehungskosten vor allem der Energieverbrauch über die Anlagenutzungsdauer höher.

Die nach DIN EN 13779 vorgeschriebenen Energiekennzahlen SFP (Specific Fan Power) sind nur durch Reduzierung von Druckverlusten und Leckluftmenge sowie durch den Einsatz effizienter Ventilator-technik zu erreichen.

Den Energieeinsparungsbestrebungen wird u.a. auch in der internationalen Normung durch Erweiterung der EUROVENT-Dichtheitsklassen um die „Dichtheitsklasse D“ in der DIN EN 12237 (Runde Luftleitungen) Rechnung getragen. Die vergleichbare Norm für rechteckige Luftleitungen DIN EN 1507 ist z.Zt. zurückgezogen. Die Dichtheitsklasse D ist auch bereits in die DIN EN 13779 übernommen.



Leckagetest nach DIN EN 12237

Zur Verdeutlichung des Energie-Einsparpotenziales:

Ein Leckluftvolumenstrom von 6% gegenüber nur 2%, wie heute realisierbar, erfordert theoretisch eine 12% höhere Ventilatorleistung (Die Antriebsleistung ändert sich proportional mit der 3. Potenz des Volumenverhältnisses)!

Auf die in Deutschland von Ventilatoren verbrauchte Strommenge bezogen ergäbe sich nur durch ein dichteres Luftleitungssystem somit eine Einsparung von ca. 4.700 Mio.kWh/a – eine Strommenge die etwa der Jahresproduktion des Kernkraftwerkes Brunsbüttel entspricht.



Umsetzung der Hygieneforderungen

Die nach Blatt 2 der VDI 6022 durchzuführende Inspektion von Lüftungsanlagen und damit auch die Keimzahlbestimmung werden unabhängig von den bei der Errichtung der RLT-Anlage beachteten Präventivmaßnahmen durchgeführt.

D.h. Anlagen die nach VDI 6022 Blatt 1 oder Blatt 3 mit der „Grundstufe“ errichtet wurden haben unter Umständen aufgrund der späteren Nutzeranforderung die gleichen hygienischen Anforderungen zu erfüllen wie solche nach der „Höheren Stufe“.

Daraus wird deutlich, dass eine nicht unerhebliche Verantwortung bei Planer, Anlagenbauer und dem Betreiber der Anlage liegt. Ist eine Anlage von der Konzeption schon nicht VDI 6022-konform oder mit nicht entsprechenden Komponenten errichtet, helfen auch die beste bauseitige Reinigung und die umfangreichsten Instandhaltungsmaßnahmen nicht mehr!

Mit VDI 6022-konformer, qualitätsgeprüfter Bauteilanlieferung auf der Baustelle kann jedoch den Montageunternehmen ermöglicht werden, ohne zeit- und kostenintensive, die hygienische Qualität in Frage stellende Nacharbeit auf der Baustelle, eine dem Stand der Technik entsprechende Anlage an den Betreiber zu übergeben. Dabei ist es sogar möglich bei entsprechender Vorplanung ohne jegliche mechanische Arbeiten wie Schneiden, Bohren, Schrauben oder Nietensetzen auszukommen.

Durch die Verlagerung der Reinigungstätigkeit zum Herstellerwerk werden bereits hygienisch einwandfreie Bauteile mit verschlossenen Öffnungen ausgeliefert. Mit dem teilweisen Verpacken wird Verschmutzungen der funktionsbedingt luftberührten Oberflächen bei Transport und Lagerung vorgebeugt.



Transportgerecht verschlossene Rohrenden



Transport- und Verschmutzungsschutz bei Schalldämpfern

Mit der nachfolgenden Montage, bei der die in der VDI 6022 aufgeführten Hinweise zu beachten sind, werden so ausnahmslos nachgewiesen hygienisch einwandfreie Bauteile verbaut.

Bei den heute vielfach zum Einsatz kommenden Luftleitungen aus verzinktem Stahlblech, die in die Grundstufe nach VDI 6022 einzuordnen sind, sind Verschmutzungen durch die Bearbeitung wie Schleifstaub, Späne und Öl etc. zulässig und möglich.

Wie sich gezeigt hat können diese Ölrückstände in der Folge den besten „Haftgrund“ für Staub und weitere Verschmutzungen bilden.

Eine später durchgeführte Reinigung kann dann diesen Schmutzfilm mechanisch nicht mehr abtragen; es müsste eine Reinigung mit Chemikalieneinsatz erfolgen. Dafür sind dann oft die Anlagen aber nicht konzipiert.

Nicht umsonst wird daher eine werksseitige Vorreinigung gefordert!

Vorgereinigte, mit verschlossenen Öffnungen oder sogar komplett eingepackte Luftleitungskomponenten bieten somit von Anfang an Sauberkeit und ermöglichen aufgrund der Ölfreiheit später entsprechende mechanische Reinigungen.



Qualitätsnachweis zur VDI 6022

Luftleitungen mit werksseitiger Reinigung und nachgewiesener Materialverwendung - der Höheren Stufe nach VDI 6022 entsprechend - stellen somit einen dem Stand der Technik entsprechenden Qualitätsstandard sicher.

Mit der Definition eines solchen Qualitätsstandards ist meist der Komponentenhersteller allein mangels spezifischer werkstoffbezogener, insbesondere jedoch mikrobiologischer Kenntnisse überfordert. In der Regel mangelt es auch an ausreichend umfassender Praxiserfahrung, den speziellen Nachweis- bzw. Prüfmöglichkeiten wie auch an der fehlenden disziplinübergreifenden Betrachtungsweise.



Reinigbarkeitsuntersuchung mit dem Meßgerät ParticleGuard
beim Fraunhofer IPA

Die Zusammenarbeit mit geeigneten Prüfstellen bzw. Instituten ist daher angezeigt. Letztendlich verschaffen nur nachweisbare Untersuchungen die notwendigen Erkenntnisse und Produktsicherheit.

Eine leichtfertige Betrachtung und mangelhafte Umsetzung der Forderungen der VDI 6022 kann nicht nur hygienische Beeinträchtigungen für das von uns am meisten benötigte "Lebensmittel Luft" bedeuten, sondern auch rechtliche Konsequenzen für alle Beteiligten nach sich ziehen.

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