

# Zukunftstaugliche Komfort- Lüftungssysteme in groß- volumigen Wohngebäuden im Spannungsfeld von Hygiene und Kosten

Checkliste für Lüftungsplaner  
und Ausführende

B. Unterberger, E. Mairinger,  
J. Rammerstorfer, M. Krempl,  
W. Hüttler, F. Twardik, P. Tappler,  
W. Leitzinger

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 4b/2014

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# Zukunftstaugliche Komfort- Lüftungssysteme in großvolumigen Wohngebäuden im Spannungsfeld von Hygiene und Kosten

Checkliste für Lüftungsplaner und Ausführende

DI Beatrice Unterberger, DI (HTL) Emanuel Mairinger  
BauXund Forschung und Beratung GmbH

DI (FH) Johannes Rammerstorfer, DI (FH) Manuel Krempl,  
DI Walter Hüttler  
e7 Energie Markt Analyse GmbH

DI Felix Twardik, DI Peter Tappler  
IBO Innenraumanalytik OG

Ing. Wolfgang Leitzinger  
leit-wolf Luftkomfort e.U.

Wien, Juni 2013

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



# Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse [www.HAUSderZukunft.at](http://www.HAUSderZukunft.at) Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

---



## 1. Inhaltsverzeichnis

1.	Inhaltsverzeichnis.....	2
2.	Vorwort.....	3
3.	Folgerungen aus den Studienergebnissen.....	4
4.	Grundlegende Normen, Richtlinien und Qualitätskriterien.....	8
5.	Anwendung der Checkliste.....	10
6.	Gebäudeluftdichtheit.....	11
7.	Hygiene, Reinhaltung und Reinigbarkeit.....	12
7.1.	Sauberkeit und Reinhaltung.....	12
7.2.	Geeignete Materialien und Formen der Luftleitungen.....	15
7.3.	Dichtheit der Luftleitungen.....	18
7.4.	Komponentenwahl und Ausführung des Luftleitungssystems.....	21
7.5.	Zusätzliche Anforderungen an Außenluft- und Fortluftleitungen.....	28
7.6.	Außenluft- und Fortluftdurchlässe für dezentrale Anlagen.....	29
7.7.	Integration dezentraler Geräte.....	30
7.8.	Anforderungen an dezentrale Geräte.....	30
7.9.	Ausführung von Lüftungszentralen.....	31
7.10.	Anforderungen an zentrale Lüftungsgeräte und periphere Komponenten in Anlehnung an RLT-Richtlinie 01.....	31
7.11.	Abnahme und Inbetriebnahme.....	40
7.12.	Betriebsweise.....	40
7.13.	Dokumentation.....	41
7.14.	Wartung und Reinigung.....	41
8.	Abbildungsverzeichnis.....	43

## 2. Vorwort

Ausreichende Belüftung von Räumen führt nachweislich zu Verbesserungen der subjektiven Einschätzung der Luftqualität, zur Reduktion von gesundheitlichen Beschwerden sowie zur Steigerung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit. Komfortlüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung gewährleisten auch bei geschlossenen Fenstern eine hohe Raumluftqualität. Insbesondere schützen sie vor Feuchte- und Schimmelschäden. Gut abgestimmte Systeme leisten außerdem einen wesentlichen Beitrag zur Energieeffizienzsteigerung von Gebäuden.

Die aktuelle Normungssituation und die Erfahrungen der Hersteller und Anlagenerrichter reichten bislang jedoch nicht aus, um die Frage der begründbaren Notwendigkeit einer regelmäßigen Reinigung von luftführenden Bauteilen in der Wohnungslüftung ausreichend beantworten zu können. Das fehlende Wissen und mangelnde Bewusstsein führte dazu, dass das Thema in der Praxis kaum beachtet oder sogar bewusst verdrängt wurde. Das betrifft neben erforderlichen baulichen Vorkehrungen (Wartungsöffnungen, Zugänglichkeit, reinigungsfreundliche Ausführung) und Wartungsanforderungen, insbesondere die Fragen der Langzeithygiene, der Betriebssicherheit (Feuer- und Rauchschutz) und der längerfristigen Funktionalität und Gebrauchstauglichkeit der Lüftungsanlage.

Die Untersuchungen im Projekt „Zukunftstaugliche Komfortlüftungssysteme in großvolumigen Wohngebäuden im Spannungsfeld von Hygiene und Kosten (ZuKoLü)“ zeigen praktisch bei allen 18 repräsentativen Anlagen einfach vermeidbare Material-, Planungs- oder Ausführungsmängel auf, die sich mittel- oder längerfristig signifikant auf die Instandhaltungskosten der Anlage auswirken. Bei einer Gesamtkostenbetrachtung über die Lebensdauer der Anlage nehmen die periodischen Reinigungs- und Wartungskosten einen bedeutenden Anteil ein.

Das wesentliche Ziel der Untersuchung war das Zur-Verfügung-Stellen von Merkblättern und Checklisten für Planung, Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von langzeithygienischen und kosteneffizienten Komfortlüftungsanlagen im großvolumigen Wohnbau. Die folgende Checkliste für Lüftungsplaner und Ausführende baut auf den geltenden Normen und vorhandenen Richtlinien auf und konkretisiert die Anforderungen mit den Erkenntnissen und Erfahrungen des Projektteams.

Besonderes Augenmerk wurde auf das Thema „reinigungsfreundliche Ausführung“ gelegt, da bislang kaum ein Informationsfluss von Seiten der Reinigungsunternehmen an Planer und Ausführende stattfand. Im Zuge des Projektes wurden dazu insgesamt 18 einschlägige Unternehmen nach ihren Erfahrungen mit der Reinigung von Wohnungslüftungssystemen befragt. Neben planerischen Aspekten wurden auch zahlreiche Hinweise für die fachgerechte, reinigungsoptimierte Ausführung aufgenommen, um häufige Fehler und Mängel bei der Gebäudeintegration, Montage oder Materialwahl durch detailliertere Vorgaben ausschließen zu können.

An dieser Stelle muss noch einmal darauf hingewiesen werden, dass Planer und ausführende Unternehmen auch außerhalb der Gewährleistungsfrist für Mängel haftbar gemacht werden können, die auf nachweisbare Planungs- oder Ausführungsfehler zurückzuführen sind. Gleichzeitig sind diese auch dazu angehalten, ihre Warn- und Hinweispflicht wahrzunehmen, selbst wenn ihnen dadurch ein Nachteil entstehen könnte.

Planer und Ausführende, die diese Checkliste in der Praxis anwenden, verfügen über einen wesentlichen Know-How-Vorsprung und einen möglicherweise entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Die Checkliste kann ebenfalls sehr gut als Grundlage für Ausschreibungen herangezogen werden.

### **3. Folgerungen aus den Studienergebnissen**

#### ***Komfortlüftungsanlagen erhöhen die Luftqualität im Wohnraum***

Die Zuluftqualität ist bei allen untersuchten Anlagen aus hygienischer Sicht deutlich besser zu bewerten als die Außenluft- und die Raumlufthqualität in Bezug auf Fein- und Feinststaub, Schimmel- und Hefepilze. Die Studienergebnisse zeigen klar auf, dass sich die Luftqualität im Wohnbereich durch die installierten kontrollierten Wohnraumlüftungen verbessert. Diese optimalen Voraussetzungen für die Innenraumlufthsituation sind zugleich auch mit positiven Effekten auf Gesundheit und Wohlbefinden der BewohnerInnen verbunden.

#### ***Luftleitungen im Zuluftbereich befinden sich überwiegend in einem hygienisch sauberen Zustand!***

Bei ordnungsgemäßer Ausführung der Lüftungsanlage, richtiger Filterung und regelmäßiger Wartung kommt es im Regelfall zu keiner bedenklichen Vermehrung von Keimen wie Bakterien oder Schimmelpilzen an Oberflächen von luftführenden Bauteilen im Zuluftbereich. Standardmäßig wurde im Bereich der raumlufthtechnischen Zentralanlagen und der dezentralen Lüftungsgeräte der hygienisch-mikrobiologische Zustand im Bereich der Zuluftleitungen nach Filter und Wärmetauscher durch Stichproben überprüft. Bei etwa drei Viertel der Prüfungen war der Zustand zumindest hygienisch ausreichend oder besser. Bei mehr als 40 % aller überprüften Anlagen war hier der hygienisch-mikrobiologische Zustand sogar als "gut oder sehr gut" einzustufen (Beurteilung nach VDI 6022-1).

Der Staubansammlungsgrad (das ist eine Maßzahl für die abgelagerte Staubmenge innerhalb der Luftleitung) in Zuluftleitungen stieg tendenziell in Abhängigkeit von der Betriebsdauer und bei niedriger Filterqualität. Der Richtwert für die mittlere Sauberkeitsqualitätsklasse nach ÖNORM EN 15780 wurde bei älteren Anlagen und niedriger Filterklasse (Größenordnung von etwa 10 Jahren Betriebszeit) tendenziell überschritten. Jüngere Anlagen entsprachen den Anforderungen der mittleren Sauberkeitsqualitätsklasse, die bei Wohnraumlüftungen angestrebt werden sollte.



Abbildung 1 und 2: Zuluftleitungen mit grenzwertiger und akzeptabler Sauberkeit

### ***Staubansammlungen in Abluftleitungen beeinträchtigen die Funktion der Lüftungsanlage***

Die Menge der Staubansammlung im Abluftsystem wurde bei vielen untersuchten Anlagen nicht erkannt oder unterschätzt. NutzerInnen bemerkten, dass nach einigen Jahren Betrieb der Verschmutzungsgrad der Abluftfilter deutlich nachlässt. Der Grund dafür liegt in der zunehmenden Rückhaltung von Fasern und Hausstaub in den Abluftleitungen. Die größten Staubmengen waren in Luftleitungen von Küchen- und Badezimmern feststellbar, wobei die Ablagerungen mit zunehmender Entfernung vom Ventil langsam abnehmen. Beim Luftdurchlass aller untersuchten und vor 2006 errichteten Anlagen wurden die Grenzwerte der ÖNORM EN 15780 um ein Vielfaches überschritten.

Die Querschnittsverengungen infolge dieser Ablagerungen können den Stromverbrauch des Ventilators deutlich erhöhen. Durch Reinigung der Anlage besteht ein Potenzial zur Energieeinsparung. Darüber hinaus verursachen Staubansammlungen eine Verringerung der Volumenströme in den kontaminierten Strängen und können dadurch eine unerwünschte Einschränkung der Lüftungsfunktion bewirken.

Eine nicht zu unterschätzenden Gefahr bedeuten Ablagerungen aber für den vorbeugenden Brandschutz. In erster Linie stellt das Gemisch aus Flusen, Staub und Fett selbst eine Brandlast dar, die eine Brandentstehung und -ausbreitung begünstigen kann. Neben der eigentlichen Brandlast können schon relativ geringe Mengen an Staub das zuverlässige Verschließen von Kaltrauchsperrern verhindern, und damit die Sicherheit von Personen gefährden, bzw. eine Geruchsübertragung bei bestimmten Verhältnissen begünstigen.

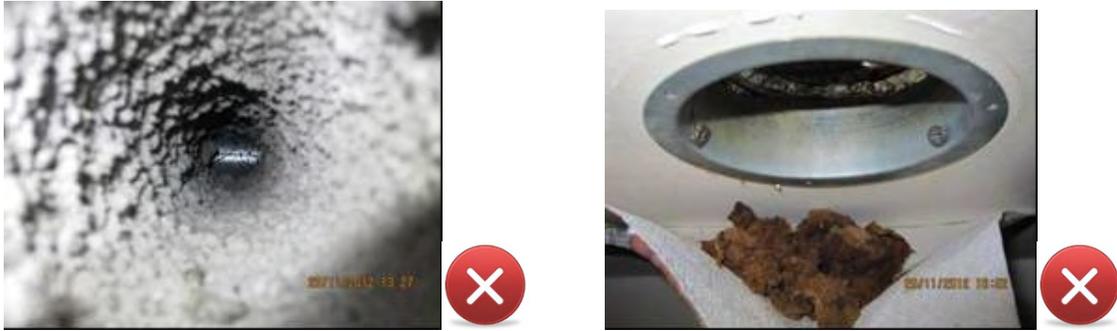


Abbildung 3 und 4: typische Ablagerungen in Abluftleitungen nach mehrjährigem Betrieb

***Komfortlüftungssysteme sind in einem regelmäßigen Intervall zu warten und zu reinigen***

Empfehlungen zu Wartungsabläufen von Komfortlüftungsanlagen sind in der 2012 veröffentlichten Forschungsarbeit der Programmlinie Haus der Zukunft Plus mit dem Titel „Wartungskosten Minus“ [Quelle: Schöberl&Pöll] dargestellt. Es empfiehlt sich, eine vom Bauträger bzw. von der Hausverwaltung organisierte Wartung durchzuführen, um sicher zu stellen, dass diese regelmäßig und fachgerecht erfolgt. Die Praxis zeigt, dass dies z.B. beim Filtertausch durch die NutzerInnen nicht in jedem Fall gewährleistet ist. Als Kriterium für Wartung und Filterwechsel soll der Druckverlust aufgrund der Filterbeladung herangezogen werden. Ein verkürztes Filterwechselintervall kann die Wartungskosten erhöhen, bewirkt aber ein Absinken der Energiekosten im laufenden Betrieb.

Im Einklang mit den geltenden Normen und aus hygienischer Sicht ist ein Filtertausch auch bei Nichterreichen der Enddruckdifferenz der Filterüberwachung nach spätestens 12 Monaten vorzunehmen.

**Kostenbetrachtung kontrollierter Wohnraumlüftung im Wohnbau**

Bei Betrachtung der jährlichen Kosten fällt unabhängig von der Systemwahl (zentral / dezentral) der hohe Anteil und die große Spannweite der Reinigungs- und Wartungskosten auf. Eine Aufgabe des Lüftungsplaners ist es, diese Kosten eingrenzen und minimieren zu können

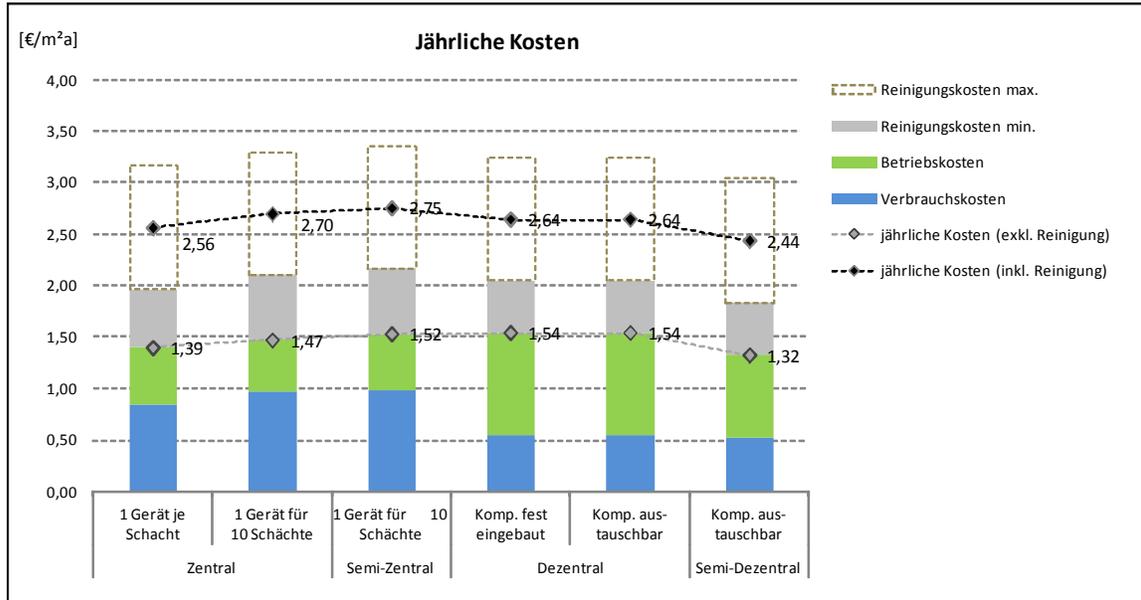


Abbildung 5: Summe der Verbrauchs- und Betriebskosten, Reinigungsintervall ABL 5 Jahre, ZUL+ Geräte 10 Jahre

Bei Berechnung der Lebenszykluskosten für einen Zeitraum von 30 Jahren nehmen die durchschnittlichen Reinigungskosten ebenfalls einen relevanten Anteil ein.

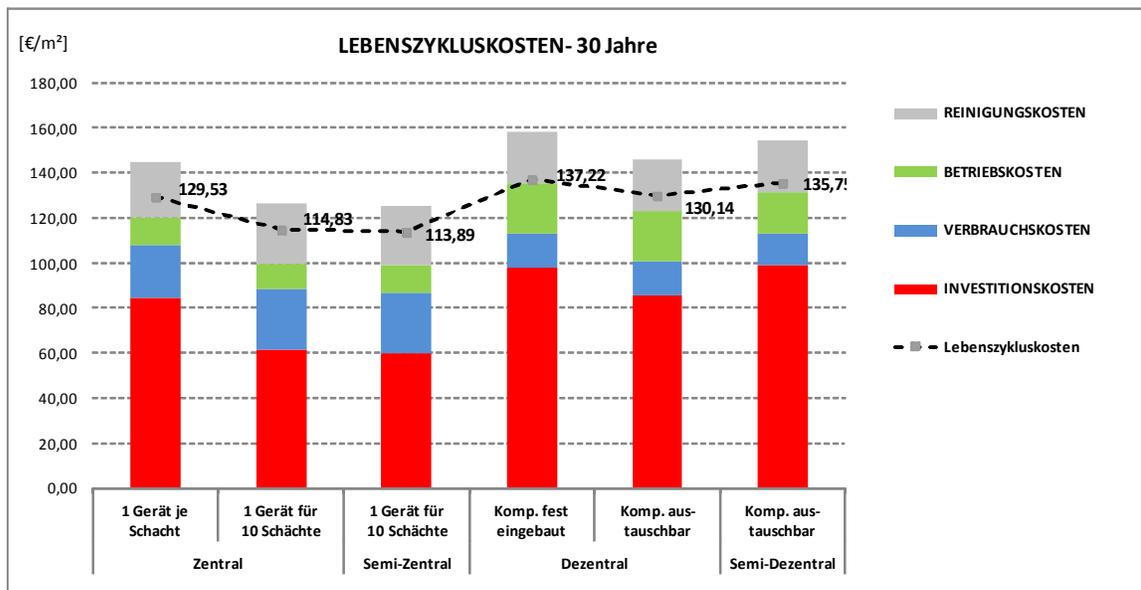


Abbildung 6: Lebenszykluskosten [€/m²] nach einem Betrachtungszeitraum von 30a mit durchschnittlichen Reinigungskosten

Eine detailliertere Abhandlung der Thematik mit unterschiedlichen Varianten ist dem im Herbst 2013 erscheinenden Ergebnisbericht dieser Studie unter [www.hausderzukunft.at](http://www.hausderzukunft.at) zu entnehmen.

## **4. Grundlegende Normen, Richtlinien und Qualitätskriterien**

### ***Nationale Normen***

Die ÖNORM H 6038:2006 behandelt Planung, Ausführung sowie Betrieb und Wartung von kontrollierten Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung und legt Mindeststandards fest. Die Ende 2013 erwartete neue Fassung wird bereits konkretere Anforderungen an die Komponenten enthalten. In diesem Dokument sind bereits die Aussagen des aktuellen Entwurfs der ÖNORM H 6038:2013 aufgenommen. In der aktuellen Fassung wird neben einigen konkreten Aussagen zur Anlagenbeschaffenheit und Materialwahl im Abschnitt „Reinhaltung und Reinigung“ auf die ÖNORM H 6021 und die ÖNORM EN 15780 verwiesen.

Die derzeit gültige Fassung der ÖNORM H 6021: „Reinhaltung und Reinigung“ gibt allgemein gültige Grundregeln zu diesem Thema vor, lässt jedoch einen teilweise weiten Interpretationsspielraum bezüglich der Reinigungserfordernisse, insbesondere was Luftleitungen betrifft.

Die im Jänner 2012 erschienene ÖNORM EN 15780 „Luftleitungen – Sauberkeit von Lüftungsanlagen“ ermöglicht erstmalig quantitative Messungen zur Beurteilung der Sauberkeit von luftführenden Bauteilen. Alternativ ist auch eine subjektive Sichtprüfung des Sauberkeitsgrades möglich. Enthalten sind weiters Reinigungsmethoden und -empfehlungen für einzelne Anlagenteile. Ergänzend sei erwähnt, dass für die ÖNORM H 6021 eine Abstimmung mit der im Jänner 2012 erschienenen ÖNORM EN 15780 geplant ist.

### ***Richtlinien des VDI***

Als Ergänzung zur ÖNORM H 6021 wird in Österreich auch bei Bedarf die VDI 6022 „Raumlufttechnik, Raumluftqualität“ herangezogen. Für die Wohnungslüftung relevant sind vorläufig folgende Teile:

Blatt 1 und 1.1: Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte, Prüfung von Raumlufttechnische Anlagen (VDI-Lüftungsregeln)

Blatt 3: Beurteilung der Raumluftqualität

Der Herstellerverband Raumlufttechnische Geräte e.V. gibt mit der Richtlinie 01, Ausgabe April 2013 einen Überblick über die allgemein anerkannten Regeln der Technik bei RLT-Geräten. Sofern Normen und Richtlinien bei bestimmten Punkten keine eindeutigen Aussagen treffen, nur Empfehlungen aussprechen, bzw. nur Klassifizierungen angeben, werden damit konkrete Festlegungen getroffen.

**Qualitätskriterien vom Verein komfortlüftung.at**

Ein Teil der vom Verein komfortlüftung.at herausgegebenen „60 Qualitätskriterien für Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhaus“ nimmt Bezug auf das Thema „Reinhaltung und Reinigbarkeit“. Die thematisch relevanten Kriterien sind:

- V1 luftdichte Gebäudehülle
- 10 (M) genauer Verlegungsplan und nachvollziehbare Anlagenausführung
- 11c (E) Maßnahmen gegen eine Verschmutzung der Anlage bzw. Luftleitungen in der Bauphase
- 12 (M) kein Luftkurzschluss zwischen Außenluftansaugung und Fortluftauslass
- 13 (M) Außenluftansaugung
- 17-1 (E) wirksamer, hygienisch unbedenklicher Sole-Erdwärmetauscher
- 17-2 (E) wirksamer, hygienisch unbedenklicher Grundwasser-Wärmetauscher
- 21 (M) gute Reinigbarkeit des Lüftungsgerätes
- 22 (M) geringe Luftleckagen des Gerätes, keine Geruchsübertragung
- 26 (M) ausreichende Außenluftfilterqualität
- 27 (M) ausreichende Abluftfilterqualität
- 34 (M) leistungsgeregelter Frostschutz ohne Staubverschwelung
- 36 (E) hygienisch einwandfreie Feuchterückgewinnung
- 37 (E) keine bzw. nur hygienisch einwandfreie aktive Befeuchtung
- 39 (M) geeignete Luftleitungen
- 41 (M) einfache Reinigung der Luftleitungen
- 47 (M) geeignete Ein- und Auslässe
- 57 (M) Übergabe der Anlage inkl. Dokumentation
- 58 (M) Einweisung jedes neuen Mieters in die Funktion und Bedienung
- 59 (M) gesicherter, hygienischer und energiesparender Betrieb und professionelle Instandhaltung

**Erkenntnisse und Praxiserfahrungen flossen in die Checkliste für Lüftungsplaner ein**

Die in der Studie „Zukunftstaugliche Komfortlüftungssysteme in großvolumigen Wohngebäuden im Spannungsfeld von Hygiene und Kosten (ZuKoLü 2013)“ erlangten Erkenntnisse konkretisieren und detaillieren die Checkliste mit praxisnahen Vorgaben zur Vermeidung von Mängeln, die sich mittel- oder langfristig negativ auf Hygiene, Funktionalität und Kosten auswirken.

## 5. Anwendung der Checkliste

Die Anforderungen in der Checkliste können für die Konkretisierung funktionaler Ausschreibungen bzw. bei der Qualitätsbeschreibung bestimmter Produkte verwendet werden. Für die Anwendung im Planungsprozess sind die Punkte in der Checkliste, die nicht erfüllt werden können, oder deren Nachweis (noch) nicht erbracht werden kann, zu protokollieren und mit dem Auftraggeber (Bauträger) und dem verantwortlichen ausführenden Unternehmen entsprechend der Priorisierung abzustimmen.

Ausführenden Unternehmen wird bei geänderter Leitungsführung oder Ausführungsdetails die Verantwortung für die Einhaltung der Anforderungen übertragen.

Anforderungen, die zusätzlich besonders das ausführende Unternehmen (Ausführungsplanung, Montage) betreffen, sind durch einen grauen Hintergrund besonders gekennzeichnet.

Die Checkliste ist wie folgt aufgebaut:

### 0.0 Kapitelüberschrift

01	zu erfüllende Anforderung für <u>Lüftungsplaner</u>	gemäß geltender Normen, Richtlinien(1), Qualitätskriterien QK(2) oder Projektergebnissen (ZuKoLü 2013)	
<i>optionale Abbildungen, Erläuterungen, Anmerkungen, Hinweise oder Empfehlungen</i>			
02	zu erfüllende Anforderung für <u>Lüftungsplaner und Ausführende</u> (gekennzeichnet durch grau hinterlegtes, Nummerierungsfeld)	gemäß geltender Normen, Richtlinien(1), Qualitätskriterien QK(2) oder Projektergebnissen (ZuKoLü 2013)	
<i>optionale Abbildungen, Erläuterungen, Anmerkungen, Hinweise oder Empfehlungen</i>			

<sup>(1)</sup> Die vollständige Richtlinie mit den vollständigen Verweisen zu den zugehörigen Normen kann auf der Webseite des Herstellerverbandes [www.rlt-geraete.de](http://www.rlt-geraete.de) frei heruntergeladen werden.

<sup>(2)</sup> Die „60 Qualitätskriterien für kontrollierte Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhaus“ werden vom Verein [komfortluftung.at](http://komfortluftung.at) herausgegeben, und können von der Seite [www.komfortluftung.at](http://www.komfortluftung.at) frei heruntergeladen werden.

## 6. Gebäudeluftdichtheit

01	<p>Anforderung der Luftwechselzahl <math>n_{50}</math> gemäß ISO 9972 (ÖNORM EN 13829) für mechanische Lüftungen bezogen auf einzelne Wohneinheiten, gemessen im Nutzungszustand:</p> <p><math>n_{50} \leq 0,6/h</math></p>	ZuKoLü 2013	
<p><i>Empfehlung: Bei Abluftanlagen empfehlen sich zwei Messungen bei Unterdruck. Einmal mit abgedichtetem Abluftstrang und abgedichteten Außenluftdurchlässen (Verfahren „B“ nach ÖNORM EN 13829) zur Bestimmung der unerwünschten Leckagen. Die zweite Messung ist einmal im Nutzungszustand mit geöffneten Außenluftdurchlässen und abgedichtetem Abluftstrang zur Bestimmung des Gesamtluftwechsels durchzuführen. Die Messungen geben Aufschluss über das Verhältnis von erwünschter zu unerwünschter Luftnachströmung bei Betrieb des Abluftsystems.</i></p>			
<p><i>Die Undichtheiten von Gebäuden haben neben der energetischen und der bauphysikalischen Bedeutung vermutlich auch einen relevanten hygienischen Einfluss auf die Raumluft, der noch weitgehend unerforscht ist. Da moderne Fenster und Türen an der Gesamtwohnungsleckage kaum noch beteiligt sind, dominieren Luftleckagen über Schächte, Baukonstruktionen, Elektroinstallationen, Kamine, usw. Es wird vermutet, dass bei wechselnder Durchströmung der Leckagewege infolge von Wind oder Thermik relevante Mengen an Schimmelsporen, Fasern oder Stäube in die Raumluft gelangen. Während diese bei kontrollierten Wohnungslüftungen aufgrund des stetigen Luftwechsels verdünnt werden, könnte es bei anderen Lüftungskonzepten (Abluftsystemen) oder unzureichendem Luftaustausch (bei durchschnittlichem Fensterlüftungsverhalten) zu einer Anreicherung kommen.</i></p>			
<p><i>Ein weitverbreitetes Problem stellen auch Geruchsübertragungen zwischen einzelnen Wohneinheiten dar. Die Ursachen liegen zumeist an einer unzureichenden internen Dichtheit im Bereich der gemeinsamen Installationsschächte. Eine weitere Möglichkeit besteht durch unzulässige Luftübertragungen über gemeinsame Luftleitungen.</i></p>			
<div style="display: flex; align-items: center;">   </div>			
<p>Abbildung 7: Luftdichtheitsmessung als noch nicht ausreichend erkannte Qualitätssicherungsmaßnahme für Raumlufthygiene und Lüftungsfunktionalität</p>			

## 7. Hygiene, Reinhaltung und Reinigbarkeit

### 7.1. Sauberkeit und Reinhaltung

01	<p>Einhaltung der Sauberkeitsqualitätsklasse „mittel“ gem. ÖNORM EN 15780 bei Übergabe und im Betrieb.</p> <p><i>Die für die Klasse „mittel“ angegebenen Grenzwerte der Stauboberflächendichte sind in der Praxis durch Einhaltung der Filteranforderungen, Reinhaltungsmaßnahmen, sowie Inspektion und Reinigung in den vorgeschlagenen Intervallen erzielbar.</i></p> <p><i>Die Feststellung der Sauberkeitsqualitätsklasse kann durch unterschiedliche Messverfahren der Stauboberflächendichte erfolgen. Eine augenscheinliche Beurteilung ist durch geschulte, mit der ÖNORM EN 15780 vertraute Personen oder unabhängige Hygiene-Sachverständige durchzuführen.</i></p> <p><i>Hinweis: für den Übergabezustand gelten deutlich strengere Grenzwerte der Stauboberflächendichte, als für den Zustand im laufenden Betrieb.</i></p>	<p>ÖNORM H 6038</p>	
02	<p>Verfolgung des Grundsatzes „Reinhaltung vor Reinigung“.</p> <p><i>Hinweis: Dieser Grundsatz gilt uneingeschränkt vor Inbetriebnahme der Anlage. Für den laufenden Betrieb sind die Kosten einer (dezentralen) Filterbetreuung und die Kosten einer Reinigung in kürzeren Intervallen gegenüber zu stellen.</i></p>	<p>ÖNORM H 6021 (VDI 6022) ZuKoLü 2013</p>	
03	<p>Reinhaltung der luftdurchströmten Anlagenteile von der Herstellung bis zur Anlieferung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Luftdurchströmte Komponenten sind in überdachter, möglichst staubfreier Umgebung zu lagern;</li> <li>- bei Wickelfalzrohren ist bei den Herstellern auf die Lieferung von Rohren mit möglichst fettfreier Oberfläche hinzuweisen;</li> <li>- es sind Rohre zu bevorzugen, die bereits im Herstellerlager mit Deckeln versehen wurden.</li> </ul>	<p>ÖNORM H 6021 (VDI 6022) ZuKoLü 2013</p>	

	<p><i>In der Praxis findet ein Verschließen von Wickelfalzleitungen beim Hersteller und beim Transport nicht statt. In der ÖNORM EN 15780 ist dies für die Einhaltung der Sauberkeitsklasse „mittel“ auch nicht gefordert. Eine gegebenenfalls erforderliche Reinigung muss dann letztlich auf der Baustelle erfolgen.</i></p> <p><i>Hinweis: Eine Reinigung vor dem Einbau ist im Regelfall weniger aufwändig, als eine Endreinigung der fertig installierten Anlage.</i></p>	
04	<p>Reinhaltung der luftdurchströmten Bauteile von der Lagerung auf der Baustelle bis zur Inbetriebnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rohrleitungen, Formstücke und Komponenten sind in besenreinen, trockenen Räumen zu lagern;</li> <li>- Rohrleitungen sind bei Lagerung und Montageunterbrechungen mit Staubschutzdeckeln zu versehen.</li> </ul>	<p>ÖNORM H 6038 ÖNORM EN 15780</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formstücke sind in möglichst staubdichten Verpackungen zu lagern (z. B. Foliensäcke);</li> <li>- die Folienverpackung von Komponenten ist erst kurz vor Montage zu entfernen.</li> </ul>	<p>ZuKoLü 2013</p>
<p><i>Hinweis: Ein staubdichtes Verschließen der Bauteile ist im Regelfall kostengünstiger als eine nachträgliche Reinigung.</i></p> <p><i>Staubkappen sind für alle gängigen Dimensionen von runden Luftleitungen erhältlich. Eckige Formstücke und sperrige Teile sind am besten mittels Planen oder Folien abzudecken.</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div data-bbox="342 1293 747 1831">  <p>Abbildung 8 zeigt eine ungeordnete Lagerung von Luftleitungsbauteilen auf einer Baustelle. Die Rohre liegen ungeordnet auf dem Boden, umgeben von Schutt und Müll. Ein roter Kreis hebt einen Bereich der ungeordneten Lagerung hervor.</p> </div> <div data-bbox="747 1747 829 1831">  </div> <div data-bbox="841 1585 1185 1831">  <p>Abbildung 9 zeigt zwei runde Luftleitungsbauteile, die mit roten Staubkappen versehen sind. Die Kappen sind fest auf den Enden der Rohre montiert, um das Eindringen von Staub zu verhindern.</p> </div> <div data-bbox="1185 1747 1268 1831">  </div> </div> <p>Abbildung 8: negatives Beispiel der Lagerung      Abbildung 9: Staubkappen</p>		

05	Möglichst zerspannungsfreier Zuschnitt von Luftleitungen.	ZuKoLü 2013	
<p><i>Die noch oftmals bevorzugte Methode des Trennschneidens bei Wickelfalzrohren sollte grundsätzlich vermieden werden. Die Nachteile dieses Verfahrens liegen auf der Hand: Verschmutzung der Luftleitung mit feinen Spänen und Staub, aufgrund des Funkenflugs nur in Bereichen mit brandbeständigen Oberflächen durchführbar, hohe Lautstärke, Verbrennung der Zinkoberfläche, Entstehung eines scharfkantigen Grates.</i></p> <p><i>Alternativ kann der Zuschnitt mittels Stufenbohrer und Stichsäge erfolgen.</i></p> <p><i>Die sauberste, schnellste und daher wirtschaftlichste Methode bieten elektrische Blechscheren. Die Industrie bietet für den Zuschnitt von Wickelfalzrohren auch entsprechende Vorrichtungen an.</i></p>  <p>Abbildung 10: professionelle Schneidvorrichtung für Wickelfalzrohre, Quelle: Fa. Lindab</p>			
06	Die Filterung der Außen- bzw. Zuluft hat mindestens mit der Filterklasse F7 gem. ÖNORM EN 779 zu erfolgen. Diese Anforderung gilt für ein- und zweistufige Filterung. Geeignete Filterabstufungen sind gem. ÖNORM EN 13779 auszuwählen.	ÖNORM H 6038 QK 26 (M) ZuKoLü 2013	
07	<p>Die Filterung der Abluft hat mindestens mit der Filterklasse G4 gem. ÖNORM EN 779 zu erfolgen. Diese Anforderung gilt auch für mehrstufige Filterung (dezentrale + zentrale Filterstufe). Eine zentrale Abluftfilterung ist jedenfalls vorzusehen.</p> <p><i>Die Entscheidung, ob eine zusätzliche dezentrale Filterung (am Ventil oder vor Sammelleitungen) eingesetzt wird, ist durch einen Betriebskostenvergleich zu analysieren. Hierbei müssen die verlängerten Reinigungsintervalle für zentrale Luftleitungen mit dem erhöhten Aufwand für den dezentralen Filterwechsel gegengerechnet werden.</i></p>	ÖNORM H 6038 QK 27 (M) ZuKoLü 2013	

08	Außenluft- und Fortluftöffnungen sind vor Anbringung der Durchlässe vor dem Eindringen von Kleintieren, Staub, Niederschlag, etc. zu schützen.	ZuKoLü 2013	
09	Das Inbetriebnehmen der Anlage ohne Luftfilter (auch kurzzeitig) ist nicht zulässig.	ZuKoLü 2013	

## 7.2. Geeignete Materialien und Formen der Luftleitungen

01	<p>Verwendung von Luftleitungen aus mechanisch beanspruchbaren Materialien, innen abriebfest, korrosionsbeständig und glatt (Rautiefe <math>\leq 0,15</math> mm).</p> <p>KEINE freiliegenden Dämmmaterialien, KEINE sorptionsfähigen Oberflächen.</p> <p>Für die Ausführung der Luftleitungen wird die Brennbarkeitsklasse A2 empfohlen.</p> <p>Bei Verwendung von nichtmetallischen Werkstoffen ist sicherzustellen, dass diese KEINE relevanten Schadstoffemissionen aufweisen und KEINEN Nährboden für mikrobielles Wachstum liefern (KEINE Luftleitungen aus Beton, Gipskarton, Holz, etc.).</p>	ÖNORM H 6038	
02	KEINE hochflexiblen Luftleitungen (z. B. Alufolienschläuche mit Drahtspirale).	ÖNORM H 6038	

Luftleitungen mit geringer Eigen- und Ringsteifigkeit werden nur frei verlegt, d. h. nicht einbetoniert oder im Fußbodenaufbau eingebettet. Beim Einsatz von Rohrkeras oder Reinigungsequipment wird das Rohr gestreckt und ein vollständiges Durchfahren ist nicht mehr möglich. Schläuche mit nicht beanspruchbarer Innenhaut können zusätzlich durch die Bürsten selbst beschädigt werden. Kritisch muss zusätzlich gesehen werden, dass der Übergang zwischen Wickelfalzsystem und Schläuchen eine Fehlerquelle für Undichtheiten darstellt.



Abbildung 11 und 12: nicht zulässige „Schalldämm-Folienschläuche“, Innen- und Außenansicht



Abbildung 13 und 14: nicht zulässige Folienschläuche, Innen- und Außenansicht

*Hinweis: Luftdurchlässe an Trockenbauschalen sind direkt am Rohrsystem (Bögen, T-Stücke, Anschlusskästen) zu befestigen und von der Trockenbauplatte zu entkoppeln. Eine Befestigung an Trockenbauplatten ist im Regelfall nicht sauber möglich und hat nur ungenügenden Halt. Die Verwendung von flexiblen Luftleitungen ist daher auch in diesen Bereichen nicht sinnvoll.*



Abbildung 15: eine fachgerechte Montage von Lüftungsventilen ist so nicht möglich

03	<p>KEINE flexiblen Leitungen mit gerillter Innenwand (Aluflexrohre, gerillte Kunststoffrohre).</p> <p>Ausnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- flexible Rohrverbindungen mit einer gestreckten Länge von maximal 300 mm; Telefoneschalldämpfung mit einer gestreckten Länge von maximal 1000 m</li> </ul>	ÖNORM 6038	
	<p>Es muss ein Biegeradius von mindestens 2 x Nenndurchmesser eingehalten werden und die Reinigbarkeit gewährleistet sein.</p>	ZuKoLü 2013	
	<p><i>Gerillte Rohre zeigen keine signifikant höheren Staubablagerungen als glattwandige Rohre, sind jedoch aufwändiger zu reinigen. Bei zu kleinem Biegeradius liegen die Falten am Innenradius aneinander, wodurch Ablagerungen durch die Bürstenrotation in den Rillen verdichtet und nur unzureichend entfernt werden können.</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Abbildung 16 und 17: Aluflex-Schalldämpfer rund und rechteckig (reinigbar)</p>		
04	<p>KEINE runden Luftleitungen mit einem Innendurchmesser kleiner als 60 mm.</p> <p>KEINE Rechteck- oder Ovalleitungen mit einer lichten Weite kleiner als 60 mm.</p>	ZuKoLü 2013	
	<p><i>Für kleine Luftleitungsdimensionen ist spezielle Reinigungsausrüstung erforderlich, die nur bei einzelnen Reinigungsfirmen zur Verfügung steht. Eine Verringerung der Querschnitte muss mit einer Erhöhung der Anzahl der Luftleitungen kompensiert werden. Das erhöht ebenfalls den Reinigungsaufwand.</i></p>		
05	<p>KEINE Rechteck- oder Ovalleitungen mit einem Seitenverhältnis größer als 1 : 4.</p>	ZuKoLü 2013	

	<p><i>Bei der Bürstenreinigung von Rechteckleitungen mit oder ohne Rundung muss die Drehrichtung der Bürste periodisch geändert und dabei der Bürstenkopf vor und zurück bewegt werden, um die gesamte Breite der Luftleitung zu erreichen. Bei Druckluftdüsen bzw. kombinierten Bürsten- und Druckluftköpfen sind für die Bereitstellung der Druckluft im Regelfall ein 400V-Anschluss und ein Druckluftkompressor mit entsprechend großem Druckluftspeicher erforderlich. Das erhöht den Manipulationsaufwand. Langgestreckte Querschnitte sind nicht nur hydraulisch ungünstiger, sondern auch grundsätzlich aufwändiger zu reinigen und daher wenn möglich zu vermeiden.</i></p>	
--	--	--

### 7.3. Dichtheit der Luftleitungen

	<p>Luftdichtheit runder Luftleitungen gem. ÖNORM EN 12237 mindestens Klasse „C“.</p>	<p>ÖNORM H 6038 (Empfehlung in der ÖNORM EN 15780)</p>	
	<p>Bei Wickelfalzsystem: Verwendung von Formstücken mit doppelter Lippendichtung zur Sicherstellung der Dichtheitsklasse.</p> <p>Bei nicht genormten Systemen: Es sind die Montagerichtlinien der Hersteller zu beachten.</p> <p>Es sind Telefoneschalldämpfer mit dichten (verpressten) Innenrohren zu verwenden.</p>	<p>ZuKoLü 2013</p>	

Die Herstellung von Rohrverbindungen mit Lippendichtungen ist aufgrund der Verkürzung der Montagezeit nachweislich wirtschaftlicher als solche ohne Dichtung. Die Problematiken vergessener Abdichtungen und des Abklebens an unzugänglichen Stellen wird damit grundsätzlich beseitigt.



Abbildung 18: vorteilhafte Formstücke mit (doppelter) Lippendichtung

Auf dem Markt sind immer wieder Komponenten erhältlich, deren Mängel erst bei genauer Betrachtung sichtbar sind. Das sind unter anderem undichte Aluflex-Schalldämpfer, bei denen abgesehen von der Undichtheit die Gefahr der Mineralfaserfreisetzung in den Zuluftstrom besteht.

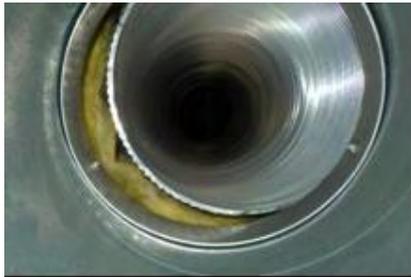


Abbildung 19: mangelhafter Schalldämpfer

02	<p>Dichtheit eckiger Luftleitungen gem. ÖNORM EN 1507 mindestens Klasse „C“.</p> <p>Die Anforderungen an die Fertigung und die Montage der Leitungen sind einzuhalten.</p>	ÖNORM H 6038	
03	<p>Bauliche Vorkehrungen zum stichprobenartigen Nachweis der Dichtheit.</p> <p>Frühzeitige Messung an einzelnen Anlagenabschnitten, solange die Leitungen noch zugänglich und nicht gedämmt sind.</p>	<p>ÖNORM EN 13779 – A.8.3</p> <p>ZuKoLü 2013</p>	

*Im Zuge der Montage wird vorab eine augenscheinliche Beurteilung der Dichtheit z. B. mittels „Lichtprobe“ empfohlen. Dabei wird eine starke Lichtquelle durch den Leitungsabschnitt bewegt und von außen auf Leckagen im Bereich der Flansche (vor allem Eckbereiche) untersucht. Diese Methode ist wenig aufwändig, funktioniert allerdings nur in nicht allzu heller Umgebung.*

*Eine Untersuchung der werkseitig gefertigten Fälze auf Dichtheit ist nur mittels Nebel und Überdruckerzeugung in den Luftleitungen möglich.*

*Für den Nachweis der Dichtheitsklasse ist eine Messung von repräsentativen Anlagenabschnitten mit bekannter Oberfläche erforderlich.*



Abbildung 20: stichprobenartige Leckagemessung einzelner Luftleitungsabschnitten

04 Wasserdichte Systeme und Ausführung bei erd- oder betonverlegten Rohrleitungen.

ZuKoLü 2013

*Für die Verlegung im Erdreich und im Rohbeton (Decken) sind nur Rohrsysteme zu verwenden, die ausdrücklich für diese Verlegeart vom Hersteller freigegeben wurden. Wickelfalzrohrsysteme sind für das Einlegen in Beton nicht geeignet.*

*Bei Rohrleitungen, die nahe am Grundwasserniveau verlegt werden, ist die Dichtheit von außen nach innen entsprechend dem zu erwarteten Wasserdruck zu gewährleisten.*

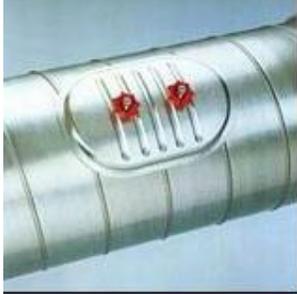


Abbildung 21: in eine Wickelfalzleitung eingedrungener Betonschlamm

## 7.4. Komponentenwahl und Ausführung des Luftleitungssystems

01	<p>Die Leitungsführung hat so zu erfolgen, dass die Leitungslängen minimiert und möglichst wenige Umlenkungen erforderlich sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verwendung von 45°- oder 30°-Bögen statt 90°-Bögen;</li> <li>- Verwendung von 45°- Abzweigern statt 90°-Abzweigern;</li> <li>- KEINE engen Biegeradien bei flexiblen Luftleitungen;</li> <li>- KEINE eckigen Innenradien (Radius = 0) bei Rechteckleitungen.</li> </ul>	ZuKoLü 2013	
<p><i>Bei der Verwendung von 45°- Abzweigern kann neben der Verbesserung der Akustik und der Verringerung der Druckverluste auch eine Verlängerung der Reinigungsabschnitte erzielt werden.</i></p>			
			
<p>Abbildung 22: vorteilhafte Verwendung von 45°- Bögen und 45°-Abzweigern</p>			
02	<p>Querschnittsreduzierungen sind nur vorzunehmen, wenn es aus Platz- oder Kostengründen erforderlich ist.</p> <p>Steigleitungen in Brandschutzschächten sind in einer durchgängigen Dimension herzustellen, um eine unterbrechungsfreie Reinigung mit nur einer Bürstengröße zu ermöglichen.</p>	ZuKoLü 2013	

	<p><i>Nach Aussage der Reinigungsunternehmen ist eine Reinigung auch noch bei Reduktion der Steigleitungen um ein bis zwei Dimension möglich. Reduktionen sollten jedoch nur ausgeführt werden, wenn es aus Platzgründen unbedingt erforderlich ist.</i></p> <p><i>Bei baumförmiger Verteilung mit Abzweigern: Bei der Luftverteilung in den Wohnungen ist noch relativ oft eine Reduktion des Leitungsquerschnitts vor dem Luftdurchlass zu beobachten. Diese Maßnahme ist weder kostentechnisch noch akustisch noch aus reinigungstechnischen Gründen sinnvoll. Wenn ausreichend Platz vorhanden ist, sollte der Leitungsquerschnitt von 125 mm nicht auf 100 mm reduziert werden. Kleinere Durchmesser als 100 mm sollten bei Wickelfalzrohren in der Wohnraumlüftung nicht zur Anwendung kommen.</i></p>		
03	<p>Auswahl von Komponenten, die kein Hindernis bei der Reinigung darstellen.</p> <p>Andernfalls ist ein gesonderter Zugang für den nachfolgenden Leitungsabschnitt erforderlich.</p>	ZuKoLü 2013	
	<div data-bbox="337 852 837 1079" data-label="Image"> </div> <p>Abbildung 23: Feuerschutzabschluss mit freiem Querschnitt (Quelle: geba Brandschutz)</p>		
04	<p>Abweichend von den Bestimmungen der ÖNORM EN 12097 ist der Einbau von Reinigungsdeckeln in Luftleitungen aus hygienischen* Gründen auf das notwendige Minimum zu reduzieren.</p>	<p>ÖNORM H 6038</p> <p>ZuKoLü 2013</p>	

	<p><i>*Mit „hygienische Gründe“ wird hier die Möglichkeit der Staubanhaftung und das Entstehen zusätzlicher Undichtheiten verstanden.</i></p> <p><i>Alternativ zu Revisionsdeckeln ist der Einbau von T-Stücken mit abnehmbaren Formstückdeckeln möglich. Durch Verwendung von Lippendichtsystemen können zusätzliche Leckagen vermieden werden.</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung 24: Revisionsdeckel, Quelle: Fa. Lindab</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung 25: T-Stück mit Deckel</p> </div> </div>		
<p>05</p>	<p>Alle luftdurchströmten Anlagenteile der Steigleitungen sind über zerstörungsfreie Zugangsmöglichkeiten und Revisionsöffnungen reinigbar zu gestalten.</p> <p>Für Luftleitungen in Schachttyp „A“ (Brandschutzschacht) sind mindestens am oberen und unteren Ende der Leitungen Zugänge für die Reinigung und Absaugung vorzusehen.</p> <p>Für Luftleitungen in Schachttyp „B“ (geschoßweise Brandabschottung) ist je Geschoß mindestens ein Zugang zum oberen Ende der Leitungen und der Feuerschutzabschlüsse zu schaffen. Ausnahme sind Luftleitungen mit Feuerschutzabschlüssen, deren freier Querschnitt ein problemloses Durchfahren mit der Reinigungsausrüstung (Bürste) erlaubt.</p> <p>Die Anordnung der Wartungdeckel hat so zu erfolgen, dass eine Inspektion der Feuerschutzabschlüsse und Kaltrauchsperrern, etc. ohne Rohrkamera erfolgen kann.</p>	<p>ZuKoLü 2013</p>	<p>  </p>
<p><i>Eine augenscheinliche Inspektion bzw. Kontrolle ohne Rohrkamera sollte mit Hilfe einer Taschenlampe bzw. durch Einführen einer Digitalkamera mit Blitzlicht erfolgen können.</i></p>			

Zukunftstaugliche Komfortlüftungssysteme (ZuKoLü 2013)

06	<p>Alle luftdurchströmten Anlagenteile der horizontal geführten Luftleitungen sind über wiederverschließbare (ohne Bauteilerstörung) Zugangsmöglichkeiten und Revisionsöffnungen reinigbar zu gestalten.</p> <p>Die Leitungsführung ist möglichst so zu wählen, dass Revisionsöffnungen nicht in Bereichen von Wärmeschutz- oder Brandschutzanforderungen erforderlich sind.</p> <p>Ist diese Art der Leitungsführung nicht möglich, so ist diese so zu gestalten, dass die Anzahl der Revisionsöffnungen minimiert werden kann.</p>	ZuKoLü 2013	
07	<p>Alle luftdurchströmten Anlagenteile der Luftverteilung innerhalb der Wohneinheit sind zerstörungsfrei über geplante Zugänge (Revisionsdeckel, Luftdurchlässe) reinigbar zu gestalten.</p> <p>Der Zugang soll bei Wiederverschließen ohne zusätzliche Abdichtmaßnahmen wieder dicht schließen und bei der nächsten Reinigung wieder verwendbar sein.</p> <p>KEINE Verteilkästen ohne ausreichend großen Zugangsdeckel.</p> <p>KEINE Verteilkästen mit genietetem oder mit Selbstbohrschrauben verschlossenen Zugangsdeckeln.</p>	ZuKoLü 2013	

Bei unachtsamer Planung können Abschnitte entstehen, die mit den Reinigungsgeräten nicht erreicht werden können. In diesen Bereichen muss im Reinigungsfall die Decke geöffnet und mindestens ein Revisionsdeckel gesetzt werden.



Abbildung 26: nicht reinigbarer Abschnitt



Abbildung 27: keine Zugänglichkeit nach Heizregister

Bei sternförmiger Luftverteilung mittels Verteilkästen ist auf eine einfache Zugänglichkeit und Öffnungsmöglichkeit zu achten. Der Deckel sollte rasch und möglichst ohne Werkzeug öffnenbar sein. Bei abgehängten Decken ist unterhalb des Kastendeckels eine ausreichend große Revisionsklappe vorzusehen. Diese muss die gleichen Brandschutzanforderungen aufweisen wie die umgebende Decke.



Abbildung 28: ungünstige, enge Einbausituation, kein Trockenbau-Revisionstüren vorgesehen

Im Projekt „Komfortlüftung plus“, gefördert vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie durch das Programm „Haus der Zukunft Plus“ (gleiche Programmlinie wie das gegenständliche Projekt „ZuKoLü“), wurde ein völlig neuartiger kombinierter Luftverteilkasten entwickelt. An den Kasten wird versorgungsseitig Zu- und Abluft angeschlossen, wobei die Auskreuzung der Leitungen zu den einzelnen Räumen bereits im Kasten mittels Formstücken erfolgt. Der Luftverteiler ermöglicht die Verwendung von Wickelfalzrohren oder alternativ von flexiblen Kunststoffleitungen in der Dimension 125 mm an allen Anschlüssen. Eine Telefoneschalldämmung ist bereits im Verteiler integriert. Die werkzeuglos öffnere Wartungstür ermöglicht den zentralen Zugriff zu allen Rohrabschnitten. Aufgrund der großen Dimensionen und der geringen Leitungslängen ist eine Reinigung sehr kostengünstig durchführbar.

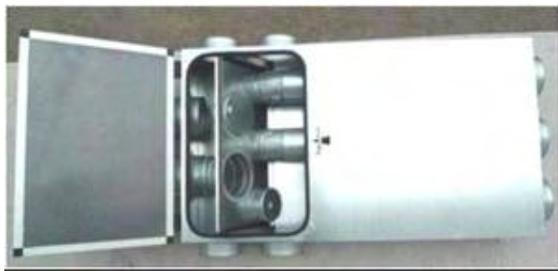


Abbildung 29: werkzeuglos öffnbarer Deckel und dauerhafte Dichtung

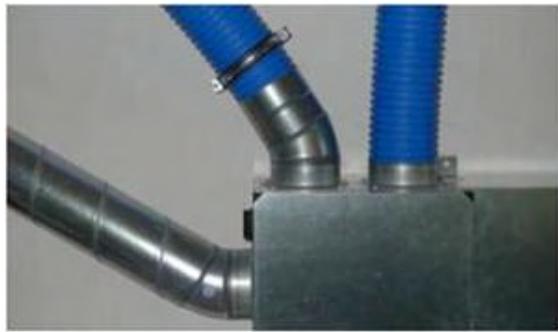


Abbildung 30: alle Anschlüsse für Spiro- und Kunststoffrohre DN 125

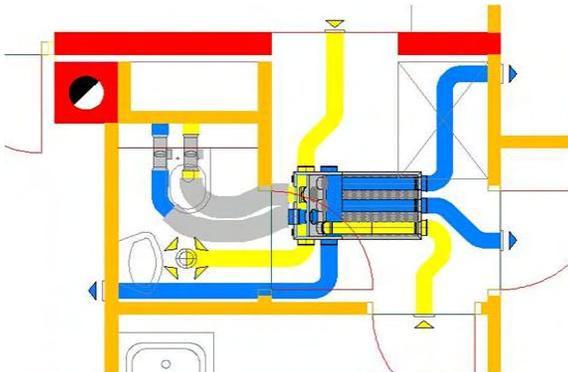


Abbildung 31: Planungsbeispiel mit niedrigem Errichtungs- und Reinigungsaufwand

08	<p>KEINE in die Luftwege ragenden spitzen oder scharfkantigen Teile (z. B. Schrauben).</p> <p>Eine gegebenenfalls erforderliche Befestigung hat mittels Blindnietung zu erfolgen, wobei die Nieten keine sichtbaren Löcher aufweisen dürfen (innenseitig verbleibender Nietdorn).</p>	ZuKoLü 2013	
<p><i>Die Verwendung von Schrauben, die in die Luftleitung ragen, ist gemäß ÖNORM EN 12097 nur zulässig, sofern sie die Wartung und Reinigung nicht behindern und maximal 13 mm lang sind. In Bereichen 1 m vor Zugangsdeckeln oder Durchlässen dürfen Schrauben aus Gründen der Verletzungsgefahr nicht gesetzt werden. Bei nachträglicher Anbringung von Revisionsdeckeln müssen die Schrauben im Abstand von 1 m durch Nieten ersetzt werden.</i></p> <p><i>Anmerkung: Diese Montagepraxis, d. h. abwechselnde abschnittsweise Nietung und Verschrauben von Formstücken, ist nicht praktikabel.</i></p> <p><i>Die im Projekt befragten Reinigungsunternehmen geben an, dass Schrauben sehr oft zu Behinderungen oder Beschädigung von Reinigungsausrüstungen (Wellen, Kameraköpfe) führt. Diese bekannte Gefahr der Beschädigung wirkt sich daher auch auf die Kalkulation der Kosten aus.</i></p> <p><i>Bei der Inspektion von Luftleitungen wurde beobachtet, dass eine Flusenanhafung und eine damit einhergehende vermehrte Ansammlung von Staub besonders an vorstehenden Schrauben in den Luftleitungen stattfindet. Im Gegensatz dazu sind Blindnieten gerundet und kurz und daher deutlich besser zur Fixierung geeignet.</i></p> <p><i>Bei Verwendung von Formstücken mit Lippendichtung und fachgerechter Montage können Nietungen auf ein Minimum reduziert werden, da die Fixierung ohnehin mittels Schraubrohrscheiben mit Gummieinlage erfolgt. Eine nachträgliche Änderung am Rohrsystem ist so wesentlich einfacher möglich, da keine schlecht erreichbaren Schrauben oder Nieten entfernt werden müssen</i></p> <p><b><i>Eine Verschraubung oder Nietung von Wickelfalzleitungen mit Formstücken ist erfahrungsgemäß in 90% der Fälle nicht erforderlich!</i></b></p> <div data-bbox="337 1451 836 1803" data-label="Image"> </div> <p>Abbildung 32: unzählige Schrauben und beginnende, sichtbare Flusenanhafung</p>			

09	<p>Das nachträgliche Anbringen von Abzweigungen (Bundkrägen, Sattelstücken) in die Luftleitungen ist zu vermeiden. Es sind bereits vorgefertigte und fertig abgedichtete Formstücke ohne scharfkantige Blechränder zu verwenden.</p>	ZuKoLü 2013	
<p><i>Das nachträgliche Einschneiden von Öffnungen auf der Baustelle erfolgt meist unsauber. Die dabei entstehenden Kanten oder Undichtheiten bei nachträglicher Abdichtung und fehlender Abbindezeit des Dichtmittels können durch sorgfältigere Vorplanung vermieden werden.</i></p>			
			
<p>Abbildung 33: unsaubere Baustellen-Ausführung einer Abzweigung</p>			

### 7.5. Zusätzliche Anforderungen an Außenluft- und Fortluftleitungen

01	<p>Außenluftleitungen sind möglichst kurz zu führen und so zu gestalten, dass eine gute Zugänglichkeit von beiden Seiten des Leitungsabschnittes für eine Reinigung gegeben ist. Diese Anforderung gilt auch für erdverlegte Luftleitungen in Punkt 02.</p>	ZuKoLü 2013	
02	<p>KEINE luftdurchströmten Erdwärmetauscher, in denen Kondensat entstehen kann.</p> <p>Ausgenommen sind kurze erdverlegte Luftleitungen ohne Kondensationsgefahr zum Schutz des Außenluftfilters vor Durchfeuchtung in Nebelphasen (siehe dazu RLT 01: Filtereinheit, Punkt 12). Bei dieser Form der Lufttemperierung ist kein Kondensatablauf erforderlich.</p>	<p>ÖNORM H 6038 QK 12 (M) ZuKoLü 2013</p>	
<p><i>Hinweis: Beton als Luftleitungsoberfläche ist nicht geeignet.</i></p>			

03	Luft-Wasser- bzw. Luft-Sole-Register sind bei Nutzung von Erdwärme immer als Kühlregister mit Tropfasse auszuführen. Es hat ein Anschluss an eine Abwasserleitung mit Kugelsiphon zu erfolgen.	ZuKoLü 2013	
04	Fortluftleitungen sind möglichst kurz zu führen und so zu gestalten, dass eine gute Zugänglichkeit von beiden Seiten des Leitungsabschnittes für eine Reinigung gegeben ist.	ZuKoLü 2013	

### 7.6. Außenluft- und Fortluftdurchlässe für dezentrale Anlagen

01	<p>Anordnung von Außenluft- und Fortluftdurchlässen gem. ÖNORM EN 13779</p> <p><i>Die Anordnung von Außenluft- und Fortluftdurchlässen hat in ausreichendem Abstand zueinander zu erfolgen. Dabei sind örtliche Gegebenheiten, Hauptwindrichtung sowie Ausblasgeschwindigkeit und -richtung zu beachten. Der Fortluftdurchlass ist bei geringem Abstand zueinander grundsätzlich immer höher anzuordnen als der Außenluftdurchlass.</i></p>	ÖNORM H 6038	
02	<p>Außenluftdurchlässe sollten ein Vogelschutzgitter, aber kein Mückengitter aufweisen.</p> <p>Die Außenluftansaugung sollte sich nicht in unmittelbarer Nähe nächtlicher Beleuchtungen befinden, um ein übermäßiges Ansaugen von Insekten zu vermeiden.</p> <p><i>Mückengitter können rasch verschmutzen und verstopfen. Die Rückhaltung von groben Partikeln und Insekten sollte erst am Außenluftfilter erfolgen.</i></p> <div data-bbox="337 1549 685 1791" style="text-align: center;">  </div> <div data-bbox="690 1705 769 1791" style="text-align: center;">  </div> <p>Abbildung 34: ungeeignetes Ansauggitter aufgrund des Mückennetzes einer dezentralen Anlage</p>	ZuKoLü 2013	

## 7.7. Integration dezentraler Geräte

01	Dezentrale Lüftungsgeräte sollten nach Möglichkeit außerhalb der Wohneinheiten (Stiegenhaus) situiert sein, um eine von den Nutzern unabhängige Zugänglichkeit für Wartungszwecke zu ermöglichen.	ZuKoLü 2013	
02	Die Integration der Lüftungsgeräte hat so zu erfolgen, dass ein Austausch des gesamten Gerätes ohne (zerstörende) Bauteilöffnung mit geringem Aufwand erfolgen kann.	ZuKoLü 2013	
03	Der Platz vor dem Gerätedeckel ist so zu bemessen, dass ein Tausch der Filter, Ausbau der Wärmerückgewinnung, Reinigung der Geräteinnenseiten, etc. einfach möglich ist.	ZuKoLü 2013	

## 7.8. Anforderungen an dezentrale Geräte

01	Mechanisch beanspruchbares Gehäuse, innen abriebfest und glattflächig, minimierte Wärmebrücken, um Kondensation zu vermeiden.	ÖNORM H 6038	
02	Korrosionsbeständigkeit aller Bauteile, die mit Wasser in Berührung kommen (z. B. Wärmeübertrager und Tropfasse).	ÖNORM H 6038 ZuKoLü 2013	
03	Alle Komponenten im Gerät (Wärmetauscher, Ventilatoren, Motore, Klappen, Elektronik, etc.) sind einfach reinigbar, wartbar und austauschbar.	ZuKoLü 2013	
04	KEINE offenliegende Elektronik (Platinen), KEINE freiliegenden Kabel, die eine Reinigung behindern	ZuKoLü 2013	

## 7.9. Ausführung von Lüftungszentralen

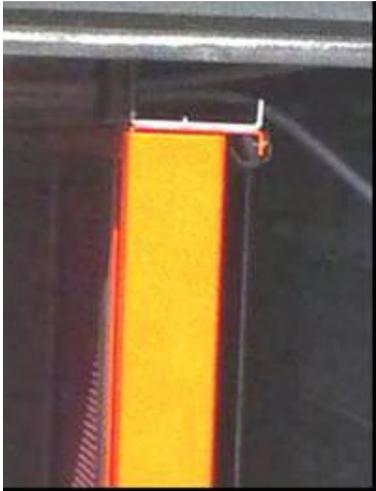
01	Die Raumanforderungen sind im Zuge der Architekturplanung bereits zu berücksichtigen. Das Platzangebot für die Komponenten darf die Dimensionierung und damit die Funktionalität, Leistungsfähigkeit, Energieeffizienz und Wartungskosten nicht negativ beeinflussen.	ZuKoLü 2013 (ÖNORM EN 13779	
02	Der Aufstellort des Gerätes ist so auszuwählen, dass das Wartungspersonal möglichst ohne Gerüste, Leitern oder Personensicherung Arbeiten durchführen kann.	ZuKoLü 2013	
03	Die Komponenten (Schalldämpfer) sind so anzuordnen, dass ein möglichst geringer Demontageaufwand für Reinigungs- oder Austauschzwecke gegeben ist.	ZuKoLü 2013	

## 7.10. Anforderungen an zentrale Lüftungsgeräte und periphere Komponenten in Anlehnung an RLT-Richtlinie 01

Während bei dezentralen Geräten nur grundlegende Anforderungen (ÖNORM H 6038, ZuKoLü 2013) definiert sind, stehen für zentrale Geräte bereits konkretere Anforderungen, herausgegeben durch den Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e.V., zur Verfügung. Es werden hier nur die für diese Checkliste thematisch relevanten Punkte der RLT-Richtlinie 01 angeführt. Die Nummerierung wurde entsprechend der Richtlinie 01 hier übernommen.

### RLT 01: Gehäuse

03	Die Verwendung von einschaligen Kunststoffpaneelen im luftführenden Bereich, z. B. an Wärmeübertragern, ist aufgrund von Brandlast und Hygiene nicht zulässig.	RLT 01	
06	Abriebfeste, emissions- und geruchsfreie, mikrobiell nicht verstoffwechselbare Materialien und Anstriche. Dichtungen dürfen keine Feuchtigkeit aufnehmen bzw. keinen Nährboden für Mikroorganismen bieten.	ÖNORM EN 13053-6.2	

07	Innenwandflächen glatt und ohne offenliegende Adsorptionsflächen. Poröse Materialien im Luftstrom (außer Schalldämpfer) sind nicht zulässig.	VDI 6022-4.1.1	
08	Oberflächenbeschaffenheit innen und außen (inkl. Grundrahmen) mind. Stahlblech feuerverzinkt. Innenschale bei unmittelbar dem Befeuchter folgenden Bauteilen feuerverzinkt und beschichtet.	ÖNORM EN 13053-6.2	
11	Gehäuse-Leckage Klasse L3 (R). Zulässige Gesamtleckage max. 2% des Nennvolumenstroms.	ÖNORM EN 13779-A.8.2	
12	<p>Filter-Bypass-Leckage (400 Pa):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Filterklasse F9 max. 0,5%</li> <li>- Filterklasse F8 max. 1,0%</li> <li>- Filterklasse F7 max. 2,0%</li> <li>- Filterklasse M6 max. 4,0%</li> <li>- Filterklasse G1-M5 max. 6,0%</li> </ul>	ÖNORM EN 1886-7.1.2	
<p><i>Für den Filtersitz empfiehlt sich vor allem bei Feinfiltration eine langlebige Dichtung.</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung 35</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung 36</p> </div> </div> <p>Abbildung 35 und 36: negatives und positives Beispiel eines Filtersitzes</p>			
18	Bis zu einer lichten Gerätehöhe von 800 mm sind abnehmbare Bedienungsdeckel zulässig, darüber sind Türen vorzusehen.	VDI 6022-4.3.5	

Zukunftstaugliche Komfortlüftungssysteme (ZuKoLü 2013)

24	Alle Bauteile müssen so konstruiert sein, dass sie zur Wartung und Reinigung sowohl von der Luftein- als auch von der -austrittsseite her durch Türen oder Bedienungsdeckel zugänglich sind. Alternativ können Bauteile bis zu einer lichten Gerätehöhe von 1,6 m ausziehbar gestaltet werden.	ÖNORM EN 13053-6.2	
28	Boden ohne Rillen oder Vertiefungen zur rückstandsfreien Auswischbarkeit.	ÖNORM EN 13053-7.3	

**RLT 01: Luftanschlüsse bzw. Luftöffnungen (Außenluft- und Fortluftdurchlässe)**

05	Oberflächenbeschaffenheit außen und innen aus Stahlblech, feuerverzinkt.	RLT 01	
06	<p>Außenluftdurchlass:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Luftleitungen zum RLT-Gerät so kurz wie möglich;</li> <li>- Reinigungsmöglichkeit und Ablauf für evtl. eingedrunenes Wasser;</li> <li>- Entwässerung nicht direkt an Abwasserkanalnetz anschließen;</li> <li>- Revisionsöffnung bei Kammer oder Kanal.</li> </ul> <p>Fortluftdurchlass:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abführung von evtl. eingedrunenem Wasser sicherstellen.</li> </ul>	<p>VDI 6022-4.3.1</p> <p>VDI 6022-4.3.4</p>	

**RLT 01: zusätzliche Anforderungen bei wetterfester Geräteausführung**

01	Saug- und druckseitige Wetterschutzeinrichtung mit Maschendrahtgitter (max. 20x20 mm) einseitig zur Reinigung zugänglich. Wetterschutzeinrichtung wirksam auch bei Anlagenstillstand. Unterer Winkel der Wetterschutzhaube mind. 45°.	ÖNORM EN 13053-6.2	
----	---	--------------------	--

02	<p>Max. Strömungsgeschwindigkeiten in Wetterschutzeinrichtungen:</p> <p>Außenluft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2,5 m/s bei Wetterschutzgitter;</li> <li>- 3,5 m/s bei Tropfenabscheider;</li> <li>- 4,5 m/s bei Wetterschutzhaube.</li> </ul> <p>Fortluft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4,0 m/s bei Wetterschutzgitter;</li> <li>- 5,0 m/s bei Tropfenabscheider;</li> <li>- 6,0 m/s bei Wetterschutzhaube.</li> </ul>	ÖNORM EN 13053-6.2	
03	Fortluftdurchlass: möglichst über Dach des höchsten Gebäudeteils und höher als die Außenluftansaugöffnung.	ÖNORM EN 13779-A.2.3	
04	<p>Außenluftdurchlass (Hinweise für Anlagenplanung):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lage so wählen, dass negative Beeinflussung durch lokale Emissionsquellen gering gehalten werden;</li> <li>- Nicht in Nähe und Hauptwindrichtung von Nasskühltürmen;</li> <li>- Bei Ansaug über Dach höchstmöglicher Abstand zur Dachoberfläche, mind. 1,5-fache der Schneehöhe (<math>\geq 0,3</math> m);</li> <li>- Abstand zu Fortluftdurchlass mind. 2 m;</li> <li>- Abstand zu angrenzendem Gebäude mind. 8 m.</li> </ul>	ÖNORM EN 13779-A.2.3	
	Einhaltung von QK 12 – 15		
05	Oberflächenbeschaffenheit innen und außen mindestens Stahlblech, feuerverzinkt und beschichtet	RLT 01	

**RLT 01: Klappen und Mischeinheit**

02	Das Durchströmen des Geräts ist bei Stillstand oder Wartung durch entsprechende Klappen zu verhindern.	VDI 6022-4.2.3	
07	Oberflächenbeschaffenheit: Stahlblech feuerverzinkt.	RLT 01	

**RLT 01: Filtereinheit**

01	Es dürfen nur nach ÖNORM EN 779 bzw. ÖNORM EN 1822 geprüfte Luftfilter eingesetzt werden. Diese sind einzeln sichtbar zu kennzeichnen.	ÖNORM H 6021 (VDI 6022-4.3.9)	
04	Filterfläche bei Taschenbauart: mind. 10 m <sup>2</sup> je 1 m <sup>2</sup> Gerätequerschnittsfläche (bezogen auf 610 x 610 mm).	ÖNORM EN 13053-6.9.2	
-	Maximal zulässige Filterendwiderstände: - 80 Pa für Zentralgeräte bis 30 WE; - 120 Pa für Zentralgeräte > 30 WE.  <i>Hinweis: Die Filterendwiderstände sind von den zulässigen Gesamtwiderständen für Zu- und Abluftstrang abhängig, die sich aus den zulässigen SFP-Werten je Ventilator und dem Gesamt-Wirkungsgrad des Ventilators im auszulegenden Betriebspunkt ableiten lässt.</i>	QK 26(M), 27 (M)	
08	Filterwechsel staubluffseitig oder ausziehbar.	VDI 6022-4.3.9	
-	Der Filterwechsel muss ohne Werkzeug möglich sein.	ÖNORM H 6038	
09	Die erste Filterstufe ist am Geräteeintritt anzuordnen.  <i>Hinweis: Ob eine oder zwei Filterstufen für die Außenluft gewählt werden, ist von der Außenluftqualität (ODA-Klasse gem. ÖNORM EN 13779), dem zu erzielenden Abscheidegrad oder geräteinternen Anforderungen (z. B. Keilriementrieb) abhängig.</i>	ÖNORM EN 13053-6.9.2	
11	Zugang über Tür in den Abmessungen größer als die äußeren Abmessungen des zu wechselnden Filterelements. Freier Wartungsraum bei ausbaubaren Filtern am Eintritt zum ungehinderten Filterwechsel. Filter jederzeit erreichbar und einsehbar, ab 1,6 m Gerätehöhe beidseitig durch Türen.	ÖNORM EN 13053-6.9.1	
12	Es sind Maßnahmen bei Filtern zu ergreifen (z. B. Vorerwärmung um 3 K), wenn lang anhaltend folgende Luftzustände herrschen: - Rel. Feuchte > 80 % bei Lufttemp. > 0 °C - Rel. Feuchte > 90 %	ÖNORM EN 13779-A.3.2  VDI 6022-4.1.1	

14	Dichtgummi geschlossenporig (inkl. Nachweis), Filtermaterialien dürfen kein Nährboden für Mikroorganismen sein.	ÖNORM EN 13053-6.9.2	
15	Oberflächenbeschaffenheit Filteraufnahme- rahmen Stahlblech feuerverzinkt.	RLT 01	
16	Im Bodenbereich sind nur Filtereinheiten mit stehenden Taschen zugelassen. 	VDI 6022-4.3.9	
17	Dauerhafter Dichtsitz über die gesamte Betriebszeit ist zu gewährleisten.	ÖNORM EN 13053-6.9.2	
18	Unabhängig von den Filterendwiderständen werden folgende maximale Standzeiten empfohlen: - Erste Filterstufe: 1 Jahr (oder 2000 Betriebsstunden); - Zweite Filterstufe bzw. Abluftfilter: 2 Jahre (oder 4000 Betriebsstunden).  <i>Hinweis:</i> In der ÖNORM H 6021 werden maximale Standzeiten für die erste Filterstufe mit 12 Monaten und für die zweite Filterstufe mit 24 Monaten angegeben. Wohnungslüftungsanlagen sind im Regelfall im Dauerbetrieb befindlich Systeme, daher sind die Betriebsstundenangaben hier in Klammer gesetzt.	VDI 6022-5.4.8 ÖNORM EN 13779-A.3.2  ÖNORM H 6021	
20	Filter-Differenzdrucküberwachung mit Anzeige vor Ort inklusive Messnippel.	ÖNORM EN 13053-6.9.2	

**RLT 01: Wärmerückgewinnereinheit**

-	Einsatz von WRG mit Feuchterückgewinnung nur mit rein dampfförmiger Feuchteübertragung (ohne Kondensat).	QK 36 (E) ZuKoLü 2013	
---	--	--------------------------	--

Zukunftstaugliche Komfortlüftungssysteme (ZuKoLü 2013)

	<i>Anmerkung: in der RLT 01 wird dieser Punkt nicht behandelt.</i>		
02	<p>Systemauswahl wird nach folgenden Abluftqualitäten empfohlen:</p> <p>ETA 2 (entspricht der Qualität von Wohnungsabluft): auf Zuluftseite der WRG ist Überdruck erforderlich.</p> <p>WRG-Systeme, bei denen die Übertragung von Abluft in die Zuluft nicht ausgeschlossen ist, sind nur einzusetzen, wenn Umluft zulässig wäre.</p> <p><i>Hinweis: siehe dazu auch Punkt 11 unten</i></p>	ÖNORM EN 13779-A.4 und A.6	
03	Kondensatwannen aus Edelstahl (mind. 1.4301) oder Aluminium (AlMg), Ablaufverhalten geeignet (vollständiges Auftrocknen im Betrieb).	ÖNORM EN 13053-6.9.2	
04	<p>Oberflächenbeschaffenheit Rotations- und Plattenwärmeübertrager:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rahmen: Stahlblech feuerverzinkt</li> <li>- Lamellen: beschichtet oder Aluminium</li> </ul>	RLT 01	
05	<p>Rückschlagsicherung mit Selbstfüllung bei Siphon</p> <p><i>Die als Kugelsiphon oder Trockensiphon angebotenen Produkte ermöglichen auch bei ausgetrockneten Siphonen eine luftseitige Abdichtung gegen Abflussleitungen. Eine zusätzliche Rückschlagsicherung vermeidet bei Rückstau das Eindringen von Abwasser in die Tropfasse.</i></p>	RLT 01 ÖNORM H 6038	
10	Wenn kein Umluftbetrieb vorgesehen ist, sind Rotoren mit einer Spülkammer auszurüsten.	ÖNORM EN 13053-6.5.2	
11	WRG mit Übertragung von Schad- und / oder Geruchsstoffen von Abluft in Außenluft nur dann, wenn Umluft erlaubt ist. Sonderregelung über Hygiene-Gutachten, wenn Übertragungsrate nicht größer als 1:1000 (0,1 Vol %) ist und Konzentration unterhalb von 20 % der Geruchsschwelle liegt.	VDI 6022-4.3.15	

**RLT 01: Lufterwärmer- und Luftkühlereinheit**

Zukunftstaugliche Komfortlüftungssysteme (ZuKoLü 2013)

01	Verwendung korrosionsbeständiger Materialien, Lamellen technisch glatt; (ohne Ausstanzungen, gratfrei und ohne innere Stoßstellen in Luftrichtung). Die Verwendung gewellter Lamellen ist zulässig.	ÖNORM EN 13053-6.4.1	
06	Kondensatwannen aus Edelstahl (mind. 1.4301) oder Aluminium (AlMg), Ablaufverhalten geeignet (vollständiges Auftrocknen im Betrieb).	ÖNORM EN 13053-6.4.4	
07	Minimaler Lamellenabstand: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mind. 2,5 mm bei Kühler mit Entfeuchtung (Sole-Erdwärmetauscher)</li> <li>- Mind. 4,0 mm bei Außenluft-Vorerhitzer</li> </ul>	ÖNORM EN 13053-6.4.3	
09	Maximal berippte Bautiefe zur Reinigung bis in den Kern (bezogen auf 2 mm Lamellenabstand, bei größeren Lamellenabständen kann die zulässige Bautiefe proportional und linear größer gewählt werden): <ul style="list-style-type: none"> <li>- 300 mm bei versetzten Rohren</li> <li>- 450 mm bei fluchtenden Rohren</li> </ul> Darüber ist der Wärmeübertrager mehrteilig zu gestalten.	ÖNORM EN 13053-6.4.3	
11	Wärmeübertrager in eingebautem Zustand von beiden Seiten her begehbar oder bis lichte Gerätehöhe von 1,6 m ausziehbar, ohne andere Einbauteile abbauen zu müssen.	ÖNORM EN 13053-6.4.4	
18	Kühler mit Entfeuchtung (Sole-Erdwärmetauscher) dürfen nicht unmittelbar vor Filtern oder Schalldämpfern (mit sorptiven Oberflächen) angeordnet werden.	ÖNORM EN 13053-6.4.4	

**RLT 01: Schalldämpfereinheit**

03	Oberflächenbeschaffenheit dauerhaft abriebfest und aus reinigungsfreundlichem Material (z. B. Glasseide).	VDI 6022-4.3.13	
04	Kulissen zur Reinigung demontierbar, ohne andere Einbauteile abbauen zu müssen.	ÖNORM EN 13053-6.10	

## Zukunftstaugliche Komfortlüftungssysteme (ZuKoLü 2013)

07	Es sind Maßnahmen bei (Kulissen-)Schalldämpfern zu ergreifen (z. B. Vorerwärmung um 3 K), wenn lang anhaltend folgende Luftzustände herrschen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rel. Feuchte &gt; 80 % bei Lufttemp. &gt; 0 °C</li> <li>- Rel. Feuchte &gt; 90 %</li> </ul>	VDI 6022 4.1.1	
----	---	----------------	--

### RLT 01: Ventilatoreinheit

01	Zuluft-Ventilatoren sollen so angeordnet werden, dass die saugseitige Leckage minimiert wird.	ÖNORM EN 13053-6.3.1	
02	Der Zuluft-Ventilator ist bei zweistufiger Filterung zwischen der ersten und zweiten Filterstufe anzuordnen.	ÖNORM EN 13053-6.9.2	
03	Hinter Ventilatoren mit Riemenantrieb (Ausnahme Flachriemen ohne seitliche Begrenzung) ist eine Filterstufe anzuordnen.	VDI 6022 4.3.14	
15	Ausrüstung mit Volumenstrommesseinrichtung.	RLT 01	
19	Ventilatoren ohne Riemenantrieb (insbesondere Freiläufer) sind empfohlen.	VDI 6022-4.3.14	

### Sonstige Anforderungen an Geräte

	Das unbefugte Öffnen des Gerätes ist durch einen versperrten Zugang zur Technikzentrale bzw. spezielle Verriegelungen an den Gerätetüren sicherzustellen.  Frei aufgestellte Geräte in öffentlich zugänglichen Bereichen sind gegen schädliche Manipulation (Vandalismus) zu schützen.	ZuKoLü 2013	
--	--	-------------	--

### 7.11. Abnahme und Inbetriebnahme

01	<p>Die Sauberkeitsqualitätsklasse „mittel“ ist im Rahmen der Montage der Durchlässe (vor Inbetriebnahme) bei allen Luftleitungen in den Wohnungen zu überprüfen.</p> <p>Die Luftleitungen außerhalb der Wohneinheiten sind stichprobenweise zu kontrollieren (Revisionsöffnungen).</p> <p>Die Luftleitungen sind bei nicht akzeptablem Staubansammlungsgrad einer Reinigung zu unterziehen.</p>	<p>ÖNORM EN 15780 ZuKoLü 2013</p>	<p>  </p>
02	<p>Kontroll- und Prüfverfahren nach Vereinbarung gemäß ÖNORM EN 14134.</p> <p>Anfertigung eines Abnahmeprotokolls</p>	<p>ÖNORM H 6038</p>	<p>  </p>
03	<p>Der Zeitpunkt der Inbetriebnahme hat nach Abschluss der letzten Staubarbeiten zu erfolgen.</p>	<p>ZuKoLü 2013</p>	<p>  </p>
04	<p>Der Betrieb der Anlage ist nur mit neuwertigen Filtern der geplanten Filterklasse zulässig.</p>	<p>ÖNORM H 6038</p>	<p>  </p>

### 7.12. Betriebsweise

01	<p>Die Lüftungsanlage (dezentral oder zentral) muss die Möglichkeit einer Abschaltung der Ventilatoren bieten (zumindest zu Servicezwecken).</p> <p>Bei zentralen Anlagen soll ein zugänglicher Schalter eine rasche und temporäre Abschaltung durch Bewohner ermöglichen (starke Geruchsbelästigung, Brandrauch, Chemieunfall, etc.).</p>	<p>ZuKoLü 2013</p>	<p>  </p>
02	<p>Die vollständige und längerfristige Abschaltung beider Ventilatoren bei Anlagen mit nicht vorhandener dicht schließender Außenluft- und Fortluftklappe (dezentrale Anlagen) ist aus hygienischen Gründen nicht empfehlenswert.</p> <p>Ein Mindestvolumenstrom entsprechend dem 0,15-fachen Luftwechsel des Volumens der Wohneinheit(en) ist bei Betrieb einzuhalten.</p>	<p>ZuKoLü 2013, ÖNORM H 6038</p>	<p>  </p>

### 7.13. Dokumentation

01	Im Bestandsplan der Lüftungsinstallation sind alle Zugänge und Revisionsöffnungen einzuzeichnen.	ZuKoLü 2013	 
02	Die Dokumentation beinhaltet unter anderem: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wartungs- und Reinigungsanweisungen mit Zeitintervallen für Wartungsfirma;</li> <li>- Liste mit Beschaffungsadressen (Filter, Ersatzteile, Sachverständige, Reinigungsfirmen);</li> <li>- Reinigungskostenkalkulation anhand eines verbindlichen Angebotes einer Reinigungsfirma;</li> <li>- Betriebs-, Wartungs- und Reinigungsanleitung für die Nutzer.</li> </ul>	ZuKoLü 2013	 

### 7.14. Wartung und Reinigung

01	Die Wartung von Reinigung von Zentralgeräten hat durch fachkundiges Personal zu erfolgen.  Einfache Reinigungs- und Wartungsaufgaben können durch die Hausverwaltung oder die Nutzer selbst übernommen werden.  Die Organisation bzw. Überwachung dieser periodischen Maßnahmen hat zentral durch die Hausverwaltung zu erfolgen.  Es ist ein Wartungs- und Reinigungsprotokoll zu führen.	ZuKoLü 2013	 
02	Das Filterwechselintervall für Außen-, Zu- und Abluftfilter beträgt längstens 12 Monate für die erste Filterstufe bzw. bei einstufiger Filterung und 24 Monate für die zweite Filterstufe.	ÖNORM H 6021	 
	Außenluftfilter sind vorzugsweise vor der herbstlichen Nebelperiode auszuwechseln.	ZuKoLü 2013	
03	Die Kontrolle von Lüftungsgeräten auf Verschmutzungen ist im Zuge des Filterwechsels (mindestens jährlich) durch Wartungspersonal durchzuführen.	ZuKoLü 2013	 

Zukunftstaugliche Komfortlüftungssysteme (ZuKoLü 2013)

04	<p>Die Kontrolle der Luftleitungen auf Verschmutzungen ist im Zuge der jährlich erforderlichen Funktionsprüfung von Brandschutzklappen durch Wartungspersonal durchzuführen.</p> <p>Bei Auffälligkeiten und Unsicherheiten bei der Beurteilung von Verunreinigungen ist gegebenenfalls ein unabhängiger Sachverständiger beizuziehen.</p>	ZuKoLü 2013	
05	<p>Alle 5 Jahre ab Inbetriebnahme ist durch einen unabhängigen Sachverständigen eine zumindest augenscheinliche, stichprobenartige Bewertung der Sauberkeitsklasse nach ÖNORM EN 15780 aller Anlagenabschnitte vorzunehmen und zu entscheiden, ob eine Reinigung erforderlich ist.</p> <p><i>Anmerkung: Als unabhängiger Sachverständiger ist eine mit den gültigen Hygienenormen vertraute Person zu verstehen, die kein kommerzielles Interesse an einer Reinigung hat.</i></p> <p><i>Hinweis: Für die Beurteilung der Reinigungserfordernis ist bei zentralen Anlagen eine stichprobenartige Inspektion der Luftleitungen bei mindestens 20% aller Wohneinheiten, jedoch bei zumindest 5 Wohneinheiten durchzuführen. Sogenannte Abklatschproben an luftberührten Oberflächen sind für die alleinige Beurteilung des Hygienezustandes der Anlage nicht geeignet.</i></p>	ZuKoLü 2013	
06	<p>Der Anlagenzustand ist für jeden Abschnitt der Anlage (je Wohnung, je Schacht, Außenluftstrang, etc.) vor und nach der Reinigung zu dokumentieren (Foto oder Video).</p> <p><i>Nähere Informationen zur Reinigung von Wohnraumlüftungsanlagen bieten die „Informationsblätter zur Lüftungsreinigung“</i></p>	ZuKoLü 2013	

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 und 2: Zuluftleitungen mit grenzwertiger und akzeptabler Sauberkeit.....	5
Abbildung 3 und 4: typische Ablagerungen in Abluftleitungen nach mehrjährigem Betrieb .....	6
Abbildung 5: Summe der Verbrauchs- und Betriebskosten, Reinigungsintervall ABL 5 Jahre, ZUL+ Geräte 10 Jahre.....	7
Abbildung 6: Lebenszykluskosten [€/m <sup>2</sup> ] nach einem Betrachtungszeitraum von 30a mit durchschnittlichen Reinigungskosten.....	7
Abbildung 7: Luftdichtheitsmessung als noch nicht ausreichend erkannte Qualitätssicherungsmaßnahme für Raumlufthygiene und Lüftungsfunktionalität .....	11
Abbildung 8: negatives Beispiel der Lagerung      Abbildung 9: Staubkappen .....	13
Abbildung 10: professionelle Schneidvorrichtung für Wickelfalzrohre, Quelle: Fa. Lindab.....	14
Abbildung 11 und 12: nicht zulässige „Schalldämm-Folienschläuche“, Innen- und Außenansicht .....	16
Abbildung 13 und 14: nicht zulässige Folienschläuche, Innen- und Außenansicht.....	16
Abbildung 15: eine fachgerechte Montage von Lüftungsventilen ist so nicht möglich.....	16
Abbildung 16 und 17: Aluflex-Schalldämpfer rund und rechteckig (reinigbar) .....	17
Abbildung 18: vorteilhafte Formstücke mit (doppelter) Lippendichtung .....	19
Abbildung 19: mangelhafter Schalldämpfer .....	19
Abbildung 20: stichprobenartige Leckagemessung einzelner Luftleitungsabschnitten .....	20
Abbildung 21: in eine Wickelfalzleitung eingedrungener Betonschlamm.....	20
Abbildung 22: vorteilhafte Verwendung von 45°- Bögen und 45°-Abzweigern .....	21
Abbildung 23: Feuerschutzabschluss mit freiem Querschnitt (Quelle: geba Brandschutz) .....	22
Abbildung 24: Revisionsdeckel,      Abbildung 25: T-Stück mit Deckel .....	23
Abbildung 26: nicht reinigbarer Abschnitt      Abbildung 27: keine Zugänglichkeit nach Heizregister .....	25
Abbildung 28: ungünstige, enge Einbausituation, kein Trockenbau-Revisionstüren vorgesehen .....	25
Abbildung 29: werkzeuglos öffentlicher Deckel und dauerhafte Dichtung .....	26
Abbildung 30: alle Anschlüsse für Spiro- und Kunststoffrohre DN 125.....	26
Abbildung 31: Planungsbeispiel mit niedrigem Errichtungs- und Reinigungsaufwand.....	26
Abbildung 32: unzählige Schrauben und beginnende, sichtbare Flusenhaftung.....	27
Abbildung 33: unsaubere Baustellen-Ausführung einer Abzweigung .....	28

Abbildung 34: ungeeignetes Ansauggitter aufgrund des Mückennetzes einer dezentralen Anlage .....	29
Abbildung 35 und 36: negatives und positives Beispiel eines Filtersitzes .....	32
Abbildung 37: liegende Filtertaschen .....	36