



Bei der Konzeption und beim Bau von raumluftechnischen Geräten muss der Hersteller die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der einzelnen Richtlinien beachten. Dabei sind die Anforderungen der einschlägigen harmonisierten europäischen Normen zu beachten. Daneben sind auch die nationalen Normen und Regelwerke anzuwenden.

In unserem allgemeinen RLT-Leitfaden erhalten Sie schnell einen Überblick über alle wichtigen Informationen zum Thema RLT-Geräte.

Leitfaden für Lüftungs- und Klimageräte

1. Klima- und Lüftungsgeräte in Modulbauweise	3	6. Luft befeuchten	13
1.1 Generelle Vorgaben und Empfehlungen	3	6.1 Luftwäscher	13
1.2 Standardausführung zur Aufstellung in Gebäuden	4	6.2 Kontaktbefeuchter	13
1.3 Wetterfeste Ausführung zur Aufstellung im Freien	4	6.3 Dampfbefeuchter	13
1.4 Lüftungs- und Klimagerät in Hygieneausführung	4	6.4 Hochdruck-Düsenbefeuchter	14
2. Gerätegehäuse	6	7. Schall dämmen und Schall dämpfen	14
3. Luft reinigen	7	7.1 Schalldämmung des Gerätegehäuses	14
3.1 Allgemeine Hinweise	7	7.2 Schalldämpfung in der Luftführung	14
3.2 Taschenfilter	7	8. Wärmerückgewinnung	15
3.3 Kassettenfilter	8	8.1 Rotations-Wärmetauscher	15
3.4 Aktivkohlefilter	8	8.2 Kreuzstrom-Plattentauscher	15
4. Luft fördern	9	8.3 Gegenstrom-Plattentauscher	16
4.1 Allgemeine Hinweise	9	8.4 Kreislauf-Verbundsystem (KVS)	16
4.2 Antriebsmotoren	9	8.5 Hydraulikmodul für KVS	16
4.3 Freirad	9	9. Literaturhinweise / Links	17
4.4 Freirad-Ventilatoren mit aufgesetztem Motor	9	9.1 Technische Normen /Richtlinien	17
4.5 Ventilator mit Spiralgehäuse	10	9.2 Nützliche Links im World Wide Web	17
5. Luft erwärmen / Kühlen	10		
5.1 Lammellenrohr – Luftherz	10		
5.2 Elektrolufterhitzer	11		
5.3 Gasbetriebener Luftherz	11		
5.4 Lamellenrohr-Luftkühler	11		
5.5 Direktverdampfer	12		
5.6 Integrierte Kälte	12		
5.7 Tropfenabscheider	12		

1. Lüftungs- und Klimageräte in Modulbauweise

Lüftungs- und Klimageräte von Huber & Ranner sind in modularer Bauweise konzipiert. Je nach gewünschter Veränderung des Luftzustandes werden die einzelnen Bauteile ausgewählt, zusammengestellt und dimensioniert. Die Anordnung der Luftstränge kann sowohl übereinander als auch nebeneinander ausgeführt werden. Dabei gibt es ein gewisses Grundraster.

In der tatsächlichen Ausführung sind die Lüftungs- und Klimazentralgeräte von Huber & Ranner jedoch flexibel wie kaum ein anderes Produkt. Sämtliche Maße können, soweit technisch sinnvoll, an die Gegebenheiten des Kunden angepasst werden.

1.1 Generelle Vorgaben und Empfehlungen

Im Rahmen von Klimaschutz-Rahmenabkommen der UN (z.B. Kyoto, Paris) wurden auf europäischer Ebene verschiedene Ökodesign- bzw. ErP-Richtlinien erarbeitet. Für alle EU-Mitgliedstaaten haben diese Vorgaben bindenden Charakter. Wesentliche Einfluss auf Wirkungsgrade und damit auf den Energieverbrauch der Anlagen hat die jeweilige Luftgeschwindigkeit. Dabei sollte die RLT-Anlage im freien Querschnitt nicht schneller als 1,80 m/s bis maximal 2,00 m/s durchströmt werden.

Je nach Wärmerückgewinnungssystem sind ggf. noch geringere Durchtritts-Geschwindigkeiten anzustreben.



Grundsätzlich sollte darauf geachtet werden, dass Lüftungs- und Klimageräte bereits ab Werk mit sämtlichen elektrischen Verdrahtungen und Kabeldurchführungen versehen sind. Dies ist im Werk des Herstellers wesentlich kostengünstiger zu bewerkstelligen. Hinzu kommt, dass die Geräte vor Auslieferung gereinigt werden. Nachträgliches Bohren, Schleifen usw. führt zur erneuten Verschmutzung und ggf. später zur Korrosion durch herabfallende Späne.

Die Erfahrung zeigt, dass nachträgliche Bohrungen zu Problemen führen können, da sich in den Gehäusewänden nicht erkennbare Versteifungen oder ähnliches befinden.



Ab einer Gerätehöhe von 1,6 m, von der an ein Gerät als begehbar gilt, sollte zumindest bei den Filter- und Ventilator-einheiten ein Schauglas und eine Innenbeleuchtung integriert werden.



1.2 Standardausführung und Aufstellung in Gebäuden

Die X-CASE Standardausführung von Huber & Ranner ist für die Aufstellung in Gebäuden vorgesehen. Sie ist flexibel und robust aufgebaut.

Die Geräte sind in transportable Einheiten unterteilt. Dabei werden alle Bauteile mit entsprechendem Transport-Zubehör geliefert, damit diese einfach mittels Kran, Stapler, Hubwagen oder ähnlichen Hebezeugen zum Aufstellungsort transportiert werden können.



1.3 Wetterfeste Ausführung zur Aufstellung im Freien

Geräte zur Aufstellung im Freien müssen erhöhten Ansprüchen Stand halten: Offene Fugen an der Außenschale des X-CASE-Gehäuse werden, wo nötig, zusätzlich witterungsbeständig abgedichtet. Ein Gerätedach wird installiert, das eine umlaufende Tropfkante aufweist, so dass Regenwasser korrekt ablaufen kann. Ein Gerätedach mit Neigung und Hinterlüftung ist zu empfehlen.

Am Außenluftansaug wird eine innenliegende Bodenwanne und eine Wetterschutzvorrichtung empfohlen, die das Mitreißen von Regentropfen bzw. Schnee verhindert.

Um das Gerät auch bei Schnee warten zu können, sollte es auf einen Sockel von wenigstens 400 mm Höhe gesetzt werden. Dies kann ein Betonsockel oder auch ein vom Gerätehersteller mitgelieferter Grundrahmen sein.



1.4 Lüftungs- und Klimagerät in Hygieneausführung

Bei Geräten in der HY-CASE Hygieneausführung sind alle Einbauteile ausziehbar oder von beiden Seiten zur Reinigung zugänglich. Sämtliche Vertiefungen und Hohlnäten werden besonders konstruktiv vermieden, so dass sich dort kein Schmutz ansammeln kann. Der Geräteboden ist auf der Innenseite absolut glatt und auswischbar gestaltet. Je nach Bauteil, z.B. bei einem Kühlerraum, wird in den Geräteboden eine Wanne mit Ablauf integriert. Die Gehäuseinnenschale wird mindestens aus sendzimirverzinkten Stahlblech hergestellt. Eine zusätzliche desinfektionsmittelbeständige Beschichtung oder Edelstahl wird empfohlen. Entsprechend der DIN 1946-4 (RLT-Anlagen im Gesundheitswesen) ist der Boden in Edelstahl auszuführen, um Beschädigungen des Bodens während der Reinigung zu vermeiden.



Hygienegerät: ausziehbares Bauteil

Alle Gehäuseteile, die zur Reinigung der Einbaukomponenten abzunehmen sind, können mit nur wenigen Handgriffen entfernt bzw. auf Edelstahlschienen herausgezogen werden. Die Ausführung eines Hygienegeräts sollte grundsätzlich absolut glatt und einwandfrei reinigbar sein.

Welche Materialien eingesetzt werden definiert der Einsatzfall. So sind die Anforderungen für Hygienegeräte für einen Krankenhaus-OP (1946-4) andere als die zur Chip-Fertigung oder Lebensmittelherstellung.

2. Gerätgehäuse

Zur besseren Beurteilung von Gehäusen für Lüftungs- und Klimageräte wurde die europäische Norm DIN EN 1886 („Zentrale Luftbehandlungsgeräte: Mechanische Eigenschaften und Prüfverfahren“) entwickelt, die die wichtigsten Merkmale in Klassen einteilt.



Die Gehäusekonstruktion von Huber & Ranner ist eine eigens entwickelte und auf die Anforderungen von Lüftungs- und Klimageräten abgestimmte Konstruktion (Gebrauchsmuster Nr. 299 14 550.6)

Sie besteht aus einer Profilrahmenkonstruktion und besitzt absolut bündig integrierte Wandpaneele. Die Innen- und Außenschale besteht dabei mindestens aus sendzimirverzinktem Stahlblech in einer Stärke von je 1 mm. Nahezu alle Module sind selbsttragend, das heißt, es ist kein eigener Grundrahmen nötig, um das Lüftungsgerät zu stabilisieren. Der Geräteboden ist grundsätzlich begehbar ausgeführt.

Die Gehäuse sind grundsätzlich in 50 mm Wandstärke ausgeführt. Als Isoliermaterial wird ausschließlich Mineralwolle (Baustoffklasse A1 nach DIN 4102) verwendet.

Thermische Entkoppelung

Es werden verschiedene Gehäusevarianten angeboten:

Die X-CASE Standardbauweise mit Stahl-Rahmenprofilen für verbesserten statischen Eigenschaften, Wärmebrückenfaktor TB3 und TB4 n. DIN EN 1886 und

eine bzgl. Wärmebrücken weiter optimierte Version mit entkoppelten Alu-Rahmenprofilen mit einem Wärmebrückenfaktor TB2.

Alle drei Varianten folgen den gleichen Gehäuse-Geometrien und können im Grunde auch im Gerät untereinander kombiniert werden.

Beispiel: Im Inneren des Gerätes sitzt ein Kühler, wodurch auch das Gerätgehäuse außen etwas abkühlt. Befindet sich das Lüftungsgerät in warmer, feuchter Umgebungsluft, so kann das an der Außenschale zu Kondensation führen.

In diesen Fällen wird deshalb der Einsatz von „X-CASE – TB3“ angeraten.

Grundsätzlich empfehlen wir in Anlehnung an die Richtlinie – RLT 01 (02/2018) des RLT-Herstellerverbandes, für den Einsatz in Zentraleuropa „X-CASE“ bei den folgenden Konditionen:

Außenluftansaugkammer und nachfolgende Bauteile	Geräteinnentemperatur < 5°C
Kühlerteile und nachfolgende Bauteile	Geräteinnentemperatur < 13°C

Bei RLT-Geräten zur Außenaufstellung mit Lufterwärmung oder Luftkühlung empfehlen wir grundsätzlich den Einsatz von X-CASE – TB3.

3. Luft reinigen

3.1 Allgemeine Hinweise

Nach einer Übergangsfrist von 18 Monaten wurde die bekannte europäische Luftfilter-Norm EN 779 im Juli 2018 durch die ISO 16890 abgelöst.

Die bislang in der Branche fest verankerten Filterklassen für

Grobfilter: G3 bis G4 (Partikelgrößen > 10 µm)

Feinfilter: M5 bis M6 sowie

F7 bis F9 (Partikelgrößen von 1 – 10 µm)

wurden durch eine Effizienzklassifizierung (ISO 16890) abgelöst

Statt in Filterklassen werden Filter zukünftig in Filtergruppen eingeteilt. Die Leistung eines Filters wird nach dessen Abscheidegrad gegenüber Partikelgrößen von 0,3–10 µm bewertet.

Die Gruppe ISO COARSE ist dem früheren Grobfilter zuzuordnen.

Die Gruppe PM 1 erfasst Partikelgrößen bis ≤ 1 µm. Analog erfassen die Fraktionen PM 2,5 Partikel bis $\leq 2,5$ bzw. PM 10 bis ≤ 10 µm.

Die im Folgenden der Gruppe genannte %-Zahl beschreibt den jeweiligen Abscheidegrad.

Als Orientierungshilfe eine „Übersetzung“ der Filterklasse gemäß EN 779 zu Filtergüte gemäß ISO 16890 aus der Veröffentlichung „VDMA – Luftfilterinformation (2018-06)“:

nach DIN EN 779	nach DIN EN ISO 16890			
	Coarse	ePM ₁₀	ePM _{2,5}	ePM ₁
G1	–	–	–	–
G2	30% – 50%	–	–	–
G3	45% – 65%	–	–	–
G4	60% – 85%	–	–	–
M5	80% – 95%	40% – 70%	10% – 45%	5% – 35%
M6	$> 90\%$	45% – 80%	20% – 50%	10% – 40%
F7	$> 95\%$	80% – 90%	50% – 75%	40% – 65%
F8	$> 95\%$	90% – 100%	75% – 95%	65% – 90%
F9	$> 95\%$	90% – 100%	85% – 95%	80% – 90%

M5 bis F9 angelehnt an Eurovent Recommendation 4/23 (2017), die Angaben sollen als Orientierungshilfe dienen und sind ohne Gewähr

Die Klassifizierung von Partikelfiltern (E 10 bis E12) und HEPA Schwebstofffiltern (H13 bis H14) erfolgt weiterhin gemäß DIN EN 1822-1

Bei der Auswahl und Dimensionierung der richtigen Filter bei Lüftungsgeräten ist auf die jeweils vorherrschende Außenluftgüte und die erforderliche Zuluftqualität zu achten. So ist bei normal belasteter Außenluft und hohem Anspruch an die Zuluft eine Filterkombination aus ePM₁₀ 50% und ePM₁ 50% empfohlen. Bei Anwendung der früher gültigen EN 779 hätte das der Kombination M5 + F7 entsprochen.

Empfohlene Filterklassen in VDI 6022, Bl. 1:2018-01

Außenluftqualität nach VDI 6022, Blatt 1	ZUL 1 (sehr hoch)	ZUL 2 (hoch)	ZUL 3 (mittel)
AUL 1 (sauber)	ISO ePM ₁₀ 50% + ISO ePM ₁ 50%	ISO ePM ₁₀ 50%	ISO ePM ₁ 50%
AUL 2 (belastet)	ISO ePM _{2,5} 65% + ISO ePM ₁ 50%	ISO ePM ₁₀ 50% + ISO ePM ₁ 50%	ISO ePM ₁₀ 50% + ISO ePM ₁ 50%
AUL 3 (hoch belastet)	ISO ePM ₁ 50% + ISO ePM ₁ 80%	ISO ePM _{2,5} 65% + ISO ePM ₁ 50%	ISO ePM ₁₀ 50% + ISO ePM ₁ 50%

Ein zusätzlicher Filter ISO COARSE (Grobfilter) ist nur bei hoch belasteter Außenluft mit groben Partikeln empfehlenswert, da der Feinfilter hierdurch wesentlich länger genutzt werden kann.

Ein Manometer zur optischen Überwachung des Druckverlustes ist am Gerät anzubringen, so dass der Zeitpunkt des Filterwechsels direkt am Gerät von außen ablesbar ist. Zur Luftreinigung werden die unterschiedlichsten Systeme eingesetzt. Die wichtigsten seien hier kurz genannt.

3.2 Taschenfilter

Taschenfilter sind aus Glasfaser- oder Synthetikvlies hergestellt und werden in verschiedenen Größen angeboten. Um die Lagerhaltung von Reservefilter des Nutzers gering und praxisgerecht zu halten, ist es ratsam, lediglich Filterrahmenmaße mit den Abmessungen (BxH) 610x610 mm und 610x305 mm einzusetzen.

Sie werden in zusammengesetzte Blechrahmen per Schnellverschluss eingeklippt und haben eine Einbaulänge von 300 bis 700 mm.

Zur Dimensionierung des Ventilators muss mit dem mittleren Luftwiderstand, zwischen Anfangs- und Enddruckverlust ausgegangen werden.



Als Enddruckverlust sollte der Anfangsdruckverlust + 100 Pa oder maximal der Anfangsdruckverlust x 3 angesetzt werden. Bei Erreichen des Endwiderstandes ist der Filter zu erneuern. Dadurch wird auch gewährleistet, dass der Energiebedarf für den Ventilator wirtschaftlich bleibt.

Bei Taschenfilter sollte man insbesondere zusätzlich auf die Filterfläche, d.h. die Fläche des in einzelne Taschen geformten Filtermaterials, achten. Hier stellen 10 m² Filterfläche je 1m² Anströmfläche eine sinnvolle Größe dar.

Ist der Enddruckverlust erreicht, d. h. der Taschenfilter ist gesättigt, wird der gesamte Filtersatz gewechselt.

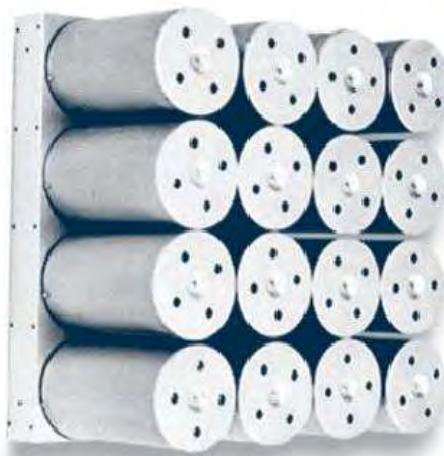
3.3 Kassettenfilter

Kassettenfilter werden wie Taschenfilter gehandhabt. Der Vorteil liegt hier in der kurzen Bauweise (100 – 292 mm). Das Filtermedium besteht meist aus Glasfaserpapier, das mittels Falttechnik zu einer Filtereinheit geformt wird. Die Kassetten (gelegentlich auch als Kompakt- oder Paneelfilter bezeichnet) werden, ebenso wie Taschenfilter, in ein Filterrahmengestell eingesetzt und mittels Klammern befestigt.



3.4 Aktivkohlefilter

In der Raumlufttechnik werden diese Filter vor allem zur Beseitigung von Gerüchen (z. B. Küche, Zigarettenrauch) und Dämpfen (z. B. Säuredämpfe) eingesetzt. Die Aktivkohle (Granulat) befindet sich in der Regel in einzelnen Patronen mit einer Länge von ca. 450 mm, die bei Bedarf gewechselt, und vom Hersteller regeneriert werden.



Man geht von maximalen Luftgeschwindigkeiten um 1,5 m/s und Druckverlusten bis zu 200 Pa aus. Luftgeschwindigkeit und Druckverlust hängen vom Hersteller ab und richten sich nach dem gewünschten Reinigungsgrad, der wiederum aus der sogenannten Kontaktzeit (Zeitraum in dem die zu behandelnde Luft über die Aktivkohle strömt) resultiert. Um die Verunreinigung der Aktivkohle durch Staubpartikel zu verhindern, ist ein Vorfilter zu installieren, der mindestens der Güte ePM_{2,5} 65% entspricht.

4. Luft fördern

4.1 Allgemeine Hinweise

Zusammen mit dem Antriebsmotor bildet der Ventilator die zentrale Einheit eines Lüftungsgerätes. Dabei stehen auch hier mehrere Typen zur Auswahl. Es sei an dieser Stelle nur auf Ventilatoren mit freilaufenden Rädern und auf Ventilatoren mit Spiralgehäuse eingegangen, die sich etwa 90 – 95 % der Anwendungsfälle darstellen. Unabhängig vom Ventilatorentyp muss stets darauf geachtet werden, dass am Ventilatorenmodul ein verschließbarer Reparaturschalter angebracht wird. Soweit möglich, ist hierbei ein Lastschalter zu verwenden, der die gesamte Stromzufuhr zum Antrieb hin trennt. So können Reparaturen oder Wartungsarbeiten ohne Gefahr durchgeführt werden.

Ist das aufgrund einer höheren Leistung nicht möglich, so muss wenigstens der Steuerstrom mittels Schalters unterbrochen werden können. Mit dem Signal des sogenannten Steuerstroms wird in der zentralen Regelungstechnik die Zuführung elektrischer Leistung zum Motor gesteuert.

4.2 Antriebsmotoren

Entwicklungen bei der Energieeffizienz von Antriebsmotoren wurden in den letzten Jahren durch die europäische Verordnung (EG) Nr. 640/2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG deutlich verbessert. Die nationalen Rahmenbedingungen für Mindestwirkungsgradklassen sind in DIN EN 60034-30 (2011) beschrieben. Die allgemeine Anforderung an Asynchron-Motoren in der Luft- und Klimatechnik ist seit 01.2017 mit einer Mindest-Effizienz von IE 2 (International Efficiency) festgeschrieben.

Mit 07.2021 ist diese Anforderung auf mind. IE3 angehoben.

4.3 Freirad

Bei diesem Ventilator sitzt das rückwärts gekrümmte Schaufelrad direkt auf der Welle des Motors. Es hat, wie der Name schon sagt, kein Gehäuse, sondern sitzt auf einem Grundrahmen und Schwingungsdämpfern direkt im Lüftungsgerät.

Da dieser Ventilatorentyp nur von einer Seite Luft ansaugt, ist das Laufrad größer als beim zweiseitig saugenden Gehäuse-ventilatoren. Durch das fehlende Gehäuse sind die Abmessungen des gesamten Ventilatorenmoduls deutlich kompakter.

Freiräder weisen Gesamt-Wirkungsgrade um 70% auf und sind bis ca. 2200 Pa Gesamtdruck einsetzbar.

Das fehlende Gehäuse sorgt tendenziell für einen erhöhten Schallpegel im Vergleich zu Gehäuseventilatoren. Freiräder müssen



Frequenzumformer betrieben werden, damit die Geschwindigkeit bzw. der Volumenstrom eingeregelt werden kann.

4.4 Freirad-Ventilatoren mit aufgesetztem Motor

Diese Art an Ventilator wird häufig auch als EC-Ventilator bezeichnet. Es handelt sich um einen fest mit dem Laufrad verbundenen Außenläufer-Motor, dessen Steuerelektronik mit dem eigentlichen Antriebsmotor verbunden ist.



Ein zusätzlicher Frequenzumformer ist hier nicht erforderlich. Ein Steuersignal auf Basis 0–10V wird von der verbauten Elektronik umgesetzt. Diese Art von Ventilatoren ist im niedrigen Luftmengenbereich bis etwa 12.000 m³/h einsetzbar. Mit mehreren Ventilatoren parallel verbaut (Fan Wall) können aber auch höhere Luftmengen realisiert werden. Die Montage in RLT-Geräten erfolgt üblicherweise ohne Schwingungsentkoppelung starr verbunden mit der innenliegenden Trennwand. Die Effizienzklasse dieser Außenläufermotoren ist vergleichbar mit IE 4 bzw. IE 5

EC-Ventilatoren weisen Gesamt-Wirkungsgrade um 70% auf und sind bis ca. 1800 Pa Gesamtdruck einsetzbar.

4.5 Ventilator mit Spiralgehäuse

Hier läuft ein Schaufelrad innerhalb eines schneckenförmigen Gehäuses. Die Luft wird dabei von beiden Seiten des Spiralgehäuses angesaugt. Mittels Riemenantrieb (ca. 3–5% Verlustleistung) ist der Ventilator mit dem Antriebsmotor gekoppelt.



Beide sind auf einem gemeinsamen Stahlgrundrahmen montiert, der auf Schwingungsdämpfern gelagert ist.

Ventilatoren mit rückwärts gekrümmten Schaufeln sind wesentlich robuster. Sie können daher für Gesamtdrücke von bis zu 3.000 Pa eingesetzt werden. Diese Bauart bietet eine hohe Zuverlässigkeit und Gesamt-Wirkungsgrade von bis zu 68% (incl. Riemenverluste).

Bei den sogenannten Trommelläufern sind die Schaufeln vorwärts gekrümmmt. Diese Bauart ist im Vergleich den vor beschriebenen Ventilatoren relativ leise, haben jedoch schlechten Gesamt-Wirkungsgrad (teilweise unter 50% incl. Riementrieb). Der Trommelläufer wird bei Huber & Ranner nur noch selten bei Kleingeräten (bis Gerätgröße 2 / 1.800 m³/h) und in Sonderfällen eingesetzt.

Nachdem in der heutigen Zeit weitergehend alle Ventilatoren mittels Frequenzumformer betrieben werden erfolgt die erste Luftmengen-Anpassung mittels Frequenz, durch Anpassen der Riemscheiben kann die Anlagenkennlinie mit dem Betriebsoptimum des Ventilatoren abgeglichen werden.

Entsprechend der VDI 3803 ist die Tiefe der Wärmetauscher in Abhängigkeit von Lamellenabstand begrenzt, um eine Reinigung bis in den Kern sicherstellen zu können. Ein Lamellenabstand von 2,0 mm sollte nicht unterschritten werden.



Als Medium wird bei Kupfer-Aluminium-Wärmetauschern Pumpen-Warmwasser (PWW) eingesetzt. Dabei können beliebige Temperaturen verwendet werden. Üblich sind Vorlauf/Rücklauf 70/50°C, in Niedertemperaturbereichen 55/40°C und bei industriellen Anwendungen 90/70°C.

Eine zusätzliche Beschichtung, z.B. mit Epoxidharz, empfiehlt sich bei aggressiver Luft.

Stahl verzinkte Erhitzer finden bei erhöhten Mediumdruck bzw. Mediumtemperatur deren Anwendung. Bei industriellen Anwendungen werden stahlverzinkte Erhitzer teilweise wegen deren Robustheit eingesetzt.

Bei Einsatz von PWW ist ein Frostschutzthermostat erforderlich. Dabei misst ein Kapillarfühler die Temperatur der Luft unmittelbar hinter dem Erhitzer. Liegt der gemessene Wert unter 2°C, so gibt der Thermostat ein Signal an die Regelung um Frostschutzmechanismen einzuleiten (z.B. Ventilator aus / Klappen schließen / Mediumpumpe auf Vollast, ...) um ein Gefrieren des Mediums zu verhindern.

In Fällen der Installation des RLT-Gerätes im Freien auf dem Dach wird häufig ein Wasser-Glykol-Gemisch (Sole) als Heizmedium eingesetzt, um ein Gefrieren und damit platzen der Rohre zu vermeiden, zumeist mit einem 25 – 30%igen Glykol-Anteil. Bei Verwendung eines Wasser-Glykol-Gemischs sinkend die Übertragungswerte des Wärmeübertragers.

5. Luft erwärmen / kühlen

5.1 Lamellenrohr-Luftheritzer

Diese Wärmetauscher bestehen in der Regel auf Kupfer-Kreisläufen, auf die Aluminiumlamellen gepresst werden. Die Kupferrohre sind auf Sammler-Rohre zusammengeführt. Die Sammlerrohre bilden die Schnittstelle zum Energie-Versorgungssystem. Die Tiefe der Wärmetauscher resultiert aus der Anzahl an in Luftrichtung konzipierten Rohrreihen und der Geometrie der Rohrreihen.

Regelung:

Bei Wärmetauschern sollte die Leistung grundsätzlich über die Temperatur des Mediums geregelt werden. Das bedeutet in der Praxis, dass die Vorlauftemperatur mittels eines Drei-Wege-Ventils verringert wird, um die Heizleistung zu verkleinern. (z.B. Einspritzschaltung, Beimischschaltung)

Als Heizmedium kommt ebenso auch Dampf zum Einsatz. Dabei wird meist auf ein im Gebäude (z.B. Krankenhaus, Industrie) vorhandenes Dampfnetz zurückgegriffen. Eine gesonderte Dampferzeugung zur Beheizung eines Luftwärmetauschers ist recht aufwendig und kostenintensiv (Investition + Wartung).

5.2 Elektrolufterhitzer

Hier befinden sich Heizstäbe im Luftstrom, die die Luft erwärmen. Elektro-Lufterhitzer werden häufig mit mehreren Schaltgruppen ausgestattet (1:2:4). Durch entsprechendes Schalten der Schaltgruppen kann so z.B. ein 7-stufiger Betrieb realisiert werden. Alternativ können elektrische Lufterhitzer auch mittels Thyristor geregelt werden.

5.3 Gasbetriebener Lufterhitzer

Diese Lufterhitzer werden z.B. mit Erd- oder Flüssiggas betrieben. Man unterscheidet hierbei zwischen zwei Verfahren:

Beim dem direkt befeuerten Gasbrenner, der auf als Gas-Flächenbrenner bezeichnet wird, befindet sich die Flamme des Brenners im Luftstrom des Lüftungsgerätes.



Direkte Befeuerungen werden in der Regel nur in der Prozesslufttechnik eingesetzt, da hier durch den Verbrennungsvorgang CO₂ entsteht und Sauerstoff verbrennt.

Bei indirekten Anlagen überträgt ein Wärmetauscher bzw. eine Brennkammer die Heizenergie vom Brenner in den Luftstrom. Für den Einsatz einer indirekten Befeuerung ist eine Abgas- und Kondensatableitung nötig.

5.4 Lamellenrohr – Luftkühler

Im Wesentlichen gelten hier dieselben Eigenschaften wie bei Lufterhitzern (s.o.). Bei Luftkühlern unterscheidet man zwischen trockener Kühlung (ohne Kondensationsbildung) und feuchter Kühlung.

Durch die Kondensatbildung bei feuchter Kühlung verengt sich der frei durchströmte Querschnitt. Deshalb sind bei feuchten Kühlern Lamellenabstände von wenigstens 2,5 mm einzuhalten.

Als Medium wird bei diesen Kühlern zumeist Pumpen-Kaltwasser (PKW) eingesetzt. Auch hier können beliebige Temperaturen verwendet werden. Üblich sind Vorlauf/Rücklauf 6/12°C, bzw. 8/14°C. Bei Mediumtemperaturen von 14/20°C ist die trockene Kühlung sichergestellt.

Eine zusätzliche Beschichtung, z.B. mit Epoxidharz, empfiehlt sich bei Kühlern für aggressive Luft oder auch bei hohem Kondensatanfall.

Bei bestimmten Gerätekonfigurationen wird ein Wasser-Glykol-Gemisch (Sole) als Kühlmedium eingesetzt, um ein Gefrieren und damit platzen der Rohre zu vermeiden, zumeist mit einem 25 – 30%igen Glykol-Anteil. Bei Verwendung eines Wasser-Glykol-Gemischs sinkend die Übertragungswerte des Wärmeübertragers.

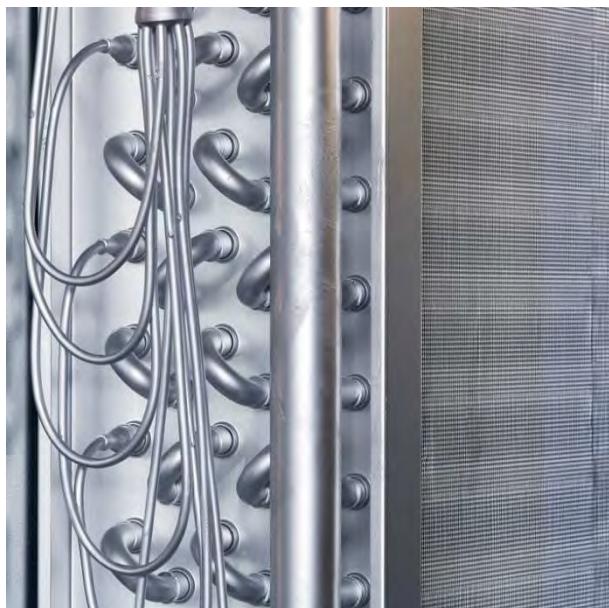
Wird der Kühler beispielsweise zwischen der Wärmerückgewinnung und dem Erhitzer platziert, dann kommt es im Anfahrtsbetrieb zu Momenten, wo die Außenluft im Winter mit -14°C auf den Kühler trifft. Ein Frostschaden wäre die Folge.

Regelung

Kühler werden entsprechend ihrer Anforderungen geregelt. Von Bedeutung ist, ob eine Entfeuchtungsschaltung oder trockene Kühlung realisiert werden soll. Als mögliche Schaltungen kommen sowohl Drossel- / Umlenkschaltungen (feuchte Kühlung) als auch Beimischschaltungen zur Ausführung.

5.5 Direktverdampfer

Als weitere Bauart werden Direktverdampfer als Luftkühler eingesetzt. Dabei befindet sich ein Kältemittel (z. B. R134a, 513a) im geschlossenen Kreislauf. Dieses wird vor Eintritt in den Verdampfer komprimiert und verdampft, wie der Name schon sagt, direkt in den Rohren des Kühlers, wodurch dort direkt gekühlt wird. Der Direktverdampfer ist damit ein unmittelbarer Teil einer Kälteanlage.



5.6 Integrierte Kälte

Durch Integration der gesamten Kältetechnik in die Lüftungs- und Klimaanlage können Schnittstellen reduziert. Sowohl Platzbedarf für die Kältetechnik als auch benötigte Kältemittel-Füllmengen werden reduziert.

Ein für die Kälteanlage erforderlicher Kondensator wird zur Abfuhr der Wärme in der Fortluft positioniert. Der Verdichtersatz mit allen erforderlichen Kältekomponenten wird im Bereich der Abluft platziert.

Dieses Konzept ersetzt die Bereitstellung externe Kälte und reduziert dadurch der Montageaufwand vor Ort.

5.7 Tropfenabscheider

Bei trockener Kühlung kann auf das Bauteil „Tropfenabscheider“ verzichtet werden.

Bei Kühlung mit Entfeuchtung bildet sich am Wärmetauscher Kondensat aus der gekühlten Luft. Entsprechend den Luftgeschwindigkeiten (Trägheit des Kondensatropfens) sowie Menge an Kondensatanfall ist die Erfordernis des Tropfenabscheiders zu bewerten. Jedes nicht verbaute „Pa“ an Druckverlust spart über den ganzen Betriebszeitraum Energie.

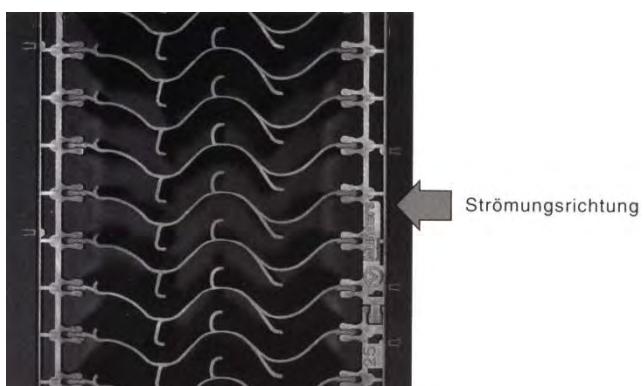
Der Forttag von Kondensat in die nachfolgenden Bauteile muss dabei verhindert werden, um einer Beschädigung der Komponenten durch Korrosion o. ä. vorzubeugen.

Zu diesem Zweck wird dem Kühler in erforderlichen Fällen ein Tropfenabscheider nachgeschaltet. Dieser besteht aus Abscheideprofilen, die die feinen Wassertropfen abfangen und in eine Bodenwanne ableiten. Die Luft kann ungehindert passieren.

Tropfenabscheider werden in der Regel in PPTV (Polypropylen talkumverstärkt) gefertigt.

Für den Einsatz in unmittelbarer Nähe zu hoher Strahlungswärme müssen Profile aus Edelstahl eingesetzt werden.

Es ist darauf zu achten, dass der Tropfenabscheider so konstruiert ist, dass sich Kondensat an keiner Stelle dauerhaft ablagert und damit Keimbildung verhindert wird. Bei Huber & Ranner wird dem mit dem Hygiene-Tropfenabscheider Rechnung getragen.



Der Tropfenabscheider erreicht erst nach einiger Betriebszeit die volle Wirkung, da sich die sogenannte Benetzung der Profile erst mit tatsächlichem Einsatz voll ausbildet. Deshalb können bei Inbetriebnahme zunächst einige Tropfen Kondensat mitgerissen werden. Die volle Wirkung des Tropfenabscheiders kann sich je nach Betriebszeiten der Anlagen bereits nach wenigen Stunden, aber auch erst nach einigen Wochen entfalten.

6. Luft befeuchten

Zur Befeuchtung von Luft sind entsprechend den Rahmenbedingungen unterschiedliche Verfahren möglich:

6.1 Luftwäscher

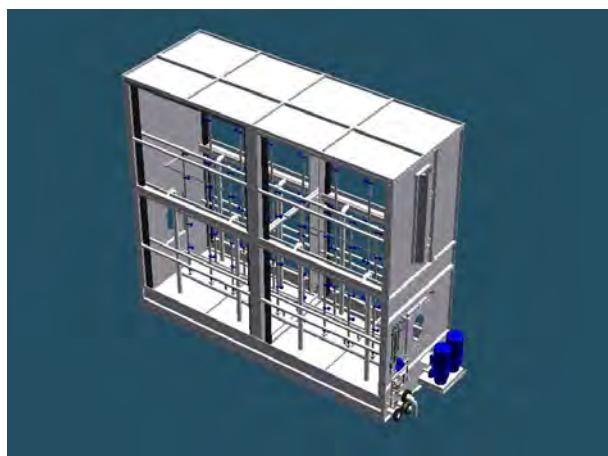
Aus Düsen, die entsprechend der Luftmenge und der gewünschten Befeuchtung angepasst sind, wird gegen die Luftrichtung Wasser mit einem Druck von 2 bis 3 bar versprüht. Die Luftgeschwindigkeit liegt dabei nicht über 2,5 m/s.

Das von der Luft nicht aufgenommene Wasser sammelt sich in einer ca. 400 mm tiefen Wanne. Von dort wird es erneut mit einer Umwälzpumpe zu den Düsen befördert.

Der Wasserdurchfluss wird je nach benötigtem Grad der Befeuchtung gesteuert. Es wird dabei empfohlen möglichst sauberes Wasser zu verwenden, z. B. aufbereitetes oder vollentsalztes Wasser. Über ein Schwimmerventil wird regelmäßig Wasser nachgespeist.

Den Düsen ist ein Gleichrichter vorangeschaltet, um ungleichmäßige Befeuchtung durch Wirbelbildung zu vermeiden. Der Eintrag von Wassertröpfchen in die weiteren Bauteile wird durch Tropfenabscheider vermieden (s. Kapitel Kühler-TA).

Das Luftwäschergehäuse wird zumeist in Edelstahl (V2A / V4A) gefertigt. Die Leitungen werden in Kunststoff oder Edelstahl ausgeführt.



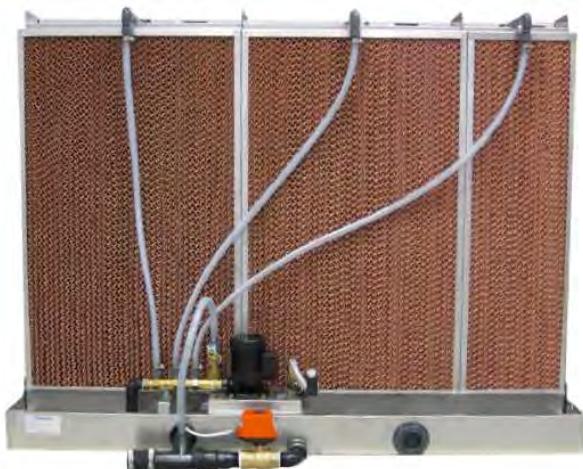
Um Wirkungsgrade über 85% zu erreichen und die Pumpenleistungen niedrig zu halten, empfiehlt es sich längere Wäschergehäuse mit ca. 1800 mm Länge vorzusehen.

6.2 Kontaktbefeuchter

Bei Kontaktbefeuchter unterscheidet man zwischen der Ausführung „Frischwasser“ ohne Zirkulation von nicht verdunstetem Wannenwasser und der Ausführung im Umlaufwasserbetrieb.

Entsprechend der vorliegenden Wasserqualität können beide Varianten mit Trinkwasser, Weichwasser oder teilenthartetem Wasser

betrieben werden. Bei dem häufigen Anwendungsfall der abiabatischen Abluftkühlung mittels indirekter Verdunstung empfehlen wir den Einsatz der Ausführung mit Frischwasser, da niedrigere Investitions- und Betriebskosten die zusätzlichen Wasserkosten kompensieren. Anlagen der Ausführung mit Umlaufwasser zeichnen sich durch höhere Betriebs- und Wartungskosten aus. Der Wasserverbrauch im Betrieb ist verglichen zu der Frischwasser-Ausführung deutlich geringer.



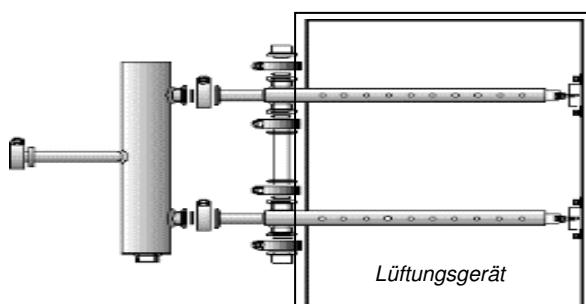
Kontaktbefeuchter sind mit Nenn-Wirkungsgraden von 65%, 85% und 95% verfügbar.

6.3 Dampfbefeuchter

Bei Dampfbefeuchtern wird zwischen „drucklosem“ Dampf und Fremddampf als Befeuchtungsmedium unterschieden. Druckloser Dampf wird üblicherweise dezentral mittels elektrischem Dampferzeuger bereitgesellt. Die Dampftemperatur liegt hier bei ca. 100°C.

Fremddampf wird aus zentralen Dampfnetzen in entsprechendem Druckniveau zur Verfügung gestellt. Dampftemperaturen liegen druckabhängig bei ca. 140–150°C.

Die Dampfverteilung im Luftstrom erfolgt über eine oder auch mehrere Dampfplanzen. Der Grad der Befeuchtung wird üblicherweise mittels Feuchtemessung in der Zuluft geregelt.



6.4 Hochdruck-Düsenbefeuhter

Hier wird ähnlich wie beim Luftwässcher Wasser über Düsen in die Luft versprüht. Durch Drücke von mehr als 100 bar erreicht man feinste Wasserzrstäubung und somit eine sehr gute Wasseraufnahme. Durch spezielle Wirbel-Leitbleche wird die Luft vorher in Schwingungen und Turbulenzen versetzt, so dass eine 100%-ige Sättigung und unter Umständen sogar eine Übersättigung ohne Nebelbildung erreicht wird. Überschusswasser wird in einer Wanne gesammelt und fließt ab.

Für den Betrieb eines Hochdruckbefeuhters ist immer eine Wasseraufbereitung (Umkehr-Osmoseanlage) erforderlich. Die Gerätekammer für Hochdruckbefeuhter ist komplett aus Edelstahl ausgeführt.



7. Schall dämmen und Schall dämpfen

Die größte Schallquelle eines Lüftungsgerätes ist das Ventilatoraggregat. Aber auch Strömungsgeräusche von Verengungen innerhalb der Luftführung können als Schallquelle wirken. Um die vorgegebenen Schalldruckpegel einzuhalten (Richtwerte s. VDI 2081), werden verschiedene Mittel angewendet.

In erster Linie ist selbstverständlich bei der Auswahl der Komponenten (z.B. Ventilator, Luftklappen, Wärmetauscher) auf korrekte Dimensionierung zu achten.

Um die Schallemission zu reduzieren, sollten sowohl Druckverlust und Anströmgeschwindigkeit niedrig gehalten werden, als auch auf eine günstige An- und Abströmsituation geachtet werden. Bei der weiteren Verringerung der Schallemission sind bei Lüftungsgeräten vor allem folgende Punkte zu betrachten:

7.1 Schalldämmung des Gerätegehäuses

Für den Schall direkt neben einem Lüftungsgerät (z.B. in einer Technikzentrale oder in der Nähe eines im Freien stehenden RLT-Gerätes) ist die Schalldämmung des Gehäuses entscheidend.

Um dies zu beurteilen, ist das gemessene Schalldämmmaß D_e (gemäß EN 1886) ausschlaggebend.

Wir raten dringend davon ab, theoretisch berechnete Werte oder das Schalldämmmaß R bzw. R' (gemäß DIN 4109), dessen Abstammung in der Baustoffindustrie liegt, als Bewertungskriterium einzusetzen. Beide weichen stark von dem Praxiseinsatz bei Lüftungsgeräten ab.

Da die Schalldämmung des Gehäuses vor allem von der Masse abhängt, kann durch den Einsatz schwererer oder zusätzlicher Materialien ein höheres Schalldämmmaß erreicht werden.

7.2 Schalldämpfung in der Luftführung

Der im Gerät entstehende Schall findet nicht nur seinen Weg durch die Gehäusewand, sondern auch über die Luftführung in den zu belüftenden Raum oder an Geräteanschluss im Freien. Um diesen Schall zu mindern, werden Schalldämpfer vorgesehen.

Neben Verfahren wie Resonanzschalldämpfer – eine integrierte Membran erzeugt Gegenschwingungen, die die Schallwellen abschwächen – gehören die Absorptions-Schalldämpfer zu dem Standardverfahren in Lüftungsgeräten. Dabei werden mit Dämmmaterial ausgefüllte Schalldämmkulissen in dem Lüftungsgerät postiert.

Verwendung von strömungsgünstigen Anströmprofilen (Kalotten) wird empfohlen. Mittels zusätzlicher Glasvliesabdeckung oder Lochbleche wird die Abriebfestigkeit erhöht. Lochblech-abdeckungen werden zudem eingesetzt, um das empfindliche Dämmmaterial vor Beschädigungen zu schützen, die z.B. bei der Reinigung des Gerätes auftreten können.

Die maximale Spalt-Geschwindigkeit ist so zu wählen, dass entstehende Strömungsgeräusche im Kulissenspalt mindestens 6 dB niedriger sind, als der gedämpfte Schallpegel hinter Schalldämpfer, da andernfalls das starke Strömungsgeräusch als erneute Schallquelle wirken kann.

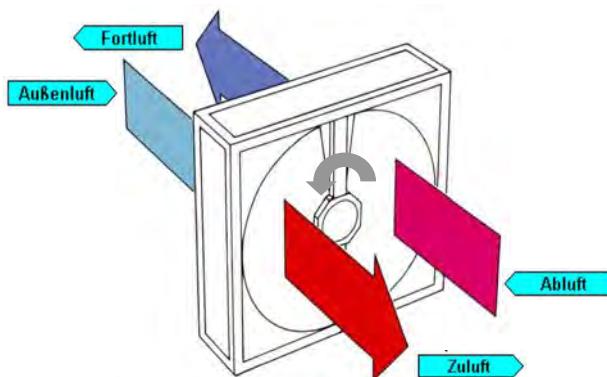


8. Wärmerückgewinnung

Eines der zentralen Themen bei Lüftungs- und Klimageräten ist stets die Wärmerückgewinnung. Der Bedarf an Primärenergie wird durch Nutzung der Temperaturdifferenzen zwischen Abluft und Außenluft reduziert. Effiziente Wärmerückgewinnung erreicht Wirkungsgrade von bis zu 85%.

8.1 Rotationswärmetauscher

Rotationswärmetauscher gehören zur Gruppe der regenerativen Wärmerückgewinnungssysteme. Eine rotierende Speichermasse überträgt die Energie von der Abluft in die Zuluft. Das Rad ist dabei von einem Riemen umspannt und wird über einen Motor geregelt in Rotation versetzt. Die Speichermasse besteht üblicherweise aus Aluminiumfolien (1x glatt, 1x gewellt), die zu einem Rad gewickelt werden. Durch die gewellte Folie entstehenden kleinen Luftkanäle werden wechselweise von Abluft und Außenluft durchströmt.



Beim Durchströmen in der Abluft erwärmt sich die Masse. Mit Drehung der erwärmten Speichermasse in den kühleren Außenluftstrom wird die Energie übertragen.

Das richtungswechselnde Durchströmen der Luftkanäle hat einen Selbstreinigungseffekt, der einer Verschmutzung der Speichermasse entgegenwirkt.

Mit Rotoren lassen sich bei vergleichsweise geringen Druckverlusten Rückwärmzahlen von ca. 80% erreichen. Die geringen Druckverluste tragen zur einer weiteren elektrischen Energieeinsparung am Zuluft- und Abluftmotor bei.

Beim Einsatz von Rotationswärmetauscher ist zwingend Abluft- und Zuluftgerät unmittelbar aneinander liegend. Konstruktionsbedingt entsteht bei Rotoren zwischen den beiden Luftströmen ein Leckluftstrom, der je nach Ventilatoranordnung und internen Druckverhältnissen im Bereich von 3% – 12% liegen kann.

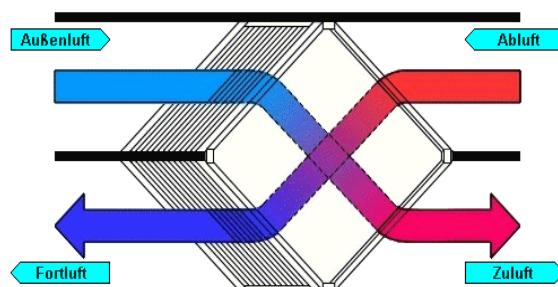
Die Gefahr des Übertragens von Geruchspartikeln (WC/ Küche) oder und ungewollten Keimen von der Abluft in die Zuluft muss im Anwendungsfall geprüft werden.

Die Speichermasse ist in verschiedenen Ausführungen verfügbar.

Eine Epoxidharz-Beschichtung erhöht die Widerstandsfähigkeit der Speichermasse, besondere hydrophile Beschichtungen können zusätzlich Feuchte übertragen. Für Transport und Einbringung kann Rotorrahmen und Speichermasse in Segmenten geteilt ausgeführt werden

8.2 Kreuzstrom-Plattentauscher

Diese Art an Wärmerückgewinnung gehören zur Gruppe der rekuperativen Systeme. Die Wärmeübertragung erfolgt mit Aluminiumblechplatten. Der Plattentauscher bildet einen Würfel der in vielen Schichten aufgebaut ist. Die Hälfte des Würfels (jede zweite Schicht) wird von Abluft durchströmt. Die Außenluft strömt kreuzförmig zur Abluft durch die anderen Schichten. Nachdem beide Luftströme in einem Bauteil zusammenführen werden ist der Kreuzstrom-Plattentauscher nur bei Kombigeräten einsetzbar.



Mit der klaren Trennung der Luftströme können Luftleckagen zwischen Abluft und Zuluft weitgehend vermieden werden. Der Einsatz bei geruchsbelasteter Küchen- oder WC-Abluft ist hier problemlos.

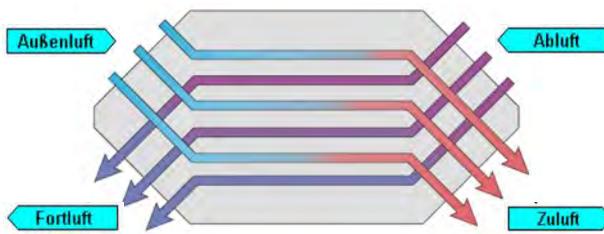
Plattenwärmetauscher werden mit gekoppelten Bypass-Klappen ausgestattet. Bei tiefen Außenluft-Temperaturen besteht die Gefahr, dass kondensierende Abluft einfriert und so den Würfel beschädigt. Die größte Frostgefahr besteht am Außenlufteneintritt und Fortluftaustritt. Mit Bypass-Klappen wird in diesem Fall die Außenluft um den Würfel geführt, sodass das Abkühlen der Abluft reduziert und so das Einfrieren verhindert wird.

In der Übergangszeit kann mit dem Bypass verhindert werden, dass die Zuluft unnötig erwärmt wird. (z.B. Abluft 24°C / Außenluft 20°C) Der Wartungsaufwand von Kreuzstrom-Plattentauscher ist gering, für aggressive Luftmedien können auch Platten mit Epoxidharz-Beschichtung eingesetzt werden.

Die Wirkungsgrade von einfachen Kreuzstrom-Plattenwärmetauschern liegen bei ca. 75%.

8.3 Gegenstrom-Plattentauscher

Gegenstrom-Plattenwärmetauscher sind eine Weiterführung der vor beschriebenen Kreuzstrom-Plattentauscher. Konstruktiv wurden hier zusätzlich zum Kreuzstrom weitere Gegenstrom-Tauscherflächen geschaffen. Mit vergrößerter Energie-Austauschfläche können so höhere Wirkungsgrade erzielt werden.



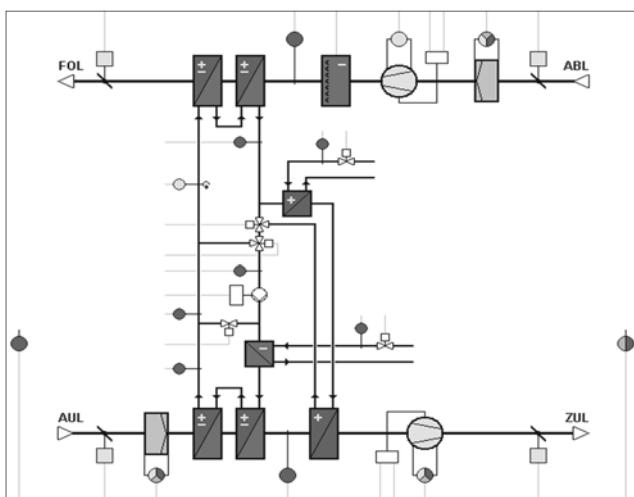
Auch diese Variante wird mit gekoppelten Bypass-Klappen ausgestattet.

Gegenstrom-Plattenwärmetauscher sind für Luftmengen bis ca. 12.000 m³/h verfügbar, die Ausführung mit Epoxidharz-Beschichtung ist am Markt nicht verfügbar.

Die Wirkungsgrade von Gegenstrom-Plattenwärmetauschern reichen bis zu ca. 85%.

8.4 Kreislaufverbundsystem (KVS)

Kreislauf-Verbundsysteme zählen zu den regenerativen Wärmerückgewinnungssystemen. Im Besonderen im Gesundheitssektor, Lebensmittel- und Pharmabereich kommen KV-Systeme zum Einsatz, da Zu- und Abluftstrom zu 100% getrennt sind. Ein Übertrag von Bakterien, Keimen oder Geruchsstoffen kann mit diesen Systemen unterbunden werden. Zuluft- und Abluftanlage können voneinander getrennt aufgestellt werden. Komplexe Kreislauf-Verbundsysteme verbinden mehrere Zuluft- und Abluftanlagen im Anlagenverbund.



In jedem Luftstrang ist mindestens ein Wärmetauscher vorgesehen. Der Energietransport erfolgt mittels hydraulischem Kreislauf, der mit einem Glykol-Wassergemisch gegen Einfrieren geschützt wird.

Anlagen mit einem Wärmetauscher im Luftstrom erreichen Wirkungsgrade bis zu 70%, bei Reihenschaltung von z.B. zwei Wärmetauschern je Luftstrom kann der Wirkungsgrad des Systems bis zu 80% gesteigert werden.

In den hydraulischen Kreislauf kann zusätzlich auch Wärme und/oder Kälte eingespeist werden. So kann z.B. auf zusätzliche Erhitzer oder Kühler im Luftstrom von Zuluft-Anlagen verzichtet werden. So kann die Luft-Förderenergie reduziert werden.

8.5 Hydraulik-Module für KVS

Hydraulikstationen zur Wärmerückgewinnung enthalten alle schalt- und Regelungstechnischen Komponenten für den effizienten Betrieb eines KV-Systems. Mit Sollwert-Regelsignalen der übergeordneten Geräte- bzw. Gebäuderegelungen wird die Energie-Rückgewinnung autark auf dem Optimum gehalten. Anpassungen des Solemassenstroms an den Luftmassenstrom, intelligente Schaltungen für den Betrieb am „Frostbereich“, das Sicherstellen von turbulenter Strömung wird mit drehzahlgeregelten Pumpen realisiert.



Optionale Entfeuchtungsschaltungen, Einspeisung von Heiz- oder Kühlenergieenergie sind schalt- und Regelungstechnische Funktionen einer Hydraulikstation.

In der Vergangenheit war dieser Lieferbestandteil bei der MSR-Technik bzw. dem Rohrleitungsbau angesiedelt.

Mit der Verpflichtung zur Konformität für maximale Effizienz bei Energierückgewinnungssystemen hat sich dieser Leistungsteil hin zum Hersteller von Lüftungs- und Klimaanlagen verlagert.

9. Literaturhinweise / Links

- Recknagel / Sprenger / Hönmann: Taschenbuch für Heizungs- und Klimatechnik; Oldenbourg-Verlag
- Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik: Handbuch der Klimatechnik; Verlag C.F. Müller GmbH, Karlsruhe
- Ventilatoren-Fibel: U. Jung; Promotor-Verlag, Karlsruhe
- Heinrich / Franzke: Sorbitionsgestützte Klimatisierung; Verlag C.F. Müller GmbH, Karlsruhe
- Technisches Handbuch für die Luft- und Klimatechnik (HTH); HTH-Gruppe
- VDMA Luftfilterinformation (2018-06), DIN EN ISO 16890:2017 Ein Schritt zu mehr Praxisnähe
- Bildernachweise: Einzelbilder aus Produktbroschüren der Firmen: Klingenburg, EBM-Papst, BTN, Luwa, Munters, Lavair, Trox, Maxon

9.2 Nützliche Links im World Wide Web:

www.huber-ranner.com	Huber & Ranner GmbH
www.rlt-geraete.de	Raumlufttechnische Geräte Herstellerverband e.V.
www.btga.de	Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.
www.fgk.de	Fachverband Gebäude-Klima e.V. Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.
www.vdi.de	Verein Deutscher Ingenieure
www.din.de	Deutsches Institut für Normung
www.beuth.de	Beuth Verlag GmbH – Normen und Fachliteratur

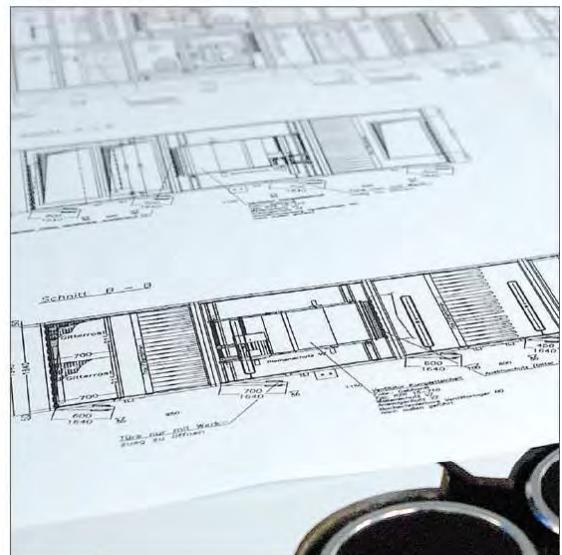
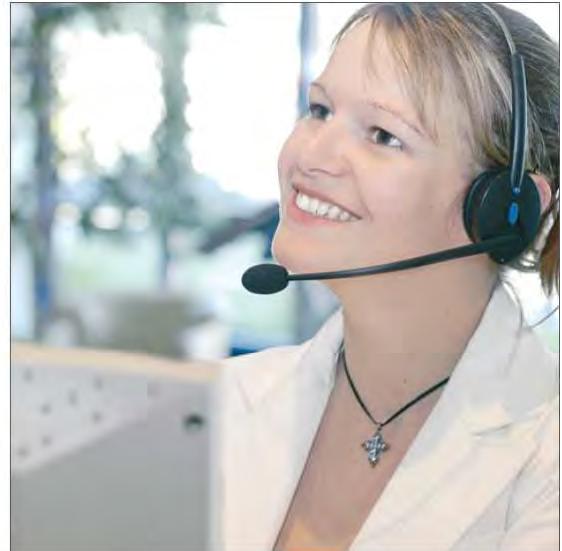
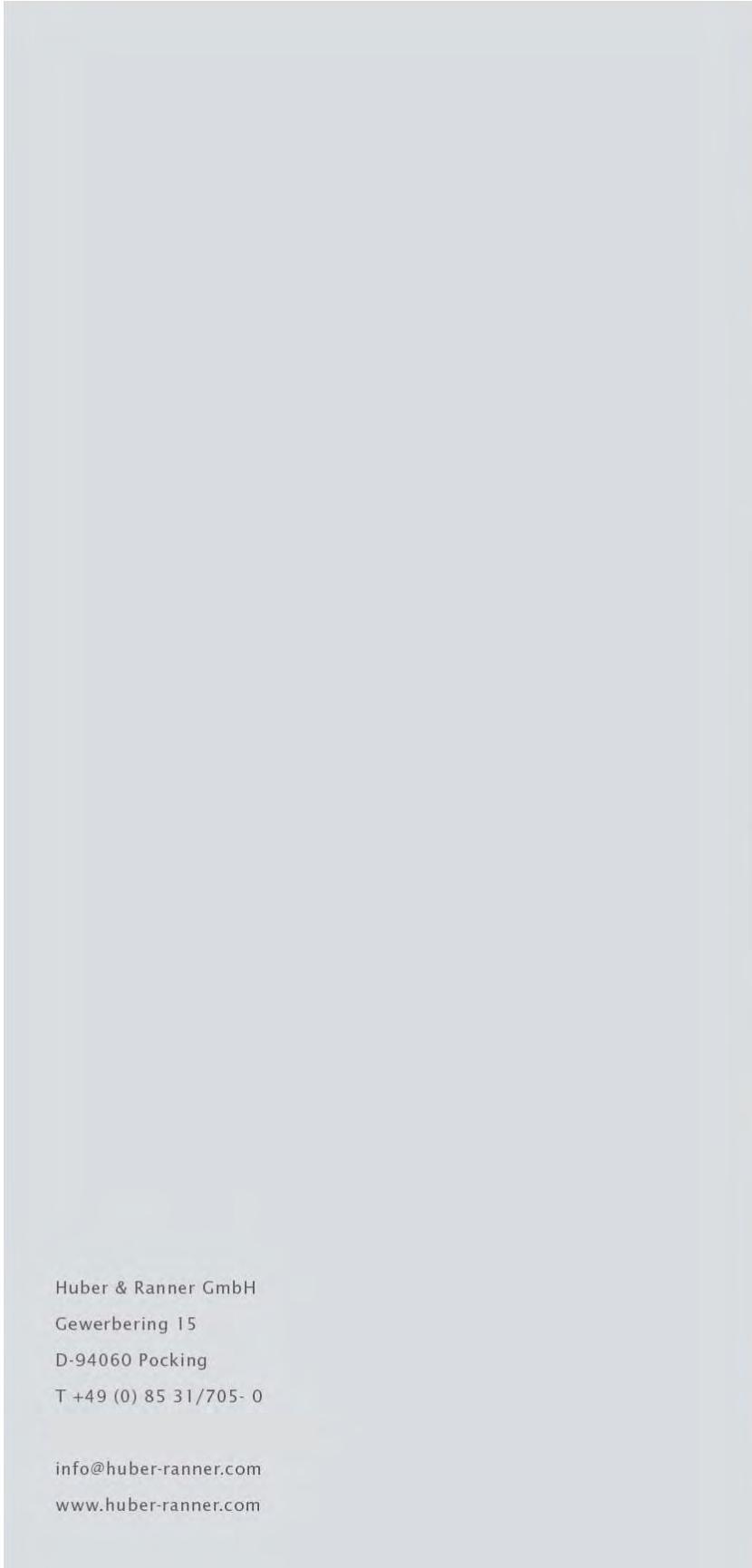
9.1 Technische Normen / Richtlinien:

RLT 01/2018:	RLT-Richtlinie 01 Allgemeine Anforderungen an RLT-Geräte
DIN EN 1822:	Schwebstofffilter (EPA, HEPA, ULPA)
DIN EN 1886:	Zentrale Luftbehandlungsgeräte: Mechanische Eigenschaften und Prüfverfahren
DIN 1946-4:	Raumlufttechnische Anlagen in Gebäude und Räume des Gesundheitswesens
DIN 4102:	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 4109:	Schallschutz im Hochbau
DIN EN ISO 16890-1:	Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik
DIN EN 60034-30:	Drehende elektrische Maschinen
VDI 2071:	Wärmerückgewinnung in RLT-Anlagen
VDI 2081:	Geräuscherzeugung und Lärminderung in RLT-Anlagen
VDI 3803-1:	Raumlufttechnik – Bauliche und technische Anforderungen
VDI 3803-5:	Wärmerückgewinnungssystem in RLT- Anlagen
VDI 6022:	Hygiene-Anforderungen an RLT-Anlagen und Geräte

KONTAKT

**HUBER &
RANNER**

ERWARTEN SIE MEHR.



Huber & Ranner GmbH
Gewerbering 15
D-94060 Pocking
T +49 (0) 85 31/705- 0

info@huber-ranner.com
www.huber-ranner.com