



SHK-Kundendiensttechniker

Fachgebiet

Lüftungstechnik



Lüftungstechnik

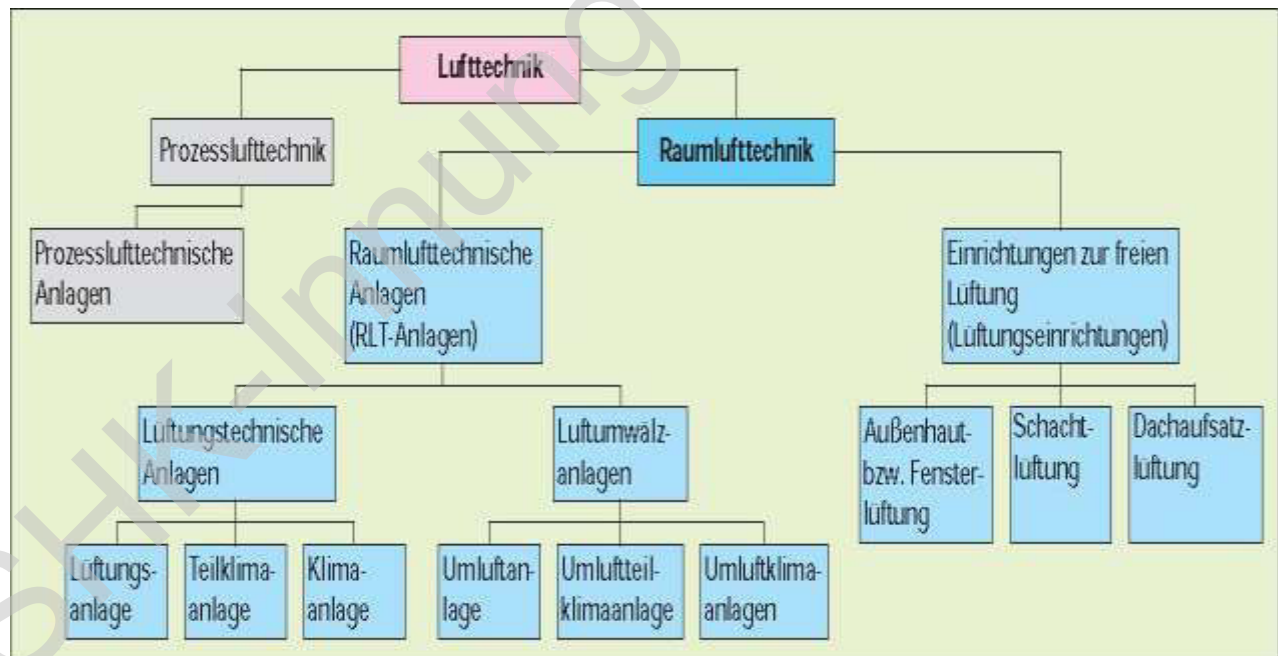
1. Raumluftechnik

Raumluftechnische (RLT) Anlagen sind in der Lage, alle wesentlichen Faktoren eines Raumklimas während des ganzen Jahres den Wünschen und Bedürfnissen der Benutzer anzupassen. Außerdem benötigen viele technische Einrichtungen ein vorgeschriebenes Raumklima, z.B. EDV, Operationsräume, Laboratorien etc. In solchen Fällen reichen einfache Heizungsanlagen nicht aus.

RLT-Anlagen sind in der Lage

- die verbrauchte Luft der Räume zu erneuern
- die Raumlufthemperatur zu regeln: im Winter heizen, im Sommer kühlen
- die Raumlufthfeuchte zu regeln: im Winter befeuchten, im Sommer entfeuchten
- die Raumlufth zu reinigen.

Raumluftechnische Anlagen sind nach DIN EN 12792 genormt und in den technischen Regelwerken des VDI festgelegt.





2. Strömung in Rohren und Kanälen

Strömungsgeschwindigkeit:

Die Geschwindigkeit v eines Körpers, einer Flüssigkeit oder eines Gases ist der Quotient aus dem zurückgelegten Weg s und der dazu benötigten Zeit t .

Geschwindigkeit = Weg : Zeit

$$v = s : t$$

Die SI-Einheit für Geschwindigkeit ist m/s; weitere Einheiten sind dm/s, m/min und km/h.

Beispiel: In einer Leitung benötigt Luft 25 Sekunden, um einen Weg s von 200 m zurückzulegen.
Wie groß ist die Strömungsgeschwindigkeit v ?

Lösung:

Volumenstrom:

Der Volumenstrom \dot{V} ist der Quotient aus dem Volumen V eines Fördergutes, das durch eine Leitung strömt, und der dazu benötigten Zeit t .

Volumenströme berechnet man auch als Produkt des Rohr- oder Kanalquerschnitts A und der Strömungsgeschwindigkeit v .

Volumenstrom = Querschnitt x Strömungsgeschwindigkeit

$$\dot{V} = A \times v \quad \dot{V} = v : t$$

Der Punkt über einem Formelzeichen bedeutet, dass es sich um eine zeitabhängige Größe handelt.

Die SI-Einheit für Volumenstrom ist m³/s, weitere Einheiten sind m³/min, m³/h, dm³/s, l/s, l/min und l/h.

Beispiel: Wie groß ist der Volumenstrom \dot{V} in einer Lüftungsleitung bei einem Rohrdurchmesser von 200 mm und einer Strömungsgeschwindigkeit v des Wassers von $v = 8$ m/s ?

Lösung :

Änderungen des Rohrquerschnitts:

Ändert sich der Querschnitt einer Rohrleitung von A_1 auf A_2 , so bleibt der Volumenstrom konstant, wenn keine Flüssigkeit zu- bzw. abgeführt wird. Die Strömungsgeschwindigkeit erhöht sich aber mit kleiner werdendem Querschnitt von v_1 auf v_2 . Dieser Zusammenhang wird als Kontinuitätsgesetz bezeichnet.

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$$

Beispiel: In einer Rohrleitung mit einem Querschnitt von $A_1 = 0,0314$ m² beträgt der Volumenstrom

$V = 904$ m³/h (siehe voriges Beispiel). Die Leitung wird auf einen Querschnitt von $A_2 = 0,0176$ m² reduziert. Wie groß wird die Strömungsgeschwindigkeit v_2 ?

Lösung:

**Strömungsgeschwindigkeiten in Leitungen sind abhängig vom
Volumenstrom und vom Rohrquerschnitt**



3. Luft als Wärmeträger

Luft ist ein Gemisch verschiedener Gase, sie besteht aus ca. 21% Sauerstoff, 78% Stickstoff und 1% Edelgasen und Kohlenstoffdioxid. Die Dichte beträgt im Normzustand 1,293 kg/m³.

Die spezifische Wärmekapazität beträgt bei einem absoluten Luftdruck von 1013 hPa und einer Lufttemperatur von ca. 15° C bis 20° C

cp=0,34 Wh/(m³ x K).

Die Wärmeleistung, die für einen beliebigen Luftvolumenstrom erforderlich ist, wird nach folgender Formel berechnet:

$$Q = V \times c_p \times \Delta \vartheta$$

Beispiel: Welche Wärmeleistung ist notwendig um 10000 m³/h Luft von 15°C auf 20°C aufzuheizen?

Lösung:

4. Luftfeuchte

Luft kann Wasserdampf aufnehmen. Die Aufnahmefähigkeit steigt mit zunehmender Lufttemperatur. So kann z.B. 1 kg Luft bei 15° C maximal 10,8 g Wasserdampf aufnehmen, bei 25°C aber bereits 20,4g.

Enthält 1 kg Luft bei 25° C nur 10 g Wasserdampf, so kann die Luft noch weitere 10,1 g Wasserdampf aufnehmen, man sagt in diesem Fall, die Luft ist zu etwa 50 % gesättigt.

Die **absolute Luftfeuchte x** gibt an, wie viel Gramm Wasserdampf in einem Kilogramm Luft enthalten sind.

Die **maximale Luftfeuchte xs** ist erreicht, wenn die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist.

Die **relative Luftfeuchtigkeit φ** (sprich: Phi) berechnet sich aus dem Verhältnis der absoluten Luftfeuchte **x** zur maximalen Luftfeuchte **xs**. Sie wird meistens in Prozent angegeben.

$$\text{relative Luftfeuchte} = \frac{\text{absolute Luftfeuchte}}{\text{maximale Luftfeuchte}} \cdot 100\%$$

$$\varphi = \frac{x}{x_s} \cdot 100\%$$

Tabelle 65 Maximale Luftfeuchte

Lufttemperatur in °C	-20	-15	-10	-5	±0	5	10	15	20	25	30
maximale Luftfeuchte xs in g/kg (φ= 100%)	1,0	1,2	1,5	2,5	3,8	5,4	7,6	10,6	14,7	20,1	27,2

Beispiel: 1 kg Luft von 25° C enthält 8 g Wasserdampf. Wie groß ist die relative Luftfeuchte?

Lösung:

*Innung für Spengler-, Sanitär-, Heizungs-
und Klimatechnik*

Schweinfurt - Main - Rhön

- SHK-Bildungszentrum und Bundesleistungszentrum -



SHK-Innung Schweinfurt

Erläuterung:

Beim Abkühlen der Luft erhöht sich die relative Feuchte, da die Wasserdampfaufnahmefähigkeit kleiner wird.

Beträgt $\varphi = 100\%$, so hat die Luft die maximal mögliche Wasserdampfmasse aufgenommen (maximale Luftfeuchte).

Sinkt die Lufttemperatur weiter wird der Taupunkt unterschritten. Die Luft kann dann einen Teil der in ihr enthaltenen Wasserdampfmasse nicht mehr halten, es kommt zur Kondensation. Das sich bildende Wasser nennt man Kondenswasser.

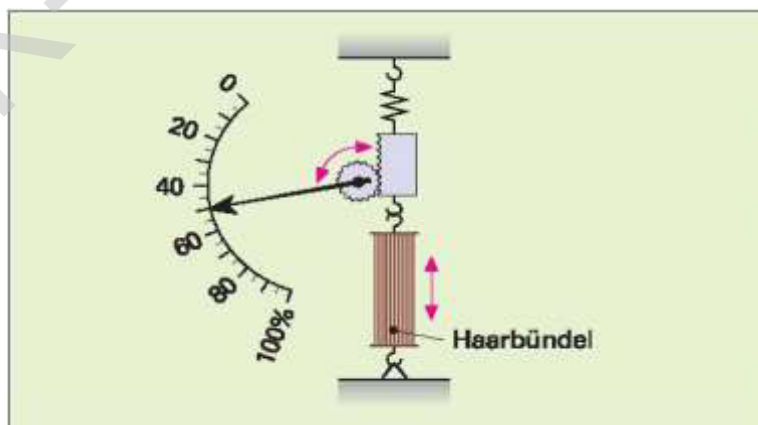
Die absolute Luftfeuchte wird um die ausfallende Wassermasse herabgesetzt.

In der Natur bezeichnet man kondensierten Wasserdampf als Tau oder Nebel.

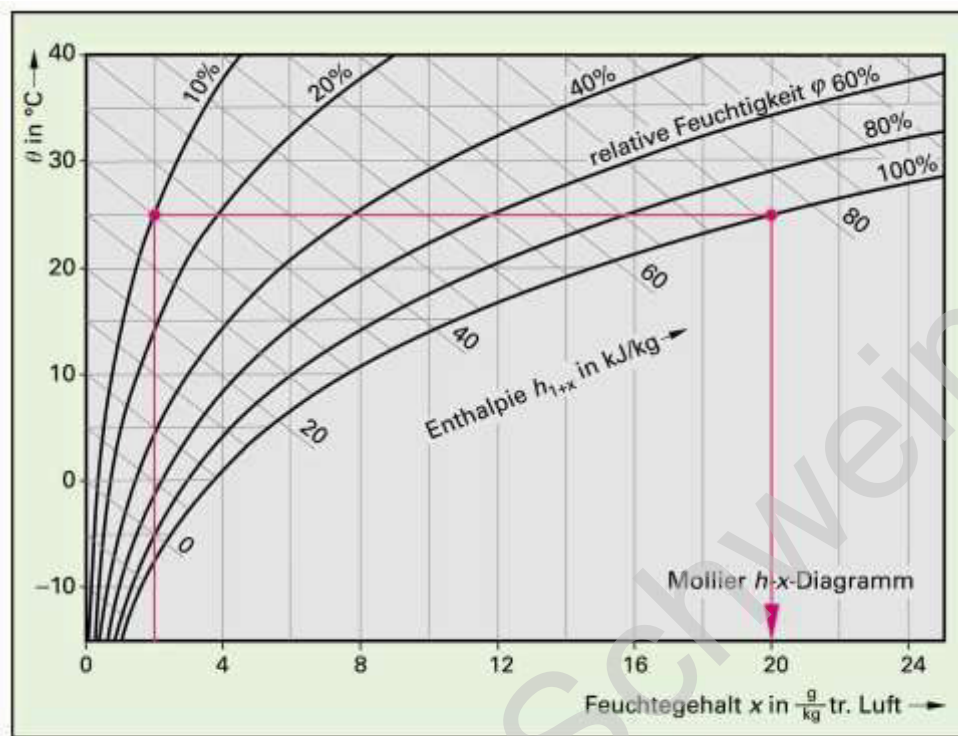
Beispiel: Luft von 30°C und mit einer relativen Luftfeuchte von 60% kühlt sich auf 25°C ab.
Auf welchen Wert steigt die relative Feuchte an?

Lösung:

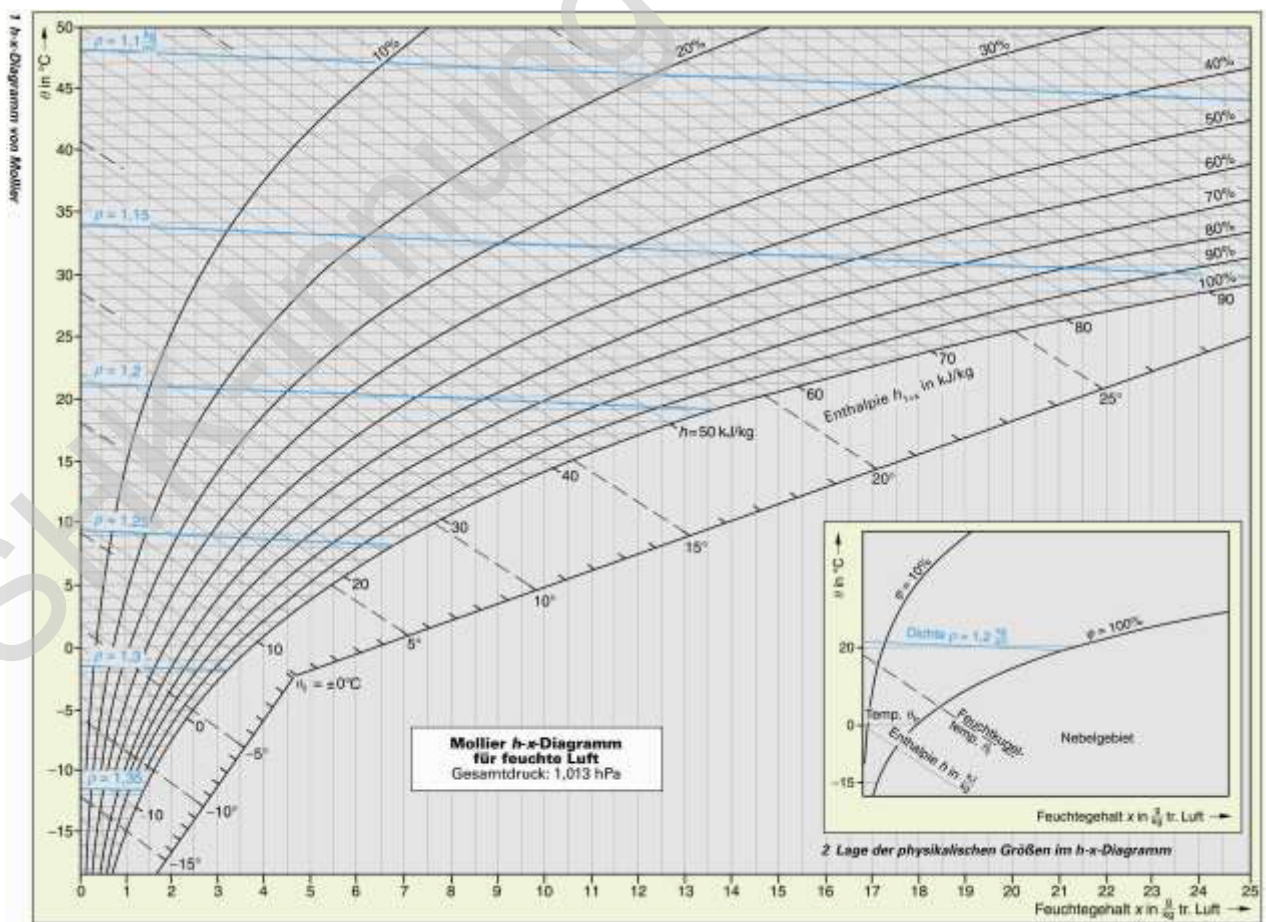
Fazit: Wird Luft erwärmt, nimmt die relative Luftfeuchte ab, da die Aufnahmefähigkeit zunimmt.



Die relative Luftfeuchte wird z.B. mit einem **Haarhygrometer** gemessen (Zeichnung). Es besteht aus einem Bündel menschlicher Haare, das sich bei zunehmender Luftfeuchte verlängert. Die Bewegung wird auf einen Zeiger übertragen und in Prozent angezeigt.



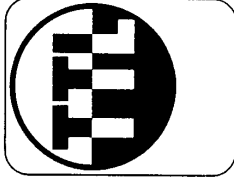
2 Zusammenhang zwischen relativer und absoluter Feuchte



Innung für Spengler-, Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

Schweinfurt - Main - Rhön

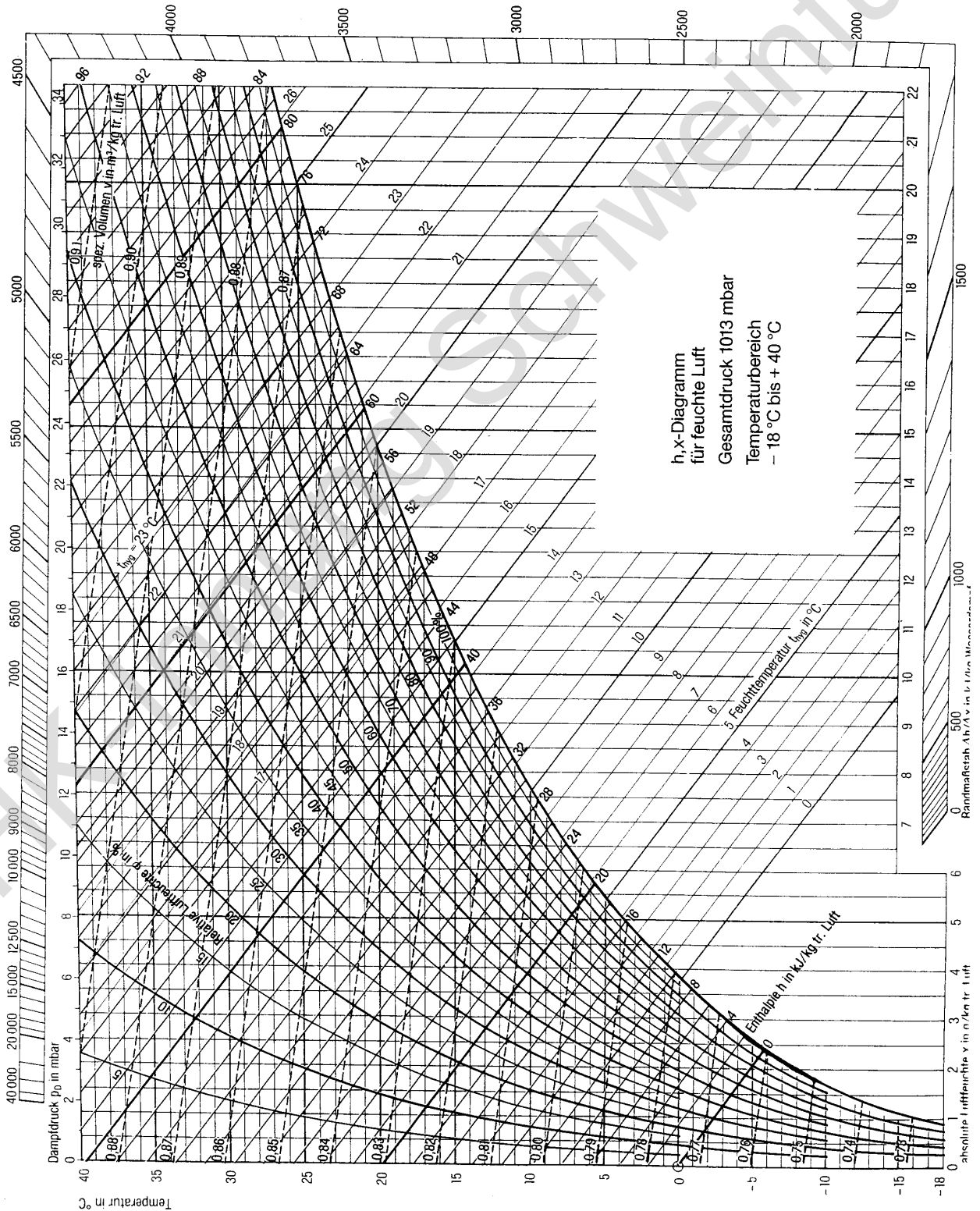
- SHK-Bildungszentrum und Bundesleistungszentrum -



**Tür + Torluftschleier
Lufttechnische Geräte GmbH**

Talstraße 6
7065 Winterbach
Telefon (07181) 40 09-0
Telefax (07181) 40 09 10
Teleex 7 246 602

TTL
wenn Tür und Tor
offen



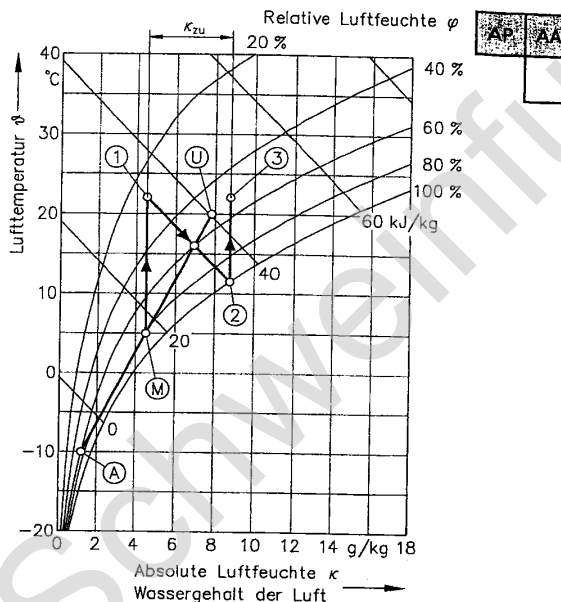


Kundenauftrag: Installation einer Klimaanlage

4

Zur Erläuterung der vorhergehenden Antwort stellen Sie für den Auszubildenden die physikalischen Vorgänge im vereinfachten h-x-Diagramm von Mollier dar. Hierbei gehen Sie vom Winterbetrieb der Anlage aus. Die Zuluft soll mit 22 °C und einer Luftfeuchtigkeit von 50 % in den Raum eingeleitet werden. Dieser Zustand wird durch die Ziffer 3 im Mollier-Diagramm markiert.

a) Übertragen Sie aus dem Diagramm die entsprechenden Temperaturen (ϑ °C) und die Luftfeuchtigkeitswerte (φ %) für die folgenden Zustände (das Luftverhältnis ist 1 : 1):



A = Zustand der Außenluft: $\vartheta_A = \dots\dots\dots$ $\varphi = \dots\dots\dots$
 U = Zustand der Umluft: $\vartheta_U = \dots\dots\dots$ $\varphi = \dots\dots\dots$
 M = Zustand der Mischluft: $\vartheta_M = \dots\dots\dots$ $\varphi = \dots\dots\dots$

b) Vorgänge von M → 1: Bestimmen Sie für die folgenden Vorgänge die fehlenden Werte:

Die Luft wird von M $\vartheta_M = \dots\dots\dots$ °C auf 1 $\vartheta_1 = \dots\dots\dots$ °C erwärmt.

Dabei entspricht die Luftfeuchtigkeit in 1 $\varphi_1 = \dots\dots\dots$ %.

Der absolute Luftfeuchte/Wassergehalt in 1 entspricht $x_1 = \dots\dots\dots$ g/kg.

Die Luft ist im Zustand 1 demnach zu *trocken*/zu *feucht* (Falsches ist zu streichen).

Die Zuluft soll jedoch im Zustand 3 (wie oben erwähnt) mit 22 °C und 50 % Luftfeuchtigkeit zugeführt werden. Der Wassergehalt beträgt hierbei für 1 kg Luft $x_2 = \dots\dots\dots$ g/kg.

Wie viel Gramm Wasser je kg müssen beim Befeuchten zugeführt werden, um für die Zuluft die 50 % Luftfeuchte zu erreichen? Zugeführtes Wasser $x_{zu} = \dots\dots\dots$ g/kg.

c) Vorgänge von 1 → 2:

Die Luft wird im Sprühbefeuchter *befeuchtet*/*entfeuchtet* (Falsches ist zu streichen).

Temperatur im Zustand 2: $\vartheta_2 = \dots\dots\dots$ °C

Luftfeuchtigkeit im Zustand 2: $\varphi_2 \dots\dots\dots$ %

Die Luft ist damit *gesättigt*/*nicht gesättigt* (Falsches ist zu streichen).

d) Vorgänge von 2 → 3:

Im Nacherwärmer wird hier die Luft von $\vartheta_2 = \dots\dots\dots$ °C auf $\vartheta_3 = \dots\dots\dots$ °C erwärmt.

Die Feuchtigkeit sinkt dabei auf $\varphi_3 = \dots\dots\dots$ %.

Punkte

13.4 Dampfbefeuchter

361

abhängt. Die zugeführte Wärmeenergie führt zur schnellen Aufheizung und Verdampfung. Der Dampf wird einer Dampfzange zugeführt.

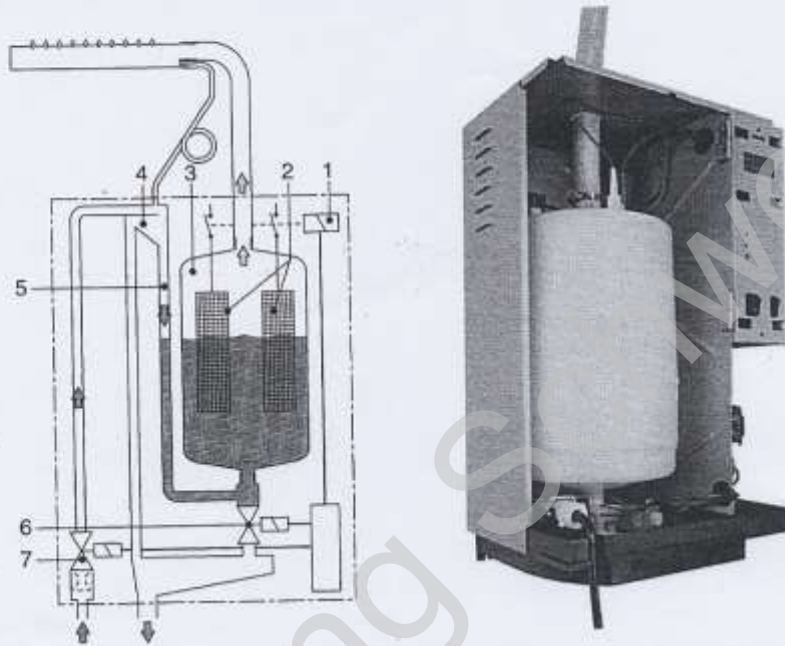


Bild 13-11: Elektrischer Dampfbefeuchter [18]

Bild 13-11 zeigt die Funktion eines elektrischen Dampfbefeuchters. Bei Dampfzangenanforderung werden die Elektroden (2) über den Hauptschütz (1) mit Spannung versorgt. Gleichzeitig öffnet sich das Einlassventil (7), Trinkwasser fließt über einen Wasserbecher (4) in den Dampfbehälter (3). Sobald die Elektroden in das Wasser eintauchen, fließt ein Strom zwischen den Elektroden und das Wasser wird aufgeheizt und verdampft. Die Feuchteregelung erfolgt durch Ein/Ausschalten oder stetig über die Dampfmenge, diese ist abhängig von der Stromaufnahme und damit von der Eintauchtiefe der Elektroden (2). Die im Wasser gelösten Mineralsalze bleiben im Dampfbehälter. Zur Begrenzung der Salzkonzentration kann eine minimale Wassermenge über das Ablassventil (6) abgeschlämmt werden. Mineralsalze und Kalk setzen sich auch in fester Form an die Elektroden, die nach gewissen Zeiten auszutauschen sind. Je nach Wasserzusammensetzung beträgt die Standzeit der Elektroden ca. 1000 bis 1500 Betriebsstunden. Der Dampferzeuger muss nahe am Dampfverteillrohr montiert werden, die Länge des Dampfschlauchs sollte 2 m nicht überschreiten, die Steigung des Dampfschlauchs zum Dampfverteillrohr soll mindestens 20° betragen. Die Geräte zeichnen sich bedingt durch das geringe Wasservolumen durch eine schnelle Betriebsbereitschaft und geringe Stillstandsverluste aus. Die elektrische Energie ist in der Regel teurer als die bei zentralen Dampfkesseln eingesetzte Primärenergie.

Bei einer anderen Bauart wird der Dampf im Dampfzylinder mit Widerstandsheizelementen erzeugt, die Dampfmenge kann elektroseitig stetig geregelt werden. Diese Bauart lässt sich auch mit voll entsalztem Wasser betreiben. Bei Verwendung von



5. Wärmehaushalt des Menschen:

Der menschliche Körper hat eine Normaltemperatur von ca. 37° C .Bei Verwertung der Nahrungsmittel findet im Körper eine chemische Verbrennung statt, bei der Wärme frei wird. Überschüssige Wärme kann auf verschiedene Arten abgeführt werden:

- durch Wärmestrahlung der bekleideten und unbedeckten Haut an die kältere Umgebung
- durch konvektive Wärmeabgabe bei kühlerer Raumluft
- durch Wasserabgabe der Haut. Es findet eine Verdunstung statt, wobei die zur Wasserverdampfung notwendige Wärme zum Teil dem Körper entzogen wird
- durch Wärmeabgabe über die warme und feuchte Atemluft

Tabelle 66:

Wärmeströme (Kühllasten)	Tabelle 66 Wärme- und Wasserdampfabgabe des Menschen (Durchschnittswerte)									
	Raumlufthtemperatur in °C									
	bei sitzender Tätigkeit					bei mittelschwerer Arbeit				
	20	22	23	25	26	20	22	23	25	26
durch Strahlung und Konvektion in Watt	95	90	85	75	70	140	120	115	105	95
durch Verdunstung in Watt	25	30	35	40	45	130	150	155	165	175
Gesamtwärmestrom in Watt	120	120	120	115	115	270	270	270	270	270
Wasserdampfabgabe in g/h	35	40	50	60	65	180	215	225	240	255

Die Wärmeabgabe steigt mit zunehmender körperlicher Bestätigung, da ca. zwei Drittel der in den Muskeln entwickelten Energie in Form von Wärme frei wird. Die Anteile der trockenen und feuchten Wärme an dem vom Körper insgesamt abgegebenen Wärmestrom verändern sich je nach Raumlufthtemperatur (vgl. Tabelle 66).

Beispiel: Wie groß sind die Wärmeströme und die Wasserdampfabgabe eines Menschen bei sitzender Tätigkeit und einer Raumlufthtemperatur von 23°C?

Lösung: Nach Tabelle 66:

Die Wasserdampfabgabe beträgt **50 g/h**.

Einfluss der relativen Luftfeuchte:

Die relative Luftfeuchte hat auf das Wohlbefinden des Menschen großen Einfluss, da von ihr die Wärmeabgabe durch Verdunstung abhängt.

Mit Wasserdampf weitgehend gesättigte Luft kann nur noch wenig Wasser aufnehmen. Bei hoher relativer Luftfeuchte verdunstet der vom Körper abgegebene Schweiß nicht mehr vollständig, ein Kühleffekt stellt sich nicht ein. Als besonders unangenehm wird es empfunden, wenn hohe Lufttemperaturen und eine hohe relative Luftfeuchte gleichzeitig auftreten, man spricht von Schwüle, Tropen- oder Treibhausklima.



Ungesättigte Luft mit geringer relativer Feuchte kann verhältnismäßig viel Wasserdampf aufnehmen. Beim Menschen führt dies zum Austrocknen der Atemwege. Der Körper verlangt zum Ausgleich mehr Flüssigkeit. In klimatisierten Räumen soll die **relative Luftfeuchte zwischen 30% und 65%** liegen (vgl. Tabelle 67. Allgemein wird vom Menschen eine relative Luftfeuchte von ca. **50%** als angenehm empfunden und deshalb angestrebt.

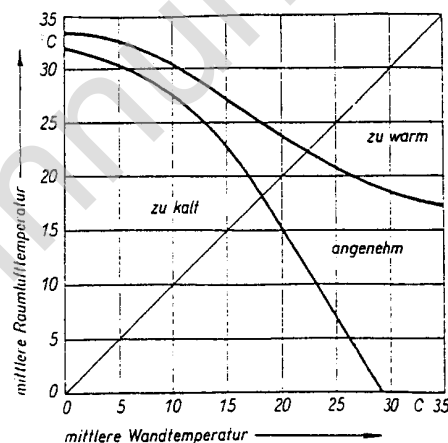
Tabelle 67:

Tabelle 67 Raumlufthtemperaturen und Raumlufthfeuchten nach DIN 1946 T2				
Außenlufttemperatur in °C	Raumlufthtemperatur in °C		relative Luftfeuchte in %	
	untere Grenze	obere Grenze	untere Grenze	obere Grenze
unter 20	22	25	30	65
26	22	25	30	65
30	24	26	30	55
32	25	27	30	50

Behaglichkeit: Der Mensch fühlt sich unbehaglich, wenn das Temperaturregelsystem des Körpers zu sehr beansprucht wird, z.B. durch starke Luftbewegung (Zugerscheinungen), durch zu niedrige oder zu hohe Luft- und Wandtemperaturen, zu niedrige oder zu hohe Luftfeuchte, zu leichte oder zu schwere Kleidung. Es kommt in diesen Fällen zu Wärmestauungen im Körper oder zu Übermäßigen Wärmeverlust.

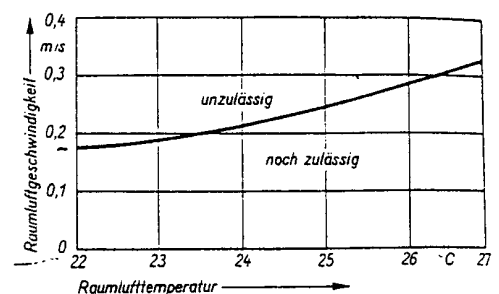
Behaglichkeit stellt sich ein, wenn Luftbewegung, Lufttemperatur, Luftfeuchte und Wandtemperaturen in einem ausgeglichen Verhältnis zur Tätigkeit und Bekleidung eines Menschen stehen. Abb. 310.1 zeigt, dass ein Raumklima bei hohen Wandtemperaturen als angenehm empfunden wird, sogar dann, wenn die Raumtemperatur sehr niedrig ist.

Skala Tabelle 310.1:



◀ 310.1 Einfluß von Raumlufth- und Wandtemperaturen auf die Behaglichkeit in einem Raum.

310.2 Zulässige Raumlufthgeschwindigkeiten beim Anblasen sitzender Personen nach DIN 1946 T2. ▼



Störende Luftbewegungen - Zugerscheinungen - machen sich besonders bei niedrigen Raumlufthtemperaturen bemerkbar (310.2).

Behaglichkeit und Wohlbefinden werden auch durch die Sauberkeit der Luft und durch einen niedrigen Schalldruckpegel im Raum günstig beeinflusst.

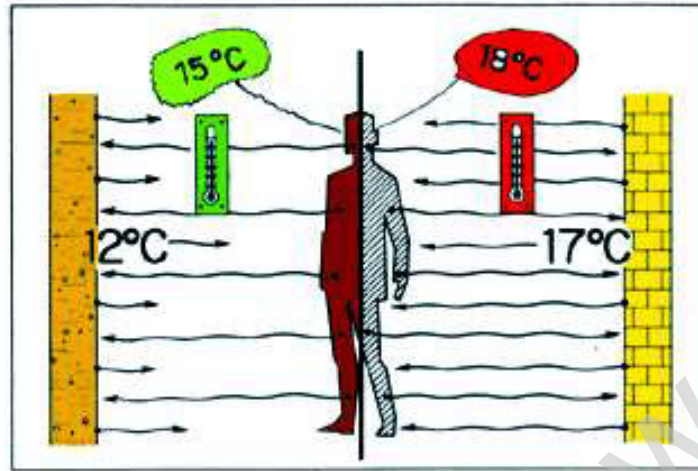


Fig. 3 Strahlungseinfluss und Behaglichkeit bei einer
Raumlufttemperatur von 21°C

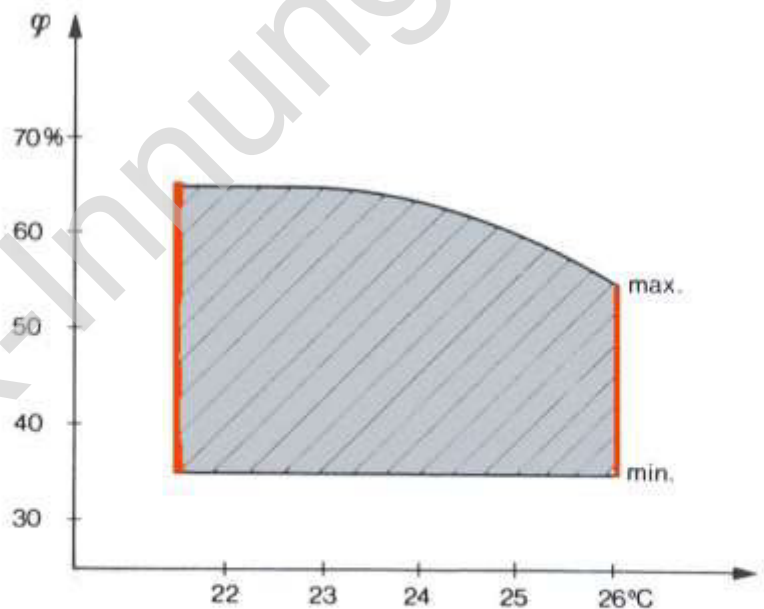


Fig. 5 Empfohlene relative Feuchte φ bei verschiedenen
Raumtemperaturen t



Luftwechselzahl (LW)

$$LW = \frac{\text{Zuluftvolumenstrom}}{\text{Raumvolumen}} \quad \text{in h}^{-1} \text{ (1/h)} \quad \dot{V}_{ZU} = V_R \cdot LW$$

Tab. 4.2 Erfahrungswerte für außenluftbezogene Luftwechselzahlen (nur unter Beachtung der Randbedingungen anwendbar!)

Art des Raumes	Luftwechselzahl	Art des Raumes	Luftwechselzahl
Aborte: in Wohnungen	4 ... 5	Mittel- und Großküchen	10 ... 25
Bürogebäuden	5 ... 8	Kalte Küchen (vgl. Kap. 7.4)	4 ... 8
Fabriken	8 ... 10	Laboratorien	6 ... 15
Schulen	5 ... 8	Lackierereien (je nach örtl. Absaug.)	15 ... 40
öffentliche	10 ... 15	Läden	4 ... 8
Akkumulatorenräume	4 ... 6	Lichtpausereien	10 ... 15
Arbeitsräume	3 ... 7	Markthallen	1,5 ... 3
Ausstellungshallen	1,5 ... 3	Maschinenräume	10 ... 40
Backräume	6 ... 15	Meß- und Prüfräume	8 ... 10
Baderäume	4 ... 6	Montagehallen	5 ... 7
Beizereien	5 ... 15	Operationsräume	15 ... 20
Bibliotheken	3 ... 5	Schulen (Säle)	3 ... 7
Brauseräume	10 ... 30	Schwimmbädern	3 ... 4
Bügelräume	8 ... 15	Sitzungszimmer	6 ... 8
Büroräume	3 ... 6	Speiseräume	6 ... 8
EDV-Räume	10 ... 40	Telefonzentralen	5 ... 10
Entnebelungsanlagen	10 ... 20	Tresore	3 ... 6
Fabrikhallen, groß	1,5 ... 3	Trocknungsanlagen:	
klein	2 ... 4	Lacktrocknung groß	20 ... 30
Färbereien } je nach Absauge-	5 ... 15	Lacktrocknung mittel	30 ... 80
Farbspritzräume } einrichtungen	20 ... 50	Lacktrocknung klein	bis ... 350
Flure	1 ... 4	Wäschetrocknung	20 ... 40
Garagen (vgl. Kap. 7.6)	4 ... 5	Ziegelrocknung	10 ... 30
Garderoben	3 ... 6	Turnhallen	4 ... 6
Gasträume	5 ... 10	Überdruckräume zur Verhinderung	
Gewächshäuser	3 ... 5	des Eindringens von Staub	4 ... 8
Gießereien	8 ... 15	des Eindringens von Gerüchen	1 ... 3
Härtereien	60 ... 100	Umkleieräume (Schwimmbad)	6 ... 8
Hörsäle	8 ... 10	Verkaufsräume	4 ... 8
Hotelzimmer	3 ... 5	Versammlungsräume (allg.)	5 ... 10
Kantinen	6 ... 10	Wäschereien	10 ... 15
Kaufhäuser	4 ... 6	Warenhäuser	4 ... 6
Kino: Raucherlaubnis	5 ... 8	Wartezimmer	4 ... 7
Rauchverbot	4 ... 6	Werkstätten ohne } bes. Luftver-	3 ... 6
Kirchen	1,5 ... 4	Werkstätten mit } schlechterung	6 ... 12
Klassenräume	3 ... 6	Wohnungen (vgl. Kap. 7.2)	(0,5 ... > 4)
Krankenhaus (Bettenstation)	2 ... 5		
Küchen: Kleinküchen (Wohnungen)	8 ... 20		

* Bei der Luftwechselzahl handelt es sich um einen reinen **Erfahrungswert**, der eigentlich nur zur Kontrolle der aus Luftraten oder Bilanzen ermittelten Volumenströme dienen sollte. Ohne die Randbedingungen zu beachten bzw. zu nennen, darf die Annahme einer Luftwechselzahl nicht zur Bestimmung des Außenluftvolumenstroms herangezogen werden.



Zur Wiederholung Kapitel 1-5

1. Aus welchen Gasen besteht die Luft?

2. Was versteht man unter absoluter, maximaler und relativer Luftfeuchte?

3. Wie hoch kann die maximale Luftfeuchte bei 10°C, 20°C und 30°C sein?

4. Wie hoch ist die relative Luftfeuchte bei 10° C, wenn 1 kg Luft 3.8 g Wasserdampf enthält?

5. Mit welchem mechanischen Gerät kann die relative Luftfeuchte gemessen werden?

6. Wie hoch soll die relative Luftfeuchte in klimatisierten Räumen sein?



6. Luftbehandlung

Luftfilter:

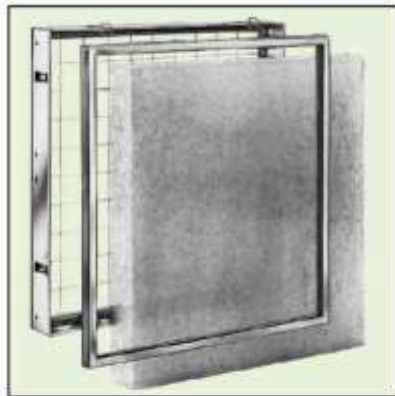
Außenluft und Umluft müssen gereinigt werden. Je nach Zweckbestimmung des Raumes müssen unterschiedliche Luftfilter verwendet werden. Deshalb sind Filter in verschiedene Filterklassen eingeteilt.

Filterklasse	mittlerer Abscheidegrad in %	mittlerer Wirkungsgrad in %	Abscheidegrad in %	Filtergruppe
EN 779				
G 1	$\bar{A} < 65$			Grobstaubfilter für Partikel $> 10 \mu$
G 2	$65 \leq \bar{A} < 80$			
G 3	$80 \leq \bar{A} < 90$			
G 4	$90 \leq \bar{A}$	$\bar{E} < 40$		
F 5	$95 < \bar{A}$	$40 \leq \bar{E} < 80$		Feinstaubfilter für Partikel $> 5-10 \mu$
F 6		$60 \leq \bar{E} < 80$		
F 7		$80 \leq \bar{E} < 90$		Feinstaubfilter für Partikel $1-5 \mu$
F 8		$90 \leq \bar{E} < 95$		
F 9		$95 \leq \bar{E}$		
EN 1822				
H 10			≥ 85	Hepa-Schwebstofffilter für Partikel $< 1 \mu$
H 11			≥ 95	
H 12			$\geq 99,5$	
H 13			$\geq 99,95$	
H 14			$\geq 99,995$	

Faserfilter bestehen aus einem Filtervlies, das aus natürlichen oder künstlichen Fasern hergestellt wird. Die Filtermatten können senkrecht zur Luftströmung als Planfilter oder V-förmigen als V-Filter angeordnet sein. Es gibt auch taschenförmige Beutelfilter, die ein besonderes großes Staubspeichervermögen besitzen.

Für Großanlagen werden auch Rollbandfilter eingesetzt, welche beim Erreichen einer festgelegten Druckdifferenz von einer Steuereinheit automatisch weitertransportiert werden.

Verschmutzte Filter müssen regelmäßig gereinigt oder ausgetauscht werden. Der Verschmutzungsgrad lässt sich durch ein U-Rohr- oder Schrägrohrmanometer feststellen, da der Widerstand des Filters mit zunehmender Verschmutzung ansteigt.



2 Planfilter



3 Küchen-Fettfanggitter (Metallfilter)



1 V-Filter



2 Beutelfilter



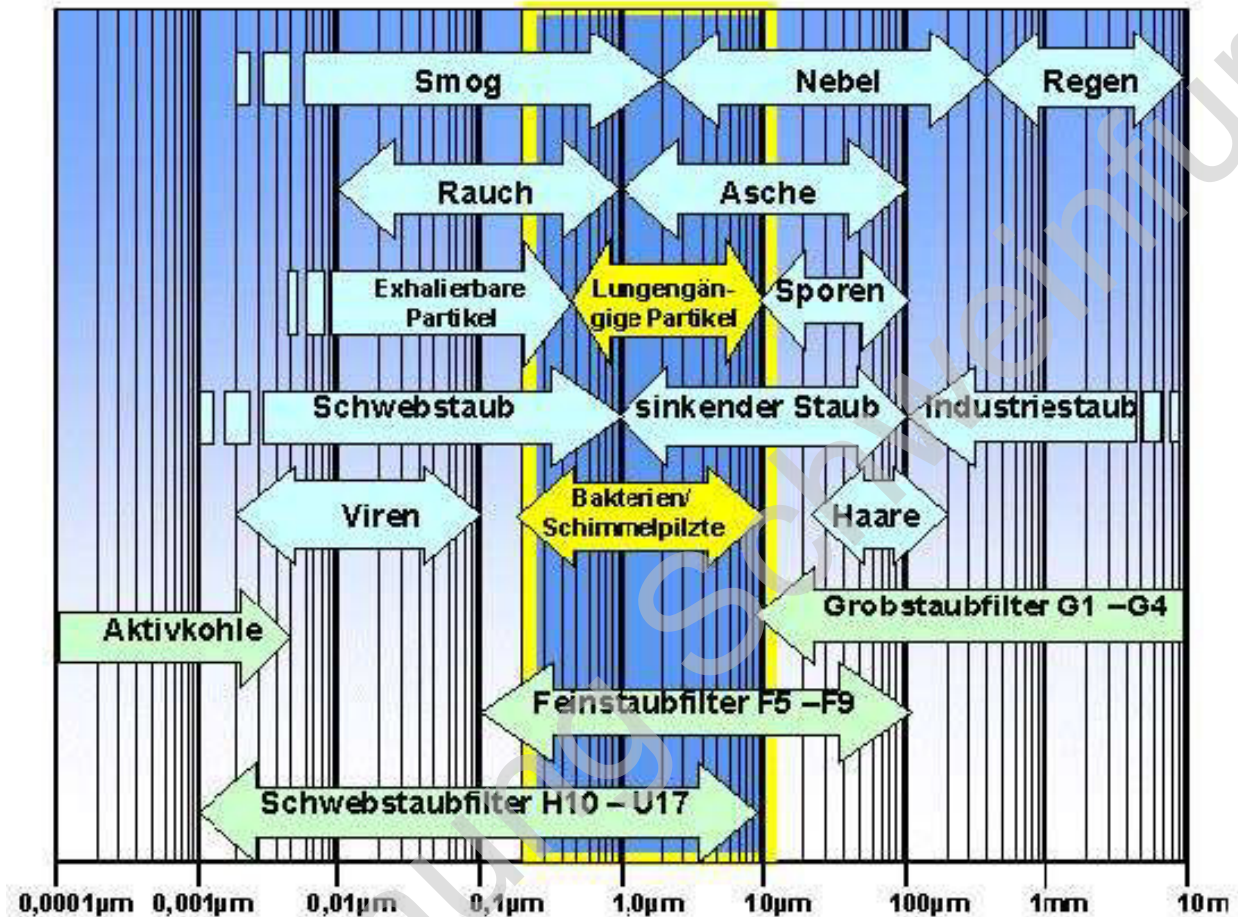
Rollbandfilter für universellen Einbau

größerer Volumenstrom durch V-Form

3 Rollbandfilter



4 Schwebstofffilter



Partikelgröße in µm

Aktivkohlefilter:

Aktivkohlefilter werden insbesondere für die Adsorption von Geruchsstoffen (Küchen, Toiletten), Gasen, Ausdünstungen oder Kohlenwasserstoffen anderer Art verwendet.



Die Aktivkohle wird aus kohlenstoffhaltigen Substanzen wie z. B. Kokosshalen oder Holzkohle so aufbereitet, dass dabei eine möglichst große wirksame Oberfläche erzielt wird.

Elektroluftfilter:

Dem eigentlichen Filter ist ein **Ionisierungsteil** vorgelagert, das mithilfe positiv geladener Wolframdrähte die vorbeiströmenden Staubteilchen ionisiert, wodurch sie elektrisch positiv geladen werden. Der nachgeschaltete Staubabscheider besteht aus Aluminiumplatten in Form von Plattenkondensatoren mit abwechselnd positiver und negativer Ladung. Die positiv geladenen Staubteilchen werden von den negativ geladenen Aluminiumplatten angezogen und lagern sich dort ab. Zur Reinigung werden die Platten mit Wasser abgespritzt. **Vorteile:** Höchste Abscheidegrade bis 0,1 µm, geringe Bedienungskosten, geringer Luftwiderstand **Nachteile:** Hoher Preis, Hochspannungsanlage mit ca. 12 000 V erforderlich.



Keimfilter:

Werden z.B. in Krankenhäusern zum Schutz von Operationsräumen eingesetzt.

Filter	Anfangsdruckdifferenz in Pa	Enddruckdifferenz in Pa
Grobstaubfilter	30... 50	200... 300
Feinstaubfilter	50...150	300... 600
Schwebstofffilter	100...250	1000...1500

3 Druckdifferenzen



ablegen von Luftungsplänen DIN 1946 T1

Außenluft AU ----- Die gesamte aus dem Freien angesaugte Luft. Alte Bezeichnung: „Frischlufte“. Farbe: grün. Wird die Außenluft vorbehandelt, wird die Abkürzung VAU gewählt.

Fortluft FO ----- Die ins Freie abgeführte Luft. Farbe: gelb. Wird die Fortluft nachbehandelt, wird die Abkürzung NFO gewählt.

Abluft AB ----- Die gesamte aus dem Raum abgezogene Luft. Farbe: gelb. Wird die Abluft nachbehandelt, wird die Abkürzung NAB gewählt.

Umluft UM ----- Der Teil der Abluft, die in derselben Anlage als Zuluft wieder verwendet wird. Alte Bezeichnung: „Rückluft“. Farbe: gelb (früher orange)

Mischluft MI ----- Mischung von Luft verschiedener Art oder verschiedenen Zustandes (in der Regel AU- und UM-Luft). Farbe: orange (wurde früher nicht besonders gekennzeichnet)

Zuluft ZU

Zuluft

Nach thermodyn. Luftbehandlung

Grün => keine Funktion

Rot => eine - - -

Blau => zwei/drei - - -

Violett => vier - - -

Die gesamte dem Raum zuströmende Luft

Farbe richtet sich nach der Anzahl der thermodynamischen Luftbehandlungsfunktionen: grün keine Funktionen, rot bei einer Funktion, blau bei 2 oder 3 Funktionen, violett bei 4 Funktionen.

Eine vorbehandelte Zuluft erhält die Abkürzung VZU.

Diese Kennzeichnungen sollen nochmals anhand einiger Beispiele (Abb. 2.2) angewandt werden

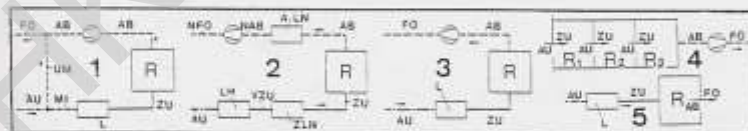
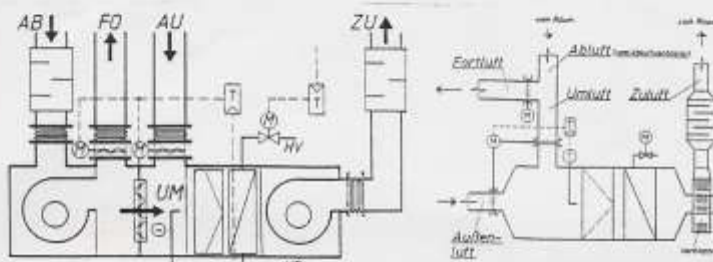


Abb. 2.2 Anwendungsbispiele für Luftarten: (L) Luftbehandlung; (LH) Luftfeuchtebehandlung; (ALN) Abluftnachbehandlung; (ZLN) Zuluftnachbehandlung; (R) Raum; (NAB) nachbehandelte Abluft.



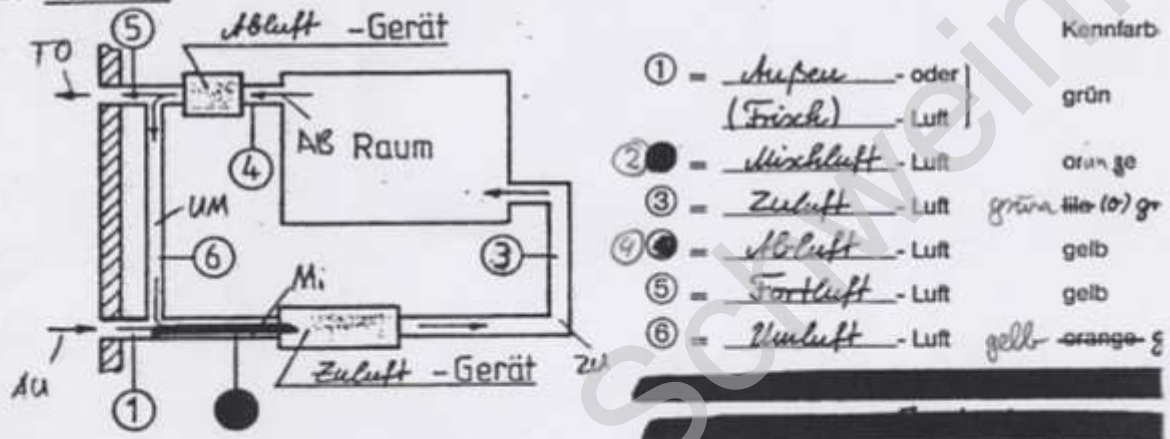
7.2 Lüftungsanlagen

A. Aufgaben der Lüftungsanlagen

Hauptaufgabe der Lüftung ist die Erneuerung der Raumluft. Nach DIN 1946 müssen Lüftungsanlagen Einrichtungen aufweisen, welche

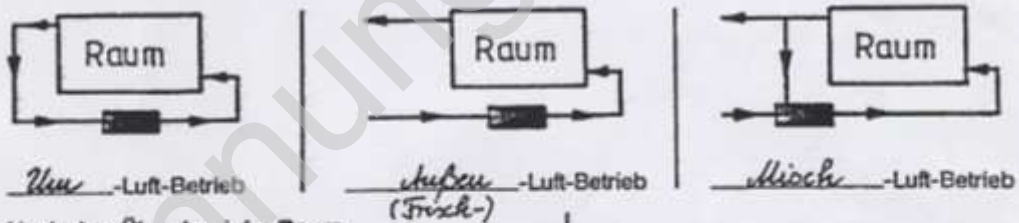
- die Luft reinigen (z. B. in Küchen) und
- die Luft erwärmen (z. B. im Winter)

B. Luftarten

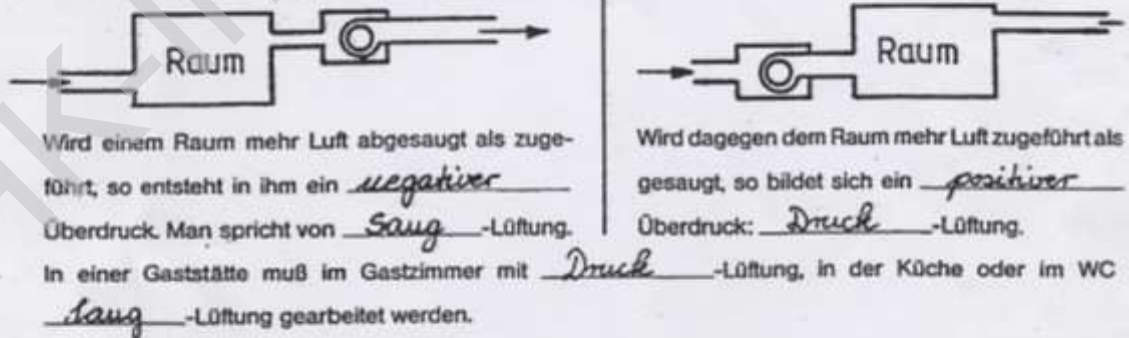


C. Einteilung der Lüftungsanlagen

1. Nach dem Anteil der Zuluft



2. Nach dem Überdruck im Raum



3. Nach dem Lüftungsgerät

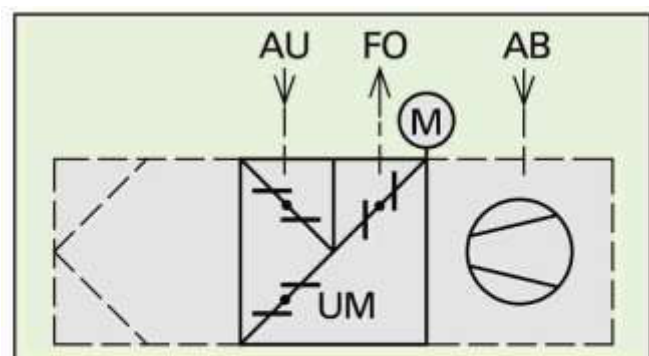


Thermodynamische Luftbehandlung

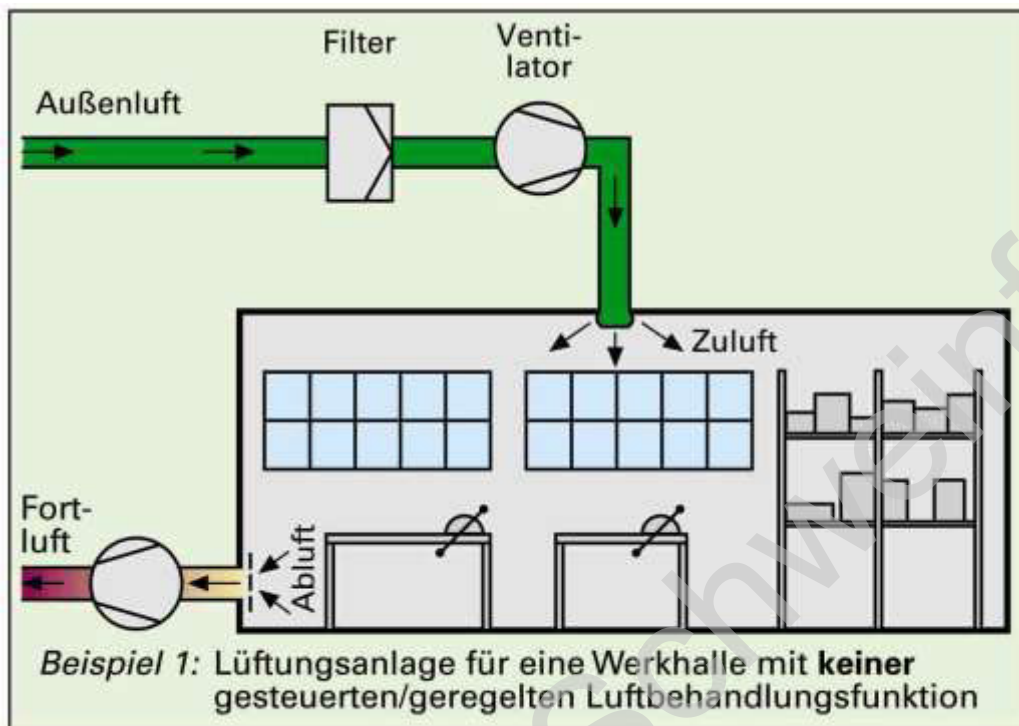


1 Mischkammer in Kastenbauweise

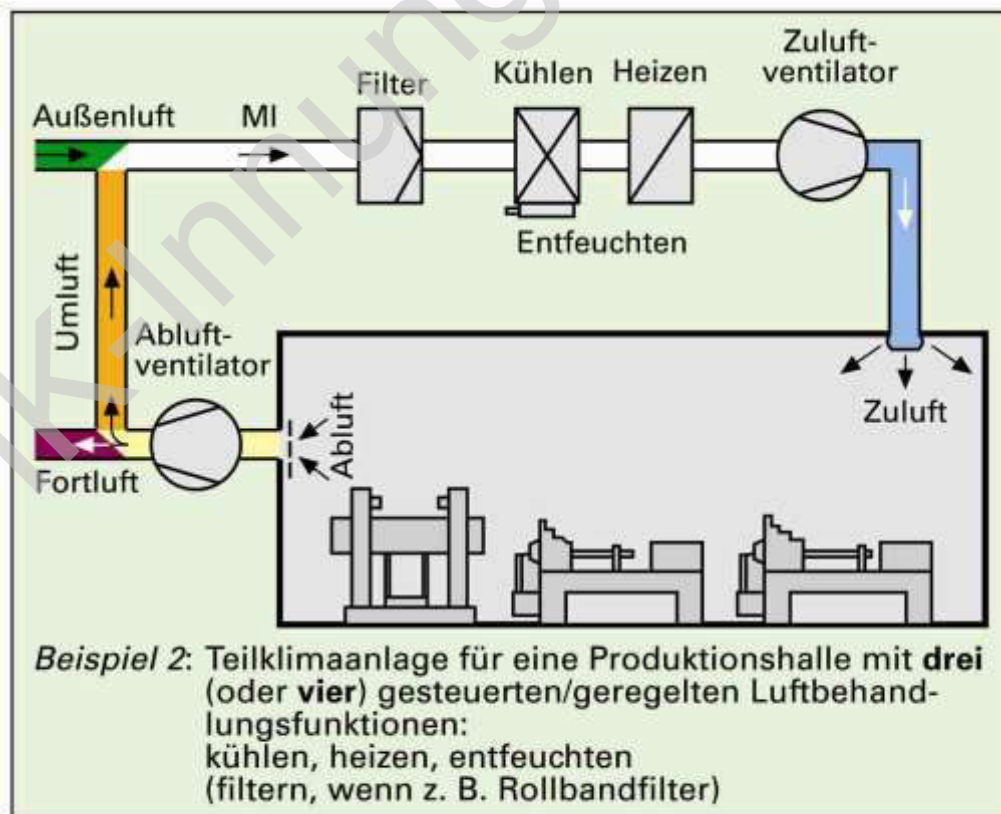
Im **Mischluftbetrieb** wird Außenluft mit Umluft gemischt. Dadurch kann man ohne erhöhten Energieaufwand gleichzeitig Heizen/Kühlen und Lüften. Das Mischungsverhältnis von Außen- und Umluft lässt sich nach Außentemperatur und Raumluftverschlechterung stufenlos ändern.



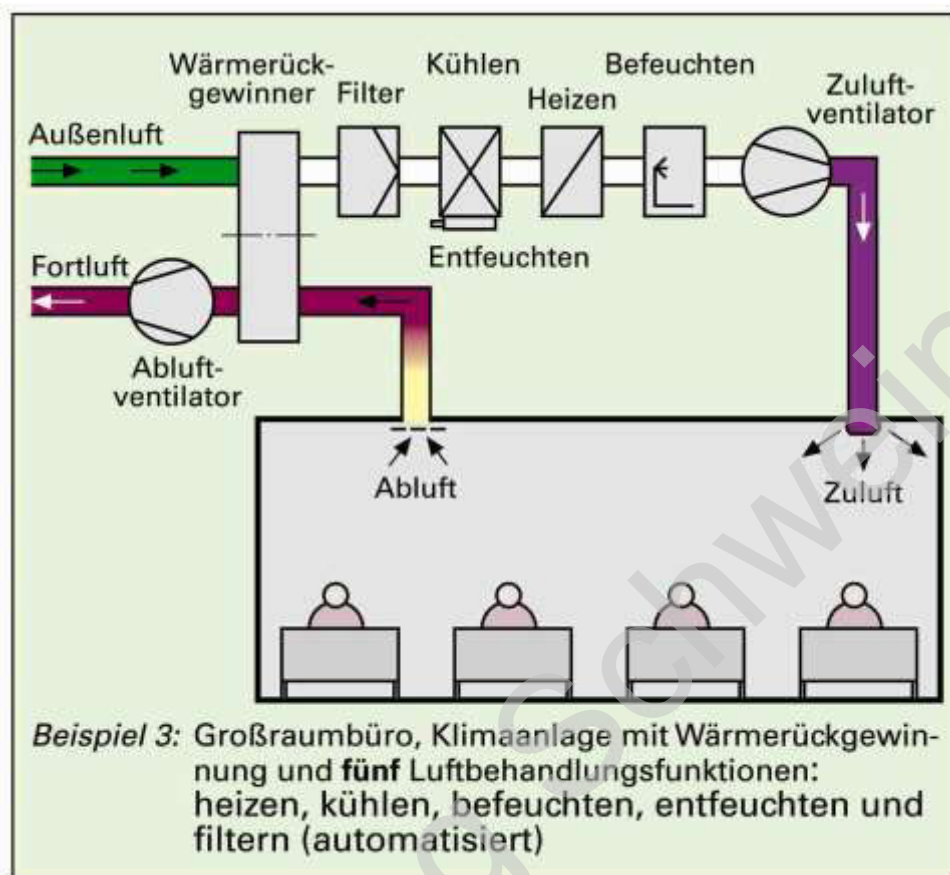
3 Symbol Mischkammer, 3 Klappen, im Gehäuse eingebaut



2 Lüftungsanlage



3 Teilklimaanlage



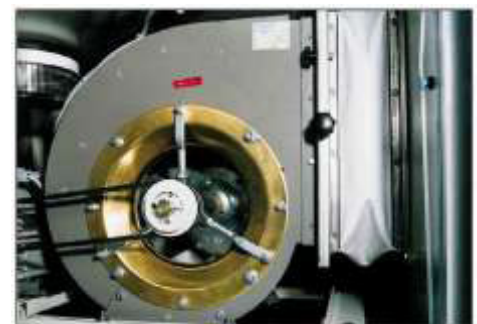
4 Klimaanlage



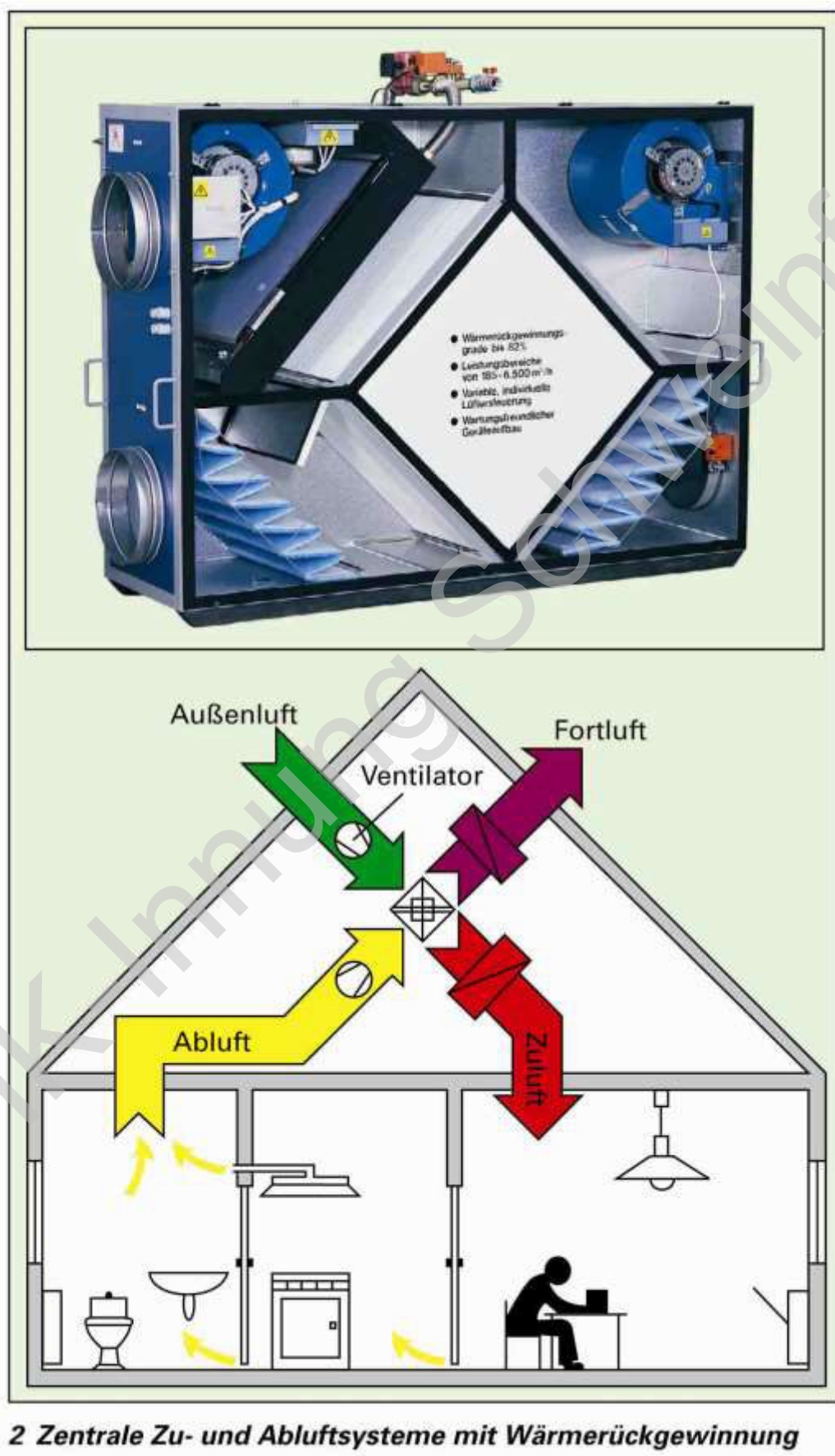
2 Axialventilator



1 Lufterhitzer



1 Radialventilator



7. Luftverteilung

Luftleitungen:

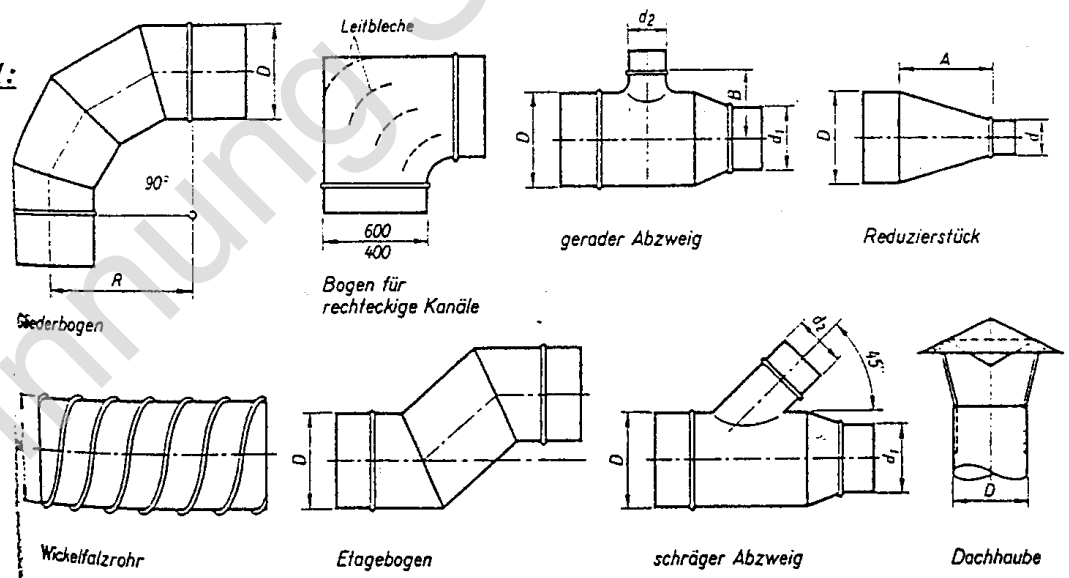
Die Luft wird von außen zu den Lüftungs- und Klimageräten, in die Räume und ins Freie transportiert. Die dazu notwendigen Luftleitungen werden auch Luftkanäle genannt. Zur Herstellung der Luftkanäle lassen sich folgende Baustoffe verwenden:

- verzinktes Stahlblech,
- Blech aus nichtrostenden Stahl,
- Aluminiumblech,
- Faserzementplatten,
- Kunststoffplatten,
- Mauerwerk und Beton.

Vorzugsweise werden verzinkte Stahlblechkanäle verwendet. In Laboratorien, in denen aggressive Dämpfe entstehen, sind Kunststoffe oder nichtrostender Stahl die am besten geeigneten Werkstoffe.

Runde Blechkanäle werden meistens durch das Rohrwickelverfahren aus verzinkten Stahlblechstreifen maschinell angefertigt. Diese Wickelfalzrohre (339.1) lassen sich in gestuften Abmessungen von 80 mm bis 2000 mm Durchmesser serienmäßig herstellen. Sie sind preiswert, durch den wendelförmigen Falz sehr formstabil und können mit den zahlreichen Formstücken zu ausgedehnten Luftleitungsnetzen zusammgebaut werden. Achtung: Die Formstücke werden mit und ohne Dichtungen angeboten.

Zeichnungen 339.1:



Rechteckige Blechkanäle werden beim Verlegen der Luftleitungen in Zwischendecken verwendet, da der Platz dann besser nutzbar ist. Weil sehr viele Kombinationen von Abmessungen möglich sind, lassen sich rechteckige Kanäle nicht serienmäßig herstellen. Auch die Formstücke müssen einzeln angefertigt werden. Rechteckige Blechkanäle sind deshalb teurer als runde Blechkanäle.

Flexible Rohre werden aus schmalen Aluminium- oder Stahlbändern durch Wickeln hergestellt. Auch andere Werkstoffe, z.B. Papier, Kunststoff und Stahldraht, lassen sich verwenden. Die leicht beweglichen Rohre lassen sich in der Form und auch in der Länge den Bedürfnissen anpassen. Flexible Rohre werden mit Durchmessern von 50 mm bis 500mm hergestellt. Sie dienen häufig als Verbindungsleitungen zwischen Luftkanal und Lufterin- und Luftauslässen innerhalb von Zwischendecken.

Innung für Spengler-, Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik Schweinfurt - Main - Rhön

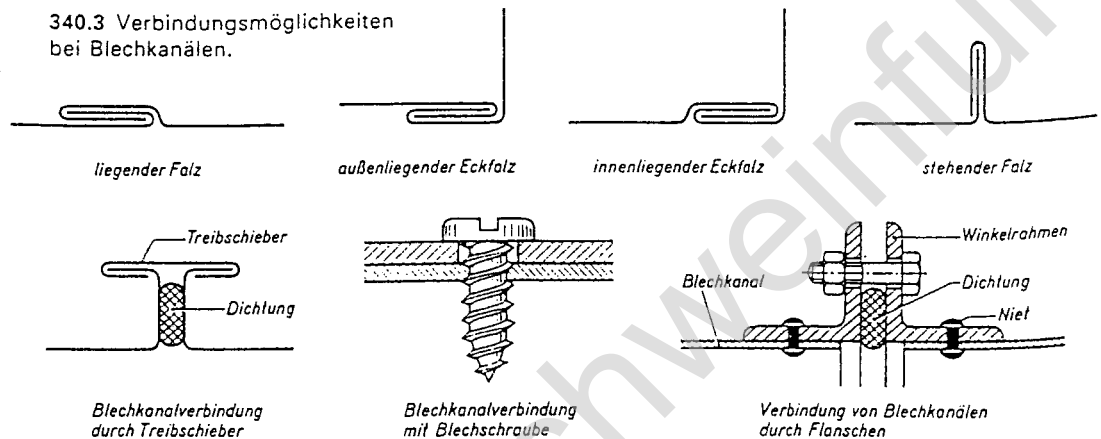
- SHK-Bildungszentrum und Bundesleistungszentrum -



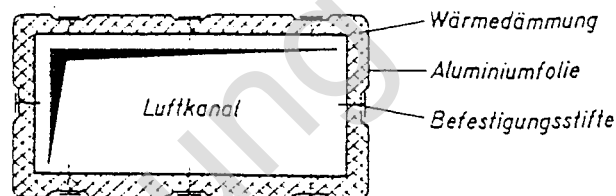
Verbindung von Luftkanälen. Luftkanäle und deren Verbindungen müssen weitgehend dicht sein. Dabei werden verschiedene Dichtheitsklassen unterschieden. Ohne besondere Anforderungen (Dichtheitsklasse 1) können Luftkanäle und deren Formstücke und deren Formstücke durch Niete, Punktschweißen, Falzen, Schrauben oder Stecken verbunden werden. Bei erhöhten oder hohen Anforderungen an die Dichtheit sind zusätzliche Abdichtungen notwendig.

Zeichnung 340.3:

340.3 Verbindungsmöglichkeiten
bei Blechkanälen.



341.1 Wärmedämmung eines Luftkanals:



Die Längsnähte von Blechkanälen können durch verschiedene Falze (340.3) oder durch Schweißen hergestellt werden. Die Verbindung der Luftkanäle untereinander oder mit deren Formstücken kann durch Flanschverbindungen, Treibschieber oder Steckverbindungen mit jeweils geeigneten Dichtungen erfolgen. Geschweißte Kanalverbindungen sind, richtig ausgeführt, besonders dicht (Dichtheitsklasse IV).

Wärmedämmung (341.1). Um Wärmeverluste und Kondenswasserbildung zu vermeiden, müssen Luftleitungen gedämmt werden. Dazu verwendet man überwiegend nicht brennbare Mineralwollmatten mit Aluminiumfolie oder Weichschaumplatten. Da die Temperaturdifferenzen zwischen Kanalluft und der Luft außerhalb des Kanals meist nicht sehr groß sind, genügen Dämmdicken von 20 mm bis 40 mm. Die Wärmedämmplatten werden von außen auf die Luftkanäle aufgeklebt und evtl. zusätzlich durch Stifte befestigt.

Luftgeschwindigkeit. Sie bestimmt die Größe und damit die Kosten der Luftkanäle so wie die Druckverluste und Strömungsgeräusche. Man spricht von Niedergeschwindigkeitsanlagen bei Luftgeschwindigkeiten **bis zu 10 m/s** in den Verteil- und Sammelleitungen und von Hochgeschwindigkeitsanlagen **bei mehr als 10 m/s**.



Datum : _____

Protokoll 2

Seite : _____

Messprotokoll Luftvolumenstrommessung

Messungen nach dem Schwerlinien-Verfahren in Rohren nach VDI 2080

Bauvorhaben : _____

Anlage : _____ Meßort : _____

Meßgerät : Staurohr Meßpunkt : _____

Durchmesser : _____ mm Fläche : _____ m²

Anzahl der Kreisringe : _____

Achse 1 von links nach rechts

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (cm)										
v (m/s)										

Achse 1 von rechts nach links

i	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
y (cm)										
v (m/s)										

Achse 2 von links nach rechts

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (cm)										
v (m/s)										

Achse 2 von rechts nach links

i	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
y (cm)										
v (m/s)										

D p : _____ Pa

V mittel : _____ m/s

Soll - Luftmenge _____ m³/h

Ist - Luftmenge _____ m³/h

Abweichung _____ %

y : Abstand von der Rohrwand

i : Ordnungszahl der Kreisringe von außen gezählt



Datum : 30.03.00

Protokoll 2

Seite : 2

Messprotokoll Luftvolumenstrommessung
Messungen nach dem Schwerlinien-Verfahren in Rohren nach VDI 2080

Bauvorhaben : Berufsbildende Schulen II Oldenburg

Anlage : Zuluftanlage

Meßort : _____

Meßgerät : Stauruhr

Meßpunkt : 2

Durchmesser : 500 mm

Fläche : 0,1963 m²

Anzahl der Kreisringe : 4

Achse 1 von links nach rechts

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (cm)	1,6	5,2	9,7	16,2						
v (m/s)	3,00	2,90	2,50	2,30						

Achse 1 von rechts nach links

i	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
y (cm)							16,2	9,7	5,2	1,6
v (m/s)							3,60	3,90	4,20	4,30

Achse 2 von links nach rechts

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (cm)	1,6	5,2	9,7	16,2						
v (m/s)	3,50	3,30	2,60	2,00						

Achse 2 von rechts nach links

i	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
y (cm)							16,2	9,7	5,2	1,6
v (m/s)							2,30	3,00	3,10	3,30

D p : _____ Pa

V mittel : 3,11 m/s

Soll - Luftmenge _____ m³/h

Ist - Luftmenge 2200 m³/h

Abweichung _____ %

y : Abstand von der Rohrwand

i : Ordnungszahl der Kreisringe von außen gezählt



Datum : _____

Protokoll 1

Seite : _____

Messprotokoll Luftvolumenstrommessung

Messungen nach dem Trivialverfahren nach VDI 2080

Bauvorhaben : _____

Anlage : _____ Meßort : _____

Meßgerät : Flügelrad-Anemometer Meßpunkt : _____
 Staurohr

Messungen (ankreuzen) : im Kanal am Gitter

Breite : _____ mm Höhe : _____ mm

Fläche : _____ m² Fläche effektiv : _____ m²
(nur bei Gittern)

Meßpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1											m/s
2											m/s
3											m/s
4											m/s
5											m/s
6											m/s
7											m/s
8											m/s
9											m/s
10											m/s

D p : _____ Pa
V mittel : _____ m/s

Soll - Luftmenge _____ m³/h

Ist - Luftmenge _____ m³/h

Abweichung _____ %



Datum : 30.03.00

Protokoll 1

Seite : 1

Messprotokoll Luftvolumenstrommessung

Messungen nach dem Trivialverfahren nach VDI 2080

Bauvorhaben : Berufsbildende Schulen II Oldenburg

Anlage : Zuluftanlage Meßort : _____

Meßgerät : Flügelrad-Anemometer Meßpunkt : 1
 Stauraohr

Messungen (ankreuzen) : im Kanal am Gitter

Breite : 385 mm Höhe : 330 mm

Fläche : 0,1271 m² Fläche effektiv : _____ m²
(nur bei Gittern)

Meßpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	6,00	6,30	6,43								m/s
2	6,00	6,40	6,31								m/s
3	6,00	6,30	6,27								m/s
4											m/s
5											m/s
6											m/s
7											m/s
8											m/s
9											m/s
10											m/s

D p : _____ Pa
V mittel : 6,22 m/s

Soll - Luftmenge _____ m³/h

Ist - Luftmenge 2846 m³/h

Abweichung _____ %



Beispiel: Durch einen runden Luftkanal soll ein Volumenstrom von $10000\text{m}^3/\text{h}$ strömen. Wie groß müssen Querschnittsfläche A und Kanaldurchmesser d

- bei einer Luftgeschwindigkeit von 5m/s sein (Niedergeschwindigkeitsanlage)
- bei einer Luftgeschwindigkeit von 15m/s sein (Hochgeschwindigkeitsanlage)

Lösung:

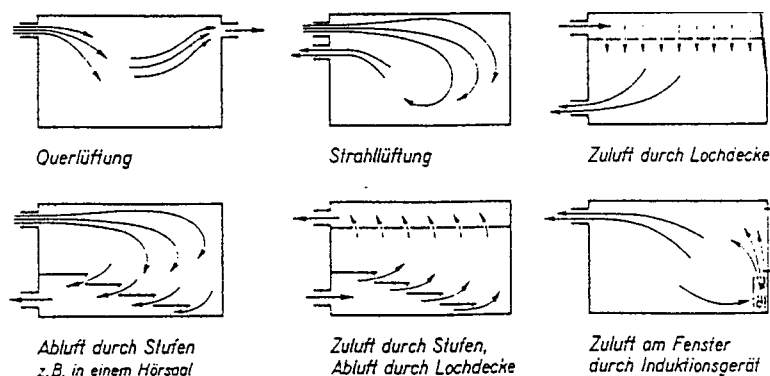
Bei einer Geschwindigkeit von 15m/s (Hochgeschwindigkeitsanlage) ist die Kanalanlage wesentlich günstiger als bei 5m/s . Für diesen Vorteil müssen aber stärkere Geräusche und ein höherer Energiebedarf des Ventilators in Kauf genommen werden.

Hochgeschwindigkeitsanlagen werden überwiegend für sehr große Luftvolumenströme, z.B. in großen Verwaltungsgebäuden, gebaut. Bei kleineren bis mittelgroßen Anlagen werden Niedergeschwindigkeitsanlagen bevorzugt. In Lüftungs- und Klimageräten liegen die Luftgeschwindigkeiten zwischen 2m/s und 3m/s .

8. Lüftung im Raum

Die Luft soll zugfrei in den Raum ein- und ausströmen. Dabei ist darauf zu achten, dass alle Zonen des Raumes möglichst gleichmäßig durchlüftet werden (342.1).

Zeichnung 342.1: Verschiedene Arten der Lüftung in einem Raum.



Die Art der Lüftung richtet sich nach den räumlichen Verhältnissen und nach den jeweiligen Luftvolumenströmen und Lufttemperaturen.

Innung für Spengler-, Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

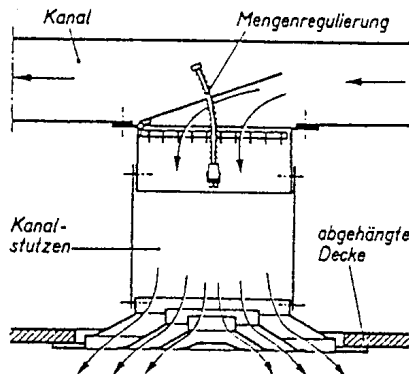
Schweinfurt - Main - Rhön

- SHK-Bildungszentrum und Bundesleistungszentrum -



Weitgehend zugfreie und gleichmäßige Luftverteilung wird durch Lochdecken erreicht. Die Luft strömt dabei durch Bohrungen in einer abgehängten Decke in den Raum. Auch eine Absaugung über die Lochdecke ist möglich.

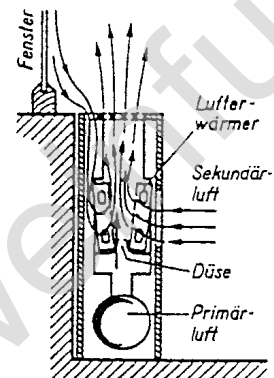
Zeichnung 343.1:



Zeichnung 343.2:

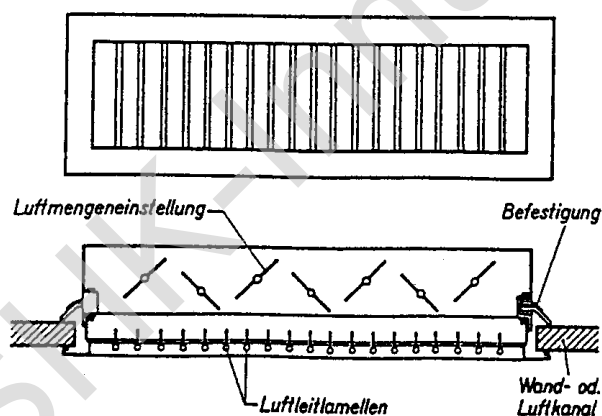
◀ 343.1 Deckenauslaß für Zuluft. Der Luftvolumenstrom läßt sich durch einstellbare Schöpfgitter regulieren. Die Luft wird durch trichterartige Lamellen kegelförmig ausgeblasen.

343.2 Induktionsgerät für Hochgeschwindigkeitsanlagen. Die Zuluft strömt durch Injektordüsen in eine Mischkammer. Dadurch wird Raumluft über zusätzliche Wärmeaustauscher angesaugt, die sich mit der zentral aufbereiteten Primärluft mischt.



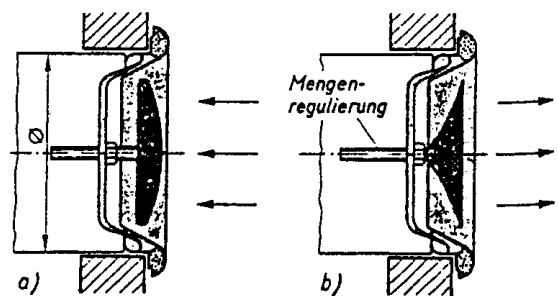
Luftaus- oder Lufteinlässe an einer Wand bestehen normalerweise aus Stahlblech-, Aluminium-, Kunststoff- oder Holzgittern. Zugluftgitter besitzen häufig Luftleitlamellen, mit denen die Strahlrichtung eingestellt werden kann. Über Drosselvorrichtungen lassen sich die Volumenströme der Zu- und Abluft regulieren (342.2 und 342.3).

342.2 Zu- bzw. Abluftgitter mit Mengenregulierung und Luftleitlamellen.



342.3 Runde Lüftungsventile:

- Abluftventil,
- Zuluftventil.



Bei großflächigen Räumen, z.B. in Kaufhäusern, muss die Luft oft durch Deckenauslässe eingeblasen werden (343.1) Auch eine Absaugung über Deckengitter ist möglich.

In Hochgeschwindigkeitsanlagen wird die Zuluft meist über Induktionsgeräte, die oft unter dem Fenster angeordnet sind, in den Raum gebracht (343.2). Es gibt viele verschiedene Konstruktionen, Nachbehandlung der Luft durch eingebaute Lufterwärmer oder Kühler ist möglich. Die Raumlufttemperaturen kann man dann individuell regeln.

Es gibt weitere Möglichkeiten, Zuluft in den Raum einzublasen oder Abluft anzusaugen.

Wetterschutzgitter und Jalousienklappen:

Wetterschutzgitter: Außenluft wird meistens durch Wetterschutzgitter an einer Außenwand angesaugt. Regenabweisende Lamellen und ein Drahtgitter verhindern, dass Feuchtigkeit, Insekten oder Kleintiere in das Kanalnetz gelangen. Wetterschutzgitter lassen sich auch zum Ausblasen der Fortluft verwenden. Bei der Anordnung des Fortluftgitters am Gebäude sind Geruchs- und Geräuschbelästigungen zu beachten. Es darf nicht zu einem Kurzschluss zwischen Fortluft und Außenluftansaugungen kommen.

Jalousieklappen dienen zur Regulierung und Absperrung der Luftvolumenströme in Kanälen, Misch- und Verteilerkammern. Jalousienklappen werden durch Stellmotoren betätigt. Die Klappen können gleichläufig oder gegenläufig mit dem Antriebsgestänge gekuppelt sein.

9. Brandschutz in RLT-Anlagen

Bei einem Gebäudebrand kann sich das Feuer über Luftkanäle schnell ausbreiten. Besonders senkrechte Kanäle wirken wie Kamine, über die sich der Brand von Geschoß zu Geschoß überträgt. Außerdem kann sich der bei einem Brand entstehende Rauch durch die RLT-Anlage ausbreiten und Todesfälle durch Erstickten verursachen. (Bsp.: Flugplatz Düsseldorf)

Unter Brandschutz versteht man technische Einrichtungen, die eine Brand- und Rauchausbreitung in einem Gebäude durch die RLT-Anlage verhindern.

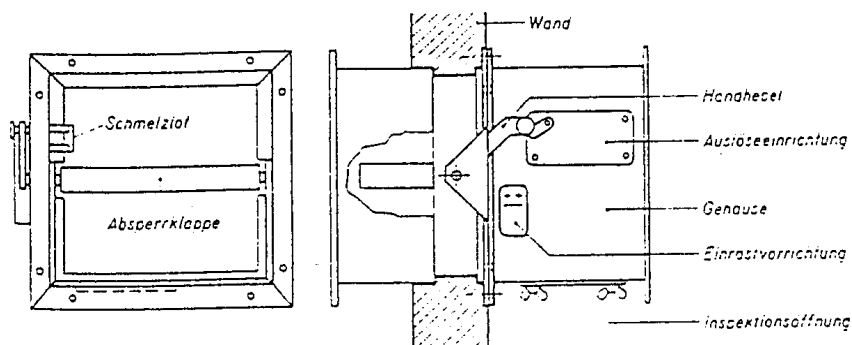
Bauteile und Einrichtungen für den Brandschutz sind nach DIN 4102 in verschiedene Feuerwiderstandsklassen eingeteilt (vgl. Tabelle 71).

Tabelle 71:

Tabelle 71 Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102				
Feuerwiderstandsklasse	Feuerwiderstandsdauer	Luftleitungen	Brandschutzklappen	Türen
F 30	mind. 30 min	L 30	K 30	T 30
F 60	mind. 60 min	L 60	K 60	T 60
F 90	mind. 90 min	L 90	K 90	T 90
F 120	mind. 120 min	L 120	K 120	T 120
F 180	mind. 180 min	L 180	K 180	T 180

Je nach Anforderungen an den Brandschutz müssen Bauteile und Einrichtungen mindestens 30 Minuten bis 180 Minuten einem Feuer standhalten, damit in dieser Zeit der Brand gelöscht und die Rettung der Bewohner möglich ist.

Zeichnung 345.1:



Bei den Feuerwiderstandsklassen F 30 und F 60 spricht man von feuerhemmend (fh), bei F 90 und F 120 von feuerbeständig (fb) und bei F 180 von hochfeuerbeständig (hfb).



Brandschutzklappen (345.1). Es sind automatisch schließende Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung in Luftkanälen. Die feuerhemmende Absperrklappe ist im Normalfall geöffnet. Bei Brand wird sie durch ein Schmelzlot, das bei 72° C den Schließmechanismus auslöst, geschlossen. Zusätzlich kann der Schließvorgang durch eine magnetische oder pneumatische Vorrichtung ausgelöst werden. Brandschutzklappen sind zwischen zwei Gebäudeabschnitten in die Wand oder Decke einzubauen. Die Feuerwiderstandsklasse beträgt meistens K 60 oder K90.

Feuerhemmende Luftleitungen: Wenn Luftleitungen aus Stahlblech Brandabschnitte ohne Brandschutzklappen durchqueren, müssen sich durch äußere feuerhemmende Dämmschichten die Feuerwiderstandsklassen L 30 bis L90 erfüllen (je nach Anforderung an den Brandschutz). Es dürfen keine Öffnungen vorhanden sein, und die maximalen Kanalabmessungen dürfen 600 mm nicht überschreiten. Kanalverbindungen und Befestigungen sind ebenfalls feuerhemmend herzustellen.

Rauchmelder: RLT-Anlagen, die mit Umlauf arbeiten, müssen gegen Rauchübertragung geschützt sein. Da Brandschutzklappen erst bei einer Temperatur von 72° C reagieren, müssen Rauchmelder eingebaut werden, die bei Rauchentwicklung die Brandschutzklappen magnetisch oder pneumatisch schließen und die Ventilatoren abschalten. Die meisten Rauchmelder arbeiten nach dem Ionisationsprinzip. Rauch erzeugt schwerbewegliche Ionen, die den Strom in der Messkammer verändern. Durch einen Verstärker wird diese Änderung zur Bestätigung der Rauchauslöseinrichtungen genutzt.

10. Schallschutz in RLT-Anlagen

Die von Ventilatoren erzeugten Geräusche müssen gemindert werden, da sonst der zulässige Schallpegel in den Räumen nicht eingehalten werden kann (vgl. Tabelle 72). Die Geräusche können sich durch Luftschall, besonders über die Luftkanäle, und durch Körperschall über Wände und Decken übertragen.

Tabelle 72:

Raumart	Schallpegel in dB (A) Anforderungen	
	hoch	gering
Konzertsäle, Theater, Lesesäle, Ruheräume	30	35
Hörsäle, Klassenräume, Museen, Konferenzräume	35	40
Laboratorien, Gaststätten, EDV-Räume	40	55
Großraumbüros, Sporthallen, Schwimmbäder	45	50

Schalldämpfer. Meistens werden Kulissenschalldämpfer im Zuluftkanal, Abluftkanal und bei Bedarf auch im Fortluftkanal eingebaut. Die Kulissen bestehen meist aus schallabsorbierenden Mineralfasermatten, deren Oberfläche durch Drahtgitter oder Glasvliese gegen Abrieb geschützt ist. Je nach Dicke und Länge der Kulissen ist die Schalldämpfung unterschiedlich.

Die Frequenz der Ventilatorgeräusche hängt u. a. von der Drehzahl und der Schaufelzahl des Ventilators ab. Ventilatorgeräusche in RLT-Anlagen liegen häufig in einem Frequenzbereich von 250 Hz.

Die genaue Festlegung eines Schalldämpfers ist sehr schwierig. Er kann jedoch nach einem stark vereinfachten Verfahren ausgesucht werden. Durch das Leitungsnetz, besonders durch Luftaus- und Lufteinlässe sowie durch Kanalformstücke, wird ein Teil des Schallpegels gemindert. Der dann immer noch zu hohe Schallpegel muss durch einen Schalldämpfer herabgesetzt werden.

Beispiel: Ein Ventilator hat einer Frequenz von ca. 250 Hz einen Schallpegel von 79 dB (A). Durch das Kanalnetz werden 20 dB (A) gemindert. Der Schallpegel im Raum soll 35 dB (A) betragen. Welcher Schalldämpfer ist zu wählen?

Lösung:

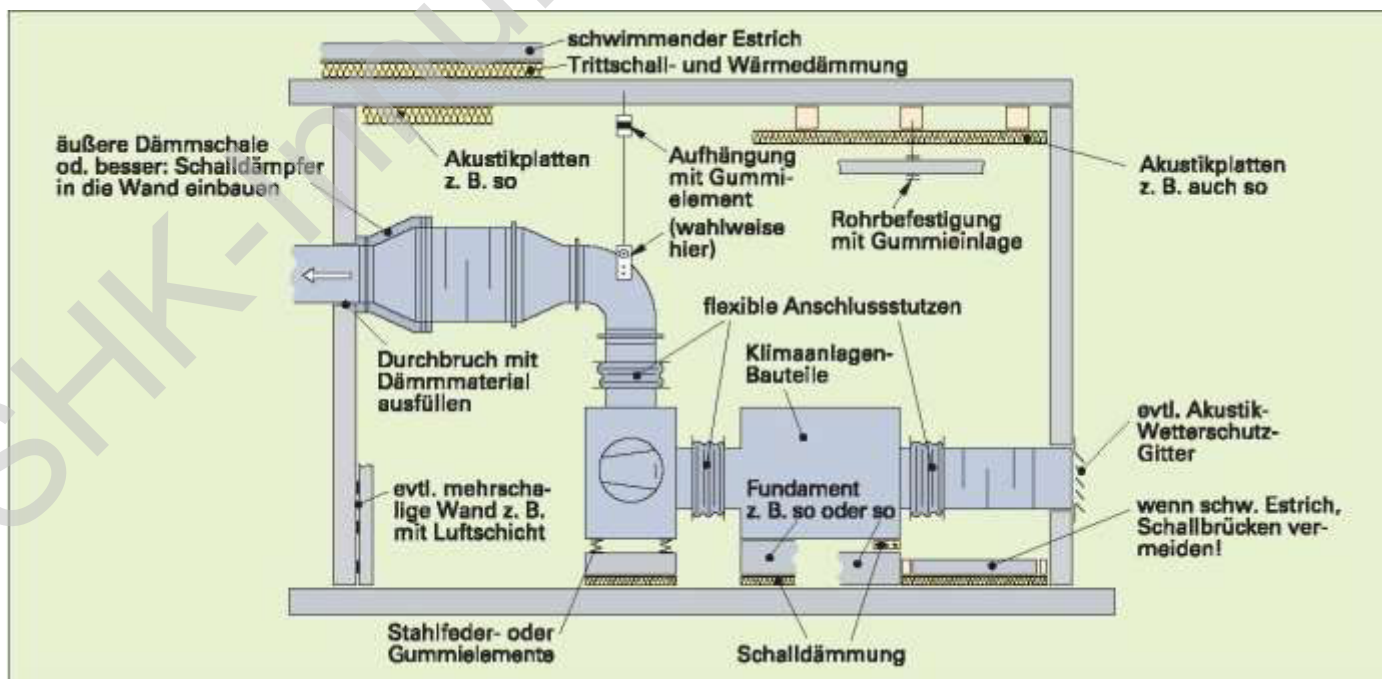
z.B. Länge des Schalldämpfers nach Herstellerangaben: 1090 mm

Zusätzliche Schalldämpfer können an den Zuluft- und Abluftanschlüssen der einzelnen Räume eingebaut werden. Damit lassen sich unterschiedliche Schallpegel in den Räume einhalten. Außerdem wird die Schallübertragung von Raum gemindert (Telefonieschalldämpfer).

Maßnahmen zur Minderung des Körperschalls (347.1). Ventilatoren haben Unwuchten, die Schwingungen der Lüftungsgeräte verursachen. Damit sich diese Schwingungen nicht über das Kanalnetz sowie über Decken und Wände übertragen, sind zusätzliche Schalldämm- und Schalldämpfungsmaßnahmen erforderlich:

- Elastische Anschlüsse an den Ansaug- und Ausblasestutzen
- Federschwingungsdämpfer oder Schalldämmmatten, auf die die Lüftungsgeräte gestellt werden
- Schwingungsdämpfer an den Kanalbefestigungen.

Außerdem können Wände, Decken und Fußböden der Lüftungs- und Klimazentralen mit schalldämmenden Stoffen ausgekleidet sein, die verhindern, dass sich Luft- und Körperschall in benachbarte Räume übertragen.





11. Inbetriebnahme von RLT-Anlagen

Nach VOB DIN 18379 „Raumluftechnische Anlagen“ muss eine Abnahmeprüfung durchgeführt werden. Dabei ist nachzuweisen, dass die RLT-Anlage vollständig und nach den Regeln in der Technik gebaut wurde.

Funktionsprüfung:

Während eines mehrstündigen Betriebes ist besonders die Funktion folgender Anlagenteile zu prüfen:

- Absperrvorrichtungen gegen Feuer und Rauch,
- Frostschutzeinrichtungen (Eisspray) und Temperaturbegrenzungen,
- Lufterwärmer und Luftkühlanlagen,
- Be- und Entfeuchtungseinrichtungen,
- Filter,
- Regelungsanlagen.

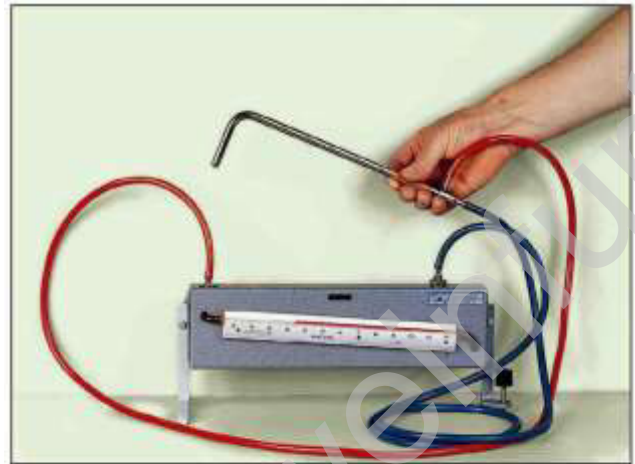
Wenn im Zuluftkanal geeignete Rauchpatronen angezündet werden, lässt sich die Luftführung im Raum angenähert nachweisen.

Messungen der Luftgeschwindigkeit:

Häufig stimmen die berechneten Luftvolumenströme nicht mit den wirklichen Strömungsverhältnissen überein. Deshalb sind Messungen durchzuführen, damit über Drosselvorrichtungen die Luftvolumenströme auf bestimmte Werte eingestellt werden können. Für die Luftgeschwindigkeitsmessung werden folgende Messgeräte mit Digital- oder Analoganzeige verwendet:



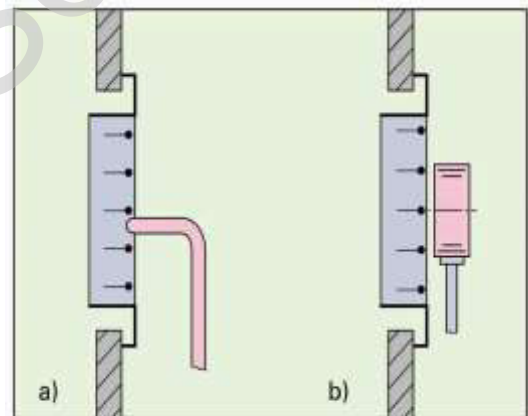
3 Mechanisches Flügelradanemometer



2 Messanordnung mit Prandtl-Rohr für die Messung des dynamischen Drucks



4 Thermisches Anemometer



1 Geschwindigkeitsmessung am Gitter a) mit Prandtl-Rohr, b) mit Flügelradanemometer

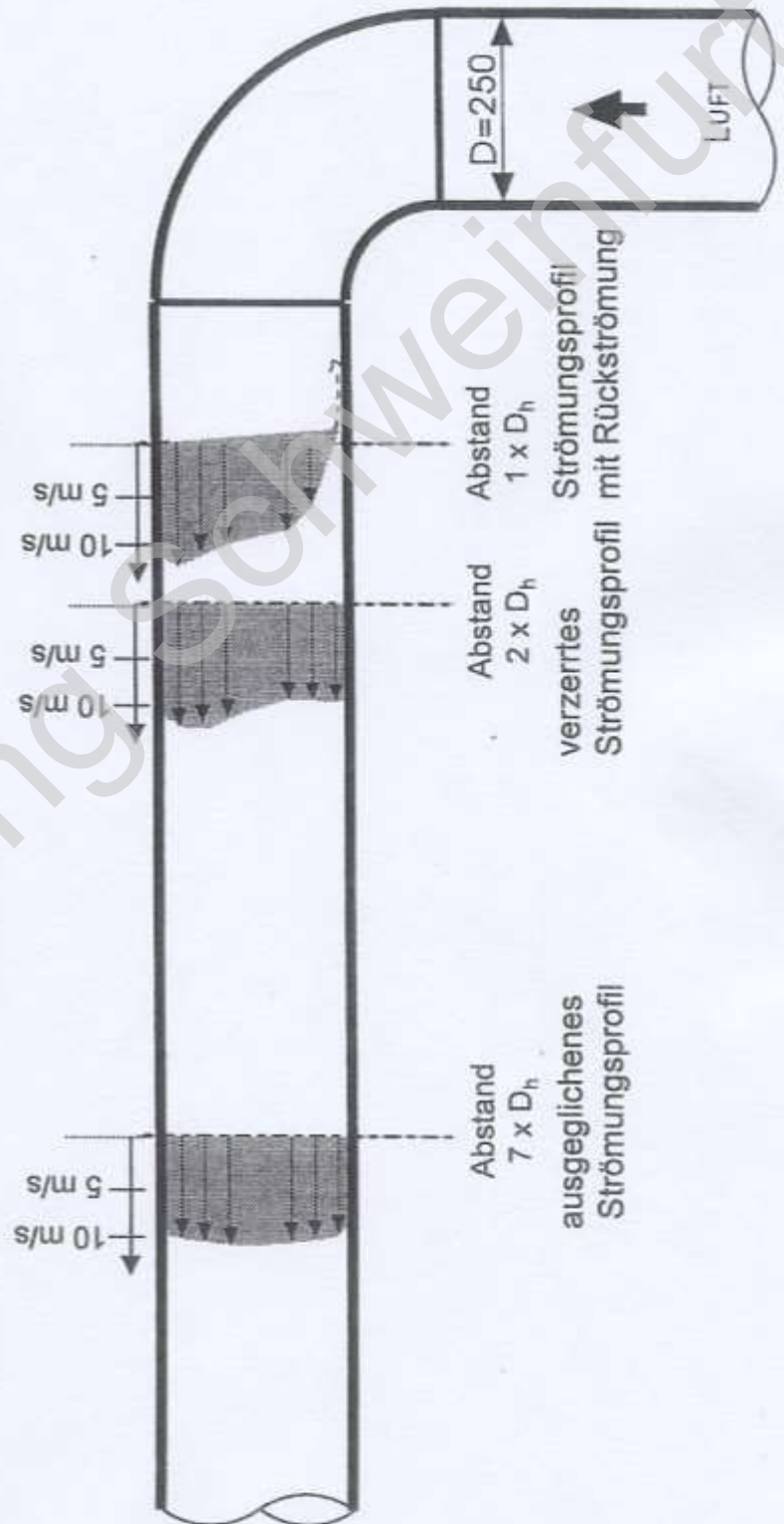


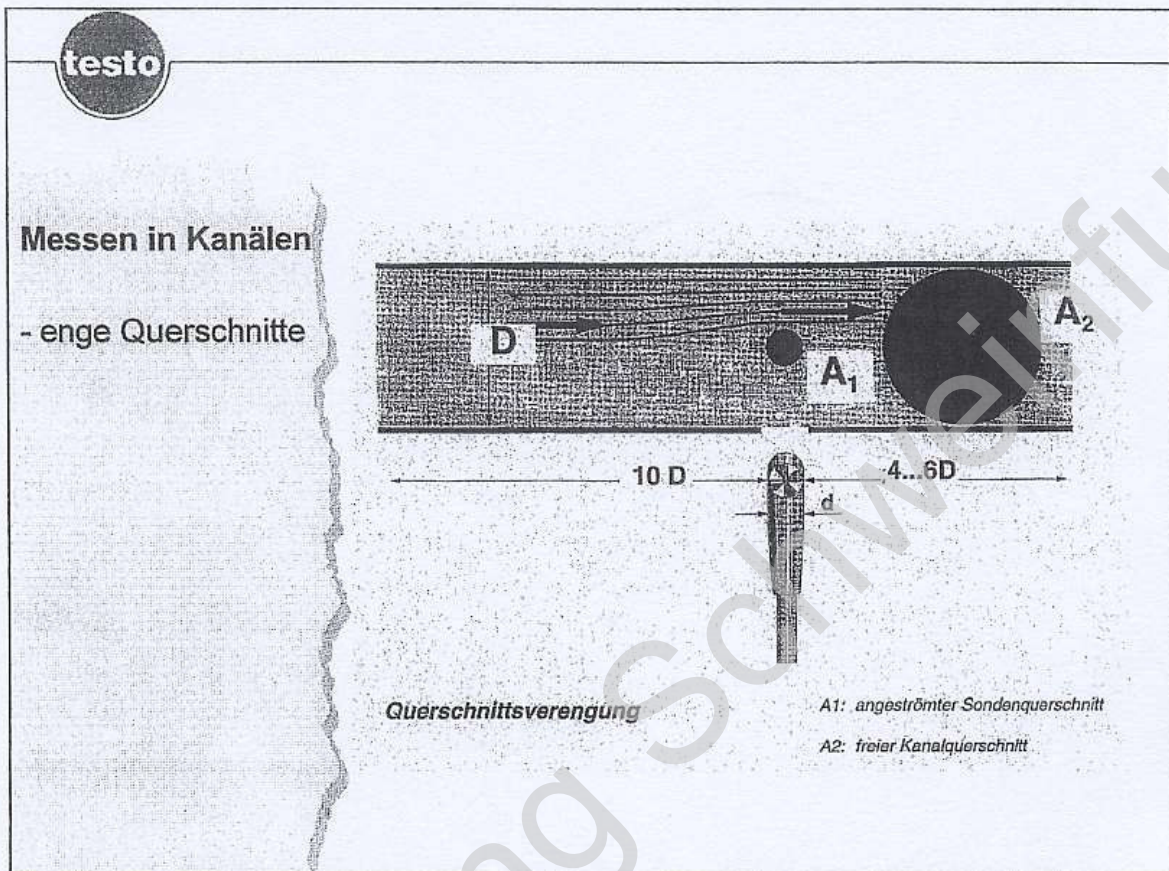
3 Flügelradanemometer mit Volumenstromhaube

testo

Abbau der Unregelmäßigkeit des Strömungsprofils mit zunehmendem Abstand von der Störstelle

Die horizontalen Geschwindigkeitsprofile wurden mit einem Prandtl-Staurohr gemessen





Beim Messen in Kanälen mit kleinem Querschnitt, als Richtwert gilt hier, wenn die angeströmte Fläche der Sonde im Verhältnis zum freien Kanalquerschnitt größer als 1:100 ist, stört die eingebrachte Sonde selbst das Strömungsverhalten im Kanal. Die Anzeige ist dabei um den prozentualen Anteil der Querschnittsverengung erhöht.

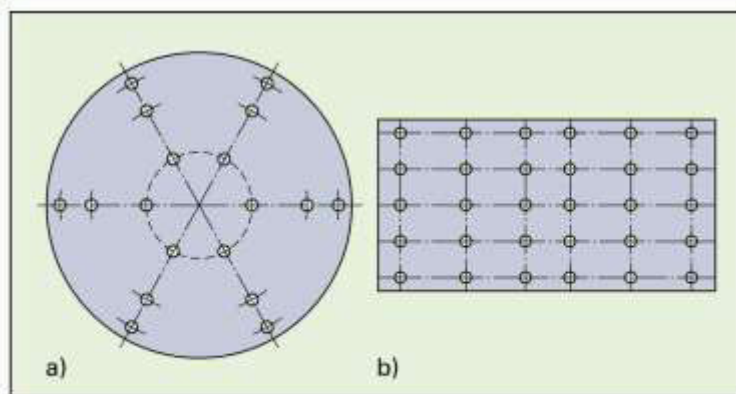
Mit diesem Faktor kann die angezeigte Strömungsgeschwindigkeit verrechnet werden, wichtig ist hierbei, daß mindestens 10 Kanaldurchmesser vor der Sonde und 4-6 Kanaldurchmesser nach der Sonde keine Störstellen vorhanden sind, und die Meßstelle Kanalwand/Sondenschaft gut abgedichtet wird.

Messsonden

Faktor 1:10 \Rightarrow $\frac{d_{\text{Sonde}}}{d_{\text{Kanal}}}$

16 mm $\Rightarrow \geq 160^{\circ}$ Rohre

Um in einem Luftkanal die mittlere Luftgeschwindigkeit zu ermitteln, müssen netzartig über den gesamten Kanalquerschnitt verteilt mehrere Messungen durchgeführt werden. Die mittlere Luftgeschwindigkeit ergibt sich annähernd aus dem arithmetischen Mittel der gemessenen Einzelgeschwindigkeiten.



1 Empfohlene Messpunkte in der Luftleitung mit a) rundem, b) rechteckigem Querschnitt

Beispiel: In einem runden Luftkanal mit einem Durchmesser von 500 mm wird eine mittlere Luftgeschwindigkeit von 6,3 m/s gemessen.
Wie groß ist der Luftvolumenstrom?

Lösung:

Volumenstrommessungen an gitterförmigen Luftauslässen werden häufig mit dem Flügelrad-Anemometer durchgeführt. Dabei wird das Messgerät in einem Abstand von ca. 30 mm gleichmäßig über den gesamten Gitterquerschnitt geführt (349.3) Das Anemometer zeigt annähernd die mittlere Luftgeschwindigkeit am Gitter an. Der Luftvolumenstrom kann aus dem freien Gitterquerschnitt und einem Korrekturfaktor f berechnet werden.

Messungen der mittleren Zugluftgitter mit einem Messgerät muss gleichmäßig gesamte Ausblasefläche



Luftgeschwindigkeit an einem Flügelrad-Anemometer. Das und schleifenförmig über die geführt werden.



Beispiel: Ein Zuluftgitter mit einer Länge von 1250 mm und einer Höhe von 150 mm hat einen freien Gitterquerschnitt von 90%. Mit einem Flügel-Anemometer wird eine mittlere Luftgeschwindigkeit von 1,8 m/s gemessen, der Korrekturfaktor beträgt 1,33.
Wie groß ist der Zuluftvolumenstrom?

Lösung:

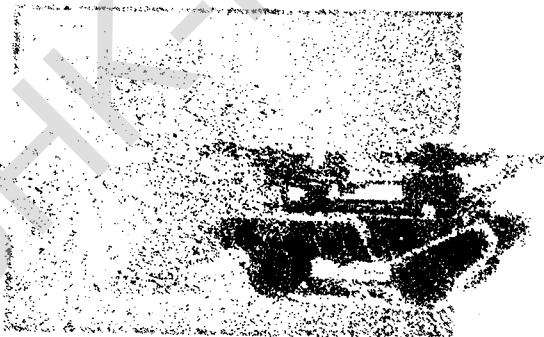
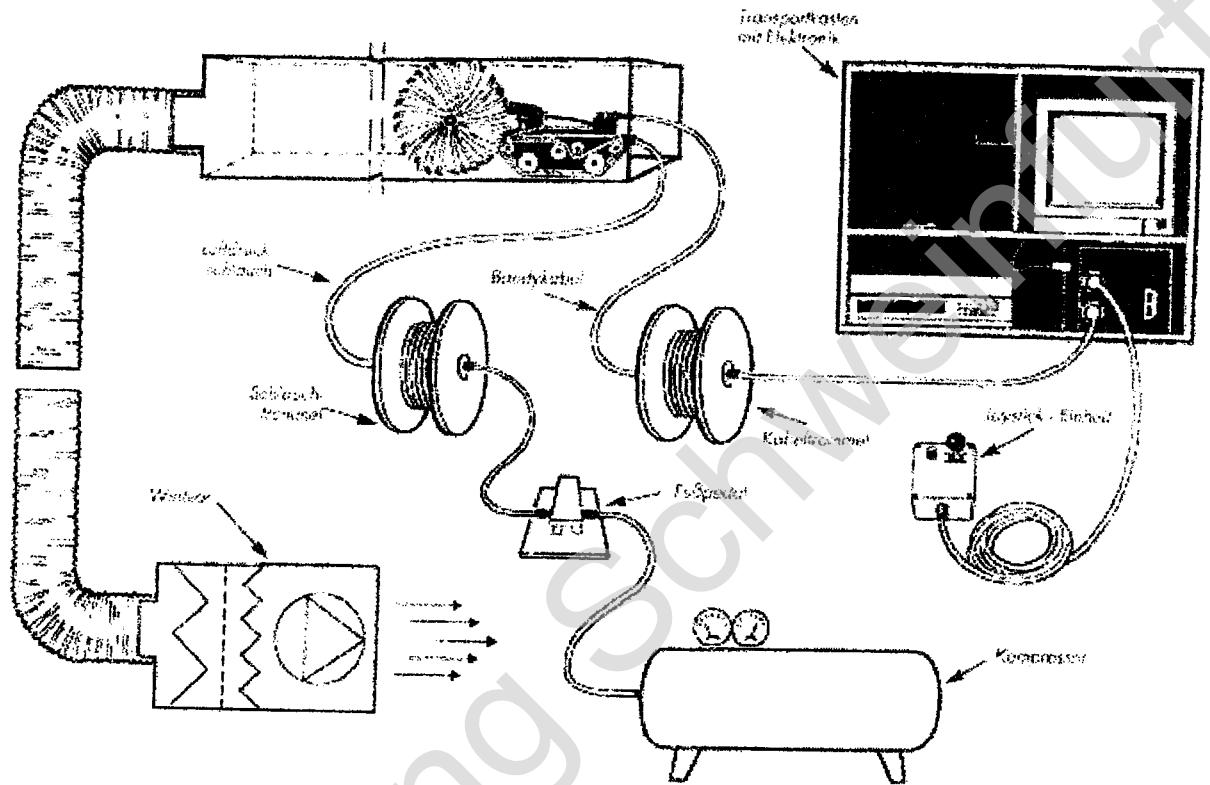
Das **Wartungs- und Bedienungspersonal** der RLT-Anlage muss mit der Bedienungs- und Wartungstechnik vertraut gemacht werden. Über die Einweisung ist ein Protokoll anzufertigen. Der Auftragsgeber erhält die technischen Unterlagen der Anlage in mehrfacher Ausfertigung.

Wartungsarbeiten	periodisch	bei Bedarf
Ventilator		
• Ventilator auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Befestigung prüfen	x	
• Laufrad auf Unwucht prüfen	x	
• Lagerung auf Geräusch prüfen	x	
• Lagerung schmieren, Herstellervorschriften beachten!	x	
• Flexible Verbindung auf Dichtheit prüfen	x	
• Schwingungsdämpfer auf Funktion prüfen	x	
• Befestigung der Schutzeinrichtungen prüfen	x	
• Drallregler auf Funktion prüfen	x	
• Entwässerung auf Funktion prüfen	x	
• Ventilator reinigen		x
• Spaltabstand bei freilaufenden Rädern prüfen, ggf. korrigieren	x	
Elektromotor		
• Elektromotor auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion, Befestigung und Drehricht prüfen	x	
• Lagerung auf Geräusch prüfen	x	
• Lagerung schmieren, Herstellervorschriften beachten!	x	
• Elektromotor reinigen		x
• Stromaufnahme messen und mit Nennstrom vergleichen	x	
• Klemmen im Klemmbrett auf festen Sitz prüfen, ggf. nachziehen	x	
Riementrieb		
• Riementrieb auf Verschmutzung, Beschädigung, Verschleiß, Spannung, Funktion und Befestigung prüfen	x	
• Riemensatz erneuern		x
• Schutzeinrichtung auf Beschädigung, Befestigung und Funktion prüfen	x	
• Riemenspannung nachstellen		x
• Riementrieb reinigen		x
Antriebskupplung		
Herstellerangaben beachten!		
• Antriebskupplung auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Befestigung prüfen	x	
• Temperatur nach Betrieb prüfen	x	
• Öl wechseln		x
• Antriebskupplung reinigen		x
Außerbetriebsetzung		
Bei Standzeit ab 3 Monaten sind zur Vermeidung von punktförmigen Lagerbelastungen die Keilriemen abzunehmen.		
Bei längerer Standzeit, ab ca. einem Jahr, sind vor erneuter Inbetriebnahme die Lager zu erneuern bzw. bei Lagern mit Nachschmiereinrichtung ist das alte Fett zu entfernen und neu zu fetten. Dabei sind die Vorschriften des Ventilatorherstellers zu beachten.		

1 Wartungsarbeiten an einem Ventilator



BANDY II reinigt alle Oberflächen kreisrunder Querschnitte in einem Durchgang.



Innung für Spengler-, Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

Schweinfurt - Main - Rhön

- SHK-Bildungszentrum und Bundesleistungszentrum -



Beiblatt zum Wartungsvertrag vom _____ Überprüfung und Wartung raumlufttechnischer Anlagen (RLT-Anlagen)

Allgemeines:

Inaugenscheinnahme der gesamten RLT-Anlage, soweit dies beim Begehen der Anlage möglich ist; Feststellen sichtbarer Mängel bzw. Störungen.

1. Lüftungsanlagen, Lüftungsgeräte
 - 1.1 Anlage, Geräte auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Befestigung prüfen*.
 - 1.2 Lüfterrad auf Unwucht prüfen, Lager auf Geräusche prüfen, ggf. schmieren, Keilriemen auf Risse bzw. Brüchigkeit prüfen, ggf. erneuern, Keilriemen spannen*.
 - 1.3
 - a) Luftfilter reinigen, spülen, trocknen und neu benetzen, Filterkammer reinigen.
 - b) Filtermatten bzw. Filterpakete auswechseln.
 - c) Rollbandfilter-Transport auf Funktion prüfen, Filterwiderstand feststellen, Antrieb prüfen, Vorrat prüfen, ggf. erneuern.
 - d) Elektrostatische Filter auf Verschmutzung prüfen, gemäß Herstellervorschriften reinigen*, Isolationsdrähte auf Beschädigung prüfen, ggf. erneuern*, Isolatoren auf Festigkeit prüfen, ggf. erneuern*.
(1.3 a-d falls vorhanden)
 - 1.4 Lufterhitzer/Luftkühler
 - a) Luft/Flüssigkeit
Auf luftseitige Verschmutzung, Korrosion, Beschädigung prüfen, Vor- und Rücklauf Heizmedien/Kühlmedien auf Funktion prüfen, Wärmeaustauscher luftseitig reinigen, ggf. flüssigseitig entlüften.
 - b) Direktverdampfer
ggf. vorhandene Abtaeinrichtung nach Herstelleranweisung auf Funktion prüfen, weitere Arbeiten siehe 1.4 a.
 - c) Elektro-Lufterhitzer
Auf Korrosion, Verzunderung und Funktion prüfen, Sicherheitseinrichtungen prüfen*, luftseitig reinigen.
 - 1.5 Bauelemente zur Luftverteilung
 - a) Wetterschutzgitter
Prüfen auf Korrosion und Befestigung, reinigen.
 - b) Auslass-/Einlassgitter
Prüfen auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und ordnungsgemäße Befestigung, ggf. Gitter reinigen.
 - c) Brandschutzklappen (Prüferzeugnis beachten)
Einrastvorrichtung und Auslösevorrichtung auf Verschmutzung und Funktion prüfen, Auslöseelement erneuern*,
Stellungsanzeige auf Funktion prüfen.
 - d) Jalousieklappen
Auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Funktion prüfen, Klappen reinigen, Lager und Gestänge schmieren, Gestänge auf festen Sitz prüfen.
 - 1.6 Luftbefeuchter
gemäß Herstellerangabe reinigen und auf einwandfreie Funktion prüfen.
2. Sonstige vereinbarte Arbeiten:
3. Bestätigung der durchgeführten Überprüfungs- und Wartungsarbeiten auf dem Beiblatt.

*Entsprechend den bei der Anlage vorhandenen Herstellerunterlagen

Arbeiten vertragsmäßig ausgeführt:

Ort, Datum

Unterschrift des Auftraggebers

Unterschrift des Auftragnehmers

Ausführung nach vertraglicher Vereinbarung		Arbeiten ausgeführt
periodisch	bei Bedarf	



Zur Wiederholung Kapitel 6-11

1. Aus welchen Werkstoffen werden Luftkanäle hergestellt?

2. Wie werden Luftkanäle miteinander verbunden?

3. Wann spricht man von Niedergeschwindigkeits- und wann von Hochgeschwindigkeitsanlagen?

4. Wie kann in Räumen die Zuluft eingeblasen und die Abluft abgesaugt werden?

5. Wo werden Induktionsgeräte verwendet? Wie arbeiten sie?

6. Welche Aufgabe erfüllen Jalousieklappen?

7. Durch welche Bauteile kann Außenluft angesaugt und Fortluft ausgeblasen werden?



8. Eine Brandschutzklappe hat die Bezeichnung K90. Was bedeutet diese Bezeichnung?

9. Wo müssen Brandschutzklappen in Luftkanäle eingebaut werden?

10. Wie arbeiten Rauchmelder in RLT-Anlagen?

11. Wie können Luftleitungen feuerfest oder feuerhemmend hergestellt werden?

12. Wie hoch darf der Schallpegel in einem Konferenzraum sein a) bei geringen Anforderungen, b) bei hohen Anforderungen?

13. Wie kann die Geräuschübertragung von Ventilatoren gemindert werden?

14. Aus was bestehen Kulissenschalldämpfer?

15. Welche Geräte können zur Messung der Luftgeschwindigkeit verwendet werden?

16. Wie muss die Luftgeschwindigkeit in einem Luftkanal und wie an einem Zuluftgitter gemessen werden?
