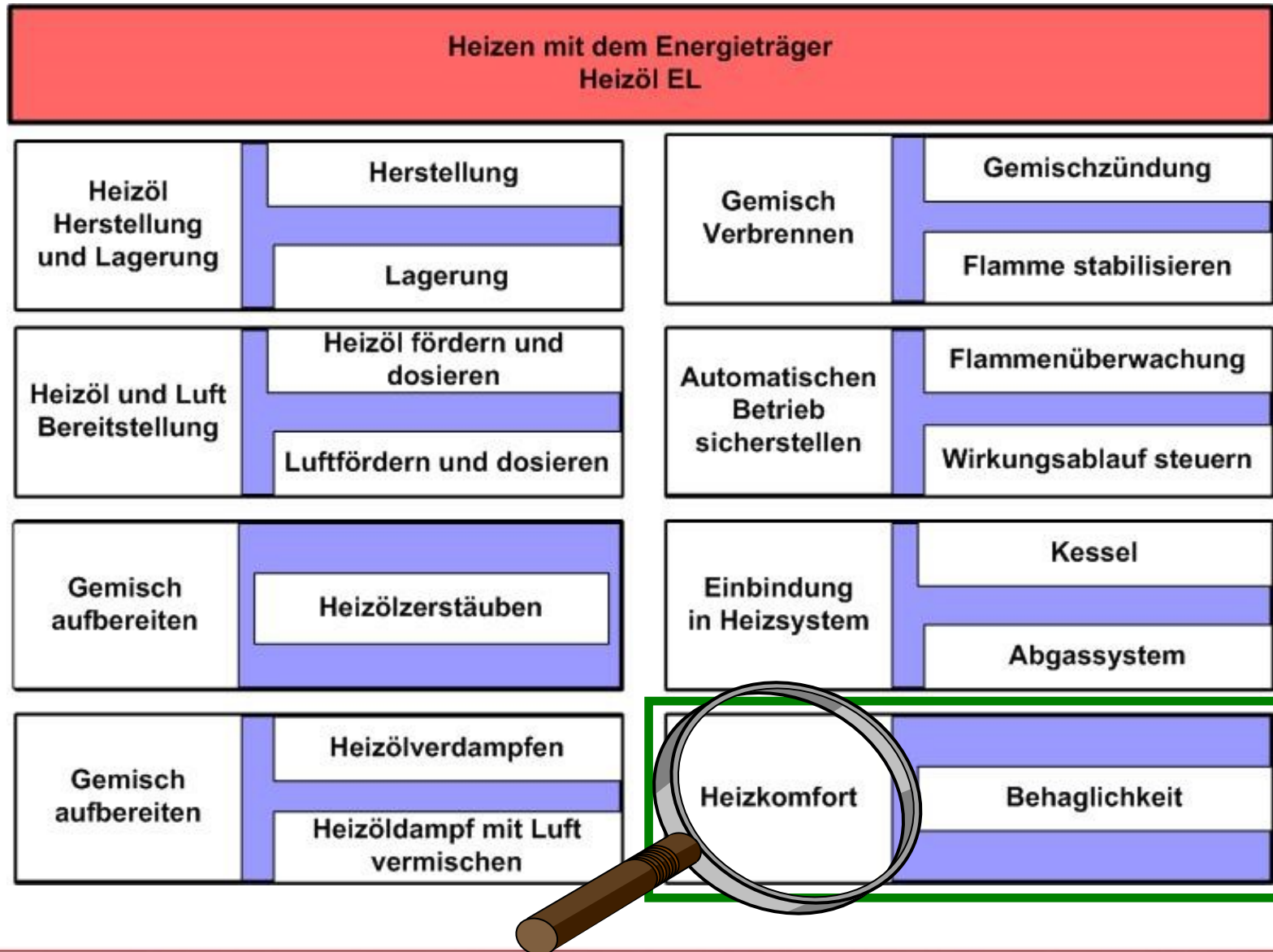


Angewandte Thermofluiddynamik

Dr.-Ing. F. v. Issendorff

Inhalte der Vorlesungen



Das Raumklima ist eine komplexe Größe

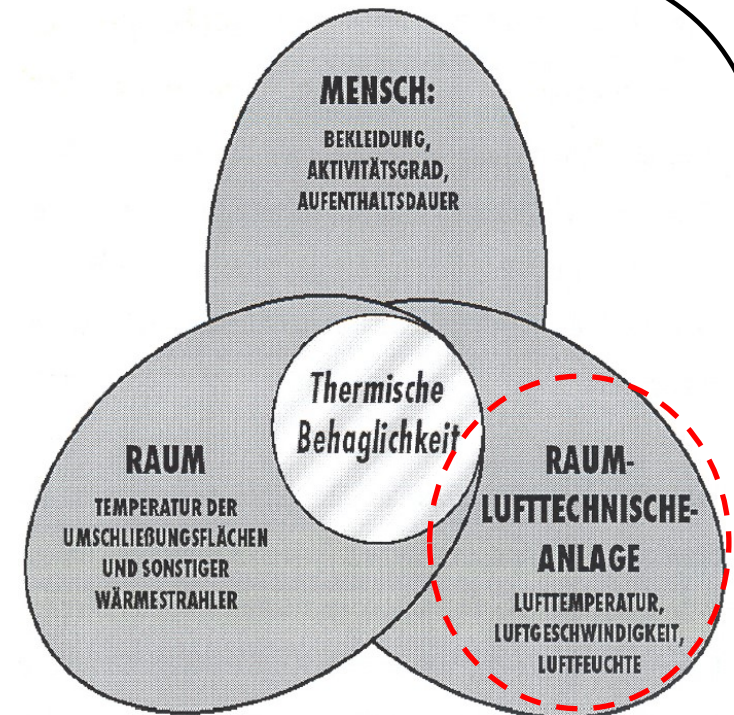
Die Einflussparameter stehen in Wechselwirkung

Begrenzter Komfortbereich

Mensch: Aktivitätsgrad
Bekleidung
Geschlecht
Alter,
Gewöhnung und psychischer Zustand

Raum: (Temperatur der Raumumschließungsflächen, Akustik, Beleuchtung, ..)

Raumlufttechnische (RLT) Anlage: (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung, Geräuschpegel, Gleichmäßigkeit der Strömung und Temperaturfeldes)



Eine raumlufotechnische Anlage (RLT-Anlage) ist eine lufttechnische Anlage mit maschineller Luftförderung zur Erfüllung einer raumlufotechnischen Aufgabe

Aufgaben von RLT-Anlagen

ist es folgende Lasten abzuführen

- Luftverunreinigungen (Geruchs-, Schad-, Ballast-Stoffe)
- Sensible wärmelasten (Heiz-, Kühl-Lasten)
- Stofflasten (latente Wärmelast beim Befeuchten, Entfeuchten)

Einsatz von RLT-Anlagen bei:

- fensterlosen und innen liegenden Räumen z.B. zur Frischluftzufuhr
- Wärmerückgewinnung aus der Abluft z.B. Lüftungswärmeverluste verringern
- äußeren Umweltbedingungen z.B. Luftverschmutzung, Lärm
- konstantem Raumklima z.B. Museen, Operationssäle
- giftigen Gasen, Dämpfen oder Gerüchen z.B. Tiefgaragen, Laborgebäude

- ✓ verursachen erhöhte Anlagekosten
- ✓ haben hohe finanzielle und personelle Aufwendungen für Betrieb und
- ✓ **Wartung, Erhaltung und Erneuerung zur Folge**
- ✓ verbrauchen viel Energie hohe Energiekosten und hohe
- ✓ können bei fehlerhafter Wartung das Raumklima verschlechtern oder
- ✓ den Raum sogar kontaminieren (Keime etc.)
- ✓ können bei unzureichender Auslegung oder Steuerung das
- ✓ **Behaglichkeitsempfinden negativ beeinflussen**

Klassifikation der RLT- Anlagen Nach DIN 1946 T1

Die Klassifikation erfolgt nach der

Lüftungsfunktionen (mit oder ohne Außenluft)
Nach der maximal. Vier thermodynamischen Luftbehandlungsfunktionen

FO Fortluft
AU Außenluft
UM Umluft
MI Mischluft

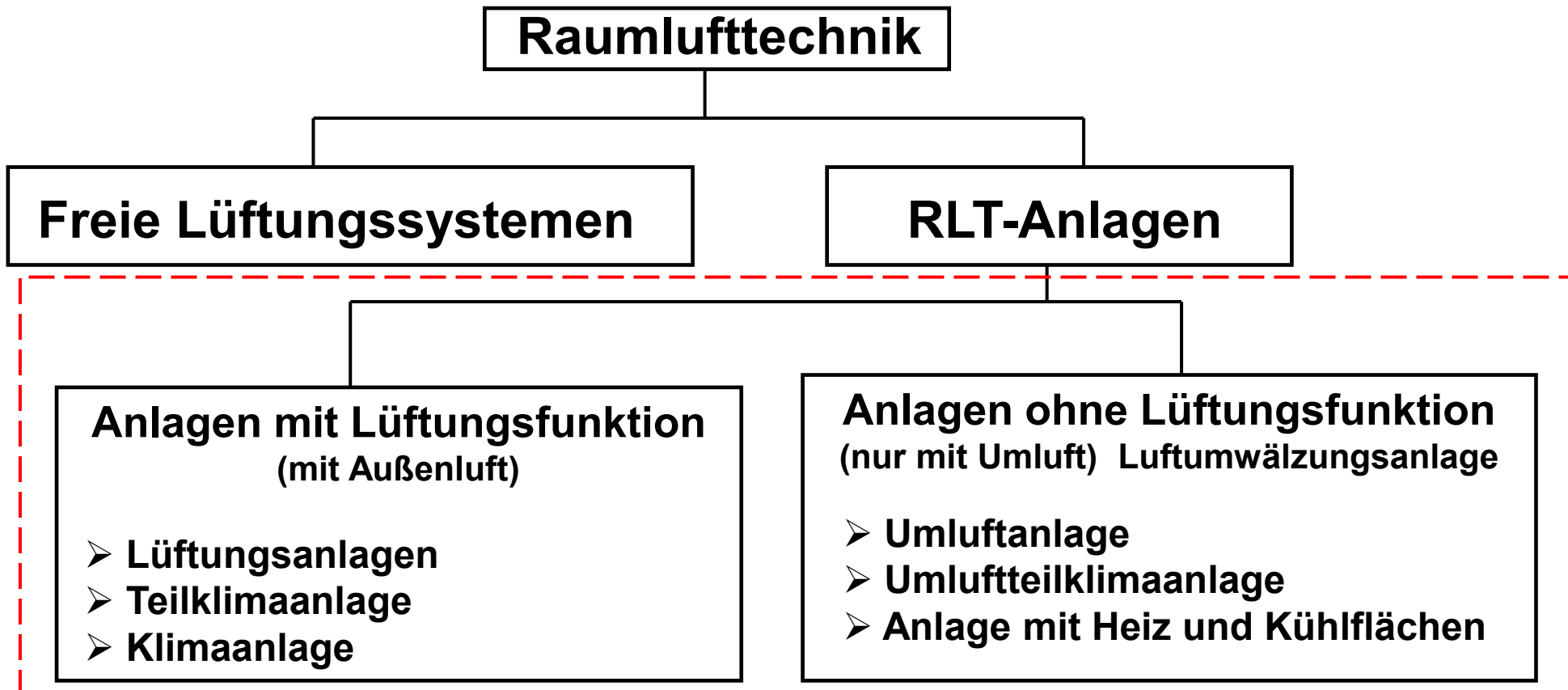
Luftbehandlungsfunktionen:

Heizen (H)
Kühlen (K)
Befeuchten (B)
Entfeuchten (E)
ohne Luftbehandlung

| Thermodynamische Luftbehandlungsfunktionen | | Raumluftechnische Anlagen | |
|--|----------------------------------|--|--|
| Anzahl | Art | mit Lüftungsfunktion <i>Lüftungstechnische Anlage</i> | ohne Lüftungsfunktion <i>Luftumwälzanlage</i> |
| keine | | Abluftanlage FO | Umluftanlage UM |
| eine | H K B E | Lüftungsanlage AU oder MI | Umluftanlage UM |
| zwei | HK HB HE KB KE BE | Teilklimaanlage AU oder MI | Umluft-Teilklimaanlage UM |
| drei | HKB HKE KBE HBE | Teilklimaanlage AU oder MI | Umluft-Teilklimaanlage UM |
| vier | HKBE | Klimaanlage AU oder MI | Umluft-Klimaanlage UM |

Beispiel: HKBE – MI = Klimaanlage mit Lüftungsfunktion zum Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten mit Außen- und Umluft.

Die Raumluftechnik umfasst 2 Bereiche

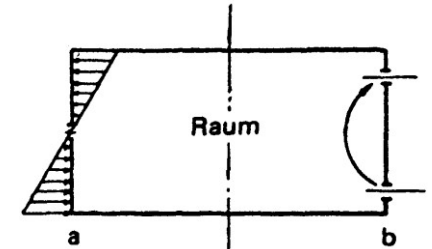


Aufteilung gemäß DIN 1964 T1

Freie (natürliche) Lüftung

Wirkprinzipien:

- Thermischer Auftrieb (Temperaturdifferenzen)
- Druckunterschiede durch Winddruck



Luftwechsel ist nicht immer kontrollierbar:

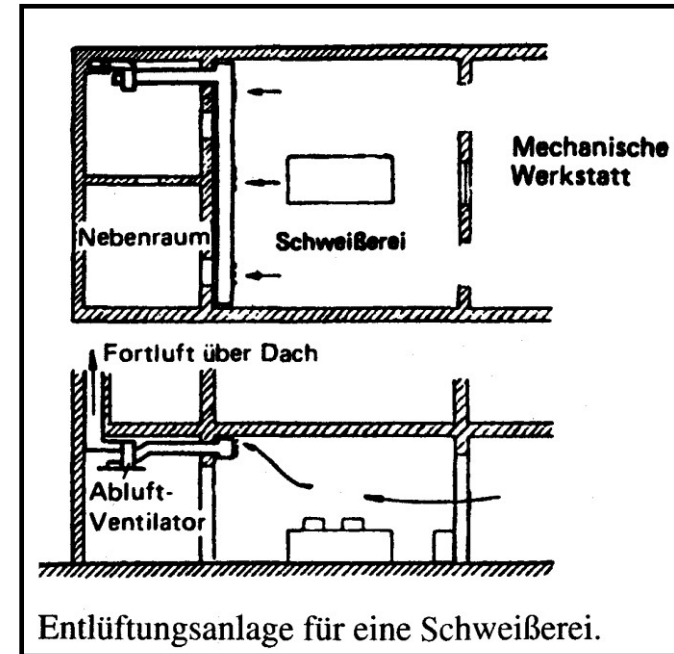
- Fugenlüftung
- Fensterlüftung
- Schachtlüftung
- Dachaufsatzlüftung

Nachteil der freien Lüftung: zeitlich keinen konstanten Antrieb.
Am warmen, windstillen Sommertagen kann der Antrieb gegen null gehen.

Entlüftungsanlagen

Entlüftungsanlagen saugen die Luft mittels eines Ventilators aus einem Raum und führen sie ins Freie, während die Luft durch die Öffnungen aus den benachbarten Räumen oder aus dem Freien nachströmt.

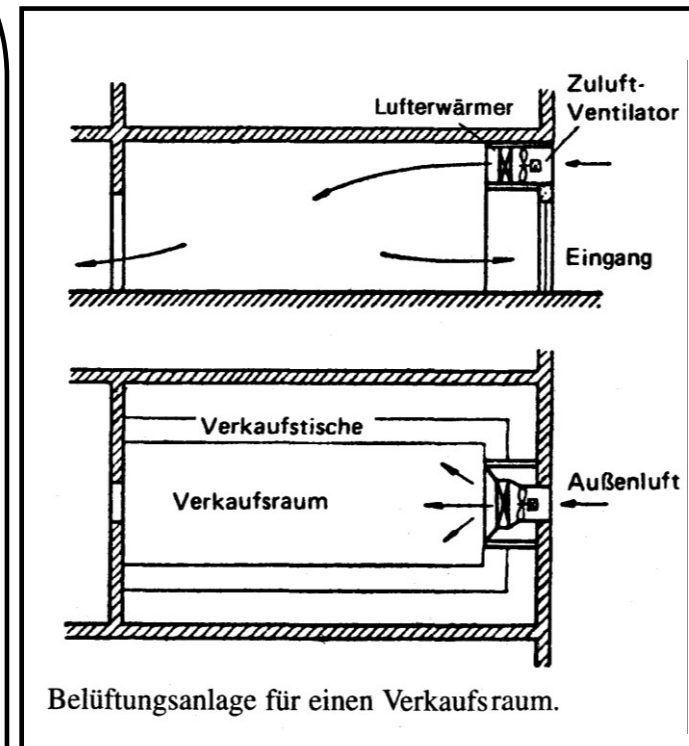
- Anlagen erzeugen einen leichten Unterdruck im Raum
- Gut geeignet um eine Ausbreitung schlechter Luft zu vermindern
- Verwendung ist auf kleine Räume beschränkt
- Für Räume mit starker Luftverschmutzung wie: Küchen, Laboratorien, Traforäume, Tierställe.



Belüftungsanlagen

Belüftungsanlagen saugen im Gegensatz zu Entlüftungsanlagen Luft aus dem Freien an und fördern sie in die zu belüftenden Räume,

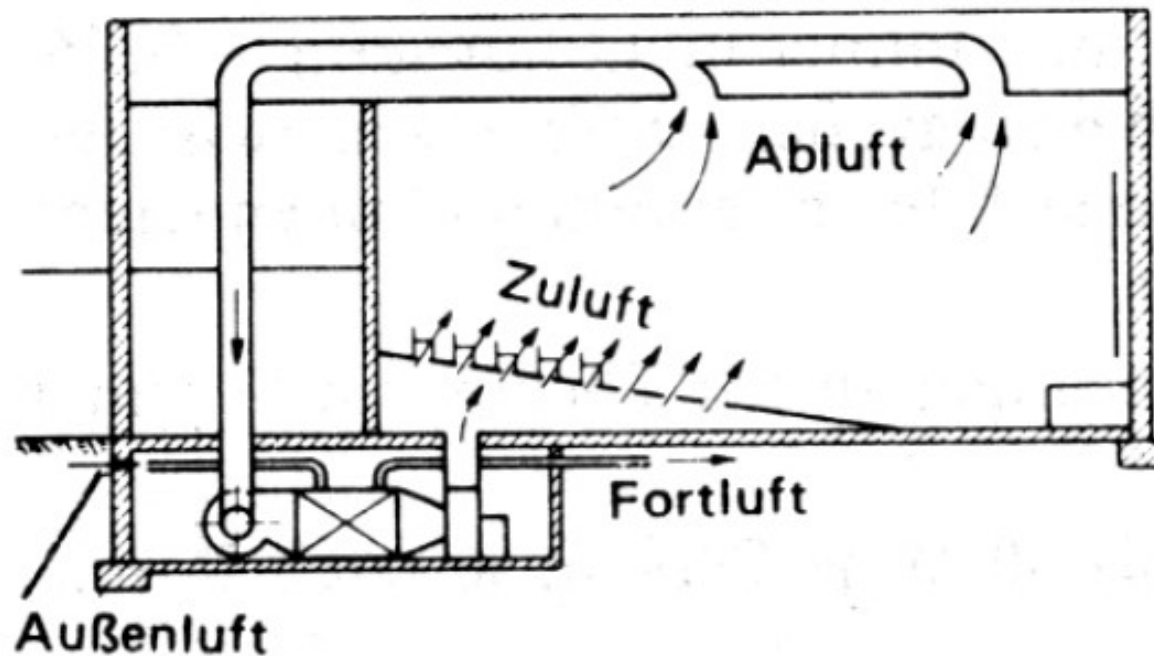
- Anlagen erzeugen einen leichten Überdruck
- Zustrom unerwünschter Luft aus benachbarten Räumen wird verhindert
- Luft muss im Winter an einem Heizmittel vorgewärmt werden
- Verwendung bei Räumen mit geringer Luftverschmutzung wie: Büros, Verkaufsräume, Ausstellungshallen...
- Wärmerückgewinnung ist praktisch unmöglich, da Abluftstrom nicht erfasst werden kann



Be- und Entlüftungsanlage

Unterdruck und Überdruck im Raum möglich.

Lüftung am Besten geeignet für: Theater, Lichtspielräume, Gaststätten, Fabrikhallen...



Be- und Entlüftungsanlage eines Theaters, mit Luftausstoß unter den Sitzen und Luftabsaugung an der Decke

Die Luftheizungsanlage, auch Warmluftheizung genannt, fördert, entweder mit natürlichem Auftrieb oder mechanisch mit Ventilator, Luft in den zu beheizenden Raum. Die Luft wird auf etwa 30 – 50°C erwärmt wird.

- Luft wird oberhalb der Raumtemperatur in den Raum eingebracht
- Durch Mischung der Luftmassen steigt die Temperatur im Raum auf den gewünschten Wert
- Lufteintrag nach dem Verdrängungsprinzip oder nach dem Walzenprinzip
- Die Zugeführte Wärme dient zur Abdeckung des Wärmeverlust des Raumes
- Anwendung für Theater, Kinos, Hallen, Werkstätte

Außenluftheizungen

Die Zuluft wird ausschließlich aus dem Freien entnommen
unwirtschaftlich, da hoher Wärmeverbrauch

Umluftheizungen,

Die Raumluft zurückgesaugt und wieder verwendet

Mischluftheizungen,

Die Außenluft und Umluft werden gemischt .

Die Erwärmung der Luft durch Wärmetauscher oder
direktbefeuerte Lufterhitzer.

Warmlufterzeuger,

bei denen sich die Luft an Heizflächen, die durch Verbrennung
von festen Brennstoffen, Gas oder Öl beheizt werden.

Luft wird unterhalb der Raumtemperatur in den Raum eingebracht
Durch Mischung der Luftmassen fällt die Temperatur im Raum

Außenluftkühlung

Die Kühlluft wird aus dem Freien entnommen

Umluftkühlung

abgesaugte Raumluft wird gekühlt und wieder verwendet

Mischluftkühlung

Außenluft wird mit Prozessluft gemischt (Wärmerückgewinnung möglich)

Bei Luftkühlanlagen wird der Volumenstrom \dot{V}_L des Ventilators aus der Kühllast des Raumes und der Erwärmung der Luft ΔT im Raum errechnet.

Die Kühllast \dot{Q}_K setzt sich im allgemeinen wie folgt

Von Menschen abgegebene Wärme \dot{Q}_P

Von Maschinen abgegebene Wärme \dot{Q}_M

Transmissionswärme durch Wände \dot{Q}_W

Wärmedurchgang durch Fenster \dot{Q}_S

Beleuchtungswärme \dot{Q}_B

$$\dot{Q}_K = \dot{Q}_P + \dot{Q}_M + \dot{Q}_W + \dot{Q}_S + \dot{Q}_B \quad \text{in kW}$$

Die Bemessung des Volumenstroms erfolgt je nach Art der Anlage aus unterschiedlichen Gesichtspunkten.

- Verfahren durch Bestimmung des stündlichen Außenluftwechsels
- Verfahren durch Bestimmung nach der Luftverschlechterung

Bestimmung nach dem stündlichen Außenluftwechsel

Die Bestimmung der erforderlichen Luftmenge nach dem Außenluftwechsel ist am häufigsten gebräuchlich. Die Stärke der Lüftung hängt ab von:

- Dem Rauminhalt
- Der Höhe des Raumes
- Der Lage des Raumes
- Dem Grad der Luftverschlechterung
- Die Art der Luftführung

| Raumart | Stündlicher Luftwechsel etwa |
|---|------------------------------|
| Baderäume | 4... 6fach |
| Beizeien | 5... 15fach |
| Bibliotheken | 3... 5fach |
| Brauseräume | 20... 30fach |
| Büroräume | 3... 6fach |
| Färbereien | 5... 15fach |
| Farbspritzräume | 20... 50fach |
| Garagen (siehe Abschn. 259-1 und 361-5) | 4... 5fach |
| Garderoben | 3... 6fach |
| Gasträume | 5... 10fach |
| Hörsäle | 8... 10fach |
| Kantinen | 6... 8fach |
| Kaufhäuser | 4... 6fach |
| Kinos und Theater mit Rauchverbot ohne Rauchverbot | 4... 6fach 5... 8fach |
| Schwimmballen | 3... 4fach |
| Sitzungszimmer | 6... 8fach |
| Speiseräume | 6... 8fach |
| Toiletten | 4... 6fach |
| Tresore | 3... 6fach |
| Umkleieräume in Schwimmballen | 6... 8fach |
| Verkaufsräume | 4... 8fach |
| Versammlungsräume | 5... 10fach |
| Wäschereien | 10... 15fach |
| Warenhäuser | 4... 6fach |
| Werkstätten ohne besondere Luftverschlechterung | 3... 6fach |

$$\dot{V}_{zu} = J \cdot L \quad \text{in } m^3 / h$$

J = Rauminhalt in m^3

L = Stündlicher Luftwechsel

Erforderlicher Luftvolumenstrom

Bestimmung nach der Luftverschlechterung

Genauere Kenntnis der stündlich emittierten Schadstofffrachten

- Beschränkung des Verfahrens auf Anwendungen in
 - Garagen
 - Waschräumen
 - Färbereien
 - Lackierereien
 - Traföräume, da dort hohe Schadstofffrachten

$$\dot{V} = \frac{K}{K_i - K_a} \quad \text{in } m^3 / h$$

- K = stündlich abfallende Gas- oder Dampfgasmenge in m³/h
- K_i = MAK – Wert in m³ Gas/m³ Luft (ppm = cm³/m³ = 10⁻⁶m³/m³)
- K_a = Gasmenge in der Zuluft m³/m³

| Stoff | Formel | MAK | |
|-----------------------------|--|------|-------------------|
| | | ppm | mg/m ³ |
| Aceton | CH ₃ · CO · CH ₃ | 1000 | 2400 |
| Ameisensäure | HCOOH | 5 | 9 |
| Ammoniak | NH ₃ | 50 | 35 |
| Arsenwasserstoff | AsH ₃ | 0,05 | 0,2 |
| Asbestfeinstaub**) | | | 2 |
| Benzol***) | C ₆ H ₆ | 5 | 16 |
| Blei | Pb | | 0,1 |
| Brom | Br ₂ | 0,1 | 0,7 |
| Bromwasserstoff | HBr | 5 | 17 |
| Butan | C ₄ H ₁₀ | 1000 | 2350 |
| Cadmiumoxid (krebserregend) | CdO | | 0,1 |
| Calciumoxid | CaO | | 5 |
| Chlor | Cl ₂ | 0,5 | 1,5 |
| Chlorbenzol | C ₆ H ₅ · Cl | 50 | 230 |
| Chlordioxid | ClO ₂ | 0,1 | 0,3 |
| Chlormethan | CH ₃ · Cl | 50 | 105 |

Tabelle der maximalen Arbeitskonzentrationswerten (MAK)

Bestimmung nach der Luftverschlechterung

In einem Raum mit $V_R = 4000\text{m}^3$ Inhalt strömt Ammoniak NH_3 mit 1 kg/h aus. Welcher Luftwechsel I ist erforderlich, damit der MAK – Wert 50 ppm nicht überschritten wird?

$$\dot{V}_{\text{NH}_3} = 1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot \frac{22,4 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}}{17 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 1,32 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Ammoniak Volumestrom


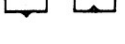




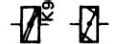




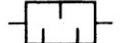




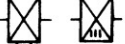
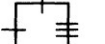






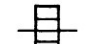



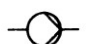







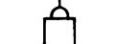




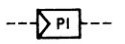



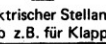
$$\dot{V}_{\text{Luft}} = \frac{1,32 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{50 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}} = 26400 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Luftvolumenstrom

$$I = \frac{26400 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{4000 \text{m}^3} = 6,6 \text{ fache}$$

Luftwechsel

Lüftung und Klimatechnik

| | | | | |
|--|--|---|---|--|
|  Luftleitung mit Abluftdurchlaß |  Zuluft-durchlaß Abluft-durchlaß |  Mischregler mit Konstant-Volumenstrom |  Variabel-Volumenstromregler mit Vordruckausgleich |  Volumenstromsteller ohne Vordruckausgleich |
|  gleichläuf. gegenläuf. Jalousieklappe |  Brand-schutz-klappe Luft-dichte klappe |  wassers. geregeltes Induktionsgerät Zweirohranschluß |  luftseitig geregeltes Induktionsgerät Vierrohranschluß |  Konstant-Volumenstromregler ohne Hilfsenergie |
|  Radial- Axial-Ventilator |  Schalldämpfer |  Ventilatorconvекtor mit Primärluftanschluß |  Ventilatorconvекtor ohne Primärluft, 4-Rohr |  VVS-Regler mit pneumatischer Hilfsenergie |
|  Luft/ Wasser Luft/ Dampf Lufterwärmer |  Luft/ Wasser Luft/ Dampf Luftkühler |  Mischkammer mit 3 Ausgängen |  Verteilkammer mit 2 Ausgängen |  Schwebstofffilter Q |
|  Luftfilter z.B. EU4 |  Rollbandfilter EU2 |  Elektrofilter |  Tropfenabscheider |  Gleichrichter |
|  Sprühbefeuchter |  Sprüh-/Riesel-Befeuchter |  Rieselbefeuchter |  Pumpe |  Membran-Ausdehnungsgefäß |
|  Platten-Wärmerückgewinner Luft/Luft |  Rotierender Wärmerückgewinner Luft/Luft |  Luft/ Wasser Luft/ Dampf Lufterwärmer/-kühler für regen. Wärme-rückgewinnung |  Luft/ Dampf Lufterwärmer/-kühler für regen. Wärme-rückgewinnung |  Wärme-rohr |
|  Heizkessel Wasser |  Dampfkessel |  Kompressions-Kühlmaschine |  Absorptions-Kühlmaschine |  Kältemittel-Verdichter |
|  Druck-messung |  Tempera-messung |  Regler z.B. PI |  pneumatischer Stellantrieb z.B. für Ventil |  elektrischer Stellantrieb z.B. für Klappe |
| | | |  Kühlturm mit Ventilator | |

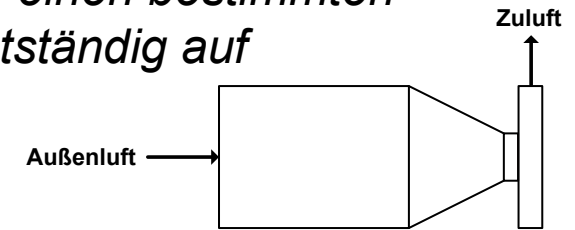
Sinnbilder der Lüftung und Klimatechnik
DIN 1946 T1

Klimaanlagen

Raumluftechnische Anlagen, die Temperatur, Luftfeuchtigkeit und einen bestimmten Reinheitsgrad der Raumluf während des gesamten Jahres, selbstständig auf vordefinierten Werten halten.

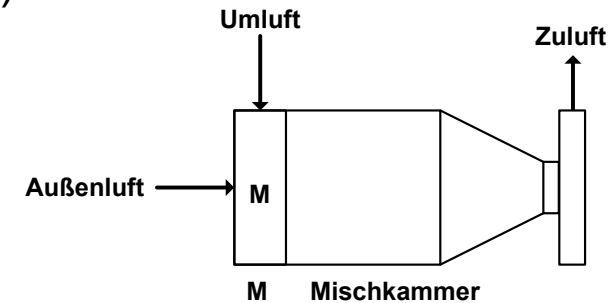
Außenluftbetrieb:

Einfachste aber die teuerste Alternative (hoher Energieverbrauch)
Anwendung: wenn die Verwendung der Raumluf nicht zulässig
(z.b. Chemielabors, Krankenhäuser)



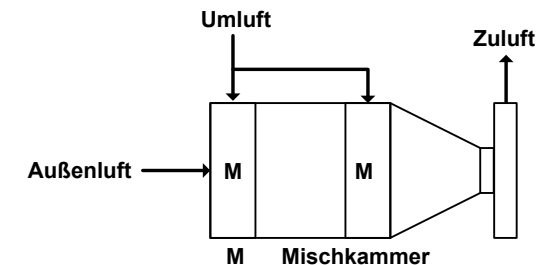
Umluftbetrieb:

Häufigste Betriebsweise (wirtschaftlich)
Anwendung : bei Theatern, Versammlungsräumen, etc..



Umluftbetrieb mit Bypass:

Weitere Reduzierung der Heiz- und der Kühlleistung gegenüber reinem Umluftbetrieb
(nicht zweckmäßig bei Räumen mit hoher Feuchtentwicklung)



Einteilung der Klimaanlage

Nur-Luft-Klimaanlagen:

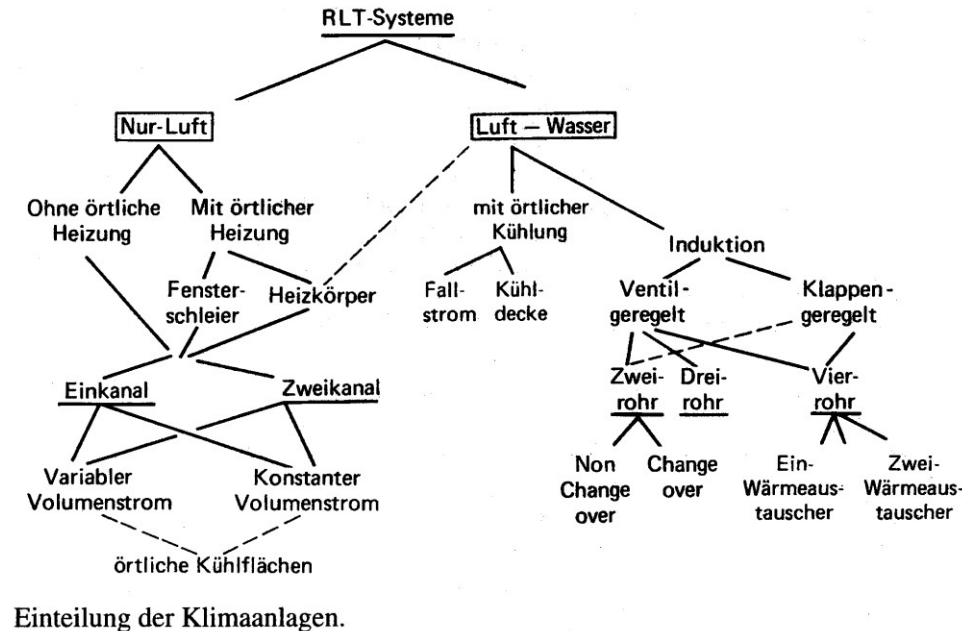
- Einkanal Klimaanlage
- Zweikanal Klimaanlage
- Zonenkanal Klimaanlage

Die Luft wird in einer Zentrale aufbereitet und durch Kanäle in die Räume gefördert, In denen keine weiter Behandlung stattfindet

Wasser-Luft-Klimaanlagen:

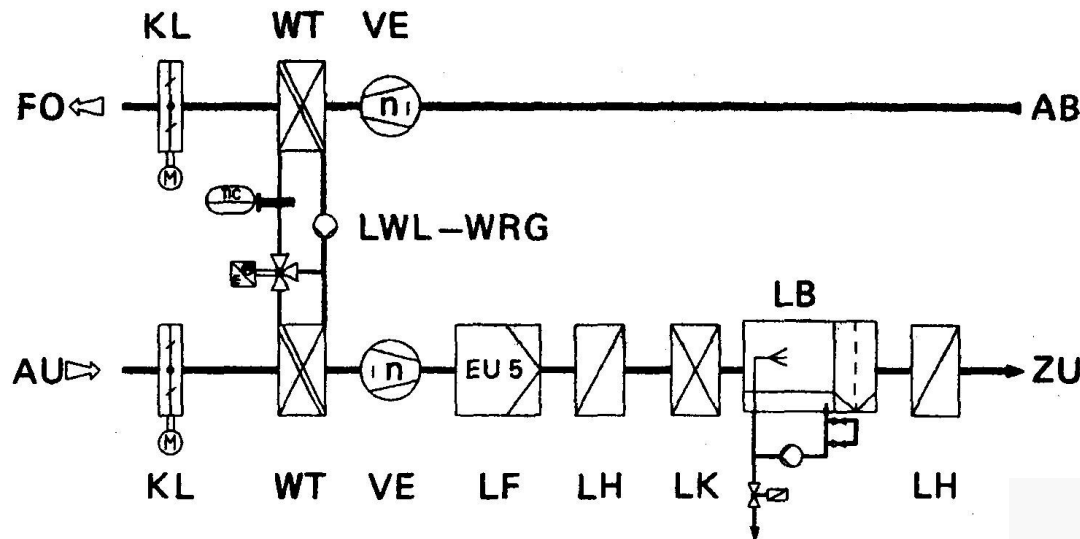
- Induktionsanlagen
- Ventilator-konvektoren

Die Luft wird in einer Zentrale aufbereitet In jeder Regelzone befindet sich ein Warmwasser-Nachwärmer , der die Primärluft entsprechend der Raumlast nachwärmt.



Wirkungsweise der Klimaanlage

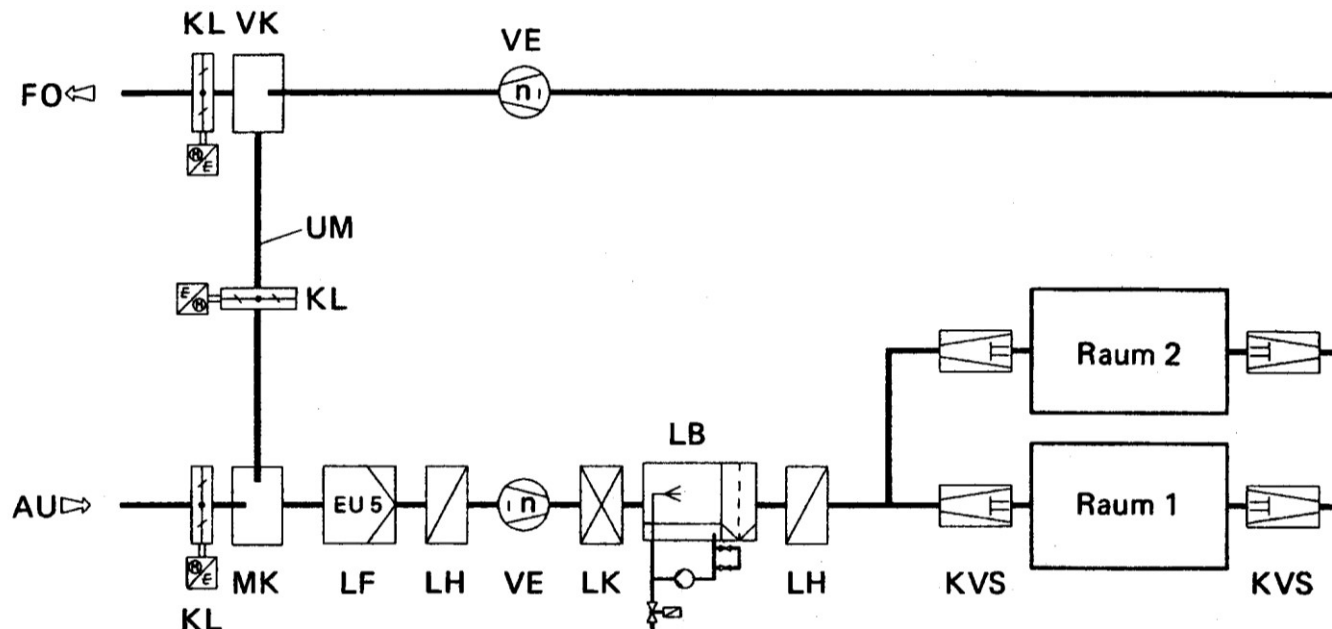
- Außenluft wird aus dem Freien angesaugt.
- Wird durch Wärmerückgewinnung aus der Abluft vorbehandelt oder mischt sich mit einem Teil der Abluftstrom.
- Reinigung in einem Filter
- Vorwärmung durch einen Dampf- oder warmwassergeheizten Vorwärmer
- Kühlung bzw. Entfeutung durch einen Kühler
- Befeuchtung durch einen Befeuchter mittels Sprühdüsen oder Dampf
- Nachwärmung durch einen Dampf oder wassergeheizten Nachwärmer



- AU = Außenluft
- ZU = Zuluft
- AB = Abluft
- FO = Fortluft
- KL = Klappe
- WT = Wärmeaustauscher
- LWL-WRG = Luft/Wasser/Luft –
Wärmerückgewinnung
- n = drehzahlregelt
- VE = Ventilator
- LF = Luftfilter
- LH = Lufterwärmer
- LK = Luftkühler
- LB = Luftbefeuchter
- UM = Umluf
- MK = Mischkammer
- KVS = Konstant-Volumenstromregler
mit Vollabspernung
- VK = Verteilkammer

Einkanal Klimaanlage, Einzonen-Klimaanlage

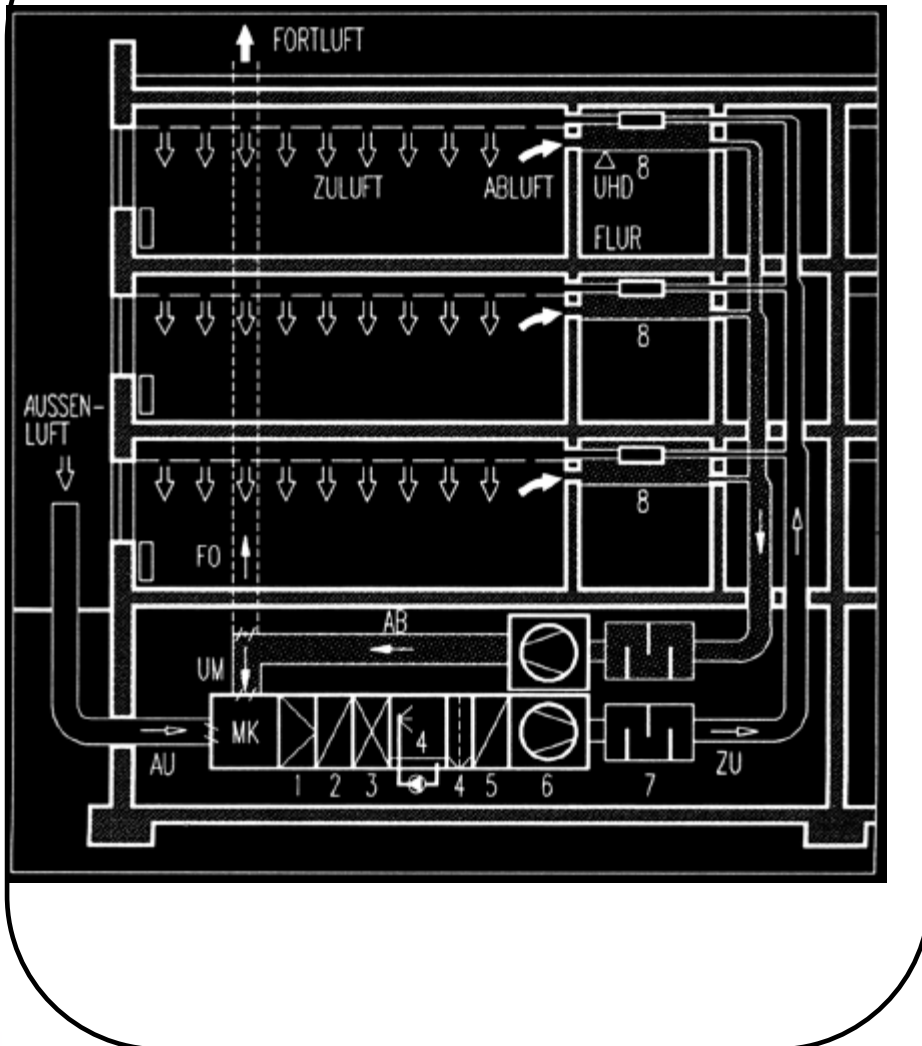
- Die zentral aufbereitete Luft wird über ein Kanalsystem zu einem oder mehreren Räumen geleitet
- alle Räume erhalten den selben Luftzustand
- Räume müssen somit alle die gleiche Lasten aufweisen
- Anwendung in Großräumen wie: Theater, Kinos, Mehrraumgebäude ...



- AU = Außenluft
- ZU = Zuluft
- AB = Abluft
- FO = Fortluft
- KL = Klappe
- WT = Wärmeaustauscher
- LWL-WRG = Luft/Wasser/Luft – Wärmerückgewinnung
- n = drehzahl geregelt
- VE = Ventilator
- LF = Luftfilter
- LH = Lufterwärmer
- LK = Luftkühler
- LB = Luftbefeuchter
- UM = Umluf
- MK = Mischkammer
- KVS = Konstant-Volumenstromregler mit Vollabsperung
- VK = Verteilkammer

Schematischer Aufbau einer Einkanal Klimaanlage mit variablem Volumenstrom

Einkanal Klimaanlage



alle Räume erhalten den selben Luftzustand

Schema Einkanal-Klimaanlage

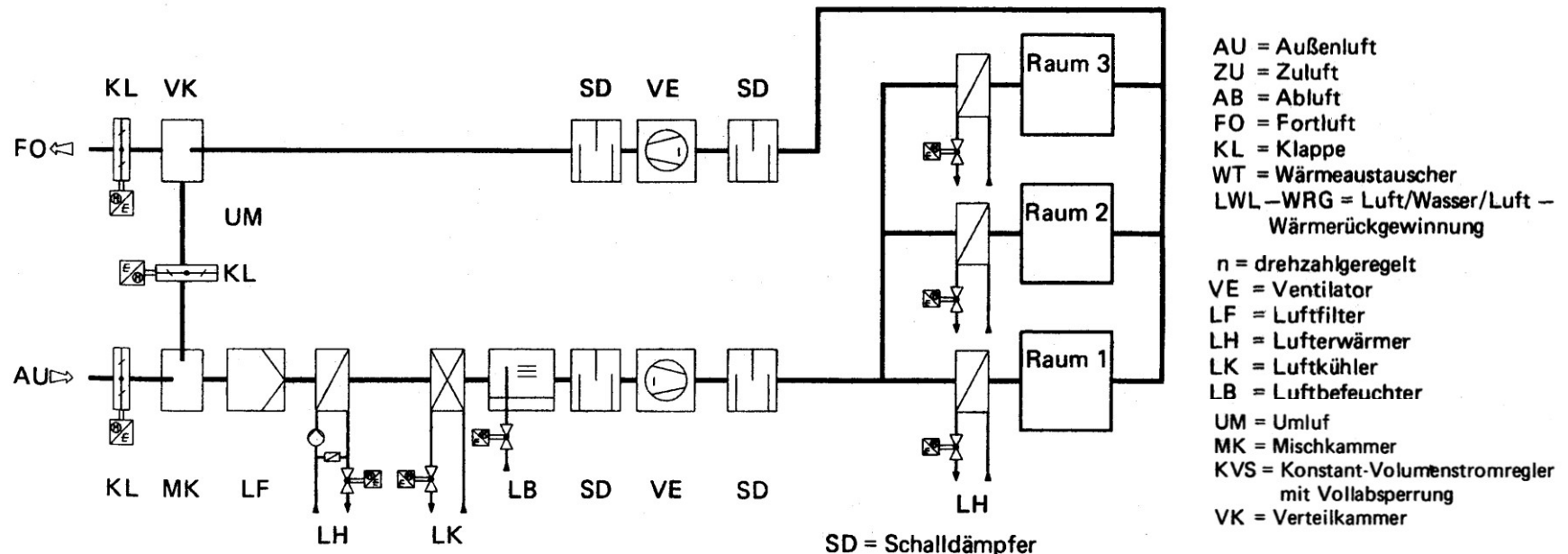
1. Filter
2. Vorerwärmer
3. Luftkühler
4. Luftwäscher mit Tropfenabscheider
5. Nacherwärmer
6. Ventilator
7. Schalldämpfer
8. Entspannungskasten

Nur-Luft-Klimaanlage

Einkanal Klimaanlage; Mehrzonen-Klimaanlage

- Räume unterschiedlicher Lasten können entsprechend versorgt werden
- Anwendungsgebiete sind die gleichen wie bei den Einzonen-Klimaanlagen
Kino, Theater, Hallen
- Jeder Raum kann einen separaten Nacherhitzer oder Kühler erhalten

Nachteil, dass die Kühlung immer für den ungünstigsten Raum bemessen werden muss und für die anderen Räume eine Nacherhitzung erfolgen muss (erhöhter Energieverbrauch)

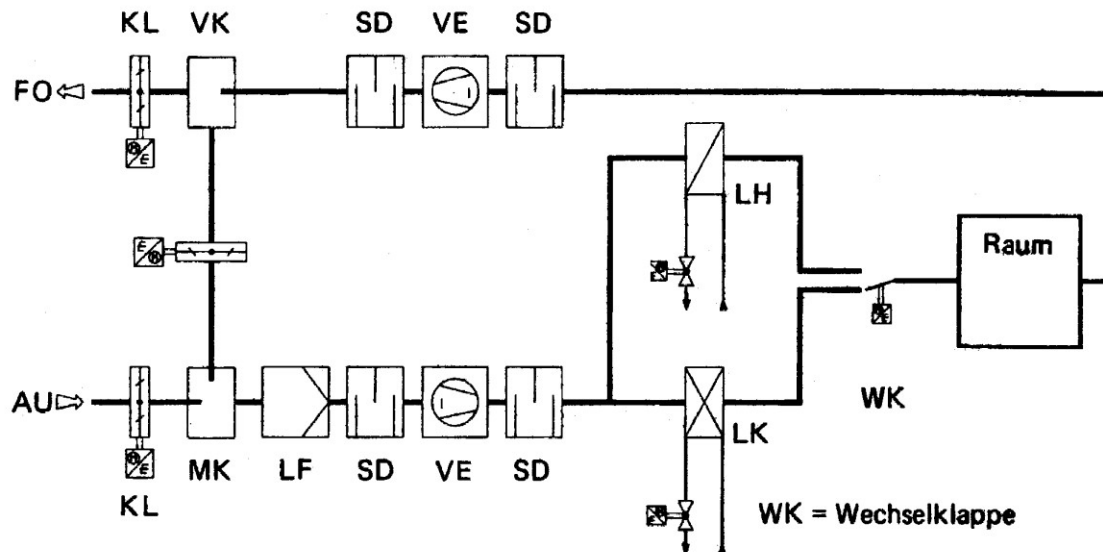


Schematischer Aufbau einer Einkanal Klimaanlage mit Mehrzonen-Nachwärmern

Nur-Luft-Klimaanlage

Einkanal Klimaanlage mit Wechselklappen

- Separate Regelung einer Zone (Raumes) möglich
- Nachteilig ist ein großer Raumbedarf der Kanäle
- Große Leckverluste bei den Klappen
- Vor allem der hohe Energieverbrauch durch Mischung von Warm- und Kaltluft
- Anlagen gut geeignet für kleine Räume mit sehr unterschiedlichen Belastungen wie in:
Schulen, Rundfunk- und Fernsehstudios...



- AU = Außenluft
- ZU = Zuluft
- AB = Abluft
- FO = Fortluft
- KL = Klappe
- WT = Wärmeaustauscher
- LWL-WRG = Luft/Wasser/Luft –
Wärmerückgewinnung
- n = drehzahl geregelt
- VE = Ventilator
- LF = Luftfilter
- LH = Lufterwärmer
- LK = Luftkühler
- LB = Luftbefeuchter
- UM = Umluf
- MK = Mischkammer
- KVS = Konstant-Volumenstromregler
mit Vollabspernung
- VK = Verteilkammer

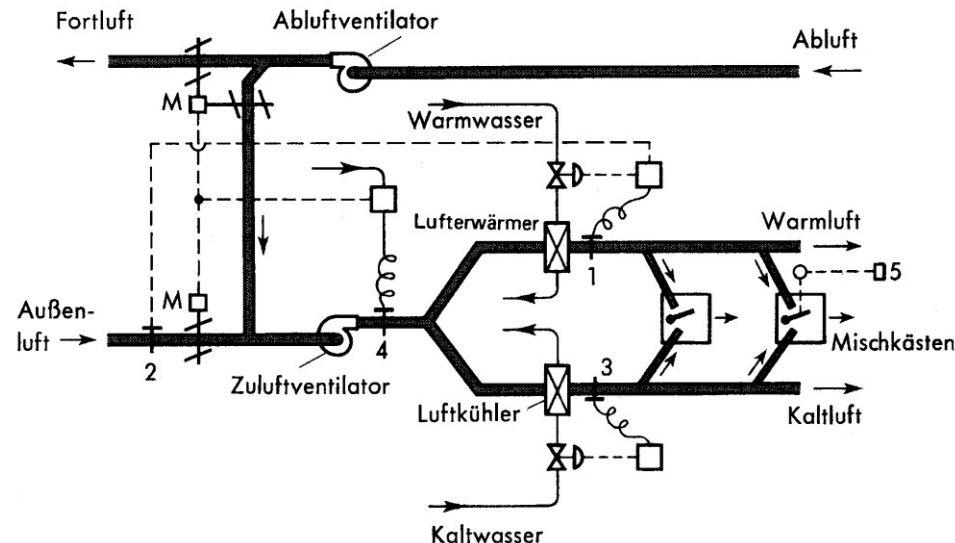
Schematischer Aufbau einer Mehrzonen-Klimaanlage mit Wechselklappen

Nur-Luft-Klimaanlage

Zweikanal Klimaanlage

Diese Anlagen sind geeignet für vielräumige Gebäude wie Bürohäuser unterschiedlicher Lasten

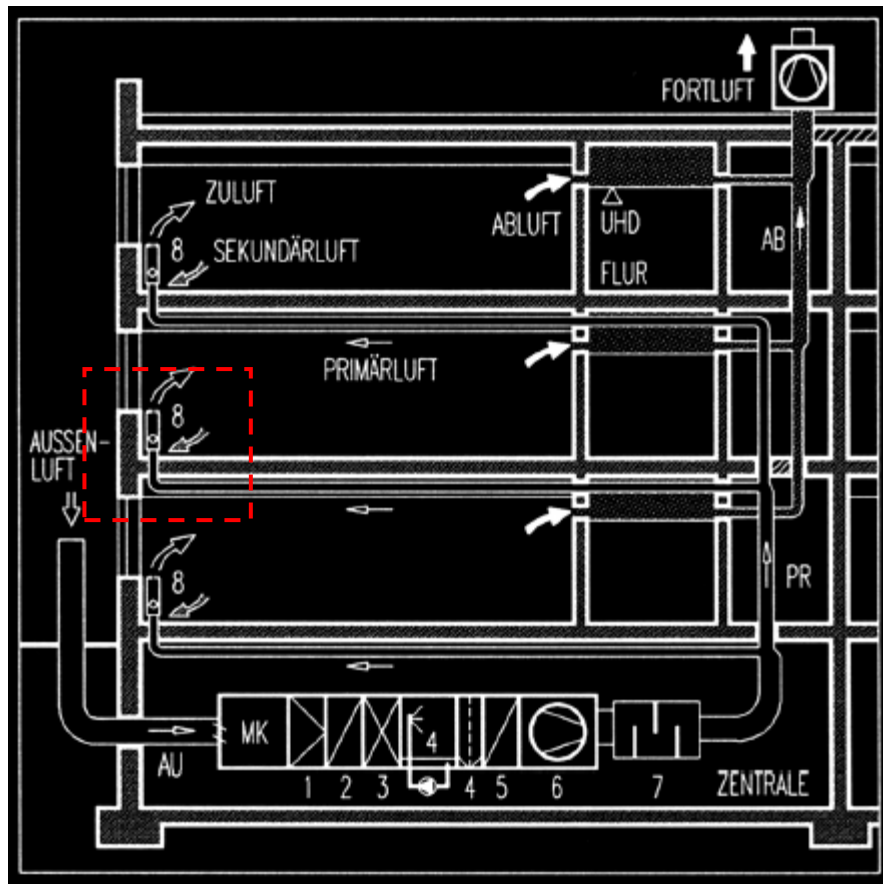
- Außenluft wird angesaugt und erfährt nur eine gewisse Grundaufbereitung
- Luftvolumenstrom wird in Warmluftkanal und Kaltluftkanal getrennt
- Je nach Temperaturdifferenz von Außenluft und erwärmter / abgekühlter Luft schalten sich Lufterhitzer bzw. Kühler ein
- Die Raumluft wird je nach Bedarf durch Mischkästen zusammengeführt und in die Räume geleitet
- Eine Regelung der Luftfeuchte ist nur in beschränktem Maße möglich



Schema der Luftführung und Regelung bei Zweikanal-Hochdruckklimaanlagen.
 1 = Warmluftfühler, 2 = Außenluftfühler, 3 = Kaltluftfühler, 4 = Mischluftfühler, 5 = Raumthermostat

Wasser-Luft-Klimaanlage

Bei Induktionsklimaanlagen (Primärluftanlagen) wird nur ein Teil (Primärluft) der benötigten Luftmenge zentral aufbereitet und ein Mehrfaches davon als Sekundärluft aus dem Raum angesaugt und **dezentral** erwärmt oder gekühlt.

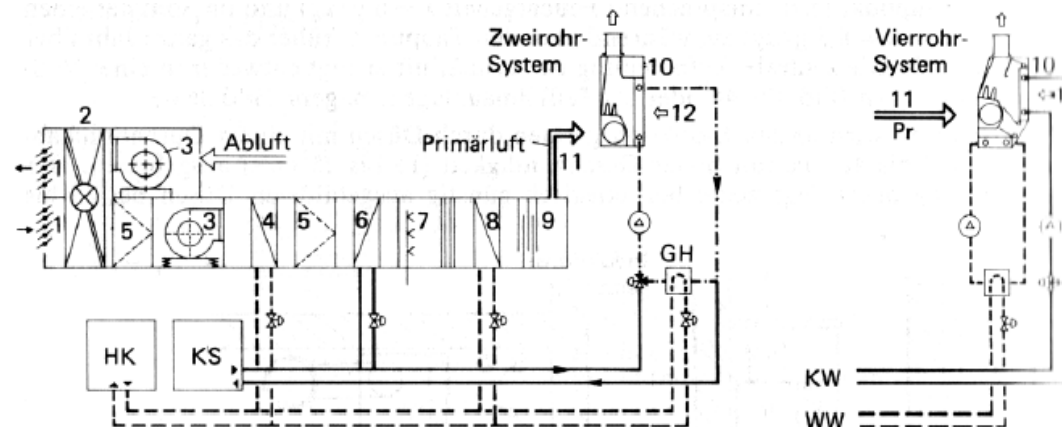


Schema eines Induktions-Klimaanlage

1. Filter
2. Vorerwärmer
3. Luftkühler
4. Luftwäscher mit Tropfenabscheider
5. Nacherwärmer
6. Ventilator
7. Schalldämpfer
8. Induktionsgerät

Wasser-Luft-Klimaanlage

- Primärluft ist fast immer Außenluft
- Umluft wird über die Zentrale nicht zurückgeführt sondern als Sekundärluft im gleichen Raum ohne Kanäle umgewälzt
- Induktionssystem hat den geringsten Energieverbrauch im Vergleich zu anderen Systemen
- Dieses System wird immer häufiger eingebaut z.B. in Bürogebäuden aufgrund der höheren benötigten Kühllast durch EDV-Systeme
- Der Primärluftstrom ist das Jahr über konstant
- Induktionsverhältnis Primärluft – Sekundärluft liegt meist zwischen 2 und 4
- Die Primärluft wird im Winter in der Zentrale befeuchtet und im Sommer entfeuchtet
- Induktionsgeräte sind besonders für vielräumige Gebäude geeignet wie Bürohäuser, Hotels...



1 Jalousieklappe
2 Wärmerückgewinnung
3 Ventilator
4 Vorerhitzer
5 Filter
6 Kühler

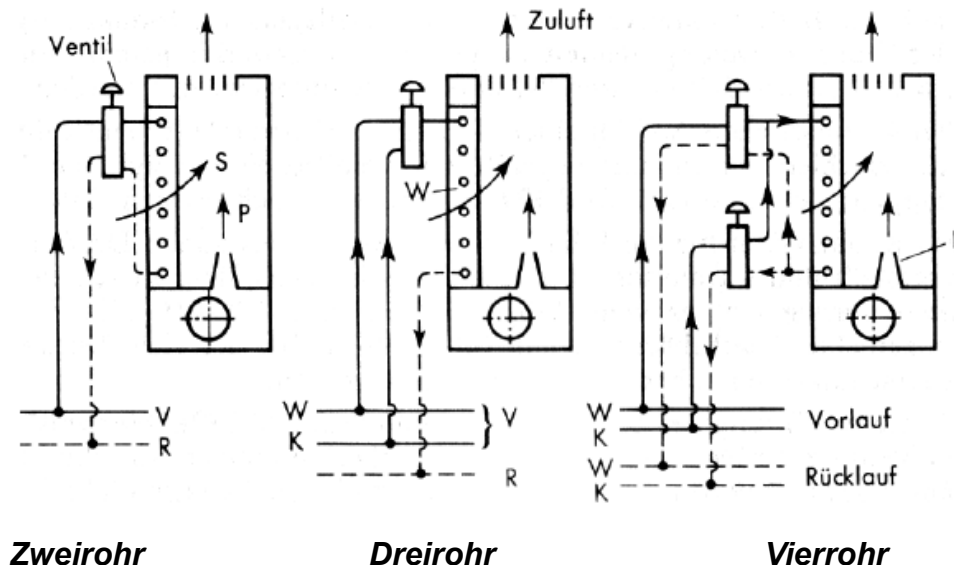
7 Luftbefeuchter
8 Nacherhitzer
9 Schalldämpfer
10 Induktionsgerät
11 Primärluftkanal
12 Sekundärluft

GH Gegenstromwärme-
taucher für Heizen
HK Heizkessel
KS Kaltwassersatz
WW Warmwassernetz
KW Kaltwassernetz

Induktionsgerät

Das Induktionsgerät besteht im wesentlichen aus Luft/Wasser-Wärmeaustauschern und einem Primärluftanschluss.

- Das Induktionsgerät übernimmt die Funktion der Raumkühlung, Heizung und Frischluftzufuhr.
- Primärluft wird in den Induktionsgeräten durch Düsen mit hoher Geschwindigkeit (15..25m/s) ausgeblasen
- Der hohe Austrittsimpuls bewirkt eine starke Induktionswirkung der Raumluft, die angesaugt und durch den entsprechenden Wärmeaustauscher geführt wird.
- Die gesamte Zuluft (Primär- und Sekundärluft) tritt durch ein Ausblasgitter senkrecht entlang der Fensterscheibe nach oben und dann unter der Decke ins Rauminnere.

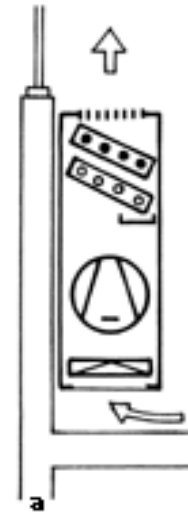


S Sekundärluft
P Primärluft
V Vorlauf
R Rücklauf

Schematische Darstellung der Induktionsregelung mit Ventilregelung

Ventilator-konvektoren

In einem Gerätegehäuse wird im unteren Bereich die Luft angesaugt, gefiltert und von einem Radialventilator über Wärmeaustauscher für Kühlung und Heizung oben ausgeblasen. Die angesaugte Luft kann Raumluft als Umluft sein, aber auch von außen zugeführt werden.



*Radialventilator, Heizer, Kühler, Regelventile
im Gehäuse für oberen Luftauslaß*

| | | |
|------------------------|--------|--|
| DIN 1946-2 | Jan 94 | Raumluftechnik Gesundheitstechnische Anforderungen (VDI-Lüftungsregeln) |
| DIN 1946-4 | Mär 99 | Raumluftechnik Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern (VDI-Lüftungsregeln) |
| DIN 1946-6 | Okt 98 | Raumluftechnik Teil 6: Lüftung von Wohnungen; Anforderungen, Ausführung, Abnahme (VDI-Lüftungsregeln) |
| DIN 1946-7 | Jun 92 | Raumluftechnik Raumluftechnische Anlagen in Laboratorien (VDI-Lüftungsregeln) |
| DIN EN ISO 7730 | Sep 95 | Gemäßigtes Umgebungsklima Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit (ISO 7730:1994) |
| DIN EN ISO 7730 | OKT 03 | Ergonomie des Umgebungsklimas Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und der lokalen thermischen Behaglichkeit |

- | | | |
|--------------------|--------|--|
| DIN 33403-2 | Aug 00 | Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung Teil 2: Einfluss des Klimas auf den Wärmehaushalt des Menschen |
| DIN 33403-3 | Apr 01 | Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung Teil 3: Beurteilung des Klimas im Warm- und Hitzebereich auf der Grundlage ausgewählter Klimasummenmaße |
| DIN 33403-5 | Jan 97 | Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung Teil 5: Ergonomische Gestaltung von Kältearbeitsplätzen |
| DIN 33404-3 | Mai 82 | Gefahrensignale für Arbeitsstätten Akustische Gefahrensignale Einheitliches Notsignal Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung |