



# *Optimale Regelung*

*Von*

# *Lüftungsanlagen*

*TBAS UG*

*(haftungsbeschränkt)*

*Prof. Eichmann Str. 8*

*80999 München*

*089 – 81897160*

*alexander.schaaf@tbas.de*

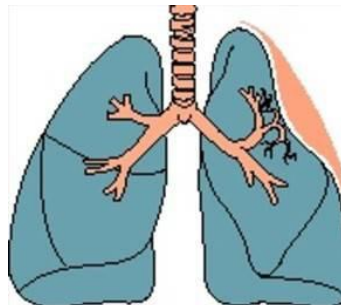
*www.tbas.de*

*Referent: Alexander Schaaf*

# Warum ist das Lüften so wichtig?

- Wir halten uns bis zu 80% in geschlossenen Räumen auf.
- Ein 3-4 Personen-Haushalt erzeugt ca. 10 Liter Feuchte am Tag.
- Es entstehen Geruchs- und permanent Schadstofflasten und, z.B. VOC.
- Die Luft besteht nur zu 20,9% aus Sauerstoff, mit jedem Ausatmen wird 4% CO<sub>2</sub> ausgeschieden.
- Ein ruhender Mensch benötigt ca. 20-30 m<sup>3</sup> Frischluft pro Stunde, wir nehmen am Tag bis zu **20.000 Liter** Luft auf.

ca. 70m<sup>2</sup>



>>



ca. 20.000 l /  
24h

# Wie viel Feuchte produzieren wir am Tag im Durchschnitt?

| Ursache  | Anreicherung mit Wasserdampf   | Mittelwert<br>[Gramm<br>Feuchte /h] | Tagesmenge<br>[Liter] |
|----------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Mensch   | leichte Aktivität              | 30-60                               | 0,72l-1,44 (24h)      |
|          | mittelschwere Arbeit           | 120-200                             | 0,96-1,60 (8h)        |
|          | schwere Arbeit                 | 200-300                             | 1,60-2,40 (8h)        |
| Pflanzen | Topfpflanzen z.B. je Veilchen  | 5-10                                | 0,12-0,24 (24h)       |
|          | Grünpflanzen z.B. je Gummibaum | 10-20                               | 0,24-0,48 (24h)       |
| Kochen   | je Kochvorgang                 | 60-1500                             | 0,12-3,00 (2h)        |
| Baden    | je Wannenbad                   | ~700                                | 0,7                   |
|          | je Duschen                     | <b>~2600</b>                        | <b>2,6</b>            |
| Waschen  | 4,5kg schleudern und trocknen  | 20-200                              | 0,02-0,2              |
|          | 4,5 kg tropfnass trocknen      | 100-500                             | 0,10-0,50             |

*Bei einem 3-4 Personenhaushalt können dies ca. **10 Liter** Feuchte sein! Auch in der Nacht wird alleine durch Ausatmung ca. 1 Liter pro Person und Tag an die Luft abgegeben.*

# Muss heute mehr gelüftet werden?

Diese Frage muss eindeutig mit **Ja** beantwortet werden.

## Früher:

*Frühere Gebäude hatten durch die Undichtigkeit der Fenster und Türen einen 3 bis 10-fachen Luftwechsel pro Stunde. Das heißt, die gesamte Raumluft wurde in der Stunde mindestens drei Mal komplett ausgetauscht. Damit ging auch ein Großteil der Heizenergie als erwärmte Raumluft verloren. Die Heizenergieverluste waren bei ca. 7 Pfennig / Liter Öl damals weniger relevant.*

*Die trockene Luft wurde durch Heizkörperverdunster „keimreich“ wieder befeuchtet.*

# Muss heute mehr gelüftet werden?

Diese Frage muss eindeutig mit **Ja** beantwortet werden.

## Heute:

*Ein Liter Öl kostet 2015 ~0,60€, ist also ~15x teurer. Darum werden die Gebäude heute gegen Wärmeverluste stärker gedämmt, am häufigsten durch Austausch oder nachträgliches Abdichten der Fenster.*

*Damit sinkt der „natürliche“ Luftwechsel über die Undichtigkeit der Fenster auf fast Null, die Feuchtebelastung sowie die CO<sub>2</sub> und Schadstoffbelastung steigt an. Das heißt, die verbrauchte Luft muss nun regelmäßig ausgetauscht werden.*

# Wie effizient ist das Lüften über die Fenster?

| Fensterstellung                                                                  | Luftwechselrate / Stunde [1/h] |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Fenster / Türe zu (alte Kastenfenster)                                           | 0,4-1,5 und mehr               |
| Fenster / Türe zu (Fenster bis ca. 1980)                                         | 0,1-0,5                        |
| <b>Fenster / Türe zu (neuezeitige Fenster)</b>                                   | <b>0,0-0,05</b>                |
| Fenster gekippt                                                                  | 0,8-4,0                        |
| Fenster geöffnet                                                                 | 9,0-15,0                       |
| <b>Fenster / Türe geöffnet, gegenüberliegende Fenster geöffnet (Querlüftung)</b> | <b>bis 40,0</b>                |

Die Feuchte- und Schadstofflasten sowie die Anreicherung mit CO<sub>2</sub> finden den ganzen Tag meist kontinuierlich statt.

Deshalb kann mit 2-3maligen Querlüften der notwendige Luftaustausch über den Tag gesehen nicht vollständig realisiert werden.

**3x Lüften à 5 min >> steht in den meisten Empfehlungen**

# Wie effizient ist das Lüften über die Fenster?

| Fensterstellung                                                                  | Luftwechselrate / Stunde [1/h] |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Fenster / Türe zu (alte Kastenfenster)                                           | 0,4-1,5 und mehr               |
| Fenster / Türe zu (Fenster bis ca. 1980)                                         | 0,1-0,5                        |
| <b>Fenster / Türe zu (neuezeitige Fenster)</b>                                   | <b>0,0-0,05</b>                |
| Fenster gekippt                                                                  | 0,8-4,0                        |
| Fenster geöffnet                                                                 | 9,0-15,0                       |
| <b>Fenster / Türe geöffnet, gegenüberliegende Fenster geöffnet (Querlüftung)</b> | <b>bis 40,0</b>                |

Die Feuchte- und Schadstofflasten sowie die Anreicherung mit CO<sub>2</sub> finden den ganzen Tag meist kontinuierlich statt.

Deshalb kann mit 2-3maligen Querlüften der notwendige Luftaustausch über den Tag gesehen nicht vollständig realisiert werden.

**3x Lüften à 5 min >> steht in den meisten Empfehlungen**

**3x Lüften à 5 min / Tag = 15min von 1440 min / Tag = ~1%**

## Was sagt die Rechtsprechung?

Von einem ganztägig arbeiten Mieter kann allerdings nicht mal eine zweimalige Stoßlüftung erwartet werden.

*BGHZ, 150, 226 = NZM 2002, 750*

Der Mieter muss sich bei Altbauten darauf einstellen das die Wohnung nicht den heutigen technischen Standard entspricht. Unzumutbare Anstrengungen wie vermehrtes Lüften und Heizen können dem Mieter jedoch nicht abverlangt werden.

*(mehrere LG Urteile)*

>> Lüften ist eigentlich Vermietersache! <<



In dieser Norm wird für neu zu errichtende oder modernisierende Gebäude ein Lüftungskonzept gefordert.

Das Lüftungskonzept muss mindestens den Feuchteschutz gewährleisten und zwar:

**24h / Tag Nutzerunabhängig!**

*Dies gilt für alle Neubauten, aber auch für bestehende EFH (Ein Familien Häuser) und MFH (Mehr Familien Häuser) bei denen mehr als 1/3 der Fenster ausgetauscht werden!*

*Bei EFH gilt dies zusätzlich wenn mehr als 1/3 der Dachfläche abgedichtet wird!*

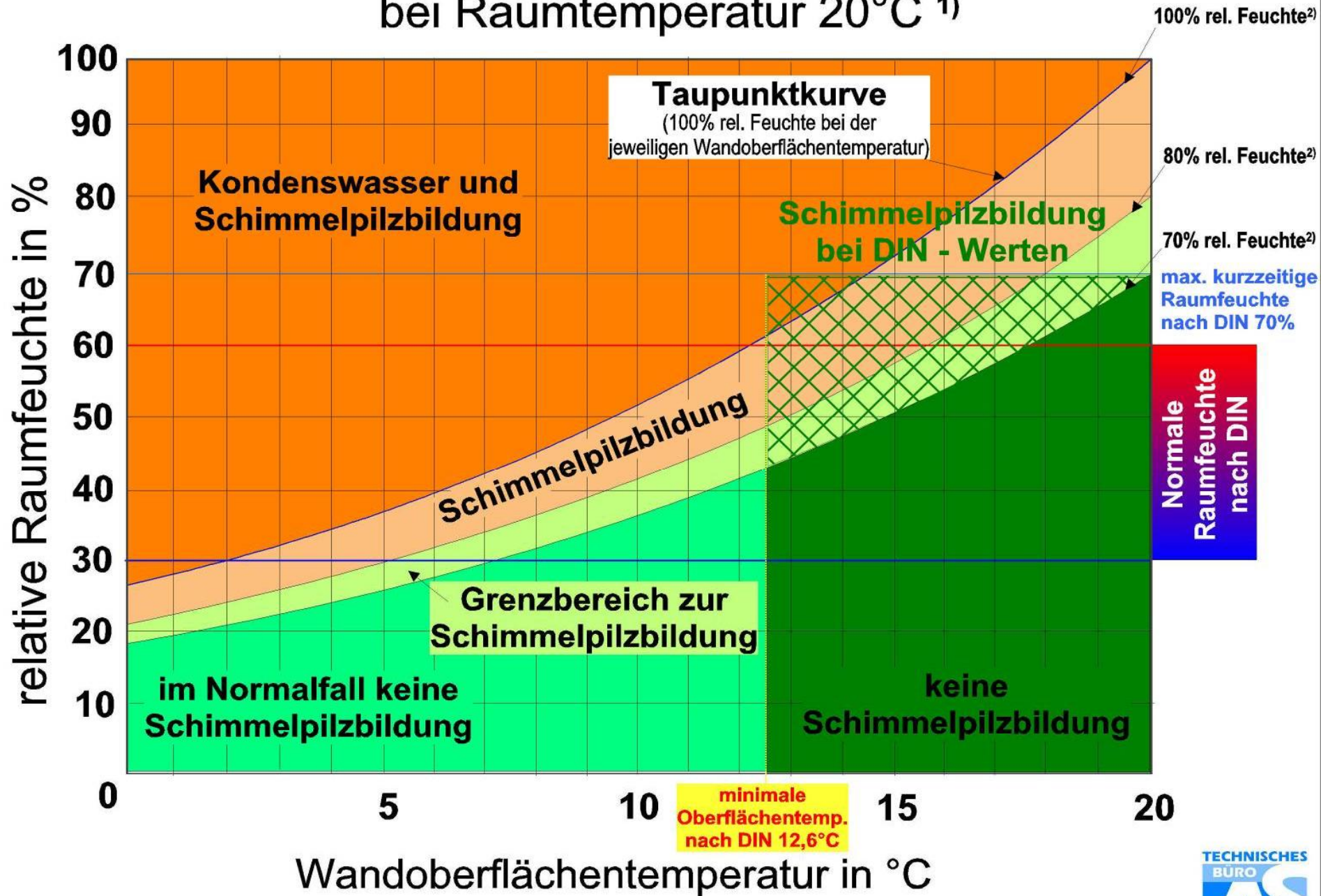
# Das Lüftungskonzept nach der DIN 1946 Teil 6

Die Norm ist zur Reduzierung der Feuchtelasten ausgelegt. Das ist bei Altbauten, bei denen nur die Fenster ausgetauscht werden, eine absolut notwendige Maßnahme.

Bei neuen oder energetisch sanierten Gebäuden steigt die Wandoberflächentemperatur, die Feuchte ist dort eigentlich nicht das Problem und kann eigentlich nicht der Fokus der Berechnungen in der DIN 1946:6 sein.

Die Lüftungsanlage muss in solchen Gebäuden zur Sicherstellung der Hygiene die Schadstofflasten abführen und durch saubere Außenluft ersetzen, was in den Berechnungen wenig berücksichtigt wird.

# bei Raumtemperatur 20°C 1)



1) Die Umrechnung findet über das mollier h-x Diagramm mit der absoluten Feuchte bei 20°C statt  
2) Fechtewerte auf der Wandoberfläche. Grenzbereich 70%, bei 80% immer Schimmelwachstum.

# Lüftung zum Schimmel oder Feuchteschutz

Durch einen permanenten Luftaustausch wird die Feuchtelast in einer Wohnung stetig reduziert, was ein wichtiger Faktor zu Schimmelvermeidung ist.

In der DIN 1946-6 gibt es mehrere Angaben, wie der notwendige Luftwechsel berechnet werden kann.

Dort gibt es vier Lüftungsstufen:

- *Lüftung zum Feuchteschutz*
- *reduzierte Lüftung*
- *Nennlüftung*
- *Intensivlüftung*

Zusätzlich gibt es raumbedingt unterschiedliche Volumenströme.

# Regelung zur Verringerung von Feuchte- und Stofflasten

Da das Wohnverhalten jedes einzelnen unterschiedlich ist und die Baustoffe sowie die Einrichtungen jeder Wohnung anders sind, ergeben sich auch unterschiedliche Feuchte- und Stofflasten.

Deshalb können Lüftungssysteme, die nach Zeit geregelt werden, nur eher zufällig, den hygienisch notwendigen Luftwechsel sicherstellen.

Die Feuchte kann keine Regelgröße darstellen, da im Winter sich bei normalen Lüftungssystemen, eher eine zu trockene Luft einstellt.

Mit den heutigen CO<sub>2</sub> oder Mischgassensoren, kann der Luftwechsel bedarfsgerecht geregelt werden.

Diese erfassen die Luftqualität im Raum und ändern den Luftwechsel dementsprechend.

## Beispiel:

- *Einweihungsparty >> hohe Stofflasten >> max. Luftwechsel*
- *Urlaub >> geringe Stofflasten >> kein oder min. Luftwechsel*

Entscheidend ist die Platzierung des Sensors im Raum. Dieser sollte den Mittelwert aller Räume bilden und ist je nach Raumgeometrie unterschiedlich. Ggf. müssen mehrere Sensoren eingesetzt werden. Ein Sensor im Abluftkanal setzt einen dauerhaften Betrieb voraus, ansonsten muss der Sensor regelmäßig durch Anfahren der Lüftung durchspült werden (*Schnüffelprinzip*).

# Lüftung zum Schimmel- oder Feuchteschutz

Nach Pettenkofer sollte der hygienische Mindestluftwechsel bei  $0,5^{-1}$  liegen, was einen kompletten Luftaustausch alle 2 Stunden bedeutet.

Diese Luftwechselraten würden aber bei einigen Systemen im Winter zu extrem trockener Raumluft führen.

## Beispiel:

*Wird bei  $-15^{\circ}\text{C}$  und 100% rel. Außenfeuchte diese Luft im Raum auf  $20^{\circ}\text{C}$  erwärmt, beträgt die rel. Luftfeuchte im Raum nur noch 10%!*

# Warum ist die Feuchterückgewinnung sinnvoll?

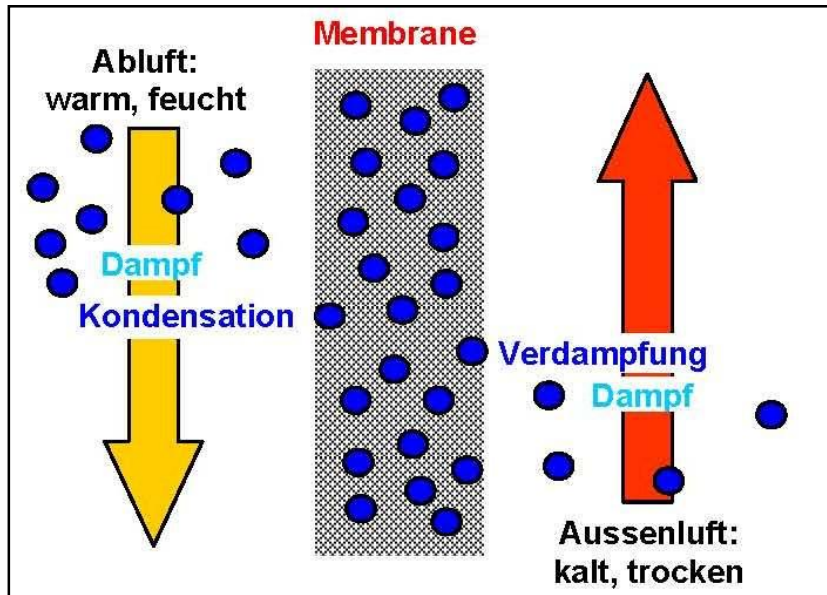
Die Außenluft enthält im Winter nur wenig Feuchte. Bei einem hygienischen Mindestluftwechsel von 0,5 würden sich so rel. Raumfeuchten von  $< 30\%$  einstellen. Zu trockene Luft kann zu folgenden Problemen führen:

- *Reinigungseffekt der Flimmerhaare in der Nase eingeschränkt*
- *leichtere Übertragung von Vieren*
- *trockene Stimmlippen > bei Personen die viel sprechen müssen*
- *Austrocknen des Tränenfilms auf den Augen*
- *Beeinträchtigung der Schutzfunktion unserer Haut, besonders der Hände*
- *Gefahr der elektrostatischen Aufladung*
- *stärkere Feinstaubbelastung z.B. durch Toner des Kopierers*
- *Rissbildung bei Holzbaustoffen*



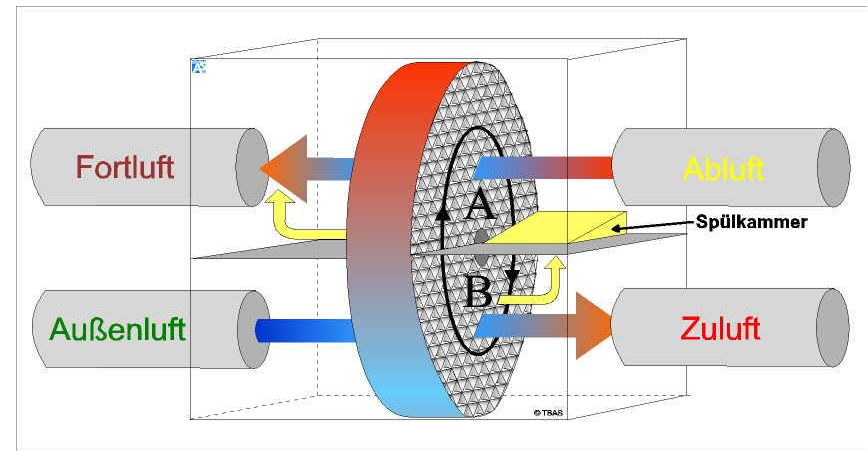
# Arten der Feuchterückgewinnung

## Kreuzstromwärmetauscher: *Über eine Membrane*



Quelle: Paul

## Rotationswärmetauscher: *Über Sorption oder Kondensation*



*Durch zusätzliche Rückfeuchtung (Enthalpienutzung) sind Wirkungsgrade von > 100% möglich <sup>1)</sup>*

*1) Rechnerischer Wert, generell wird der Wirkungsgrad um mehrere % angehoben*

# Heizen über die Lüftungsanlage

Einige Konzepte sehen eine komplette Beheizung über die Wohnungslüftung vor. Dies ist aber nur in begrenzten Fällen ausreichend möglich.

1m<sup>3</sup> Mauerwerk speichert soviel Energie wie ~1.000m<sup>3</sup> Luft. Bei schlecht isolierten Gebäuden müsste ein extrem hoher Luftwechsel gefahren werden, um die Wärmeverluste auszugleichen.

Die Zulufttemperatur muss weit über der Raumtemperatur gefahren werden, was im Wirkungsbereich eines Luftauslasses meist als unangenehm empfunden wird.

Außerdem sinkt die rel. Feuchte im Raum, was ebenfalls unbehaglich ist und bei Holzwerkstoffen zu Rissbildung führen kann.

# Kühlen über die Lüftungsanlage

## Auch hier gilt:

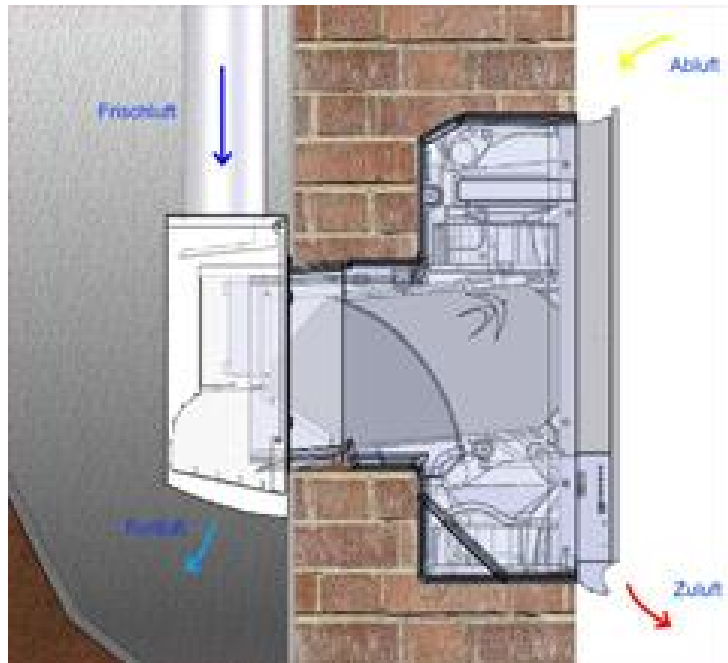
1m<sup>3</sup> Mauerwerk speichert soviel Energie wie ~1.000m<sup>3</sup> Luft.

Wenn sich ein Gebäude, z.B. durch Fenster ohne äußeren Sonnenschutz aufgeheizt hat, müsste ein extrem hoher Luftwechsel, mit sehr kühler Luft gefahren werden, um die Raumluft dauerhaft abzukühlen.

Nur wenn der äußerliche Sonnenschutz gegeben ist, kann die Luft minimal „gekühlt“ werden.

Durch Erdwärmetauscher kann im Sommer ein gewisser Kühleffekt erzielt werden, dabei ist aber besonders auf die Hygiene im Kanal zu achten.

# Kellerlüftung



Quelle: BluMartin

Das Problem im Kellerbereich ist die eingelüftete Feuchte im Sommer, die oft zu Kondensatbildung an kühlen Oberflächen führt. Lüftungsanlagen machen dort nur dann einen Sinn, wenn sie nach der absoluten Feuchte geregelt werden. Derzeit gibt es aber nur wenige Hersteller, die das verwirklichen. Bei einigen Systemen ist sogar eine Datenlogger-Funktion integriert.

## Über- oder Unterdruck bei zentralen Anlagen

Die Betriebsweise ist eher zu vernachlässigen, außer bei:

- *Wand- oder Dachkonstruktionen, die mit einer diffusionsdichten Folie auf der Innenseite versehen sind, sollten eher im minimalen Unterdruck oder mit ausgeglichener Luftbilanz betrieben werden, ansonsten kann die Raumfeuchte über Fehlstellen in die Konstruktion „gedrückt“ werden.*
- *Bei radonbelasteten Kellerräumen sollte die Lüftung dauerhaft und im Überdruck betrieben werden, um einen möglichen Radoneintrag aus dem Erdreich zu verhindern.*

# Was kann man bei heutigen Wohnungslüftungen einstellen?

Ähnlich wie die heutigen Heizungssteuerungen, sind auch die der Wohnungslüftung in der Regel sehr einfach gehalten.

Übliche Einstellwerte sind:

- *Raumtemperatur*
- *Laufzeiten*
- *Lüfterstufen (Luftmenge)*
- *CO2 Werte (wenn vorhanden)*
- *ggf. Filterwechselzeiten*
- *Klappen für Erdwärmetauscher*
- *und noch wenig andere*



# Bedienbarkeit

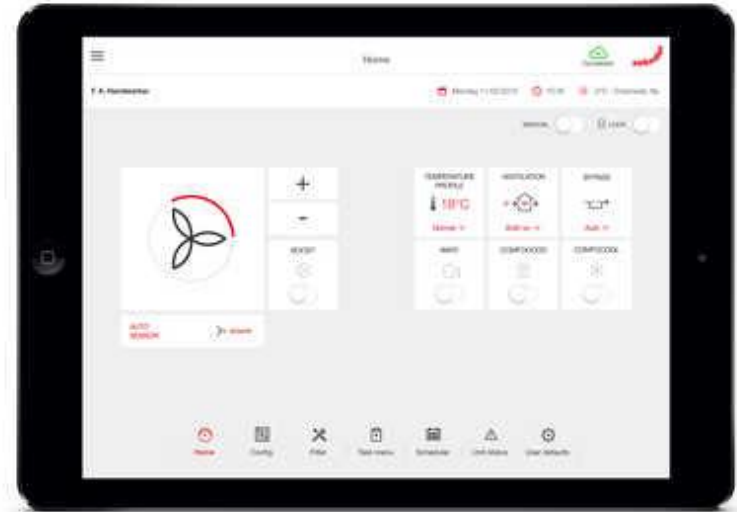
Anfänglich war die Bedienbarkeit sehr einfach gehalten, einige Hersteller haben mittlerweile bedienbare Touch-Displays. Trotzdem ist bei den meisten, ohne ausreichende Fachkenntnis, die richtige Einstellung nur schwer zu bewerkstelligen.



Quelle: inVENTer



Quelle: Zehnder





# Einige Überlegungen zur Regelung

Die meisten Lüftungen haben einfache Regler, die nur begrenzte Einstellungsmöglichkeiten haben.

Bei einer CO<sub>2</sub>-Regelung kann eine zu starke Stoffbelastung im Raum, zu hohen Luftwechselraten und somit bei kalten Tagen, zu geringen Raumfeuchten führen.

Dort ist eine Kombination mit einem Feuchtefühler sinnvoll, der ab einen unteren Schwellwert die Luftmenge wieder reduziert, vor allen bei Gebäuden oder Böden aus Holz.

Das Problem der trockenen Luft kann mit feuchterückführenden Systemen einfach gelöst werden.

# Einige Überlegungen zur Regelung

Fast alle Systeme in einem Haus haben heute eigenständige Regler, so auch die Heizung und Lüftung.

Unsere Anlagentechnik wird immer komplexer, viele Systeme beeinflussen sich physikalisch untereinander.

Warum sollen alle System nicht miteinander kommunizieren und sich somit vielleicht auch energetisch ergänzen?

Derzeit gibt es viele Bestrebungen zum Smart Home, nicht nur Alexa und Co., leider sind viele Hersteller und Systeme nicht miteinander kompatibel. Es zeichnen sich derzeit Bestrebungen zu einheitlichen Datenprotokollen, wie z.B. enOcean, ab.

# Beispiel Home System „myGEKKO“

|                                 |                                                                                                                                                            |                  |                                                                                                                                                               |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lastabwurf / Energieoptimierung | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Optimierung Energielasten</li> <li>✓ Reduzierung der Spitzenströme</li> <li>✓ Aggregatfunktion</li> </ul>         | Gartenberechnung | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Berechnungszonen</li> <li>✓ Überwässerungsschutz</li> <li>✓ Steuerung über Sonnenauf- und Sonnenuntergang</li> </ul> |
| Zutritt                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fingerscan oder Kartenleser</li> <li>✓ Koppelung an Alarmanlage</li> <li>✓ integrierte Protokollierung</li> </ul> | Musik            | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Multi-Room</li> <li>✓ MP3, Internetradio</li> <li>✓ Steuerung über Taster/Touch</li> </ul>                           |
| Kameras                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hausüberwachung</li> <li>✓ Videosprechstelle</li> <li>✓ Aufnahmesteuerung</li> </ul>                              | Szenarien        | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Zentral aus</li> <li>✓ Urlaub/Heimkehr</li> <li>✓ Grillparty / Relax</li> </ul>                                      |
| Zeituhren                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vom Endkunden frei definierbar</li> <li>✓ Anwesenheitssimulation</li> <li>✓ Heizzeiten</li> </ul>                 | Weckservice      | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mit Musik</li> <li>✓ Weckservice nach Dr. Schreiner</li> <li>✓ Kaffeemaschine- Rollo- und Lichtsteuerung</li> </ul>  |
| Fernsteuerung                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Über Web / SMS</li> <li>✓ Steuern und überwachen</li> <li>✓ Zugriff über Handy, Windows, Mac, ...</li> </ul>      | Wetterstation    | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Für Beschattung, Beregnung</li> <li>✓ Wintergartensteuerung</li> <li>✓ Wetterbuch / Wettertrend</li> </ul>           |
| Bedienung                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Direkt über Touch / Taster</li> <li>✓ Kein PC notwendig</li> <li>✓ Backup/Update über USB</li> </ul>              | Display          | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Wettervorhersage</li> <li>✓ Mond- und Sonnenzeichen</li> <li>✓ Digitaler Bilderrahmen</li> </ul>                     |

## Funktionen

Wohnzimmer

Komfort-Betrieb

Kühlung

Heizung

Wecker MO-FR

| Room              | Device     | Volume | Time  |
|-------------------|------------|--------|-------|
| Fürk 20K          | Play       | 80-30  | 06:30 |
| Eternzimmer       | myGecko 1  | 20%    | 06:30 |
| Eternzimmer       | myGecko 1  | 60%    | 06:30 |
| Eternzimmer       | myGecko 1  | 95%    | 06:30 |
| Eternzimmer Decke | Ein        | 06:40  |       |
| Eternzimmer       | Aus        | 06:40  |       |
| Kaffeemaschine    | Inputs-Ein | 06:50  |       |

Zeituhr - Wecker

STROM

2404.7 kWh

Aktuelle Leistung: 2.25 kW

Gesamtkosten: 589.13 Euro

Energieverbrauch - Trend

15:35:38

24. Jul 2009

Wetterprognose

| Day            | Temp. max | Temp. min |
|----------------|-----------|-----------|
| Heute Freitag  | 30 °C     | 12 °C     |
| Morgen Samstag | 26 °C     | 10 °C     |
| Sonntag        | 31 °C     | 12 °C     |
| Montag         | 31 °C     | 12 °C     |
| Dienstag       | 32 °C     | 11 °C     |

Dieses System stellt unserer Meinung nach das derzeit am einfachsten zu bedienende und durch die fehlende Produktbindung, ein zukunftsfähiges System dar.

Nachttisch

Deckenlicht

Rolläden Süd

Rolläden West

Panik-Taster

Fernsehen

TV

Lesen

Heizung

Lüftung

Standby-Geräte

Musik

Wecken

# Was ist bei einer Lüftung sonst noch zu beachten?

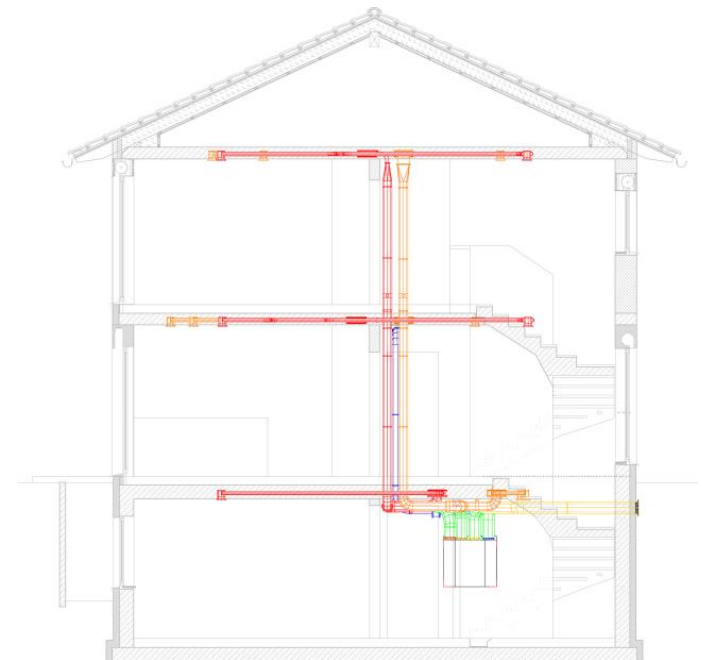
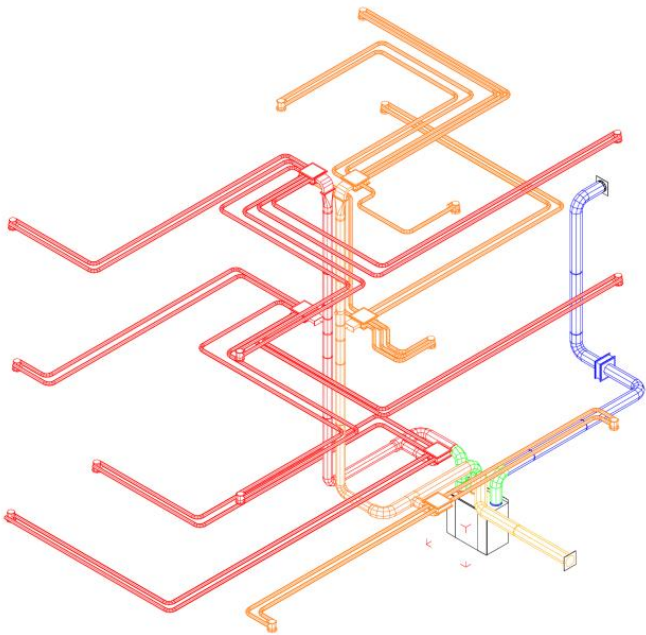
Die Wohnungslüftung ist ein noch relatives junges Gewerk, es gibt noch wenig erfahrene Planer und Errichter.

Fehler in der Planung wie z.B. zu kleine Rohrquerschnitte (*Strömungsgeräusche*) oder vergessene Schalldämpfer (*Schallübertragung*) können im Nachhinein oft nicht mehr behoben werden.

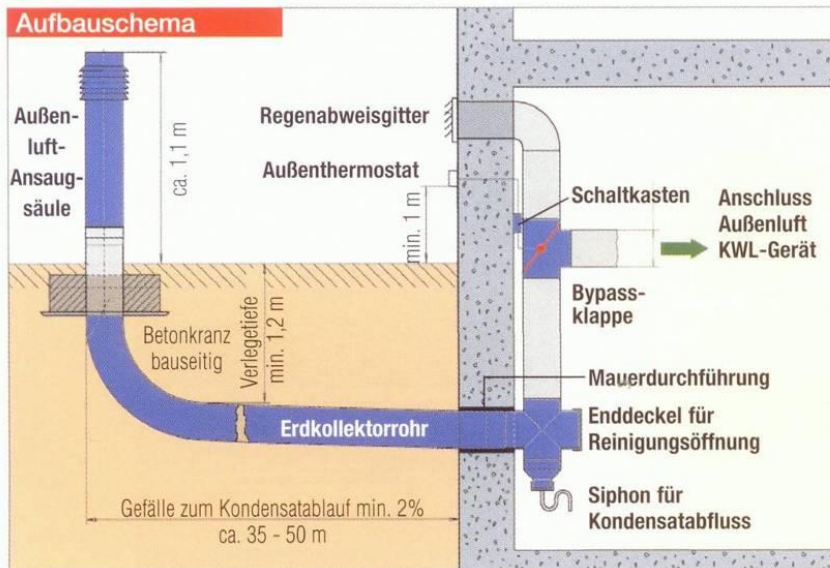
Nachstehend werden einige wichtige Punkte aufgezählt, die immer wieder zu Problemen führen.

# Planung von Lüftungsanlagen

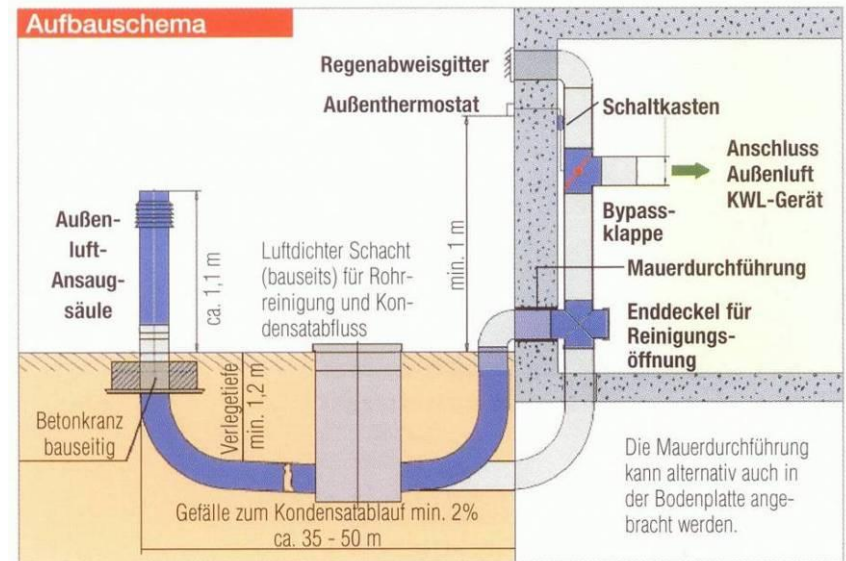
Die Auslegung einer Lüftung bezüglich Kanalquerschnitt, Luftströmung, Luftwechsel, Schallübertragung, Revisionsöffnungen und Reinigbarkeit muss im Vorfeld geplant werden.



# Einbau eines Luft-Erdreichwärmetauschers



Quelle: Helios



Quelle: Helios

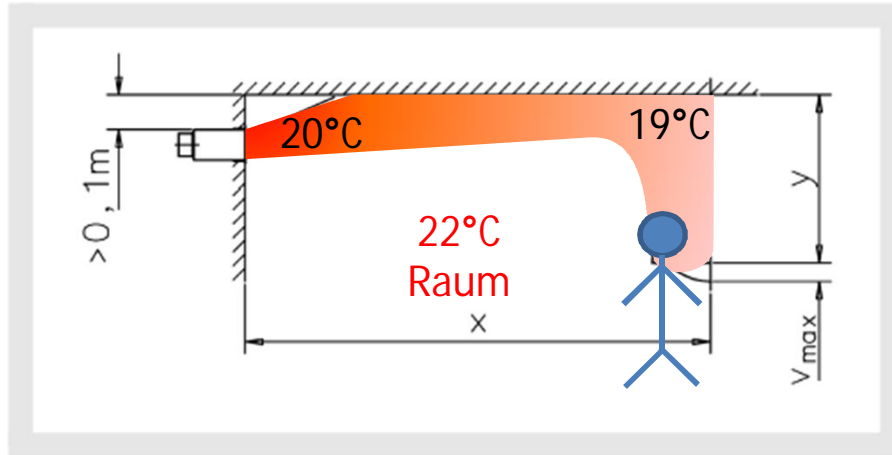
## Wichtig:

- Durchgehendes und gleichmäßiges Gefälle auf der ganzen Länge!
- Ausreichende Dichtigkeit gegen möglichen Radoneintrag
- Einhaltung der Hygiene (*VDI 6022 Blatt 1.2*)

## Alternativ und oft preisgünstiger:

*Systeme mit Luft-Wasserwärmetauscher (ähnlich Erdkolektor WP)*

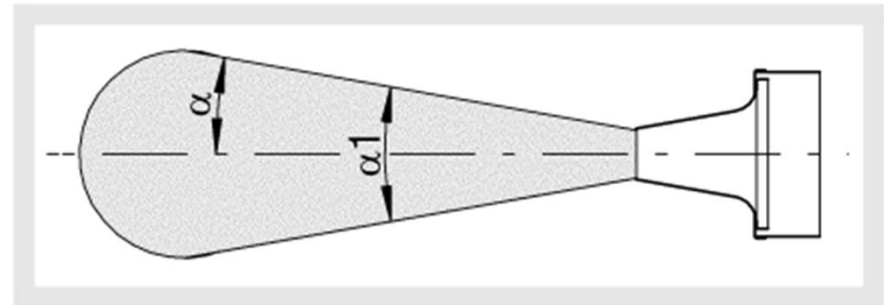
# Luftströmung von Innendurchlässen: Beispiele



Falsch platzierte Luftauslässe oder Auslassarten führen unweigerlich zu Empfindlichkeitsstörungen (*Zugerscheinungen*), die jahreszeitlich unterschiedlich sein können.

## Weitwurfdüse WDA

Strahlwinkel  $\alpha$



Quelle: Schako

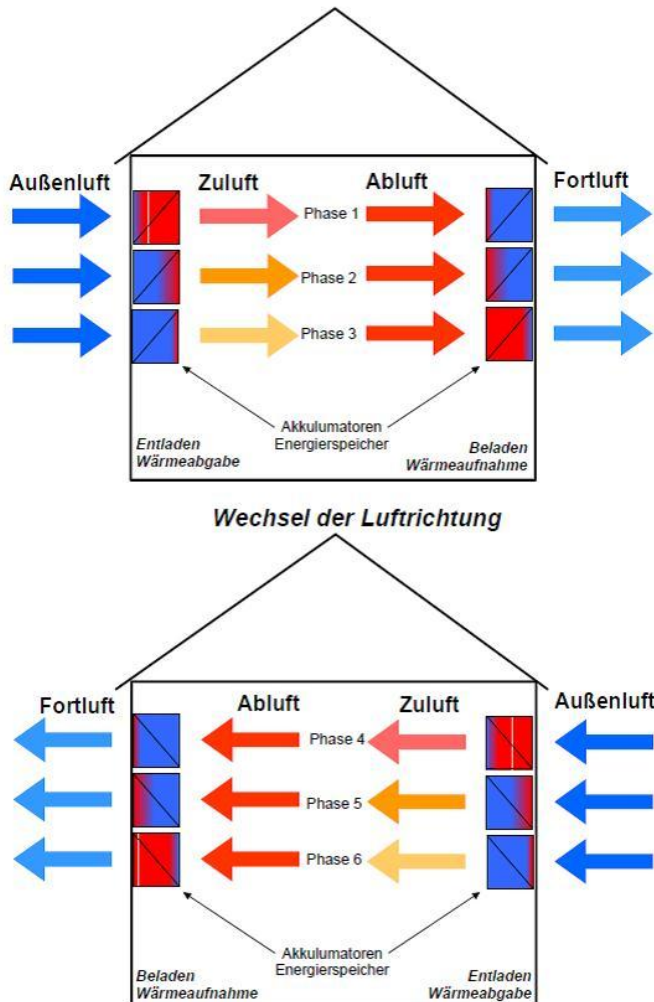
# Luftdurchlässe innen: Beispiele



Quelle: Inventer / TBAS / Ventomaxx / Westasflex / Zehnder



# Im Verbund arbeitende Systeme (*Pendellüftung*)



Während über das eine Gerät die Raumluft abgeführt wird (*Phase 1-3*) und dabei einen Lamellentaucher (*Speicher*) erwärmt, strömt im anderen Gerät die kalte Außenluft über den zuvor erwärmten Wärmetauscher in den Raum.

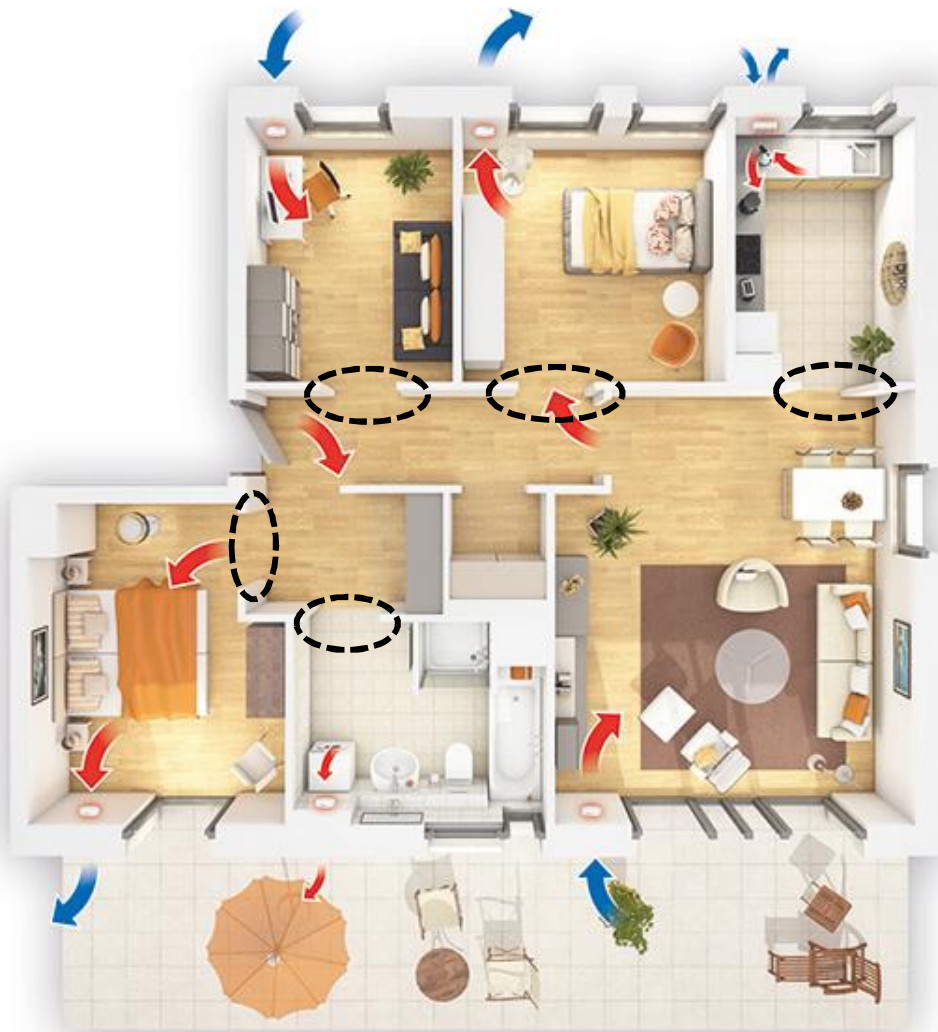
Nach einiger Zeit wechseln beide Systeme die Luftrichtung und der Prozess findet von neuen, in umgekehrter Richtung, statt (*Phase 3-6*).

Im Sommer erfolgt der Luftwechsel nur in einer Richtung um die Außenluft nicht noch weiter aufzuheizen.

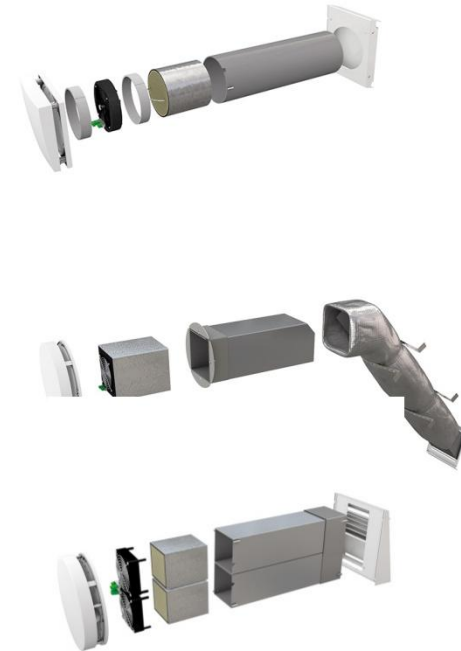
## Bei diesen Systemen sollten einige Faktoren berücksichtigt werden:

- Diese Geräte lassen eine Lärmemission von außen fast ungehindert durch, der Standort sollte dementsprechend „ruhig“ sein.
- Je nach Montageort und Luftrichtung können ggf. Gerüche von dort in die Wohnräume gelangen  
(*Beispiel: Schlafzimmer à BAD / WC, BAD / WC à Schlafzimmer*).
- Durch die fehlenden Klappen und dem geringen Luftwiderstand, kann bei starkem Wind die Luft ungewollt nach innen und außen dringen.
- Gleiches gilt für kalte Luft im Winter bei ausgeschaltetem (*pausierenden*) Gerät.

# Im Verbund arbeitende Systeme: Beispiel



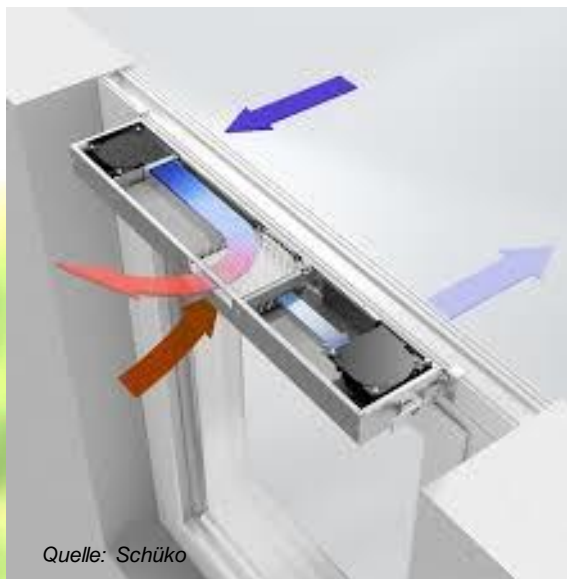
Quelle: inVENTer



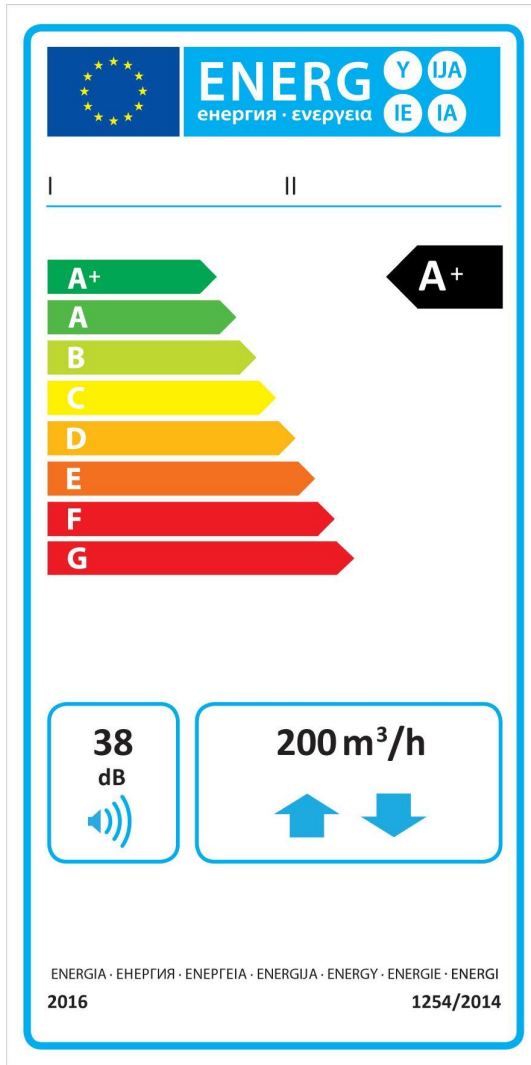
Wichtig:  
Überströmung über unteren  
Türspalt, auch bei nachträglich  
verlegten Bodenbelag  
sicherstellen.

# Kleine dezentrale Lüftungen

Lüftungsanlagen am oder im Fenster haben sehr kleine Lüfter, mit einem geringen Druck und geringer Luftleistung. Die Auswurfweite in den Raum ist daher gering, bei größeren Räumen wird nur ein geringer Teil des Raumes durchspült. Bei starkem Wind kann es zu unkontrollierten Luftströmungen durch das Gerät kommen.



# Energieeffizienzlabel ab 01.2016



Seit dem Jahr 2016 müssen die Hersteller ihre Geräte dahingehend kennzeichnen. Die Basis ist die Klasse G, die den Energieverlusten einer Fensterlüftung entspricht. Zur Klasse A+ ergibt sich eine Primärenergieeinsparung von 42kWh / m<sup>2</sup> / Jahr?! Unten wird die Schallabgabe und die max. Luftleistung angegeben.

Ein Vergleich der Geräte ist unter [www.tzwl.de](http://www.tzwl.de)<sup>1)</sup> Einsehbar, dort sind aber nicht alle Hersteller und Geräte aufgeführt.

1) Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte

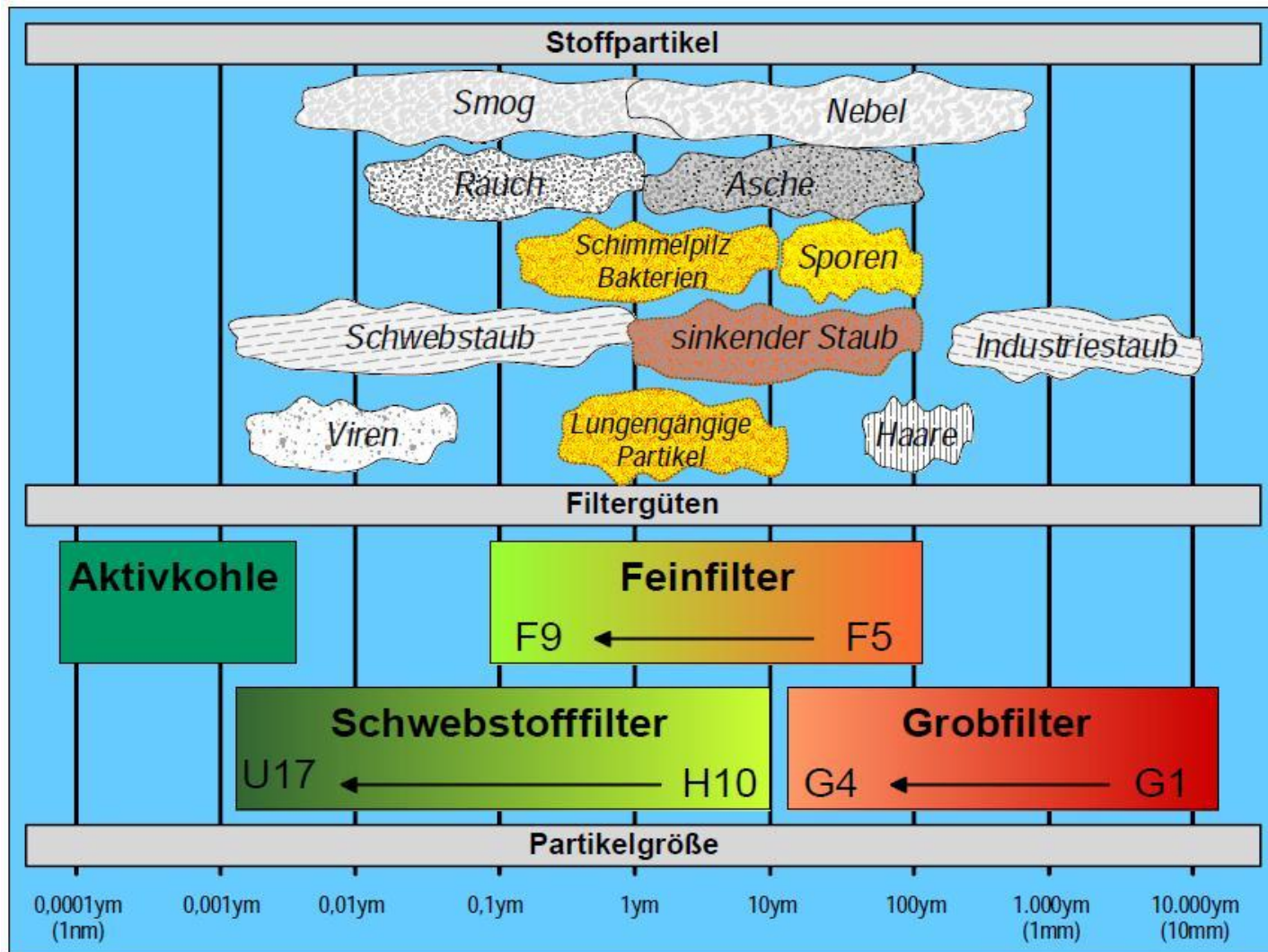
## Einfache Nutzung der „Restenergie“

Trotz hoher Wärmerückgewinnungsgrade ist die Fortluft immer noch über 10°C warm. Für eine wirtschaftliche Restwärmenutzung ist die Luftmenge und die darin enthaltene Energie, meist zu gering.

Die Luftqualität ist zumindest „Raumluft gefiltert“ und somit für einige Räume wie z.B. Garagen durchaus noch als „Luftheizung“ verwendbar, im Keller nur wenn diese beheizt sind oder die Feuchte der Abluft auf die Außenluft übertragen wird.

Eine Garage z.B. wird im Winter dadurch leicht geheizt und getrocknet.

# Filterung



## Abscheidegrade der einzelnen Filter

Feinstaub  $\mu_{2,5}$

| Abscheidegrad in % |                                 |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Filterklasse       | Partikelgröße ( $\mu\text{m}$ ) |       |       |       |       |       |       |
|                    | 0,1                             | 0,3   | 0,5   | 1     | 3     | 5     | 10    |
| G1                 | -                               | -     | -     | -     | 0-5   | 5-15  | 40-50 |
| G2                 | -                               | -     | -     | 0-5   | 5-15  | 15-35 | 50-70 |
| G3                 | -                               | -     | 0-5   | 5-15  | 15-35 | 35-70 | 70-85 |
| G4                 | -                               | 0-5   | 5-15  | 15-35 | 30-55 | 60-90 | 85-98 |
| M5                 | 0-10                            | 5-15  | 15-30 | 30-50 | 70-90 | 90-99 | >98   |
| M6                 | 5-15                            | 10-25 | 20-40 | 50-65 | 85-95 | 95-99 | >99   |
| F7                 | 25-35                           | 45-60 | 60-75 | 85-95 | >98   | >99   | >99   |
| F8                 | 35-45                           | 65-75 | 80-90 | 95-98 | >99   |       |       |
| F9                 | 45-60                           | 75-85 | 95-95 | >98   | >99   |       |       |

Neue Filtergüten:  
 Die Klassifizierung erfolgt nun nach dem Abscheidegrad für: PM 1, PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>-Staub



# Die Filtergüte in anderen Bereichen

Ein Gedankenspiel:

Aufenthalt Büro / Arbeit:

*~9h Lüftung über Fenster oder Lüftungsanlage, Vorgabe: mind. F7*

Aufenthalt im Auto:

*Bei einigen 4h oder mehr, Klimaanlage mit Pollenfilter, Klasse >F8 oder HEPA Filter*

Aufenthalt beim Staubsaugen:

*~0,25h, Filterbeutel mind. Güte „F“ oft mit HEPA Filter*

Aufenthalt Wohnung:

*> 14h, Fensterlüftung oder Lüftungsanlage mit „G“ Filter, G steht dann für „gar nichts“.*

Gewerbe / Industrie



*Wohnungslüftung: Auf dem Weg zu den früheren Fehlern in Industrie / Gewerbe!*



Wohnungslüftung

## Grundregeln die Sie beachten sollten:

### Ausreichende Filterung, mind. F7

*Je besser das System vor Schmutzeintrag geschützt ist um so weniger wird sich ein hygienisches Problem einstellen (ggf. ist so eine „pollenfreie“ Wohnung möglich).*

### Feuchterückführendens System

*Eine Lüftung zur Schimmelvermeidung ist ein gutes Argument, die Lüftung hat in der Hauptbetriebszeit (Winter) jedoch das Problem, dass zu trockene Luft eingebracht wird.*

### Regelung nach CO2 oder Mischgassensoren

*Eine Regelung nach starren Zeiten erfasst nicht die Probleme (Qualität) der Raumluft. Derzeit sind die vorhandenen Mischgassensoren ein guter Weg zu einer bedarfsgerechten Regelung.*

## Grundregeln die Sie beachten sollten:

### Ausreichende Planung und Installation durch erfahrene Fachleute

*Die kontrollierte Lüftung ist im Wohnungsbau ein noch relativ „junges“ Gewerk, deshalb haben bisher nur wenige Firmen Erfahrung damit. Fehler in der Planung oder Ausführung können später nur selten korrigiert werden, deshalb sollten alle beteiligten Firmen über ausreichende Fachkompetenz verfügen.*

### Betriebsweise: Über- oder Unterdruck bei zentralen Anlagen

*Die Betriebsweise ist eher zu vernachlässigen, außer bei:*

- *Wand- oder Dachkonstruktionen, die mit einer diffusionsdichten Folie auf der Innenseite versehen sind, sollten eher im Unterdruck oder ausgeglichen betrieben werden, ansonsten kann die Raumfeuchte über Fehlstellen in die Konstruktion „gedrückt“ werden.*
- *Bei Radonbelasteten Kellerräumen sollte die Lüftung dauerhaft und im Überdruck betrieben werden, um einen möglichen Radoneintrag zu verhindern.*

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit,  
Ihre Fragen beantworte ich gerne.

## Technisches Büro **Alexander Schaaf**

TBAS UG (*haftungsgeschränkt*)  
Prof. Eichmann Str. 8  
80999 München  
Tel. +49 (0)89 81897160  
Fax +49 (0)89 81897159  
eMail: [alexander.schaaf@tbas.de](mailto:alexander.schaaf@tbas.de)  
[www.tbas.de](http://www.tbas.de)

Weitere Informationen unter  
[www.wohnung-lüften.de](http://www.wohnung-lüften.de)

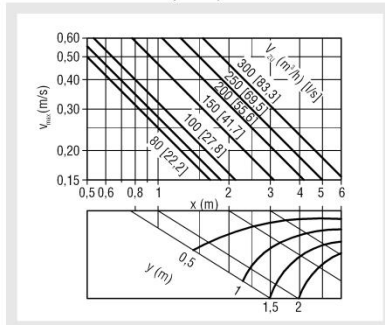
# Einregulierung der Luftdurchlässe

Jeder Luftauslass muss auf den berechneten Wert eingestellt werden. Das erfordert Fachkenntnis und ist zeitaufwändig.

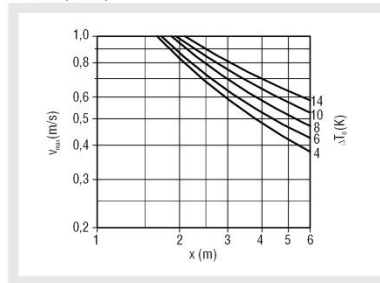
In der Praxis werden die Luftauslässe selten korrekt eingestellt.

## Luftauslass ZMD

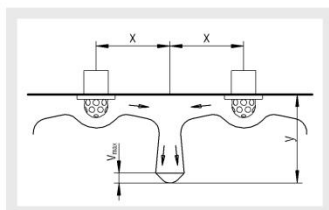
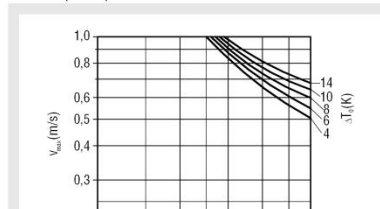
maximale Strahlendgeschwindigkeit  
ZMD-100 Breitstrahl (max.)



ZMD-150 bei Kühlung  
 $V=200$  (m³/h)



ZMD-150 bei Kühlung  
 $V=300$  (m³/h)



Quelle: Schako

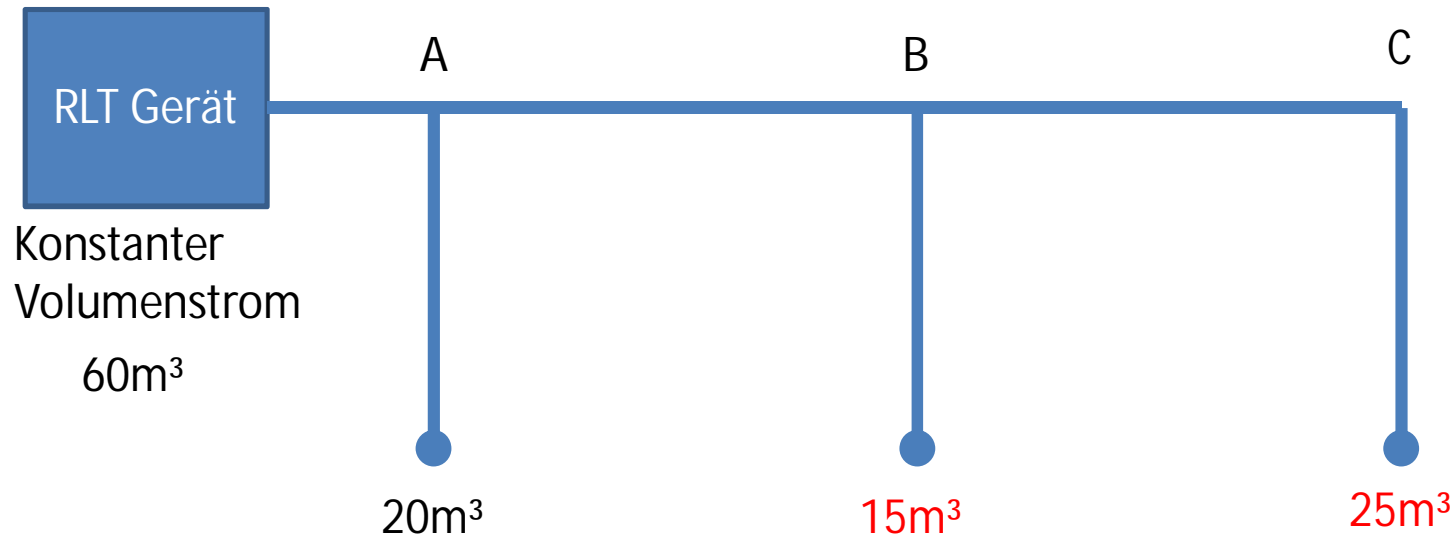


Quelle: Wöhler

# Einregulierung der Luftdurchlässe

## Theoretisches Beispiel einer Einregulierung:

*(Rechnerisch, ohne Berücksichtigung des Kanalwiderstandes)*



*Angenommene Einregulierung von  $A > C$ ,*

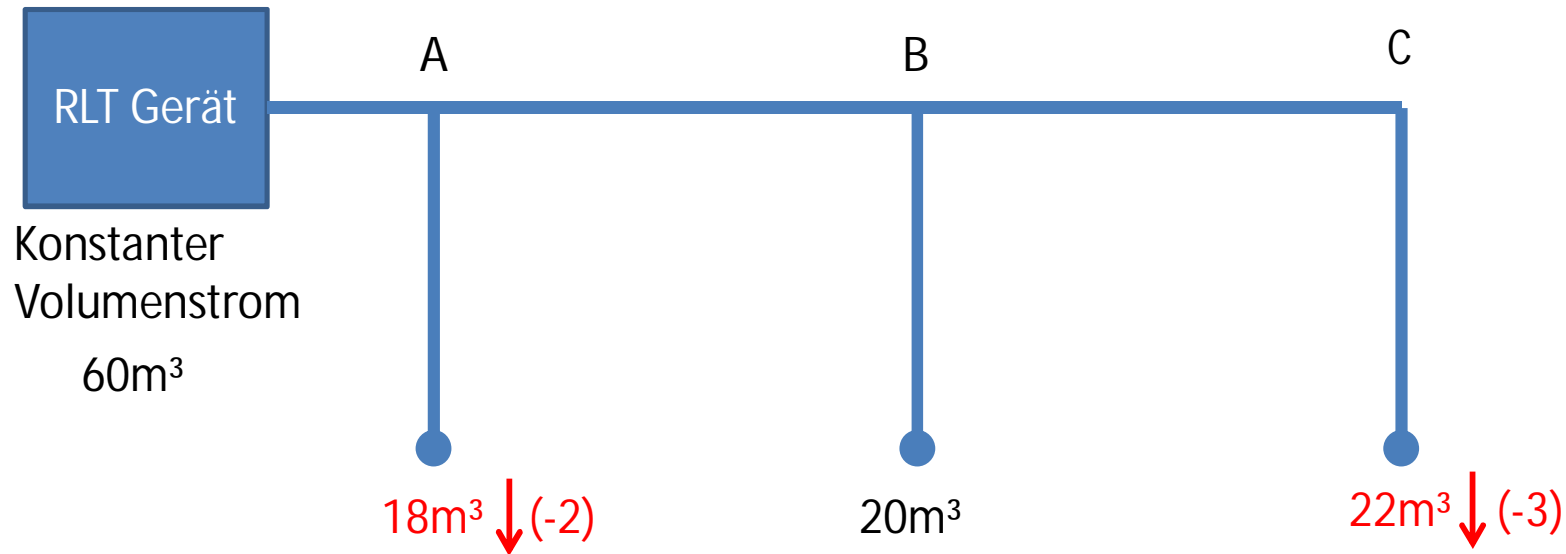
*Abgang B steht auf  $15\text{m}^3$ , C auf  $25\text{m}^3$ .*

*Abgang A wird nun auf  $20\text{m}^3$  einreguliert.*

# Einregulierung der Luftdurchlässe

## Theoretisches Beispiel einer Einregulierung:

*(Rechnerisch, ohne Berücksichtigung des Kanalwiderstandes)*



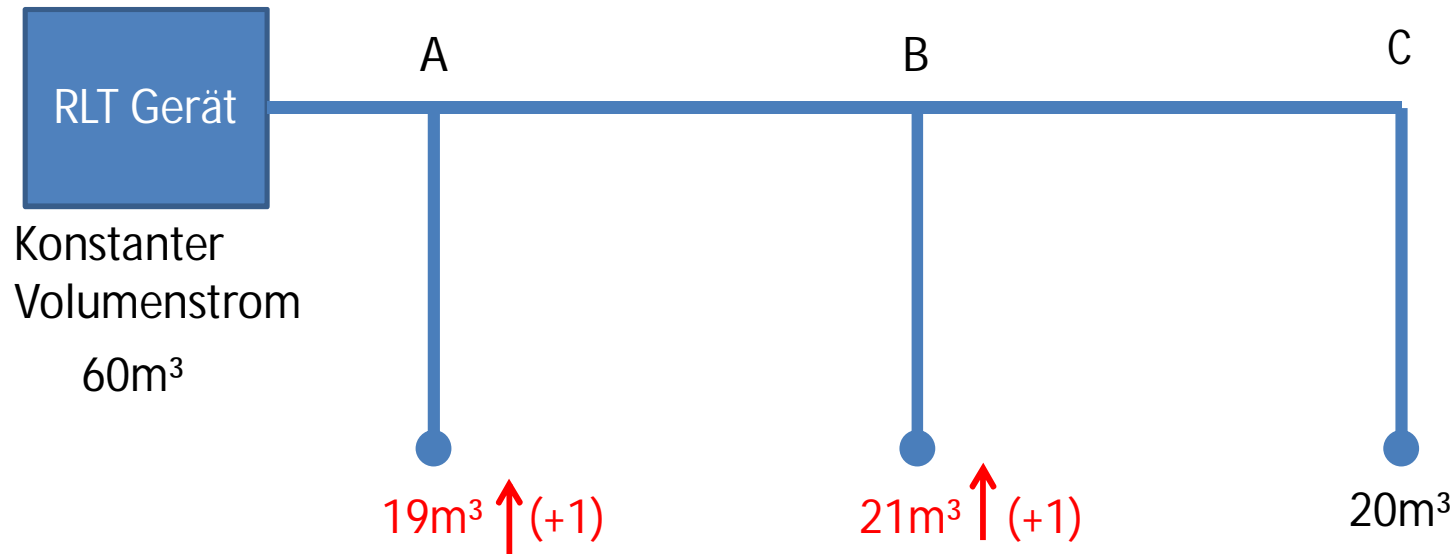
*Nun wird Abgang B steuert auf 20m³ einreguliert, die anderen Auslässe bekommen somit weniger Luft.*



# Einregulierung der Luftdurchlässe

## Theoretisches Beispiel einer Einregulierung:

*(Rechnerisch, ohne Berücksichtigung des Kanalwiderstandes)*

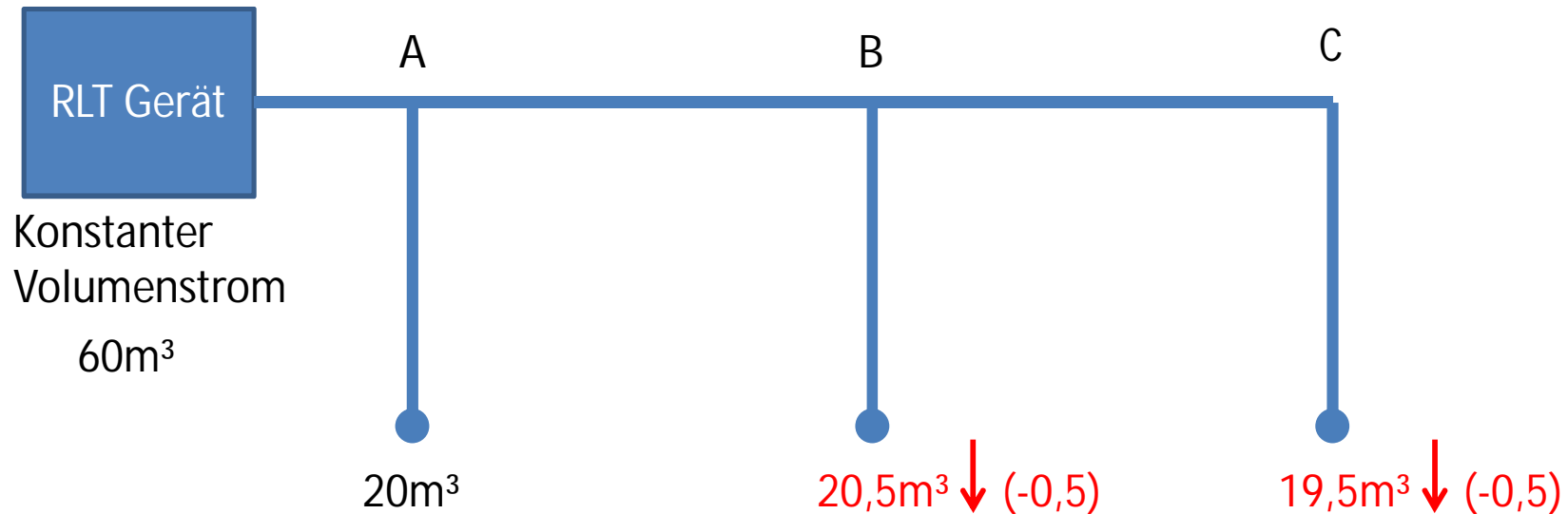


*Nun wird Abgang C steuert auf 20m³ einreguliert, die anderen Auslässe bekommen somit mehr Luft.*

# Einregulierung der Luftdurchlässe

## Theoretisches Beispiel einer Einregulierung:

*(Rechnerisch, ohne Berücksichtigung des Kanalwiderstandes)*



*Nun wird Abgang A wieder auf 20m³ einreguliert, die anderen Auslässe bekommen somit wieder weniger Luft, die Abweichung ist jedoch in der Toleranz.*

### Fazit:

*Erst nach mehreren Messdurchgängen ist die Einstellung korrekt*