



Optimale Regelung

Von

Lüftungsanlagen

TBAS UG

(haftungsbeschränkt)

Prof. Eichmann Str. 8

80999 München

089 – 81897160

alexander.schaaf@tbas.de

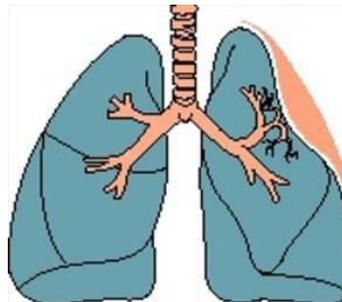
www.tbas.de

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% CO₂ ausgeschieden.
- Ein ruhender Mensch benötigt ca. 20-30 m³ Frischluft pro Stunde, wir nehmen am Tag bis zu **20.000 Liter** Luft auf.

ca. 70m²



>>



ca. 20.000 l /
24h

Wie viel Feuchte produzieren wir am Tag im Durchschnitt?

Ursache	Anreicherung mit Wasserdampf	Mittelwert [Gramm Feuchte /h]	Tagesmenge [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	~2600	2,6
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 CO₂ 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
Fenster / Türe zu (neuezeitige Fenster)	0,0-0,05
Fenster gekippt	0,8-4,0
Fenster geöffnet	9,0-15,0
Fenster / Türe geöffnet, gegenüberliegende Fenster geöffnet (Querlüftung)	bis 40,0

Die Feuchte- und Schadstofflasten sowie die Anreicherung mit CO₂ 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
Fenster / Türe zu (neuezeitige Fenster)	0,0-0,05
Fenster gekippt	0,8-4,0
Fenster geöffnet	9,0-15,0
Fenster / Türe geöffnet, gegenüberliegende Fenster geöffnet (Querlüftung)	bis 40,0

Die Feuchte- und Schadstofflasten sowie die Anreicherung mit CO₂ 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!

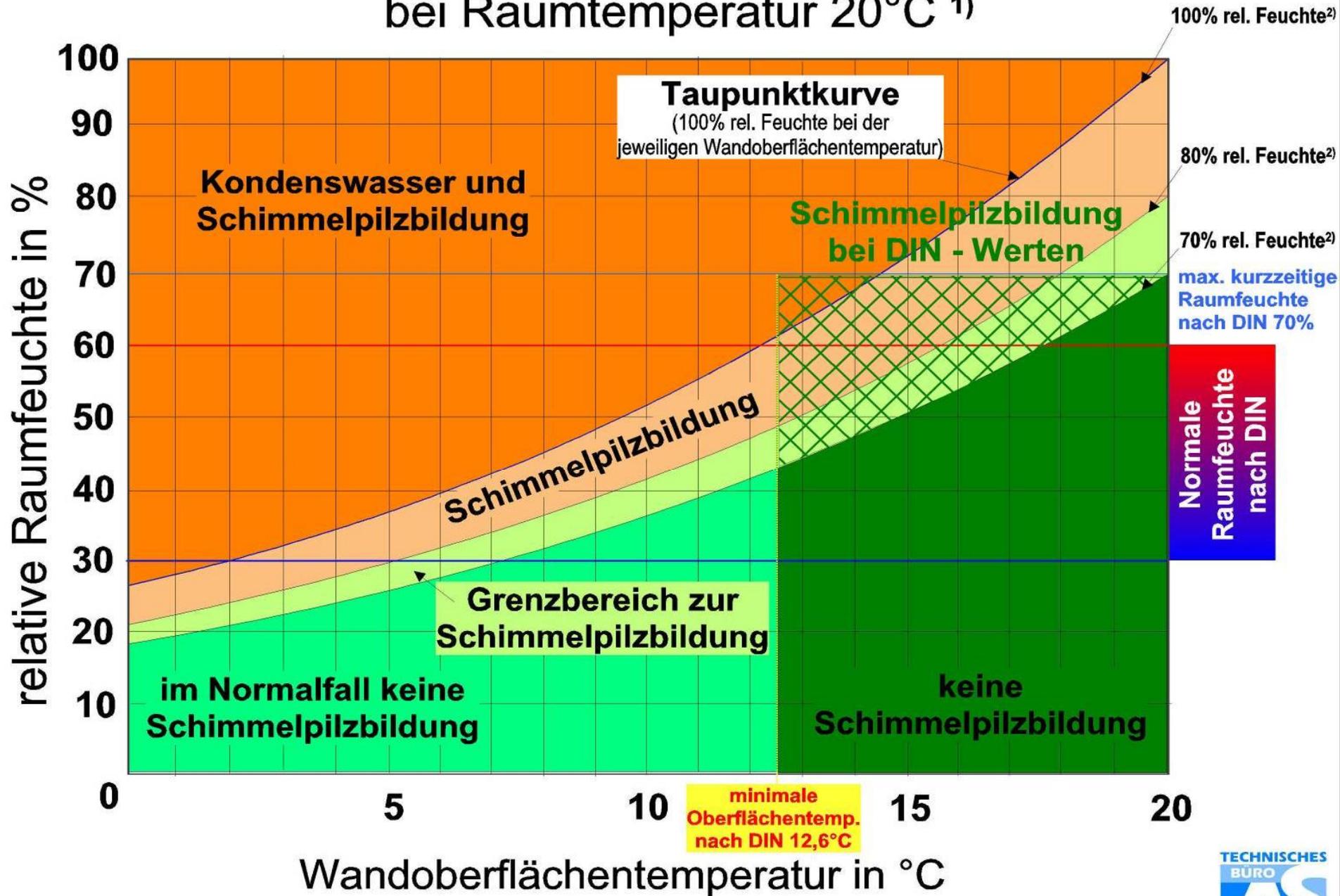
Das Lüftungskonzept nach der DIN 1946 Teil 6

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 Bausubstanz 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 CO₂ 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°C und 100% rel. Außenfeuchte diese Luft im Raum auf 20°C erwärmt, beträgt die rel. Luftfeuchte im Raum nur noch 10%!

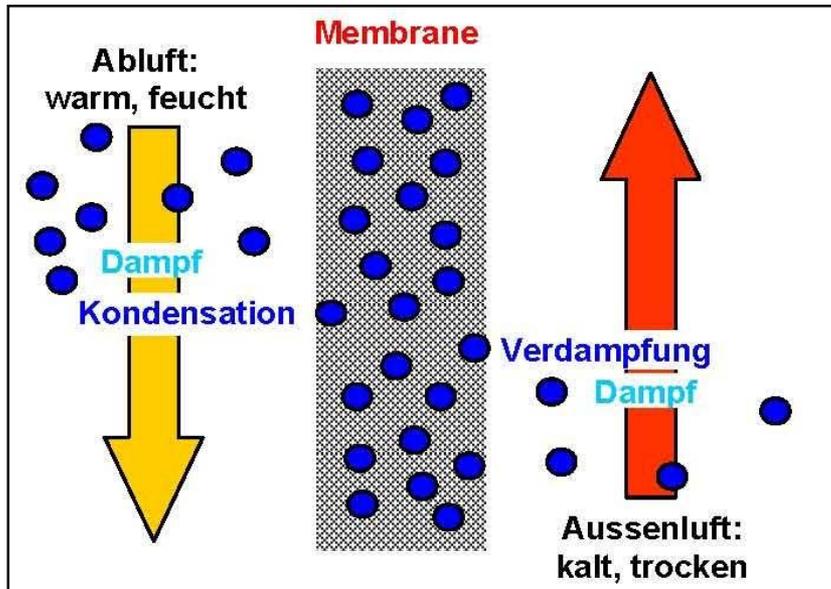
Warum ist die Feuchterückgewinnung sinnvoll?

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*

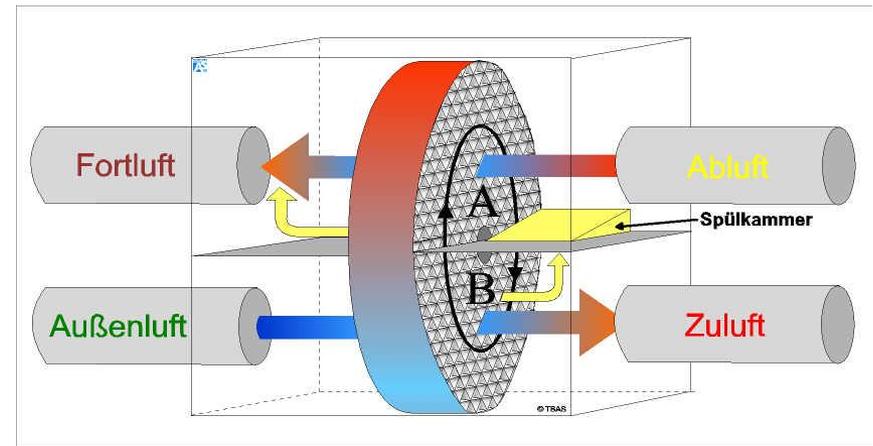
Arten der Feuchterückgewinnung

Kreuzstromwärmetauscher: *Über eine Membrane*



Quelle: Paul

Rotationswärmetauscher: *Über Sorption oder Kondensation*



Durch zusätzliche Rückfeuchtung (Enthalpienutzung) sind Wirkungsgrade von > 100% möglich ¹⁾

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.

1m³ Mauerwerk speichert soviel Energie wie ~1.000m³ 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:

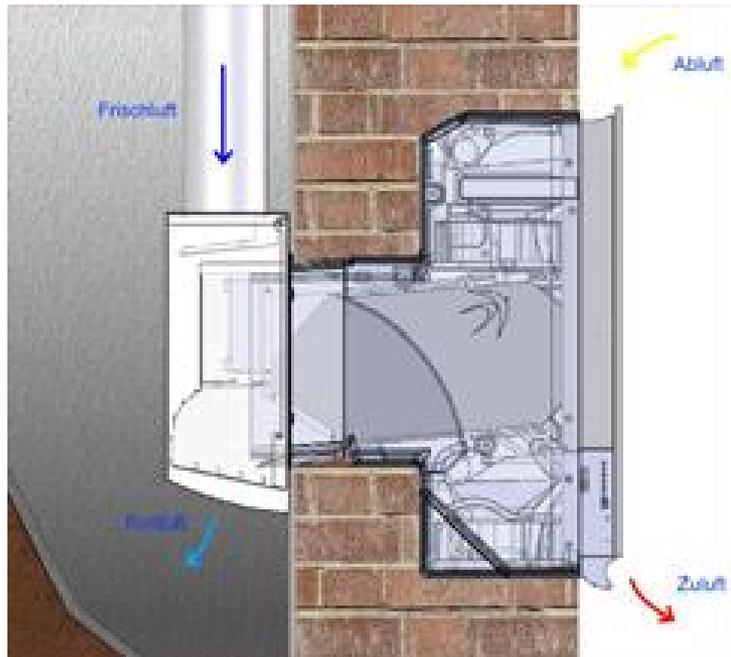
1m³ Mauerwerk speichert soviel Energie wie ~1.000m³ Luft.

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:

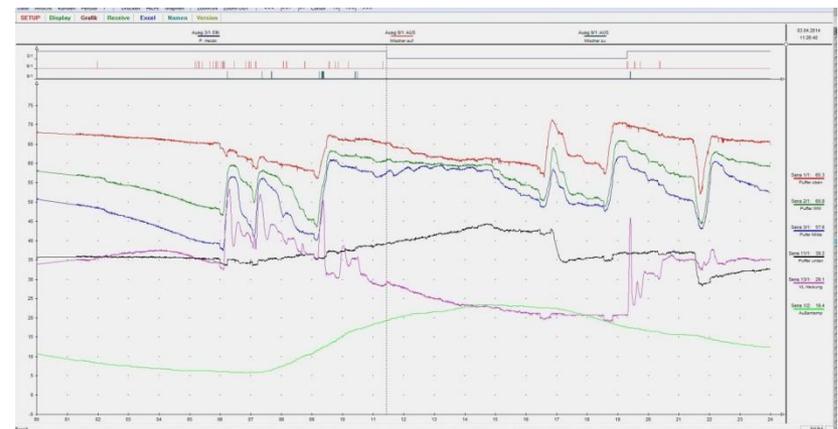
- *Raumtemperatur*
- *Laufzeiten*
- *Lüfterstufen (Luftmenge)*
- *CO2 Werte (wenn vorhanden)*
- *ggf. Filterwechselzeiten*
- *Klappen für Erdwärmetauscher*
- *und noch wenig andere*

Was kann man bei heutigen Wohnungslüftungen einstellen?

Allen Reglern gemeinsam ist, dass der Nutzer und oft auch die Errichter nicht wissen, wie der Regler genau funktioniert.

Die Einstellung erfolgt nach Erfahrungswerten und selten nach den wohnspezifischen Gegebenheiten.

Da bei fast allen Herstellern eine Datenlogger-Funktion fehlt, können die Einstellwerte nicht überprüft und ggf. optimiert werden.



Bedienbarkeit

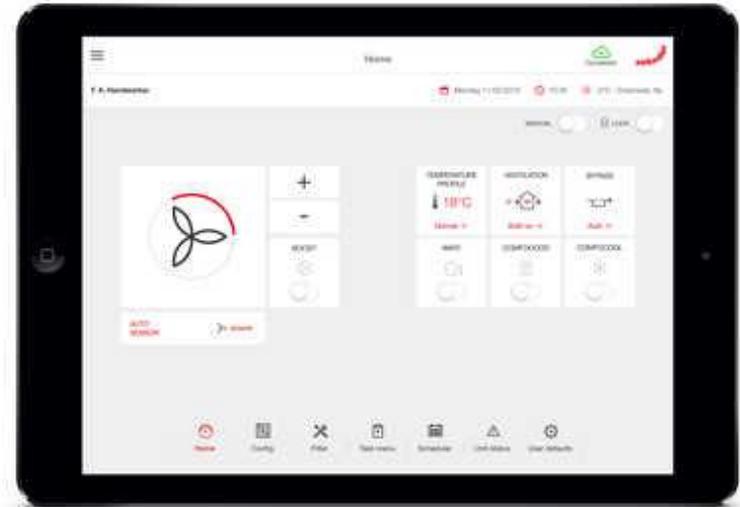
Anfänglich war die Bedienbarkeit sehr einfach gehalten, einige Hersteller haben mittlerweile bedienbare Touch-Displays. Trotzdem ist bei den meisten, ohne ausreichende Fachkenntnis, die richtige Einstellung nur schwer zu bewerkstelligen.



Quelle: inVENTer



Quelle: Zehnder



Einige Überlegungen zur Regelung

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

Bei einer CO₂-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"> ✓ Optimierung Energielasten ✓ Reduzierung der Spitzenströme ✓ Aggregatfunktion 	Gartenberechnung	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Berechnungszonen ✓ Überwässerungsschutz ✓ Steuerung über Sonnenauf- und Sonnenuntergang
Zutritt	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fingerscan oder Kartenleser ✓ Koppelung an Alarmanlage ✓ integrierte Protokollierung 	Musik	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Multi-Room ✓ MP3, Internetradio ✓ Steuerung über Taster/Touch
Kameras	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hausüberwachung ✓ Videosprechstelle ✓ Aufnahmesteuerung 	Szenarien	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Zentral aus ✓ Urlaub/Heimkehr ✓ Grillparty / Relax
Zeituhren	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vom Endkunden frei definierbar ✓ Anwesenheitssimulation ✓ Heizzeiten 	Weckservice	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mit Musik ✓ Weckservice nach Dr. Schreiner ✓ Kaffeemaschine- Rollo- und Lichtsteuerung
Fernsteuerung	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Über Web / SMS ✓ Steuern und überwachen ✓ Zugriff über Handy, Windows, Mac, ... 	Wetterstation	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Für Beschattung, Beregnung ✓ Wintergartensteuerung ✓ Wetterbuch / Wettertrend
Bedienung	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Direkt über Touch / Taster ✓ Kein PC notwendig ✓ Backup/Update über USB 	Display	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Wettervorhersage ✓ Mond- und Sonnenzeichen ✓ Digitaler Bilderrahmen

Funktionen

Wohnzimmer
Komfort-Betrieb
Kühlen

Room	Alarm	Time	Volume
Fürk 2-XX	Play	06:30	80
Ehemzimmer	myGecko 1	20%	80:30
Ehemzimmer	myGecko 1	60%	80:30
Ehemzimmer	myGecko 1	95%	80:30
Ehemzimmer Decke	Ein	06:40	80:40
Ehemzimmer	Aus	06:40	80:40
Kaffeemaschine	Inputs-Ein	06:50	80:50

Zeituhr - Wecker

STROM
2404.7 kWh
Aktuelle Leistung: 2.25 kW
Gesamtkosten: 589.13 Euro

Energieverbrauch - Trend

Wetterprognose
15:35:38, 24. Jul. 2009
Brunck

Day	Temp. max	Temp. min
Heute (Freitag)	30 °C	12 °C
Morgen (Samstag)	25 °C	10 °C
Sonntag	31 °C	12 °C
Montag	31 °C	12 °C
Dienstag	32 °C	11 °C

Quelle: mygecko

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, TV, Fernsehen, Lesen, Heizung, Lüftung, Standby-Geräte, Musik, Wecken

Was ist bei einer Lüftung sonst noch zu beachten?

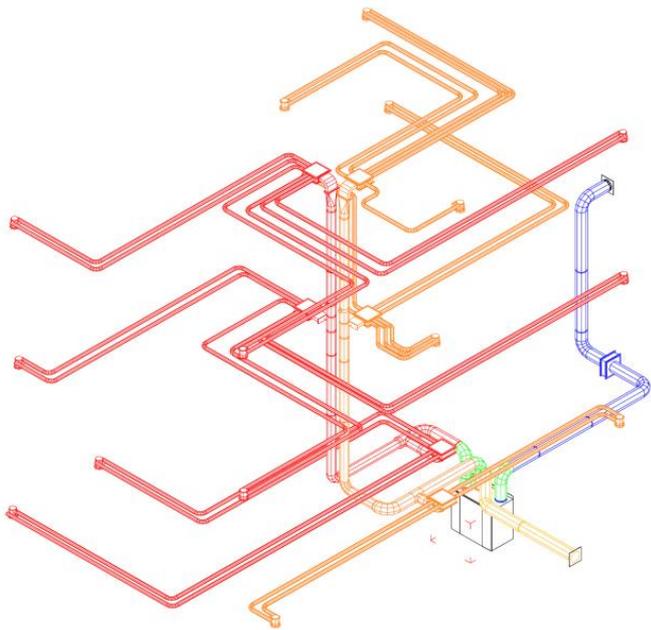
Die Wohnungslüftung ist ein noch relatives junges Gewerk, es gibt noch wenig erfahrene Planer und Errichter.

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

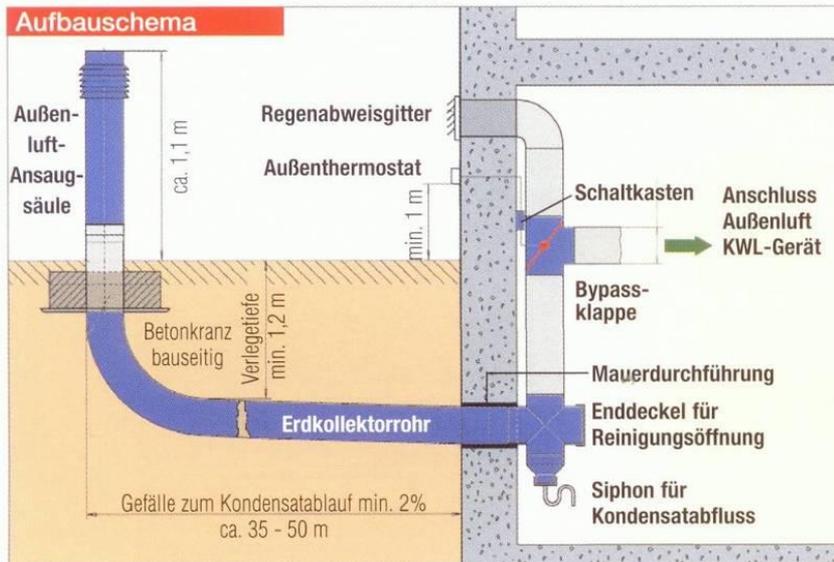
Nachstehend werden einige wichtige Punkte aufgezählt, die immer wieder zu Problemen führen.

Planung von Lüftungsanlagen

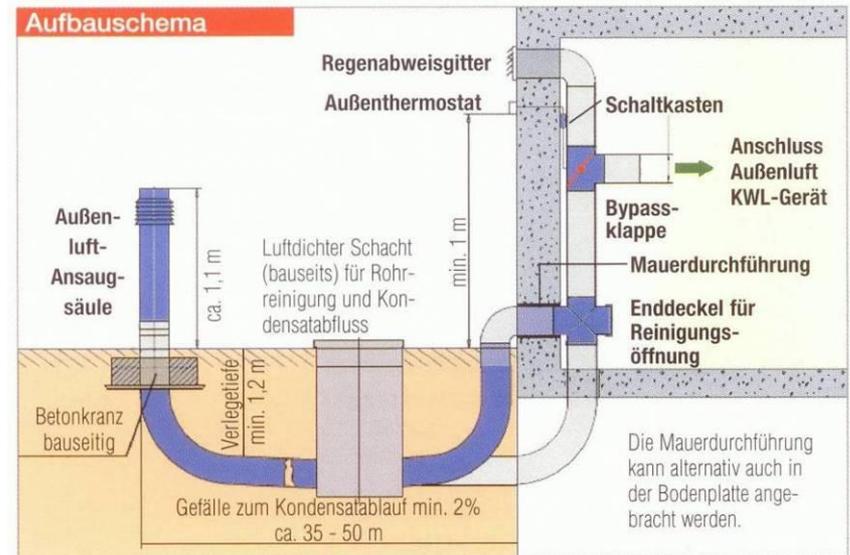
Die Auslegung einer Lüftung bezüglich Kanalquerschnitt, Luftströmung, Luftwechsel, Schallübertragung, Revisionsöffnungen und Reinigbarkeit muss im Vorfeld geplant werden.



Einbau eines Luft-Erdreichwärmetauschers



Quelle: Helios



Quelle: Helios

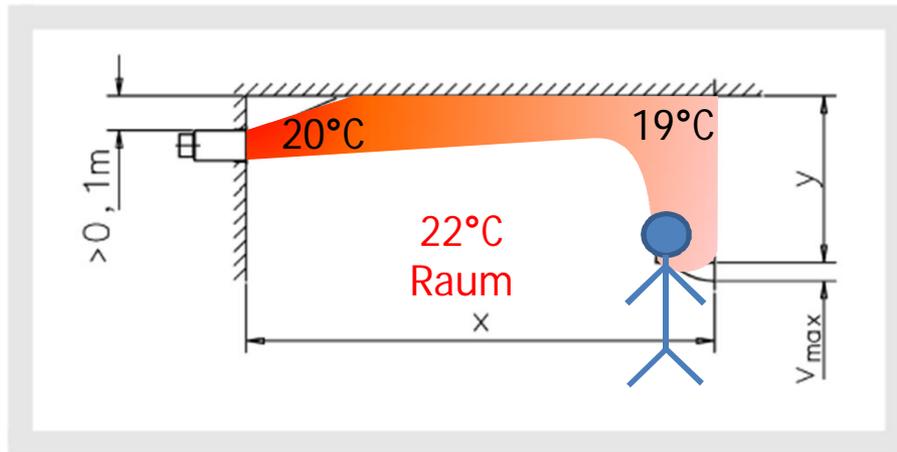
Wichtig:

- 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)

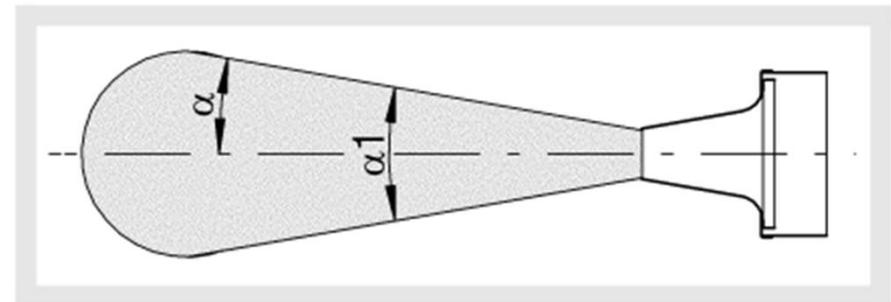
Luftströmung von Innendurchlässen: Beispiele



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

Weitwurfdüse WDA

Strahlwinkel α



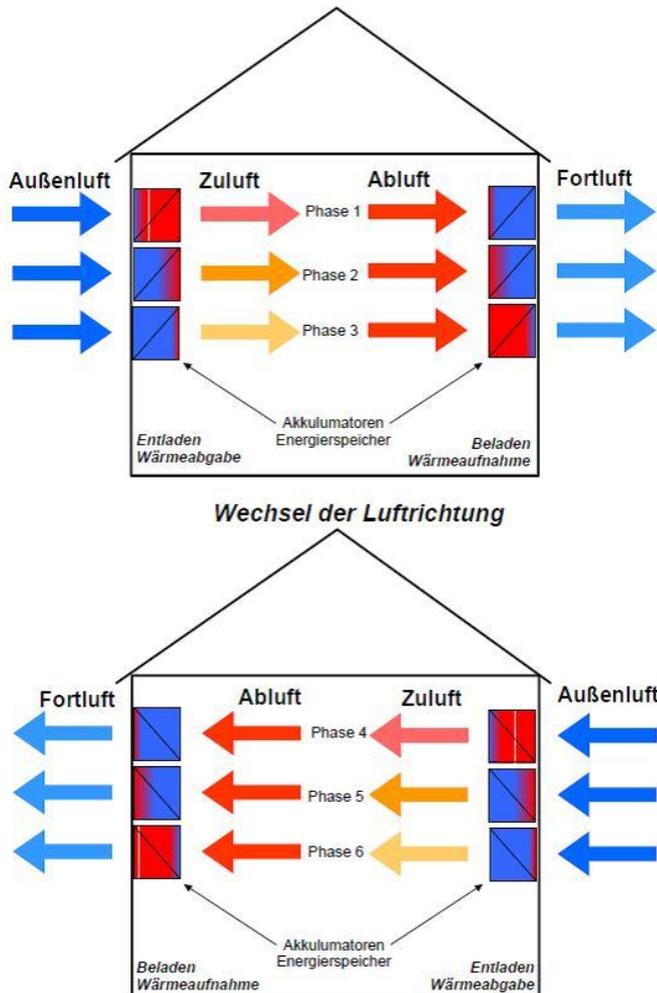
Quelle: Schako

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.

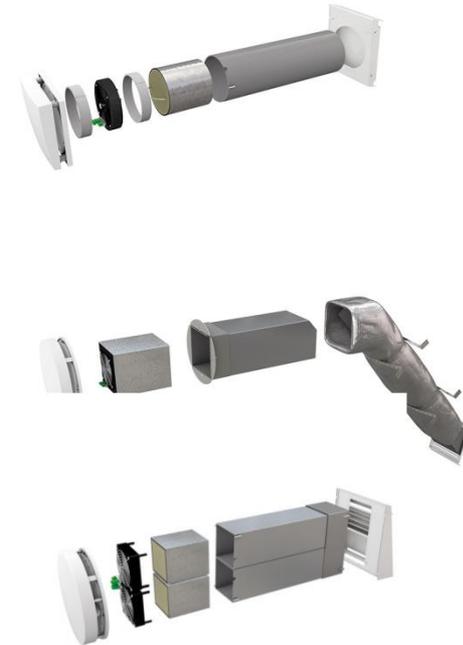
Bei diesen Systemen sollten einige Faktoren berücksichtigt werden:

- 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 ausgeschalteten (*pausierenden*) Gerät.

Im Verbund arbeitende Systeme: Beispiel



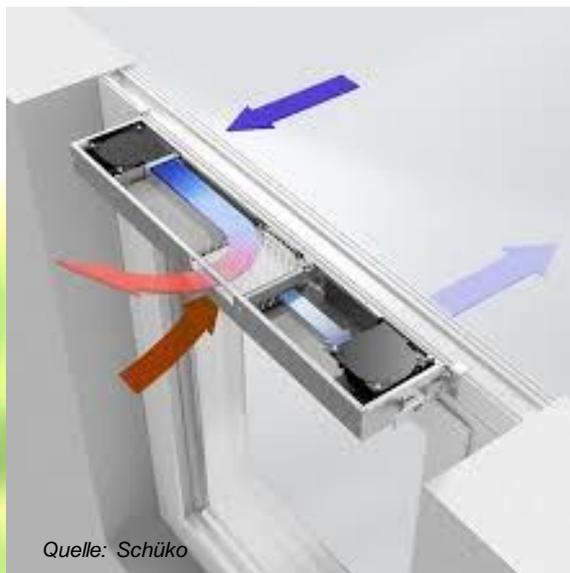
Quelle: inVENTer



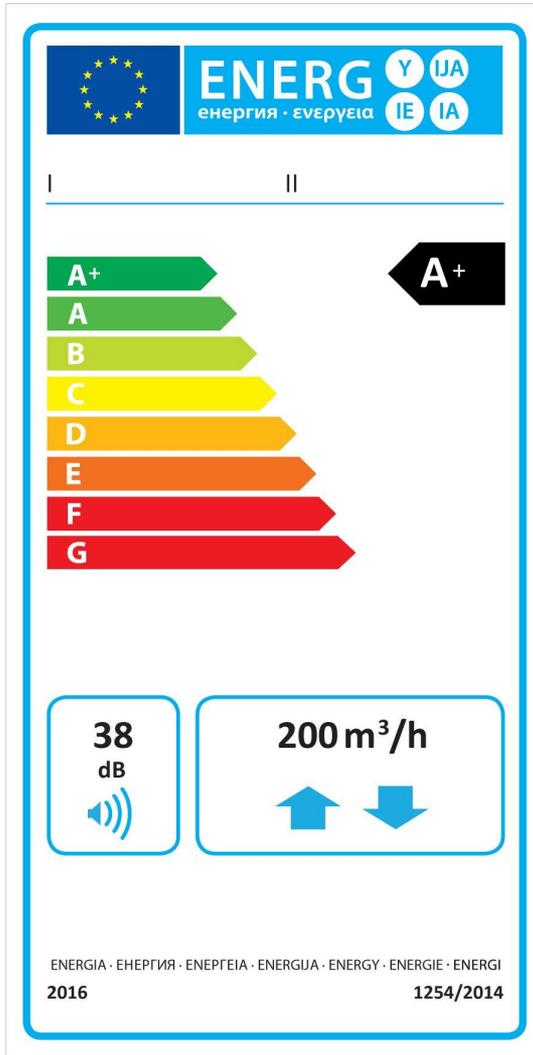
Wichtig:
Überströmung über unteren
Türspalt, auch bei nachträglich
verlegten Bodenbelag
sicherstellen.

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 / m² / Jahr?! Unten wird die Schallabgabe und die max. Luftleistung angegeben.

Ein Vergleich der Geräte ist unter www.tzwl.de¹⁾ Einsehbar, dort sind aber nicht alle Hersteller und Geräte aufgeführt.

1) Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte

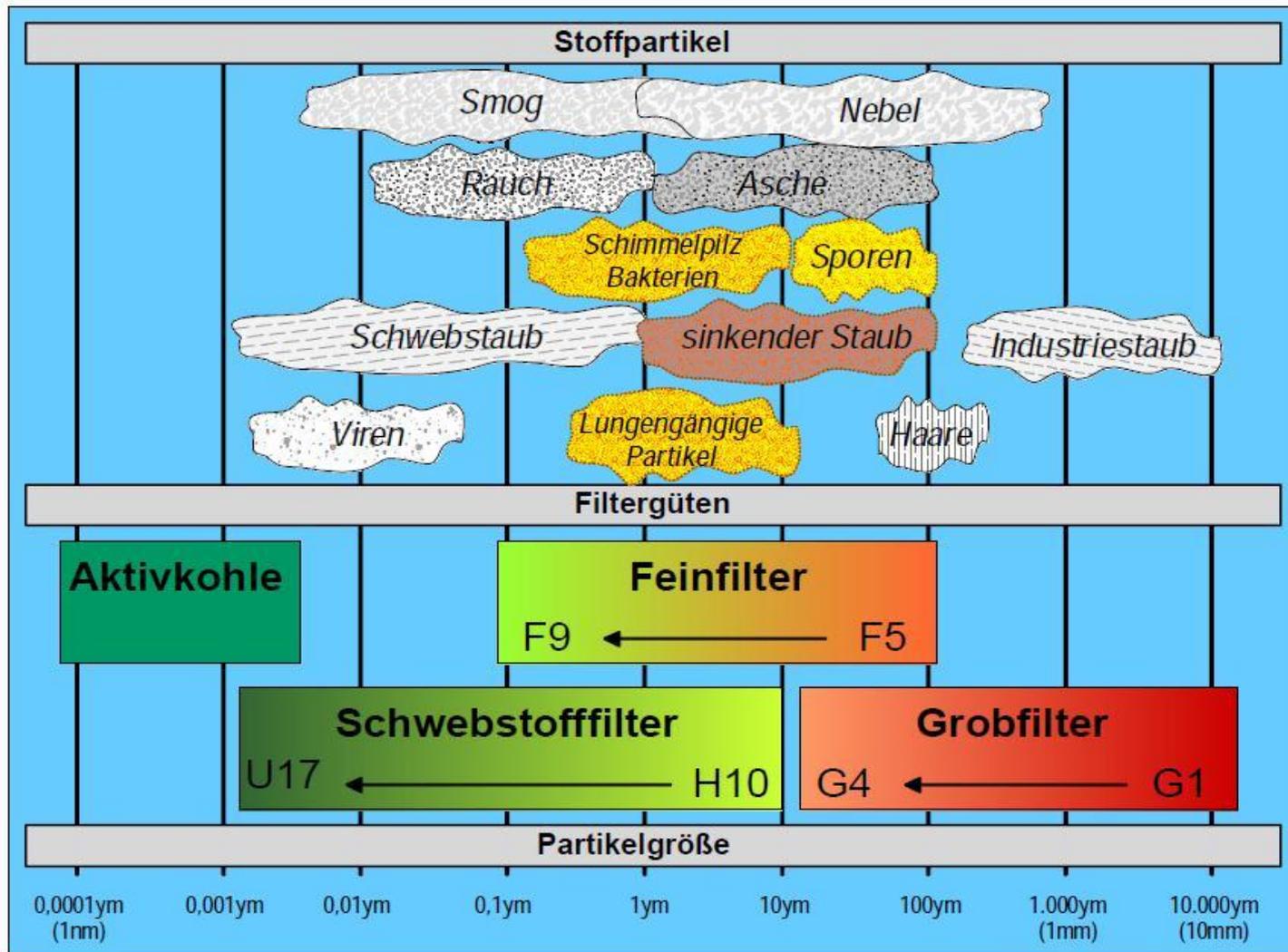
Einfache Nutzung der „Restenergie“

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 (μm)						
	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_{2,5} und PM₁₀-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
www.tbas.de

Weitere Informationen unter
www.wohnung-lüften.de

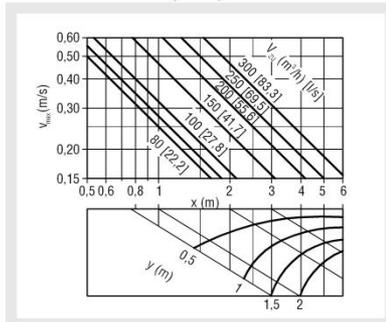
Einregulierung der Luftdurchlässe

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

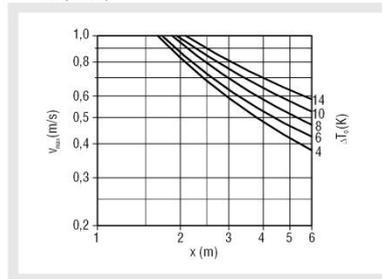
In der Praxis werden die Luftauslässe selten korrekt eingestellt.

Luftauslass ZMD

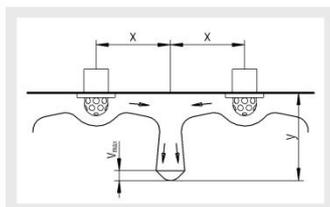
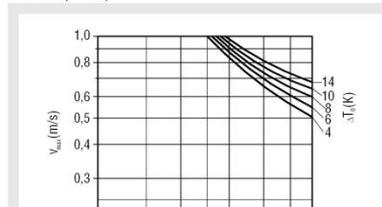
maximale Strahlendgeschwindigkeit
ZMD-100 Breitstrahl (max.)



ZMD-150 bei Kühlung
 $V=200$ (m³/h)



ZMD-150 bei Kühlung
 $V=300$ (m³/h)



Quelle: Schako

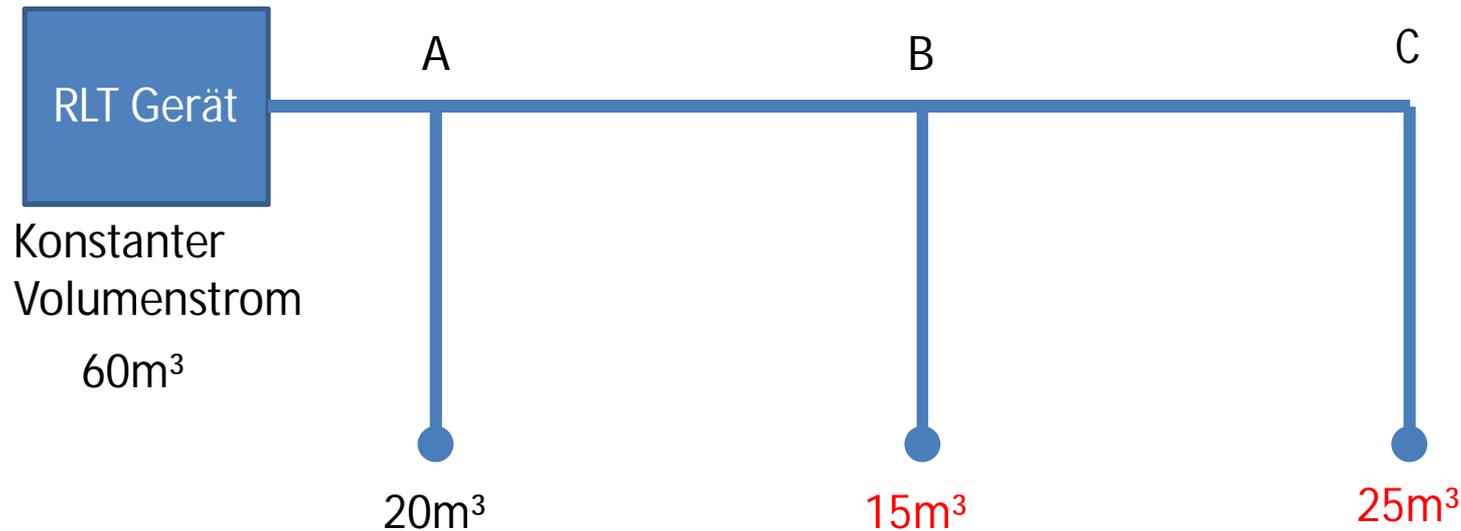


Quelle: Wöhler

Einregulierung der Luftdurchlässe

Theoretisches Beispiel einer Einregulierung:

(Rechnerisch, ohne Berücksichtigung des Kanalwiderstandes)



Angenommene Einregulierung von $A > C$,

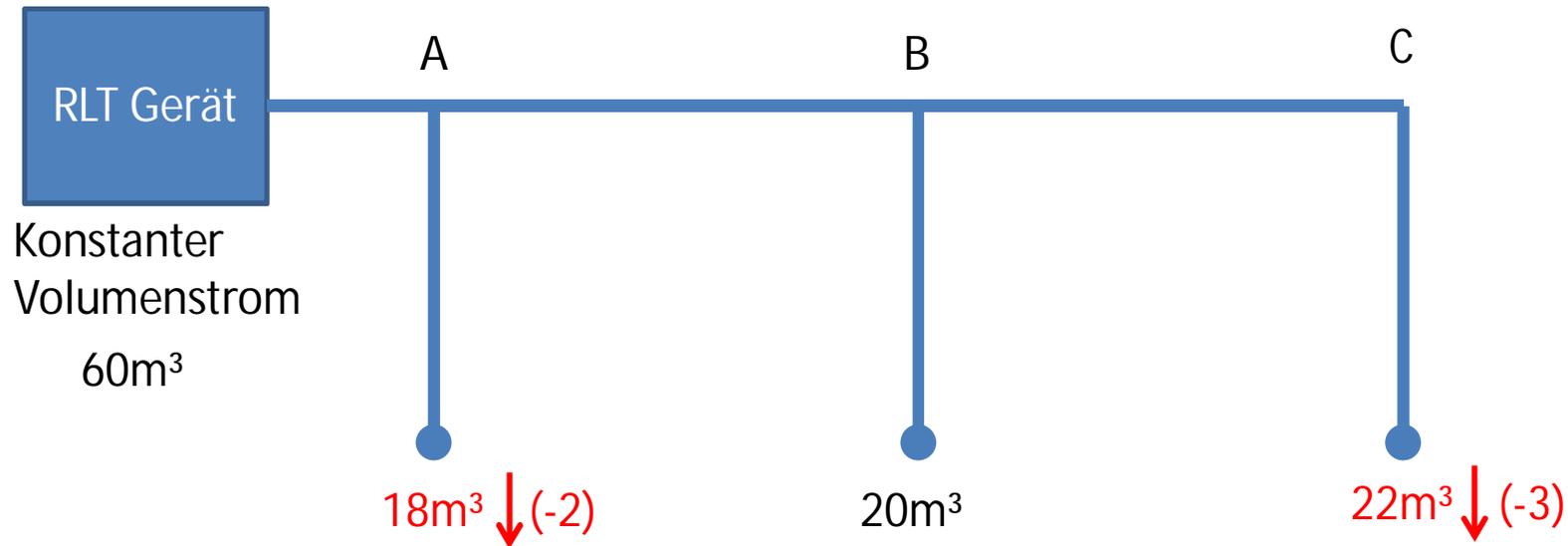
Abgang B steht auf 15m^3 , C auf 25m^3 .

Abgang A wird nun auf 20m^3 einreguliert.

Einregulierung der Luftdurchlässe

Theoretisches Beispiel einer Einregulierung:

(Rechnerisch, ohne Berücksichtigung des Kanalwiderstandes)

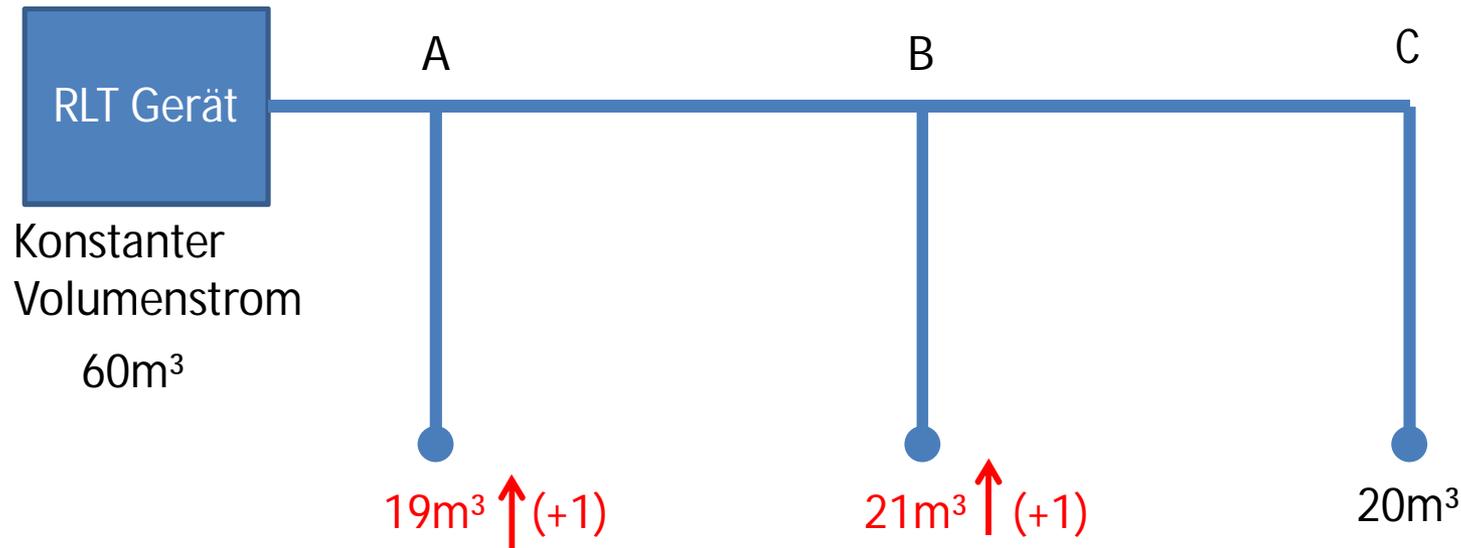


Nun wird Abgang B steuert auf 20m³ einreguliert, die anderen Auslässe bekommen somit weniger Luft.

Einregulierung der Luftdurchlässe

Theoretisches Beispiel einer Einregulierung:

(Rechnerisch, ohne Berücksichtigung des Kanalwiderstandes)

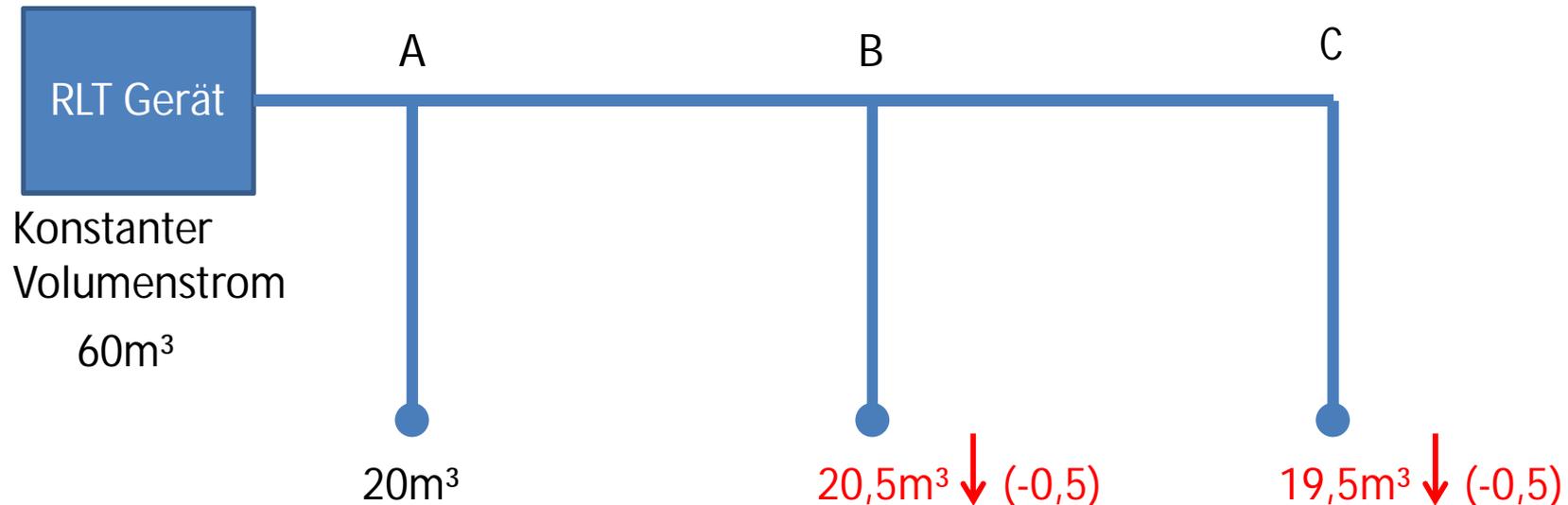


Nun wird Abgang C steuert auf 20m³ einreguliert, die anderen Auslässe bekommen somit mehr Luft.

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