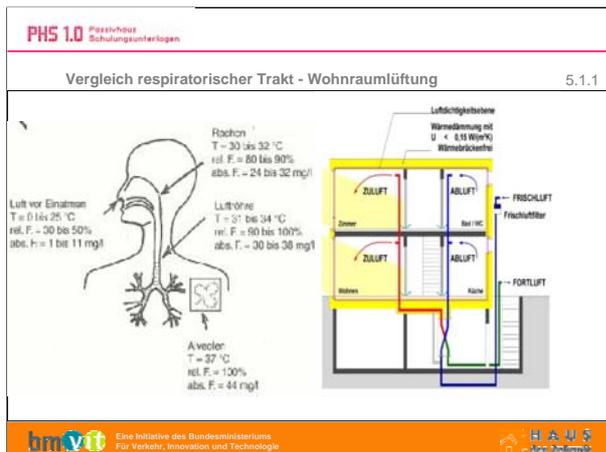


Verringerung der Lüftungswärmeverluste

Grundlagen der Raumlüftung

Notizen:



Erläuterung:

Analogien und Unterschiede:

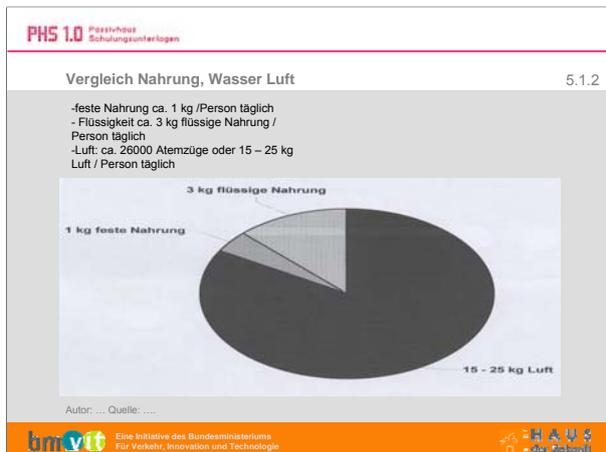
Konditionierung der Luft im respiratorischen Trakt des menschlichen Körpers:

Erwärmung und Befeuchtung der Luft auf dem Weg von Nase/Rachen bis in die Alveolen und umgekehrt Abkühlung und Entfeuchtung auf dem Weg aus den Lungen. Voraussetzung ist das überaus effektive Wärmetausch- sowie Be- und Entfeuchtungs- System des gesunden menschlichen Körpers, das die großen Unterschiede an absoluten Temperaturen und Feuchtigkeiten der Außenluft zu in den Alveolen annähernd konstanten Bedingungen umwandelt.

Zweck: Eintrag von O₂ und H₂O (aber auch Luftschadstoffe) in den Blutstrom in den Lungenbläschen sowie Entfernung von CO₂ und überschüssigem H₂O (evt. geringe Mengen VCO).

Konditionierung der Luft im Verlauf der Wohnraumlüftung mit Erdvorwärmung und Wärmetauscher:

Erwärmung im Erdregister, am Wärmetauscher und damit relative Entfeuchtung (Die Wassermenge bleibt konstant; lediglich der Sättigungsdampfdruck als Bezugswert steigt durch die Erwärmung der Luft) durch Temperaturerhöhung bzw. im Sommer Kühlung und Entfeuchtung durch Kondensat im Erdregister. Beim Luftaustausch wird O₂ im Luftgemisch (gemeinsam mit in der Luft enthaltenen Luftschadstoffen wie Feinstaub, Viren, Bakterien, Schimmelsporen, Radon...) in Innenräume gebracht, sowie Luftschadstoffe (CO₂, überschüssiges H₂O, CO, VCO, MVCO, Geruchsstoffe, Feinstäube und Schadgase) aus dem Gebäude entfernt. Dabei werden je nach Filterausstattung 30 – 99,5 % der Feinstäube und organischen Keime aus der Zuluft gefiltert, was insbesondere für Allergiker von hohem Nutzen ist.



Vergleich Nahrung, Wasser Luft

1 kg fester Nahrung, diese enthält bereits ca. 40-70% Wasser

2 kg flüssige Nahrung in Form Getränken, Suppen etc.

sowie je nach Körpergröße und Tagesaktivität von 15 bis 25 kg Luft.

Daraus wird ersichtlich, dass die Atemluft, das mit Abstand wichtigste Lebensmittel für Menschen darstellt. Weiters wird das deutlich durch die Tatsache, dass ein unmittelbares Überleben ohne Luftzufuhr nur sehr kurze Zeit möglich ist Überleben meint ohne dauerhafte physische Schäden:

-Überlebensdauer ohne feste Nahrung 1-3 Wochen (Ausnahme intravenöser flüssiger Ernährung)

-Überlebensdauer ohne Wasser 1-3 Tage

-Überlebensdauer ohne Luft 5 Minuten bis 1h (je nach Kondition, Alter, Aktivität & Temperatur)

Umso mehr erstaunt die Achtlosigkeit in der von der menschlichen Gemeinschaft mit der Ressource gesunde frische Luft ungegangen wird. Dies wird nur daraus erklärbar, dass die Luftvorräte der Erde verglichen mit den menschlichen Aktivitäten in der Vergangenheit unbegrenzt und unerschöpflich erschienen. Gerade die wirtschaftlichen Aktivitäten der letzten 2 Jahrhunderte, hat die Grenzen der Belastbarkeit der Erdatmosphäre sowohl bei der Luftverschmutzung als auch beim Treibhauseffekt deutlich aufgezeigt. Nach den Anfängen des industriellen Zeitalters traten mit den ärgsten Auswüchsen an Luftverschmutzung aus der Erkenntnis, dass ein übertriebener Schadstoffausstoß aus Gründen der Gewinnmaximierung sehr bald diese selbst beeinträchtigen kann, lokale und nationale Gesetze zur Begrenzung der Luftverschmutzung in Kraft. Frühe Beschränkungen der Luftverschmutzung sind aber bereits aus dem Mittelalter bekannt, wo z.B. im Inntal in Tirol die Verhüttung schwefelhaltiger Erze (Silber, Kupfer Gold etc.) auf bestimmte Jahreszeiten begrenzte, da übertriebene Aktivitäten zuvor bereits das Getreide der Umgebung auf dem Halm verdorren ließen.

Schon Archimedes ließ für Syracusa Pflanzungen von Bäumen anlegen, um die kühle Luft der Anhöhen auf die in der Bucht gelegene Stadt zu lenken, dieses antike Luftaustauschsystem funktionierte bis ins 19. Jhd. als für die Eisenbahn ein langer und mehrere Meter hoher Damm das Tal durchschnitt und dieses "natürliche" Klimatisierungssystem für immer unterbrach worauf die kühlenden Winde ausblieben. Griechische Neugründungen in Kleinasien berücksichtigten mit der Bebauung und Staffelung der Gebäude den

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Max v. Pettenkofer 1858 5.1.3

- Einen fernerer Grund, auf frische Luft in den Wohnungen strengere zu achten, haben wir in der Erfahrung, dass schlechte Luft die Quelle vieler chronischer Leiden ist, und das sie sicherlich einen großen Anteil an den Volksübeln: Scharfein, Tuberkeln etc. hat. Wo also die natürliche Ventilation nicht ausreicht, die Vermehrung des Kohlenäuregehaltes der Luft in unseren Wohn- und Schlafräumen um 1 pro mille zu verhindern, dort hat künstliche Ventilation einzutreten."



Autor: M.v.Pettenkofer, Quelle: EIV CEPHEUS Dokumentation

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie HAUS 100 Jahre
1918-2018

Erläuterung:

Der bekannte und sozial engagierte Arzt formuliert schon vor annähernd 150 Jahren jene Forderungen, die erst heute in dieser Deutlichkeit aus Wohngesundheitlichen Gründen aufgenommen werden konnten.

Dies passierte schon zu Zeiten undichter Fenster und Türen und der Einzelraumfeuerungen, die zumindest in den aktiv beheizten Räumen für einen erzwungene Luftwechsel sorgten, und nach heutigem Ermessen ungeheuer undichte Gebäude bestanden.

Die langjährige Bekanntheit der Beutung frischer Luft wurde in der Vergangenheit nicht immer ernst genommen. Historische Bedingungen wie Kriege und Energiekrisen überlagerten mit den Zielen wie Energieeinsparung zeitweilig die Bedeutung frischer Luft für die Bewohner.

Erst seit dem Vorhandensein effizienter Wohnraumlüftungen sind Energieeffizienz und gesunde Innenraumluft uneingeschränkt vereinbar.

PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen

Empfehlungen für Fensterlüftung 5.1.4

| | | | |
|--------|-------------------------------|---------------|---|
| Winter | Dezember Januar Februar | 4 bis 6 min |  |
| | März November | 8 bis 10 min |  |
| | April Oktober | 12 bis 15 min |  |
| Sommer | Mai September | 16 bis 20 min |  |
| | Juni Juli August | 25 bis 30 min |  |

Lüftungszeiten für einen hygienischen Luftwechsel (Fensteröffnung alle 2 Stunden)

-Notwendige Lüftungsdauer für einen Luftwechsel mit Stoßlüftung (ganz geöffnetes Fenster bei Windstille) je nach jahreszeitlicher Außentemperatur

-Ungefähre Lüftungsdauer abhängig von der mittleren Außentemperatur

Autor: H. Krapmeier, EIV

Quelle: CEPHEUS und Vortrag Lüftung EIV

bmvi Eine Initiative des Bundesministeriums Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS

Erläuterung:

Die Lüftungszeiten wurden gemäß den vorliegenden Außentemperaturen im Tagesmittel simuliert.

Basis war Windstille und ein 2 stündliches Öffnungsintervall in durchschnittlichen Wohn- und Aufenthaltsräumen.

Viel intensiver noch stellte sich die Problematik in Versammlungsräumen wie Schulklassen Veranstaltungssälen dar, in denen trotz stündlichem Öffnen zu Mittag bereits 3000 ppM CO₂ Gehalt gemessen wurde, bei gut gelüftetem Klassen zu Beginn des Unterrichtes. (Messungen OÖ Strahlenschutzstelle, und IBO Österreich)

Mindestbedarf für hygienische Lüftung

5.1.5

- Bezogen auf das Raumvolumen u. Nutzung: 0,3 - 2 facher stündlicher Luftwechsel des Bruttovolumens
- Bezogen auf Raumfunktion: 20 – 70 m³/h Person
- Bezogen auf Personen und Aktivität: 12 – 150 m³/hP
- Bezogen auf Schadstoffkonzentration
- Normen, MAK – Werte, ASV

Notizen:



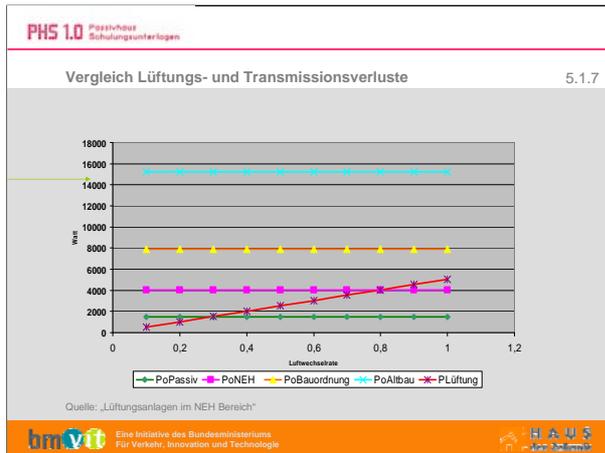
Erläuterung:

Eine gerichtete Durchströmung bewirkt beste Raumlufte bei geringsten Strombedarf, so wie ja auch beim Fensterlüften die Querlüftung effektiver ist und intensiveren Luftwechsel bewirkt als eine einseitige Stoßlüftung und daher mit kürzeren Lüftungszeiten bedingt.

Messungen mit Tracergasen und auch von CO₂ bzw. Feuchtigkeitskonzentrationen in Innenräumen belegen, dass die gerichtete Durchströmung des Raumverbandes die besten Ergebnisse bezüglich Raumluftequalität, Abfuhr von Luftschadstoffen und Gerüchen bewirkt.

Dabei wird in Schlaf-, Wohn- und Aufenthaltsräume bevorzugt die Frischluft eingeblasen, über Überströmöffnungen wie Türspalte oder wenn besonderer Schallschutz zwischen Räumen erforderlich Überströmventile mit Schalldämpfern in die Überströmzone geleitet, von wo aus sie in die Absaugzone gesaugt wird.

Die Absaugzone umfasst Nassräume und Küchen sowie sonstige stark Geruch belastete Räume.

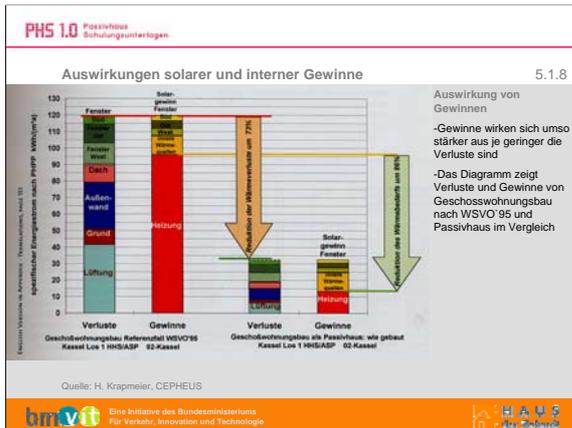


Erläuterung:

Beim Vergleich zu den Transmissionsverlusten im Bestand nehmen sich Lüftungsverluste bescheiden aus, sie betragen bei 1 fachem Luftwechsel ca. ein Drittel der Transmission

Schon im Vergleich zur Bauordnung erst recht aber im Vergleich zur Transmission beim Passivhaus werden die Lüftungsverluste zunehmend dominant. Basis der Vergleichsrechnung bildet ein durchschnittliches EFH mit 150 m² Wohnnutzfläche auf 2 Wohnebenen..

Deutlich erkennbar ist, dass die Lüftung ohne Wärmerückgewinnung bereits beim 0,3 fachem Luftwechsel die Verluste der Transmission übertrifft. Dies unterstreicht die Notwendigkeit eines hocheffizienten Wärmerückgewinnungssystem für die Lüftung.



Erläuterung:

Auf die Gesamtbilanz eines Gebäudes wirken sich solare und interne Gewinne umso stärker aus, je geringer die Verluste in Summe sind

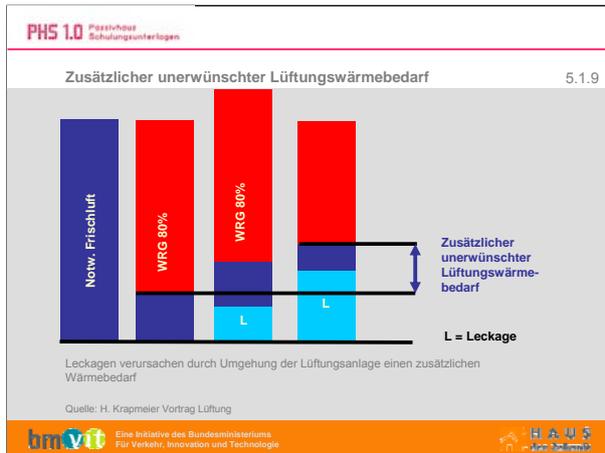
In der Gegenüberstellung sehen wir links die beiden höheren Balken des Verluste –Gewinne-Diagramms für ein Gebäude nach WSVO'95:

Dabei wirken sich nicht einmal die höheren Gewinne der Südverglasung senkend auf den Energiebedarf aus, weil sie auch durch entsprechend hohe Verluste kompensiert werden.

Dominant sind jedoch die hohen Lüftungsverluste, da keine Wärmerückgewinnung für eine Reduktion dieser Verluste sorgt.

Anders beim Passivhaus:

Die Reduktion der Verluste über Fenster und alle opaken Bauteile um Faktor 2-3, im Besonderen aber die Reduktion der Lüftungsverluste auf maximal 25% eher noch < 20% bewirken, dass die Verluste annähernd von freien Gewinnen abgedeckt werden.



Erläuterung:

Die Umgehung der Wärmerückgewinnung durch innere und äußere Leckagen des Lüftungssystems verursacht bei Wohnraumlüftungen eine wesentliche Reduktion des Effektes der Wärmerückgewinnung bzw. erhöht die Lüftungswärmeverluste durch überhöhten unerwünschten Luftwechsel.

Innere Leckagen wären dabei Undichtigkeiten zwischen dem Zuluft und dem Abluftsystem innerhalb des Gerätes (Wärmetauschers).

2 Ursachen wirken dabei in Richtung unerwünscht hohen Lüftungswärmebedarf:

Nicht balancierte Zuluft- und Abluftströme erzwingen eine Infiltration oder Exfiltration über Luftundichtheiten der Gebäudehülle.

Die Verluste einer mit $\mu_{\text{eff}} = 60\%$ WRG und 20% Abluftüberschuss laufenden Lüftungsanlage mit WRG im Niedrigenergiehaus verursacht in allen Betriebspunkten (hoher und geringer Luftwechsel) um 80 % mehr Verluste als eine auf maximal 10% Disbalance eingestellte Passivhaus Lüftungsanlage mit $\mu_{\text{eff}} 80\%$ (Nach eböck aus dem Protokollband 17 Dimensionierung von Lüftungsanlagen in Passivhäusern Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser

Freie Infiltration wird von mangelhaft Luft dichten Gebäudehülle bedingt, hier gilt die Mindestforderung maximal 0,6 facher LW bei 50 Pascall Druckunterschied als Begrenzung.

Quelle> Protokollband 17 AkkPH, Dimensionierung von Lüftungsanlagen



Aufgabe der Lüftung: Luftqualität

-Konkret: Beseitigung von
Innenluftverunreinigungen.
Kernpunkte:

- Feuchtigkeit: Bauernhaltung, Wohngesundheit
- Formaldehyd
- flüchtige organische Substanzen: VOC
- Radon
- Gerüche / empfundene Luftqualität: „dezipol“
/ CO₂



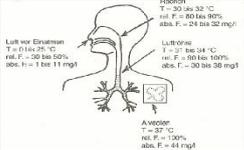
Quelle: Bild Simulation der Luftverteilung eboek für PHI

Notizen:

PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen

5.1.11

Feuchtigkeit der Aussenluft

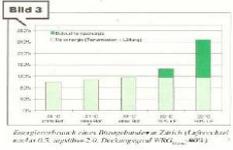


Luft vor Einatmen
T = 0 bis 20 °C
rel. F. = 20 bis 50%
abs. F. = 1 bis 11 mg/l

Luft im Nasenraum
T = 30 bis 32 °C
rel. F. = 80 bis 90%
abs. F. = 24 bis 32 mg/l

Luft im Kehlkopf
T = 37 °C
rel. F. = 100%
abs. F. = 44 mg/l

Atemwege
T = 37 °C
rel. F. = 100%
abs. F. = 44 mg/l



1 Atemtrakt: Konditionierung der Luft im respiratorischen Trakt. Abbildung aus Merkblatt Luftbefeuchtung vom Bundesamt für Energie/CH

2 zusätzlich benötigte Heizwärme in Abhängigkeit von der geforderten relativen Feuchte /

3 Beispiel für den Feuchtegehalt der Aussenluft (EMPA_DRY), Tagesmittelwerte chronologisch aufgezeichnet Station Zürich SMA und Davos

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS

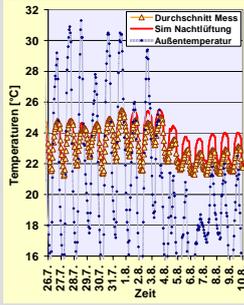
Erläuterung:

Die stark schwankende Feuchte der Außenluft stellt Ansprüche an das Atmungssystem des Menschen, denen er in der Regel aber gut gewachsen ist.

Würde man eine 50% ige Feuchte der Zuluft immer einhalten wollen, wäre der Energiebedarf für den Luftwechsel verdoppelt (auch ohne Berücksichtigung WRG)

Sommerlüftung

5.1.12



Dimensionierung der Sommerlüftung

- Beispiel Sommer Luftführung im Bürogebäude Colbe
 - Bedeutung der Sommerlüftung:
 - Entwärmung
 - Entfeuchtung der Luft (Passiv mit Erdregler möglich, aktiv in Klimaanlage sehr energieintensiv)
- Autor: Dr. Wolfgang Feist et. al.



Quelle: Arbeitskreis 22 Kostengünstige Passivhäuser: Sommerlüftung

Notizen:

PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen

Nachtlüftung und Aufbereitung im Erdreich 5.1.13

Bürogebäude Wagner & Co in Cölbe

- Automatisch geregelte Nachtlüftung
- Kühlung durch das Erdregister
- Arch. Christian Stamm
- wissenschaftliche Begleitung: Wolfgang Feist, Jürgen Schnieders, PHI

Quelle: Bild PHI Darmstadt

bmvi Eine Initiative des Bundesministeriums Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS

Erläuterung:

Gerade für den Bürobau mit den zyklischen Lasten im Innenraum und Solarlasten im Sommer zeigt sich das Passivhaus als überlegenes Konzept.

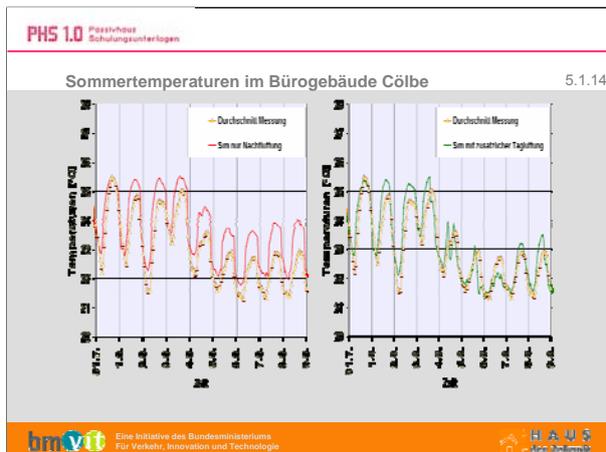
Zusätzlich zur Wohnraumlüftung bedarf die Konzeption speziell in dem Fall eine Erweiterung der automatischen Wohnraumlüftung:

- Die Nachtlüftung mit den Sensor gesteuerten Fensterflügeln erhöht den Luftwechsel in der Nacht auf das 2-4 fache und kühlt damit Speichermassen im Inneren des Gebäudes bei Abwesenheit der Nutzer ab. Dabei schließen Wind und Regensensoren die Fenster im Gewitterfall und öffnen Temperatursensoren erst, wenn die Außentemperatur um einige Grade unter der Bürotemperatur liegt.

- Die Konditionierung der Frischluft über ein Erdregister bringt untertags kühlere Luft als die Außenluft in die Räume und hilft die Wärmespitzen am Nachmittag niedrig zu halten. Die dabei erreichbare Temperatur der Zuluft kann so von Außenlufttemperaturen über 35 °C im Schatten auf unter 22 °C abgesenkt werden.

- Allerdings können mit den im Büros üblichen Luftwechseln (1- 1,5 fach) keine sehr hohe Kühllasten übernommen werden, da die spezifische Wärmekapazität von Luft gering ist (Faktor 3000 im Vergleich zum Wasser bei gleichem Volumen).

- Deshalb sind Planungsfehler was die solaren Lasten im Sommer betrifft unbedingt zu vermeiden (zu große West oder Ost Verglasungen, Fensteranteil >40% auch in Süd oder Nord. Die Glasbauweise der letzten Jahre im Bürobau leistet wesentlichen Vorschub der Energievernichtung von Strom durch unnötige Klimaanlage.



Erläuterung:

Die Überlagerung von Simulation und Messung zeigt gute Übereinstimmung der Werte.

Dabei wurden nur Nachtlüftung über Fenster (zusätzlich zur Grundlüftung der Lüftungsanlage

Verglichen mit Nachtlüftung und zusätzlicher Taglüftung in Spitzenzeiten.

Es zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede, gelegentlich liegen die Esswerte für nur Nachtlüftung

geringfügig unter den Werten mit Taglüftung.



Komfortlüftung im Passivhaus - Erfahrungen

5.1.15



Quelle: H. Krapmeier nach AkkP 23 Empfehlungen zur Lüftung im Passivhaus

- Messbare Luftqualität
- keine Probleme mit Feuchtigkeit; kein Schimmel
- zuverlässige Verdünnung von Raumluftbelastungen
- CO₂ Konzentrationen im empfohlenen Bereich (1000 ppm)
- keine mikrobielle Luftbelastung durch die Komfortlüftung
- *Hygieneaspekte bei der Projektierung beachten!*
- Wahrgenommene Luftqualität
- gute Noten in sozialwissenschaftlich begleiteten Projekten.
- Fehlertoleranz in der Praxis
- Fehler der Nutzer: meist nur wenig Auswirkungen.
- Allenfalls: Höhere Wärmeverluste.
- Fehler in Konzeption, Auslegung, Planung und Ausführung:
- können schwerwiegende Funktionsstörungen verursachen
- *Passivhaus zu trockener Luft!*

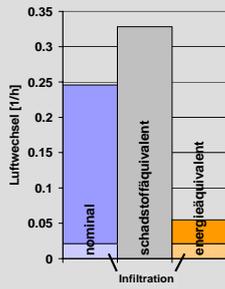


Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

Luftmengen reduzieren!



Notizen:



Projektion nach DIN 1946
 Auslegungsfall für Kanäle und Anlage auf
 Maximallüftung, Abluftbedingung
 Normalbetrieb: Luftmengen gemäß
 Zuluftbedingung reichen aus.
 Zu trockene Raumluft? --- Luftmengen
 reduzieren!
 Gute Entfeuchtung der Räume
 (Durchströmung!).
 Hohe Lüftungseffizienz.
 Sehr geringer Lüftungswärmeverlust

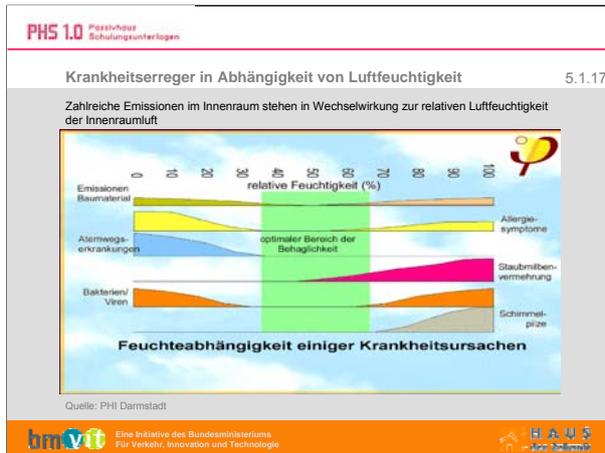
Quelle: PHI Darmstadt AkkP 23 Lüftungsstrategien im Passivhaus, Bild Darstellung des Luftwechsels nach Norm, Schadstoffbeseitigungswirkung und Energieäquivalent



Eine Initiative des Bundesministeriums
 Für Verkehr, Innovation und Technologie



Notizen:



Erläuterung:

Die Abhängigkeit von Krankheitserregern von relativer Luftfeuchtigkeit ist wiss.

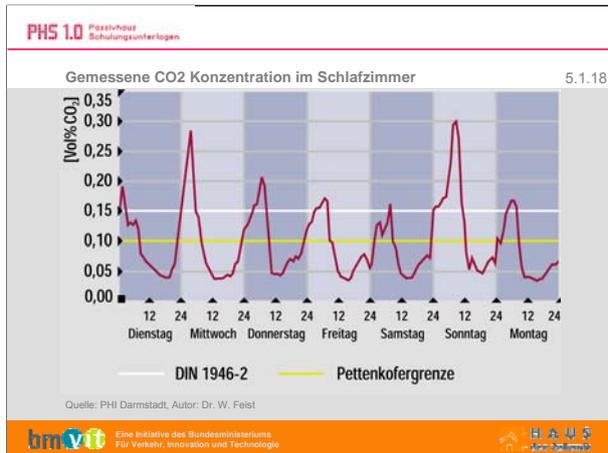
Bekannt.

Hier aufgetragen ist der Zusammenhang zwischen Vitalität von Keimen bei einer bestimmten Luftfeuchtigkeit.

Daraus zeigt sich erneut, dass für Menschen die beste Lebensbereich (nicht für alle gleich; Allergiker auf Staubmilben werden da wohl eher trockenere Luft bevorzugen) zwischen 30 und 60% r.F. liegt.

Deshalb ist nicht nur die Trocken Luft im Winter ein Thema, zu dem übrigens das Passivhaus auf 2 Arten beiträgt:

1. Nicht so hohe Lufttemperaturen erforderlich- günstig weil Innenluft nicht so trocken
2. Relativ hohe Luftwechsel (zur Lüftung im Bestand) begünstigen Austrocknung, hier können meist die Lüfraten etwas reduziert werden.
3. Alle Raumluftechnischen Planungshilfen (Merkblatt Luftbefeuchtung MINERGIE CH, ASHREA Update 1985) warnen vor undifferenzierter Luftbefeuchtung über Raumluftechnische Anlagen, da hier einer Keimausbreitung Vorschub geleistet werden kann und der Energiebedarf stark ansteigt.

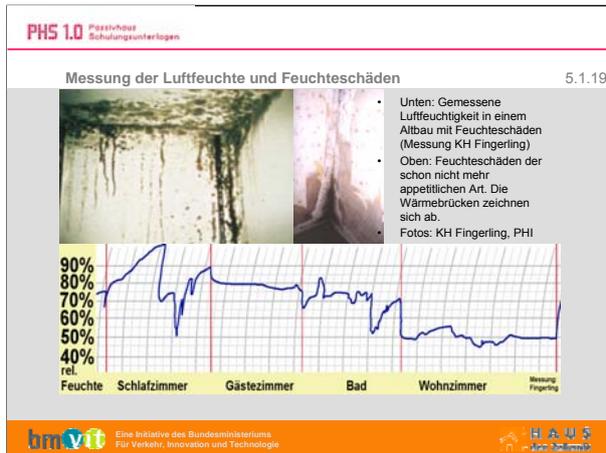


Erläuterung:

Regelmäßige Überschreitungen der Vorsorgegrenze nach Pettenkofer und auch den Empfehlungen der DIN 1946-2 führen im Schlaf zu Übersäuerung des Blutes durch hohe CO₂ Werte.

Damit einher geht eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit, wie schon vor 150 a vom aufmerksamen Arzt Pettenkofer beobachtet und ein weniger erholsamen Schlaf.

In Schulklassen wurden Spitzenwerte an CO₂ Konzentrationen bis 7000 ppM gemessen! Welch unheilvolle Wirkung auf die Aufmerksamkeit der Anwesenden schon Konzentrationen über 3000 ppM haben, konnten Studenten der TU Wien im Architektentrakt leicht an eigene Körper erfahren. In Statik- und Hochbauvorlesungen in den späten 70er Jahren saßen damals bis zu 700 Hörer in einem Hörsaal für rund 300 Hörer, der außer einigen kleineren offenbaren Fenstern am Ende des Hörsaals, die wegen Kälte und Lärm zum großen Teil geschlossen blieben, keine funktionale Lüftung aufwies - die wache Aufmerksamkeit an den Vorlesungen endete meist nach 20 min.

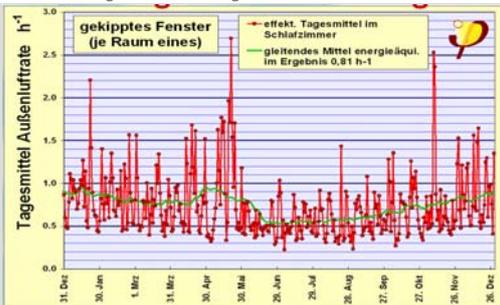


Erläuterung:

Klassische Unterlüftungsschäden mit Kondensat und Schimmelbildung finden sich immer wieder in schwächer beheizten weil auch weniger frequentierten Räumen und in innen liegenden Bädern und WC´s wegen der dort anfallenden Feuchtigkeit. Aber auch in Schlafzimmern wegen des Feuchtanfalls von oft 2 Personen in einem begrenzten Luftvolumen (bei nicht geöffneten Zimmertüren) und oft auch wegen lokaler Abkühlungen durch gekippte Fenster.

Fensterlüftung ist Zufallslüftung

5.1.20



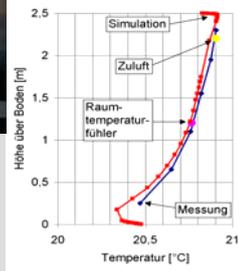
Quelle: Dr. W. Feist, Darmstadt

Notizen:

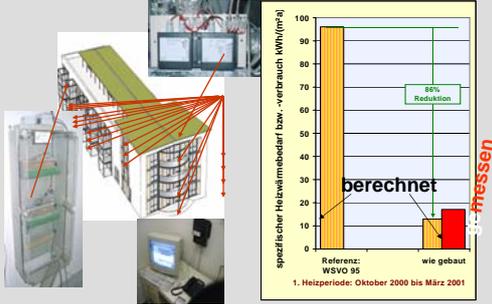


Messungen:
-Werner Betschart, HTA Luzern

Messung /Simulation: Wolfgang Feist und
Jürgen Schnieders PHI Darmstadt



Notizen:



Notizen:

PHS 1.0 Praxisbuch
Schulungsunterlagen

Relative Luftfeuchte- Behaglichkeit und Hygiene 5.1.23

DIN Norm 1946 Teil 2

- Über die untere Grenze der relativen Luftfeuchte liegen keine gesicherten Erkenntnisse vor. Als Behaglichkeitsgrenzen könnten ... 30% r.F. gelten, ...

VDI 6022 Blatt 1

- Der Behaglichkeitsbereich für die relative Luftfeuchtigkeit liegt analog der natürlichen witterungsbedingten Gegebenheiten etwa zwischen 30 und 60% ...

SIA Norm V382/2

- ... Der Behaglichkeitsbereich erstreckt sich daher für die relative Luftfeuchtigkeit von 30%...bis 60%.....

SKI Richtlinie Band 35/87

- Für die ausgewählten Räume mit einer Empfehlung für künstliche Befeuchtung liegt der empfohlene Wert bei 30% r.F.

ASHRAE Fundamentals 1985

- ...empfehlen als unterste Grenze bei 20° C 30% r.F. und bei 27 ° C 20% r.F. d.h. 4,7 g pro kg bezogen auf 950 Pa oder 549 m Höhe

 Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie 

Erläuterung:

-Über die untere Grenze der relativen Luftfeuchte liegen keine gesicherten Erkenntnisse vor.

-Als Behaglichkeitsgrenzen könnten – weitgehend unabhängig von der Lufttemperatur – 30% r.F. gelten, gelegentliche Unterschreitungen bis auf 20% sind vertretbar.

VDI 6022 Blatt 1

- Verein Dt. Ingenieure, Heuth Verlag – GmbH 10772 Berlin, Hygienebewusste Planung . Ausführung Betrieb und Instandhaltung raumluftechnischer Anlagen, 1997

- Der Behaglichkeitsbereich für die relative Luftfeuchtigkeit liegt analog der natürlichen witterungsbedingten Gegebenheiten etwa zwischen 30 und 60%. Auch niedrigere Werte als 30% rel. Feuchte, wie sie vor allem bei tiefen Außentemperaturen auftreten können, sind gelegentlich zumutbar, sofern durch entsprechend Maßnahmen der Feinstaubgehalt der Luft gering gehalten werden kann..

SIA V382/2 Schweizerischer Ingenieur/ und Architektenverein, 8039 Zürich
Kühlleistungsbedarf von Gebäuden:

„ Im Temperaturbereich von 19 bis 28°C ist der Verdunstungsanteil in der menschlichen Wärmehaushaltsregulierung gering. Der Behaglichkeitsbereich erstreckt sich daher für die relative Luftfeuchtigkeit von 30% .F. (im Winterbetrieb bei 19-24 °C Raumtemperatur)

bis 65% r.F. (im Sommer bei 22° bis 28° C). Gelegentliche Unterschreitungen an wenigen Tagen bis 20% r..F. und gelegentliche Überschreitungen bis 75% r.F. sind physiologisch zulässig.

Ohne besondere Anforderungen an das Raumklima ist eine Befeuchtung der Luft im Allgemeinen nicht erforderlich. Die Erfahrung zeigt, dass Klagen wegen zu trockener Luft in Räumen ohne Befeuchtung häufig auf zu hohe Lufttemperaturen , zu hohe Außenluftstraten einen zu hohen Staubgehalt der Luft oder Luftfremdstoffe zurückzuführen sind. Diese Luftverunreinigungen sind durch NAßnahmen an den entsprechenden Quellen zu bekämpfen.

Sofern eine Befeuchtung notwendig ist, kann der begrenzte Einsatz örtlicher Befeuchtungseinrichtungen zweckmäßiger sein, als eine generelle Befeuchtung durch die Lüftungstechnische Anlage.“

SKI - Richtlinie Band 35/87

Richtlinien für den Bau, Betrieb und Überwachung von raumluftechnischen Anlagen in Spitälern.

“ Für die ausgewählten Räume mit einer Empfehlung künstlicher Befeuchtung liegt der empfohlene Wert bei 30% r.F.“

PHS 1.0 Österreichische
Schulungsunterlagen

Richtwerte für die Innenraumluft 5.1.24

- 1.3 ABLEITUNG VON RICHTWERTEN FÜR INNENRÄUME

Wesentlich für die Festlegung von Grenzwerten bzw. Richtwerten waren in Österreich die von der Kommission für Reinhaltung der Luft (KRL) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (OAW) erstellten Luftqualitätskriterien.

Auf internationaler Ebene hat sich eine analoge Vorgangsweise etabliert. Hier werden die Effekte einzelner Schadstoffe von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) evaluiert und das Ergebnis dieser Evaluation in den Air Quality Guidelines 2000 zusammengefasst. In diesen Guidelines wird nicht explizit zwischen der Situation in der Außenluft und Innenräumen unterschieden.

Im Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L, BGBl. I Nr. 115/1997) hat der österreichische Gesetzgeber bei der Grenzwertfestsetzung die Empfehlungen der KRL der Österreichischen Akademie der Wissenschaften übernommen. Immissionsgrenzwerte sind nach IG-L § 2 höchstzulässige wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen, bei deren Unterschreitung nach den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen keine schädigenden Wirkungen zu erwarten sind.

Daneben hat sich die Europäische Gemeinschaft verpflichtet, bei der Ableitung von Immissionsgrenzwerten die Air Quality Guidelines der WHO zu übernehmen. Diesem Umstand wurde bei der Ausarbeitung der 1. Tochterrichtlinie (99/30/EG) zur Luftqualitätsrahmenrichtlinie (96/62/EG) zumindest z.T. Rechnung getragen.

Autoren: BALDINGER, BÄUMANN, DÄMBERGER, HANUS-ILLNAR, HUTTER, KUNDL, PALMISANO, PÜRINGER, SCHNEIDER, TAPPLER

Österreichische
Technische Universität
Wien

bmwfw
Für Verkehr, Innovation und Technologie

Österreichische
Technische Universität
Wien

Erläuterung:

Der Immissionsbelastung in Innenräumen wurde in der Vergangenheit in Österreich im Vergleich zu jener in der Außenluft erst relativ spät, und dann meist nur bei konkreten Anlassfällen (z.B. verursacht durch passives Rauchen, Radon, Gasherde oder Klimaanlage) eine gewisse Beachtung geschenkt. Schon länger detailliert geregelt war lediglich der Arbeitsplatzbereich (hier wieder nur der Bereich, in dem gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe verwendet werden). Erst in den letzten Jahren erlangte die Frage der Luftverunreinigung in Innenräumen vermehrte Aufmerksamkeit, nicht zuletzt deshalb, da sich in vergleichenden Studien gezeigt hatte, dass die Belastung durch Luftschadstoffe auch in nicht gewerblich genutzten Innenräumen durchaus relevant sein kann.

In unserem Kulturkreis halten sich Menschen zu einem hohen Anteil in Innenräumen auf. Insbesondere für Kleinkinder, Kranke und andere empfindlichere Personengruppen ist durch ihre vergleichsweise lange Aufenthaltsdauer in bestimmten Innenräumen die Qualität der Innenraumluft wesentlich. Die Innenraumluft hat über die unmittelbare toxikologische Bedeutung hinaus eine wichtige Funktion für die Wohn- und Lebensqualität, weshalb bei Luftschadstoffen auch das Wohlbefinden beeinträchtigende und belästigende Eigenschaften (z.B. unangenehme Gerüche) zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus ist die Funktion der Wohnumwelt als Erholungsraum z.B. von Belastungen am Arbeitsplatz zu berücksichtigen.

Für Schadstoffe, die nicht in Innenräumen emittiert werden, kann die Belastung in einem ähnlichen Ausmaß wie im Außenbereich liegen. Sind jedoch Schadstoffquellen in Innenräumen vorhanden, kann die Belastung jene in der Außenluft um ein Vielfaches überschreiten. Wichtige Quellen in Innenräumen sind bestimmte menschliche Aktivitäten (z.B. Zigarettenrauchen, Reinigungstätigkeiten), Verbrennungsvorgänge sowie auch Baustoffe, Einrichtungsgegenstände und Materialien der Innenausstattung

Für die Auswahl der Schadstoffe in dieser Richtlinie wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- Schadstoffe, für die sich relevante Quellen in Innenräumen befinden;
- Schadstoffe, die gesundheitlich relevant sind und für die ausreichend toxikologische Daten vorliegen;
- Schadstoffe, für die Erfahrungen in Bezug auf Messstrategie und Analytik vorliegen.

Dies sind z.B. Tetrachlorethen (Per, TCE), Styrol, Toluol, Kohlenstoffmonoxid. Luftverunreinigungen, die einer speziellen vom allgemeinen Schema abweichenden Betrachtung unterzogen werden, sind u.a.:

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

5.2

Verringerung der Lüftungswärmeverluste

Luftansaugung

bmvi Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

IFA U S
- das Fachnetz

Erläuterung:

- Ansaugöffnung für die Frischluft des Lüftungssystems.
- Bietet Schutz vor Witterung, Verschmutzung und leitet die Luft in das Rohrsystem ein.
- zumeist die erste bzw. manchmal auch die einzige Filterstufe auf der Ansaugseite.
- Soll von Geruchsemitenten wie Garagen, PKW-Stellplätze, Rauchfängen, Zentralstaubsaugerausblasöffnungen, Dunstabzügen, Abluftauslässe und Quellen biologischer Zerfallsprodukte (Komposthaufen, Klärteiche, Frühbeete etc.) hinreichend weit entfernt sein, um die Luft vor Verschmutzungen in Form von VCO und MVCO, Bakterien, Gerüchen und chemischen Belastungen frei zu halten.

| PHS 1.0 <small>Passivhaus Schulungsunterlagen</small> | |
|---|---|
| Anforderungen an die Luftansaugung | 5.2.1 |
| Geeignete Anordnung | <ul style="list-style-type: none"> - Unter Bedachnahme auf Staubemissionen, auf die Gefahr der Rücksaugung der Fortluft, und auf andere mögliche Verursacher von Luftverunreinigungen - In angemessener Höhe über Boden - In Sonderfällen unter Bedachnahme auf Fremdeinwirkung und auf die Sonnenexposition |
| Wirksame Luftfilterung | <ul style="list-style-type: none"> - Frontständiger Feinstaubfilter der Filterklasse F7 oder F8. Eventuell zweistufige Filterung mit G4 oder F5 als 1. Stufe |
| Geeignete Dimensionierung | <ul style="list-style-type: none"> - Unter Bedachnahme auf eine Obergrenze des Druckverlusts von 10 (Ausnahmen bis 30 Pa) und auf Geräuschemissionen. - Unter Bedachnahme auf Filterstandzeiten von üblicherweise 1 Jahr max. 1,5 Jahre |

Erläuterung:

Geeignete Anordnung:

ÖNORM H 6038 verlangt einen Mindestabstand von 2m zwischen Ansaugöffnung und Fortluftauslass,

gleiche Abstände zu Abgasfängen etc. Zu Beachten sind Hauptwindrichtungen des Standortes bzw.

Luftvorzugsströmungen, die durch das Gebäude induziert sind..

Überlegungen zur Abwendung von Vandalismus und Sabotage sind Projekt weise anzustellen.

Die Mindesthöhe der Ansaugöffnung über Boden wird unterschiedlich beurteilt.

ÖNORM H 6038 lässt unter Beachtung möglicher Schneelage auch bodennahe Ansaugung zu.

DIN 1946-2 fordert einen Abstand von mindest 3m und verbietet Ansaugung in Erdgleiche und aus Gruben. In der Praxis sind Ansaugöffnungen in 1m bis 1,5m Höhe durchaus üblich und bewährt.

Die Sonnenexposition der Luftansaugung kann in Sonderfällen relevant sein, etwa bei Ansaugung an dunklen, stark besonnten Fassaden

Sonderfall: Ansaugung aus hinterlüfteten, perforierten Trapezblechfassaden (= Solarluftfassade als Zwischenstufe zum Luftkollektor).

Wirksame Luftfilterung:

Mindest erforderliche Filterklasse ist F7 im Einklang mit ÖNORM H6021 und VDI RL 6022/1/3.

Unter normalen Außenluftbedingungen können die Filter ohne Vorfilter betrieben werden, bei hoher Staubbelastung (In der Nachbarschaft od. in der Bauphase) werden zusätzliche Grobfilter (G4 oder F5) vorgelegt.

Filterklasse F8 ist bereits undurchlässig für Pilzsporen, daher ist auch Schimmelbewuchs auf der Außenseite ungefährlich. Es könnten aber immer noch allergene Zerfallsprodukte des Pilzbewuchses durchtreten. Im Allgemeinen wird der Feinfilter in der Außenluftansaughaube angeordnet. Frontständige Filteranordnung ist dabei wichtig, um Kondensatbildung am Filter zu vermeiden. Gelegentlich werden jedoch auch Anlagensysteme realisiert, bei denen der Feinfilter erst direkt vor dem Lüftungsgerät, also nach einem EWT angeordnet wird. Dann ist F5 Mindestfilterstufe beim Ansaug zur Freihaltung des EWT von Verschmutzungen.

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Bauweisen von Luftansaugungen 5.2.2

Elemente der Luftansaugung

- Gehäuse mit Ansaugöffnung und Grobschutzgitter
- Filterkasten mit Feinstaubfilter
- Rohranschluss



Quellen: Fa. Westaflex, Fa. Schrag, Arch. Schulze-Darup

brm Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS
- für Zukunft

Erläuterung:

Grundsätzliche Anforderungen an Luftansaugungen sind insbesondere die Witterungs- und Vandalismusbeständigkeit, ein ausreichend dimensionierter Ansaugquerschnitt, ein Grobschutzgitter, ein ausreichend dimensionierter Feinstaubfilter und ein luftdichter Anschluss an das Rohrsystem.

Gehäuse: Gehäuse für Luftansaugungen werden meist aus Edelstahl gefertigt und können in die Außenwand des Gebäudes integriert werden und sind dann auf das Ansauggitter reduziert.

Filterkästen werden angeboten aus verzinktem Blech, Edelstahl und Kunststoff (PE oder PP). Sie bilden mit dem Filter eine Baueinheit. Dichter Sitz des Filters und eine leichte Austauschbarkeit des Filters sind Qualitätsmerkmale.

Filterqualität: Vorzusehen sind bei einstufiger Filterung Feinstaubfilter der Filterklasse F7 aber auch F8 bis F9 (bei Allergikern oder Sonderanforderungen) sind möglich. F8 wirkt bereits gegen Pollen.

Filteranordnung: Günstig ist die frontständige Anordnung des Filters, unmittelbar hinter dem Ansauggitter. Abgeraten wird vom bodennahen Einbau des Filterkastens in einem Lüftungsschacht, es besteht dort Verschmutzungsgefahr der Lüftung.

Filtermaterial: Bewährt haben sich Taschenfilter. Mineralisches Filtermaterial ist zulässig und geeignet, steht aber nach wie vor bisweilen in der Diskussion rund um Faserausspülungen. Synthetisches Material gilt hier als völlig unbedenklich.

Filtergröße: Die Filterfläche soll so gewählt werden, dass mit einmal jährlichem Filtertausch das Auslangen gefunden wird. Übliche Baugröße für eine Wohneinheit: Bei Taschenfilter Anströmquerschnitt von 30x60cm oder 60x60cm, mit einer resultierenden Filterfläche von ca. 2 oder 4m².

Rohranschluss ist verlässlich abzudichten, da ansonsten der Filter durch Falschlufteintritt teilweise umgangen wird.

Elemente der Luftansaugung

- Gehäuse mit Ansaugöffnung und Grobschutzgitter
- Filterkasten mit Feinstaubfilter
- Rohranschluss



Quellen: Arch. Schulze-Darup

Notizen:



- Ausführungsbeispiel
- Ansaugturm aus Edelstahl
 - Mit Grobfilter und Filter
 - Hersteller: Fa. Westaflex

Notizen:

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Bauweisen von Luftansaugungen 5.2.6

Ausführungsbeispiel

- Ansaughaube aus Edelstahl, geöffnet
- Mit Grobgitter und Filter
- Hersteller: Schrag
- Quelle: Arch. Burkard Schutze Darup



Quelle: Fa. Schrag

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS
- für Zukunft

Erläuterung:

Erstes Foto: Sichtbar ist das ringförmige Grobgitter (Luftansaugung in die Ansaughaube von unten, dann durch den Filter in das nach unten führende Rohr) und der Filter

Zweites Foto: Der Filter ist abgenommen. Sichtbar ist das Stützgerüst, das den Filter in Form hält.

Der Arbeiter „molcht“ die Luftzuleitung und Erdregister: das heißt mit Feder wird ein Reinigungsmittel - runder Schwamm, Microfaser Ball et. - durch das Erdregister geschoben, dabei können desinfizierende Reinigungsflüssigkeiten die den Anforderungen der Lebensmittelchemie genügen, die Lüftung sollte danach solange auf hoch gestellt bleiben, bis das Register abgetrocknet und das Reinigungsmittel von der Luft abtransportiert ist.

Eine Alternative dazu sind Mittel (nanotechnische Polymere), welche die Keimbildung im Rohnetz unterbinden, diese werden periodisch (alle 3-6 Jahre) durch Vernebelung eingebracht, sie verhindern dauerhaft durch Unterbrechung des Kaliumkreislaufes ein Auskeimen von Microorganismen. (Anwendungsbeispiel Wohnanlage Mitterweg / Innsbruck Tirol, Neue Heimat Tirol)

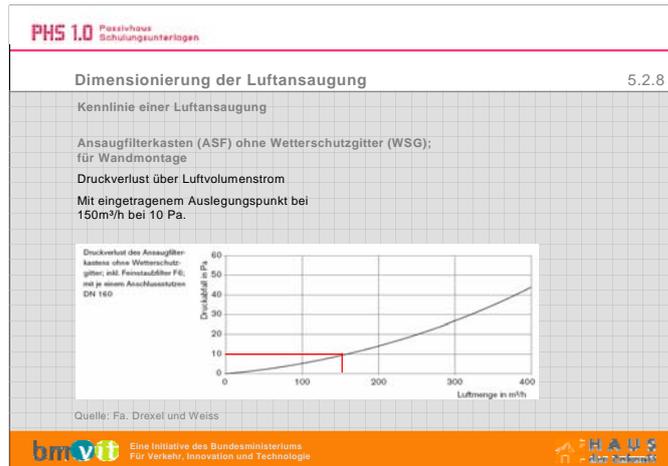
| PHS 1.0 <small>Passivhaus Schulungsunterlagen</small> | |
|--|-------|
| Dimensionierung der Luftansaugung | 5.2.7 |
| Kriterium Druckabfall | |
| - Der Druckabfall der Luftansaugung bei Nennvolumenstrom soll 10 Pa nicht überschreiten. | |
| - In Ausnahmefällen kann ein Druckabfall bei Nennvolumenstrom von bis zu 30 Pa toleriert werden. | |
| Kriterium Schallemission | |
| - Bei Einhaltung des oben beschriebenen Kriteriums Druckabfall sind keine Probleme durch Strömungsgeräusche zu erwarten. | |
| - In besonders sensiblen Situationen Herstellerangaben anfordern und eventuell einen Schalldämpfer im Ansaugstrang vor dem Lüftungsgerät vorsehen. | |
| Kriterium Filterstandzeit | |
| - Übliche Dimensionierung auf einmal jährlichen Filterwechsel | |
| - Daraus resultieren für eine Wohneinheit typische Anströmquerschnitte auf Taschenfilter von 30x60cm oder 60x60cm. | |

Erläuterung:

Kriterium Druckabfall: Die Dimensionierung erfolgt auf Basis der Kennlinien des Wetterschutzgitters und des Filters bzw. der Kennlinie des gesamten Filterkastens inkl. Wetterschutzgitter und Anschlussstutzen. Die Grenze von 10 Pa maximal zulässiger Druckdifferenz gilt für eine sehr gute, energieeffiziente Anlage. Auslegungen bis 30 Pa können toleriert werden.

Kriterium Schall: Schallemission in der Luftansaugung kann auftreten sowohl durch Strömungsgeräusche an der Luftansaugung als auch durch Übertragung der Ventilatorgeräusche. Bei der oben genannten Dimensionierung nach Druckabfall sind Schallprobleme durch Strömungsgeräusche in der Regel ausgeschlossen. In besonders sensiblen Situationen sind schalltechnische Angaben des Herstellers anzufordern und unter Umständen ein Rohrschalldämpfer zwischen Luftansaugung und Lüftungsgerät einzubauen.

Kriterium Filterstandzeit: Die Filterfläche soll groß genug gewählt werden, dass mit einmal jährlichem Filtertausch das Auslangen gefunden werden kann VDI 6022 sieht in D allerdings einen halbjährlichen Wechsel vor. Für eine Wohneinheit ergibt sich somit bei Verwendung von Taschenfilter ein Anströmquerschnitt von 30x60cm oder 60x60cm, mit einer resultierenden Filterfläche von ca. 2 oder 4m². In Sonderfällen, insbesondere bei kostengünstigem Filtertausch, kann ein wirtschaftliches Optimum auch bei kleineren Dimensionen und häufigerem Filterwechsel gefunden werden.



Erläuterung:

Wichtig für die Dimensionierung der Luftansaugung ist neben dem geplanten Luftwechsel der gewünschte Abscheidegrad bzw. die Anforderung an die Filterstufe;

So werden beispielsweise bei der Nachrüstung im Altbestand oft keine wesentlichen oder hohen Ansprüche gestellt und in den dezentralen Geräten daher

üblicherweise Filter der Stufen G3 bis F5 angeboten.

Be Lüftungsanlagen zum Stand der Technik sollte zumindest eine Stufe der Zuluft F7 erreichen,

Entscheidend ist aber auch, dass hohe Filterstufen nicht nur einen höheren Druckverlust aufbauen und damit den Leistungsbedarf der Lüftung erhöhen. Sie erfordern auch deutlich größere Filterflächen (so erreichen Taschenfilter für den Leistungsbereich von EFH (120 – 250 m³/h) Oberflächen von 2 – 6 m². Diese Taschenfilter sind in ein Gehäuse 50 x 50 x 50 cm unterzubringen.)

In den Kaufentscheid einzubeziehen sind dann aber auch die jährlich oder halbjährlich anfallenden Filterkosten.

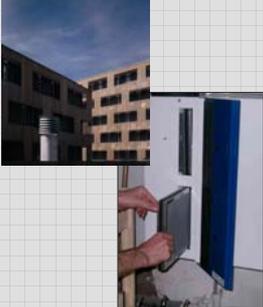
Die Fa. Aeromart bietet z.B. einen Satz Filter für ihre Anlage (Vom Ansaugkasten bis zum Abluftfilter) im Set um 80 €/ Jahr an.

Abscheidegrade in % nach Filter Klasse (G1-F9) Partikelgröße in µm nach EN 779:

| | 0,5 | 0,1 | 1 | 0,3 | 3 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| G1---- | - | 5 | - | 10 | - |
| | 5 – 15 | 40 – 50 | | 0-5 | |
| G2--- | - | - | 0-5 | - | 5 – 15 |
| | 15 – 35 | 50 – 70 | | | |
| G3 | 0 – 5 | - | 5 – 15 | - | 50 – 70 |
| | 70 – 85 | | | 15 – 35 | |
| G4 | 5 – 15 | - | 30 – 55 | 0 – 5 | 85 – 98 |
| | | 15 – 35 | | 60 – 90 | |
| F50 | | - 10 | 90 – 99 | 5 – 15 | 15 – 30 |
| | 30 – 50 | 70 – 90 | | > 98 | |
| F65 | | - 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 | | > 99 | | > 99 |
| F9 | | 45 – 60 | 75 – 85 | 90 – 95 | > 98 |
| | > 99 | > 99 | | > 99 | |

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Anschaffung, Betrieb und Wartung der Luftansaugung 5.2.9



Anschaffungskosten
Richtpreis für Ansaugung in Freiluftaufstellung auf bauseits vorbereitetem Fundament, inkl. Montage: Euro 600,- exkl. Steuer. (Preisbasis 2004)

Betriebskosten
Richtpreis für den Filterwechsel:
Euro 50,- bis 120,- Filtersatz ohne Arbeit. (Preisbasis 2006)

Wartung
1x jährlich bzw. nach Bedarf Filter wechseln und visuell auf Verschmutzung des Filterkastens und des Ansauggitters kontrollieren. Längstens jedoch nach 15 Monaten

Quelle: Bild NH Tirol Wohnanlage Mittenweg

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums Für Verkehr, Innovation und Technologie HAUS - das Zentrum

Erläuterung:

Abweichend zur bisher häufigen Wartungspraxis gibt die VDI 6022 in ihren Regelungen ein Wartungszyklus von 2x jährlich an, dazu sind Wartungsprotokolle der ausführenden (Firmen) mit Zustandsbeschreibung zu führen, das stellt meines Erachtens für den Wohnbereich eher die obere Latte der Anforderungen dar. (E.Schwarz Müller)

| PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen | |
|---|--------|
| Normen und Richtlinien zur Luftansaugung | 5.2.10 |
| <ul style="list-style-type: none"> - ÖNORM H 6020, ÖNORM H 6021, ÖNORM H 6038 Lüftungstechnische Anlagen - ÖNORM M 7636, ÖNORM M 7637 Lüftungstechnische Anlagen für Wohnbereiche - DIN 1822, - DIN 1946, Teil 1 bis 7, VDI Lüftungsregeln Zu-/Abluftvolumenstr. - DIN 24185, - VDI 6022, Hygienische Anforderungen an RLT-Anlagen - EN 779, Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlüftungstechnik - EN V 12097, EN 12792, EN 13141, EN 13142, EN 13465, EN 13779, EN 14788 Lüftung von Gebäuden | |
|  | |

Erläuterung:

VDI 6022 Blatt 3 (2001): „Das Wachstum von Mikroorganismen auf Luftfiltern kann vermieden bzw. minimiert werden, zum Beispiel durch die Begrenzung der relativen Luftfeuchte. Der Einsatz von antimikrobiell wirksamen Luftfiltern ist nur zulässig, wenn deren Wirksamkeit und gesundheitliche Unbedenklichkeit über die geforderte Filterstandzeit in Praxistests nachgewiesen worden ist. Das gilt auch für den Einsatz von Elektrofiltern, Luftionisatoren, sorptiven Filtern, UV-Luftdesinfektionseinrichtungen und ähnlichen Techniken.“

ÖNORM H 6020 2007 02 01: Lüftungstechnische Anlagen - Betrieb, Instandhaltung, Kosten

ÖNORM H 6021 2003 09 01: Lüftungstechnische Anlagen - Reinhaltung und Reinigung

ÖNORM H 6038 2002 09 01: Lüftungstechnische Anlagen - Kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung – Planung, Montage, Prüfung, Betrieb und Wartung

ÖNORM M 7636 1983 10 01: Lüftungstechnische Anlagen für Wohnbereiche

ÖNORM M 7637 1987 04 01: Lüftungstechnische Anlagen; Einzellüftungsanlagen für Wohnbereiche

DIN 1822

DIN 1946: Raumlüftungstechnik, Teil 1 Terminologie und graphische Symbole (VDI Lüftungsregel) wurde ersetzt durch:

DIN EN 12792 Lüftung von Gebäuden – Symbole, Terminologie und graphische Symbole

DIN 1946: Raumlüftungstechnik, Teil 2 Lüftung von Nichtwohngebäuden wurde ersetzt durch:

DIN EN 13779 2005 05: Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen

DIN 24185 1993 08: Durchflußmessung von Flüssigkeiten in geschlossenen Leitungen; Wägeverfahren

DIN V 24194 1985 11: Kanalbauteile für lüftungstechnische Anlagen: Dichtheit, Dichtheitsklassen von Luftkanalsystemen

VDI 6022 2006 04 01: Hygiene - Anforderungen an RLT-Anlagen und -geräte

EN V 12097 1997 04 01: Lüftung von Gebäuden - Luftleitungen – Anforderungen an Luftleitungsbauteile z. Wartung v. Luftleitungssystemen

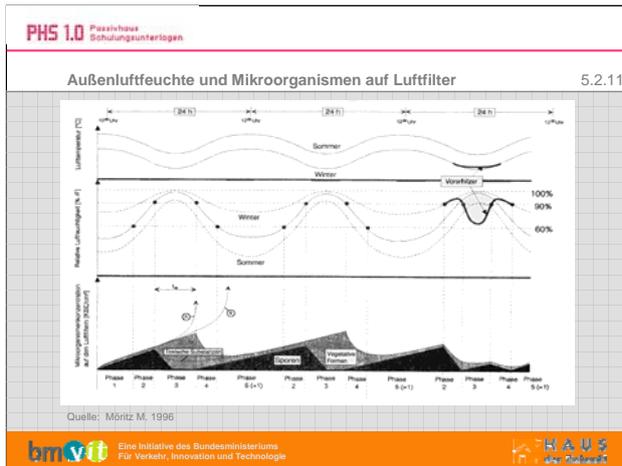
EN 12792 2004 02 01: Lüftung von Gebäuden - Symbole, Terminologie und graphische Symbole

EN 13141 2004 06 01: Lüftung von Gebäuden - Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen

EN 13142 2004 05 01: Lüftung von Gebäuden - Bauteile/Produkte für die Lüftung von Wohnungen – Geforderte und frei wählbare Leistungskenngrößen

EN 14788 2004 01 01: Lüftung von Gebäuden - Ausführung und Bemessung der Lüftungssysteme von Wohnungen

Pfad: 3.1.2.6, Haustechnik / Lüftung / Luftansaugung / Normen, Gesetze, Regelwerke



Erläuterung:

Niedrigste aw-Werte bei denen Mikroorganismen ein Wachstum bzw. Auskeimen möglich ist

(nach Mossel und Ingram 1955)

| Mikroorganismengruppe Wert) | Minimaler aw-Wert (Luftfeuchte) |
|------------------------------|---------------------------------|
| Bakterien im allgemeinen | 0,91 |
| Hefen im allgemeinen | 0,88 |
| Schimmelpilze im allgemeinen | 0,8 |
| Halophile Bakterien | 0,75 |
| Xerophile Schimmelpilze | 0,65 |
| Osmophile Hefen | 0,6 |

4-Phasen-Modell nach Möritz

Phase 1: Relative Luftfeuchte liegt unter 60 %, vegetative Mikroorganismen sterben nach kurzer Zeit ab

Phase 2: Relative Luftfeuchte zwischen 60 % und 90 %, vegetative Mikroorganismen sterben ab, während Sporen von Bakterien und einigen Pilzarten auf dem Luftfilter lebens- und vermehrungsfähig bleiben

Phase 3: Relative Luftfeuchte über 90 %, Sporenkeimung und Wachstum, Vermehrung, falls die Zeit hierfür lange genug ist

Phase 4: Relative Luftfeuchte sinkt unter 90 %, alle vegetativen Mikroorganismen sterben ab.

Deshalb folgert u.a. auch VDI 6022 Blatt 3 (2001):

„Das Wachstum von Mikroorganismen auf Luftfiltern kann vermieden bzw. minimiert werden, zum Beispiel durch die Begrenzung der relativen Luftfeuchte. Der Einsatz von antimikrobiell wirksamen Luftfiltern ist nur zulässig, wenn deren Wirksamkeit und gesundheitliche Unbedenklichkeit über die geforderte Filterstandzeit in Praxistests nachgewiesen worden ist. Das gilt auch für den Einsatz von Elektrofiltern, Luftionisatoren, sorptiven Filtern, UV-Filtern, Ozonfiltern, Plasmafiltern, elektrostatischen Filtern.“

| PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen | |
|--|--------|
| Wissenschaftliche Publikationen zur Luftansaugung | 5.2.12 |
| Protokollbänder des Arbeitskreises Kostengünstige Passivhäuser - Nr. 4, Lüftung im Passivhaus - Nr. 17, Dimensionierung von Lüftungsanlagen in Passivhäusern | |
| Wissenschaftliche Studien - Teeuw, B., „Sick building Syndrome - the role of airborne microorganisms and endotoxin“; Dissertation, Utrecht (NL) 1993 - Möritz, M., „Verhalten von Mikroorganismen auf Luftfiltern in raumluftechnischen Anlagen in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit“; Dissertation, Berlin 1996 | |

Erläuterung:

Wissenschaftliche Erkenntnisse zum Wachstum von Pilzen und Bakterien auf Außenluftfiltern:

Pilze: Ein Durchwachsen und die Abgabe von Sporen kann bei Filtern der Klasse F7 und höher unter normalen Klimabedingungen ausgeschlossen werden. (PASANEN 1991)

Bakterien: Sporen von Bakterien (und einige Pilzarten) bleiben auch bei geringen Luftfeuchten überlebensfähig und können sich im Luftfilter akkumulieren. Erst bei einer relativen Luftfeuchte über 90% tritt Sporenkeimung, Wachstum und Vermehrung auf. Die neu entstandenen Sporen können die folgende „Trockenphase“ überstehen, die vegetativen Formen sterben auch wegen der permanenten Anströmung im Filter ab. Lysisprodukte (Endotoxine, Allergene) werden unabhängig von der Art des Filters an die Zuluft abgegeben. (Möritz 96)

Schlußfolgerungen für den hygienischen Betrieb im Bezug auf Außenluftfilter:

Aus hygienischen Gründen sollten die Filter **ständig durchströmt** werden, die Anlagen sollten also nicht außer Betrieb genommen werden, auch nicht zeitweise über das Wochenende etc.

Für Bürogebäude, Schulen etc. mit relativ langen Abwesenheitszeiten kann in den Abwesenheitszeiten (Nachts, Wochenende, Urlaub etc.) Umluft gefahren werden, damit Außenluftfilter trocken gehalten werden.

Der **Außenluftdurchlass** soll mindestens 3 m über Erdniveau liegen. Bei einer Ansaugung über Dach ist ein ausreichender Abstand der Außenluftdurchlässe zu allen auf dem Dach befindlichen Aufbauten bzw. der Dachhaut zu halten (horizontal 2m, vertikal mindestens 0,3 m)

Schlußfolgerungen für den hygienischen Betrieb im Bezug auf Außenluftfilter:

Der Eintrag von endotoxinbildenden Bakterien in die Anlage soll so weit wie möglich verhindert werden, zu empfehlen sind frontständig **möglichst hohe Filterklassen (F7 bzw. F9)**. Um eine Belastung der Luft durch die Freisetzung der auf den Filtern akkumulierten Endotoxinen zu vermeiden müssen diese in regelmäßigen Abständen ausgewechselt werden (Standzeit 1 Jahr) (Möritz 2001)

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

5.3

Lüftung

Luftaufbereitung in Erdwärmetauschern u.ä.

bmwv **vit** Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS **Effizienz**

Erläuterung:

Die Aufbereitung der Luft in Erdwärmetauschern und mit diversen Heizregistern dient der Temperaturerhöhung zur Frostfreihaltung des Wärmetauschers der Lüftungsgeräte im Winter, sowie zur Energiegewinnung für Kompaktgeräte.

In Erdwärmetauschern ist auch eine geringfügige Abkühlung im Sommer möglich.

Sie bestehen aus einzelnen Rohrschleifen bzw. Rohrregistern, die in Frostfreier Tiefe verlegt werden.

| PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen | |
|---|---|
| Techniken der Luftaufbereitung | 5.3.1 |
| Erdwärmetauscher (EWT) | <ul style="list-style-type: none"> - Zuluft führende Rohre oder Rohrbündel in 1,5 – 2,5 m Tiefe - alternativ dazu ist ein Solekreislauf im Frost freien Bereich mit Abstand zum Fundament auch möglich (v.a. bei NEH) |
| Solare Vorerwärmung | <ul style="list-style-type: none"> - solare Luftvorwärmung mit Luftkollektoren oder wassergeführten Kollektoren plus Speichersystemen |
| Elektrische Heizpaneele | <ul style="list-style-type: none"> - Vorerwärmung der Luft mit elektrischem Heizpaneel vor dem WT |
| Heiztechnische Vorerwärmung | <ul style="list-style-type: none"> - Vorerwärmung der Luft mit Heizregister gespeist aus dem Heizsystem |

Techniken der Luftaufbereitung

Erdwärmetauscher (EWT) können in Passivhäusern die Wärmetauscher Eis frei halten und darüber hinaus bei ausreichender Größe genug Wärme mit der ohnehin erforderlichen Zuluft sammeln können, der in Lüftungskompaktgeräten (Lüftungsgeräte die den gesamten Heizwärmebedarf und den Warmwasserbedarf bedienen) eine Wärmepumpe die noch verbleibende Wärme der Abluft entziehen kann und damit Wärme zur Nachheizung der Luft und der Warmwasserbereitung stellt.

EWT werden bei PH oft als Lufterdwärmetauscher ausgeführt. Zur Frostfreiheit reicht je nach Luftdurchsatz und Wärmetauscher bereits eine Zulufttemperatur von $-3,5^{\circ}\text{C}$ am Eintritt in den Wärmetauscher, da durch interne Wärmeleitung des Wärmetauschers Eisbildung verhindert wird. Eine tiefe Temperatur am Tauscher ist auch Garant für einen hohen Wärmebereitstellungsgrad, durch Kondensatbildung bei Taupunktüberschreitung im Wärmetauscher wird der Luft die latent enthaltene Wärme entzogen.

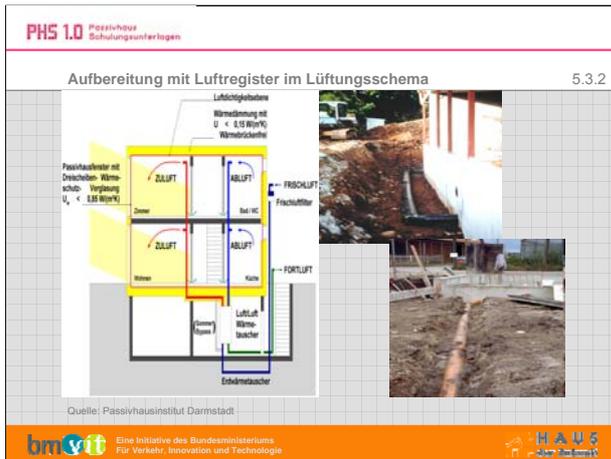
Ist die mit dem Luftwechsel für das Gebäude zu erntende Wärme des EWT nicht ausreichend, zur Abdeckung des Wärmebedarfes für Heizung und Warmwasser (z.B. nicht ganz den Passivhaus Standard erreicht), so kann bei Geräten neuerer Bauart auch ein Solekreis auf einer Fläche von 70 bis 150 m² eingegraben zur Anwendung gelangen. Dieser kann eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe speisen die bis zur bis 3 kW Wärmeleistung bereit stellt.

Solare Vorerwärmung: Kommt eher dann zum Einsatz, wenn das die Gebäude umgebende Gelände nicht geeignet ist, Erdwärmetauscher aufzunehmen (dichte Verbauung, keine Besonnung etc). sie erfolgt entweder über Warmwasserkollektoren, die dann große Pufferspeicher benötigen und über ein Heizregister die Luft auf die erforderliche Temperatur anheben oder eine etwas kleiner Fläche (mehr nutzbarer Ertrag pro m²a) von Luftkollektoren, die in die Zuluftstränge eingebunden sind.

Elektrische Vorwärmung: Findet dort Anwendung, wo die anderen Lösungen nicht möglich sind und Investitionskosten gespart werden sollen.

- Primärenergetisch ungünstig (- überschreitet zumeist den 2. Passivhauszielwert der Primärenergie gesamt $<120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$),
- Betriebskosten sind bei genauer Dimensionierung (z.B. auf $-3,5^{\circ}\text{C}$ Zulufttemperatur am Eingang Lüftungsgerät) noch vertretbar (Bei guter Abstimmung sind 200-500 kWh zur Frost frei Haltung und Nachheizung erforderlich).

Die Heiztechnische Vorerwärmung findet vor allem in Sanierungen ihre



Erläuterung:

Schematische Übersicht über Passivhauskomponenten im Schnitt, dabei ist der EWT symbolisch (verkürzt) als blauer Strang unter der Fundamentplatte dargestellt.

Die Verlegung erfolgt entweder im Drainagegraben um den Keller manchmal, bei größeren Gebäuden, wenn die Böden nicht bindig sind (Hebungsgefahr für Gebäude bei Frosteinwirkung durch die eingesaugte Kaltluft sind auch unter frost freier Tiefe möglich) auch unter Fundamentplatten oder bei größerem Wärme- und Luftbedarf als Rohrregisterbündel unter größeren Flächen günstiger Weise in sonnigen Lagen.

| PHS 1.0 <small>Passivhaus Schulungsunterlagen</small> | |
|--|-------|
| Solare Vorerwärmung | 5.3.4 |
| <p>Vorwärmung mit Luftkollektoren oder Wasser führenden Systemen Temperaturerhöhung der Zuluft vor dem Wärmetauscher der Lüftungsanlage. Simulation mit Ertragsprogrammen im Zusammenschau mit dem Wärmebedarf erforderlich</p> | |
| <p>Luftkollektoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorteile: wegen geringer benötigter Lufttemperatur relativ nutzbarer Ertrag pro m² bei geringerem Installations- und Investitionsaufwand - Nachteile: bedarf der zusätzlichen elektrischen Nachheizung zur Abdeckung der Spitzenlasten im Winter ohne Sonneneinfall | |
| hoher | |
| <p>Wasser- (Frostschutzgemische) führende Kollektoren: höhere Bereitstellungsgrade als Luftkollektoren möglich</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorteile: - Nachteile: hohe Investitionskosten für Speichervolumina, Verrohrungen, Luft-Wasser Wärmetauscher und Kollektorflächen | |
| | |
| <p><small>bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie</small></p> | |
| <p><small>HAUS <small>Smart Solutions</small></small></p> | |

Erläuterung:

Luftkollektoren: Die Luftvorwärmung erfolgt direkt in den Luftkollektoren unmittelbar nach Ansaugung, die zumeist mit einem Grobfilter im Kollektor selbst integriert ist und damit vor dem Lüftungsgerät und der Verteilung im Rohrnetz des Hauses.

Wasser Frostschutzgemisch führende Kollektoren

Solaranlagen speichern den Ertrag in Pufferspeichern, aus diesen wird über ein Vorheizregister die eingesaugte Frischluft vorgewärmt.

Bei Verwendung von dezentralen Kompaktgeräten - zur Heizung und Warmwasserbereitung in Mehrfamilienhäusern (Vorteil Entfall der Wärmemengenzähler und einfache Abrechnung über Stromzähler die sowieso in den Wohnungen vorhanden sind) - kann eine solare Vorwärmung zur Nacherwärmung mit der Nachheizung aus Leitung gebundenem Energieträger (Strom, Gas) zur Sicherung einer Mindesttemperatur für die Arbeit der Wärmepumpe kombiniert werden, da ein Leitung gebundener Energieträger ohnehin (für Kochzwecke) im Haus verfügbar sein wird.

Siehe Beispiel Wohnanlage Innsbruck

Lohbach West 1100 m² Solaranlage zur Luftvorwärmung auf den Dächern der Wohnanlage (8 Gebäude), Speicherung in mehreren Großtanks zu je 110 m³ / Haus im Tiefgeschoss neben der Tiefgarage, Edelstahl WT zur Vorerwärmung der Luft vor Verteilung im Haus



Erläuterung:

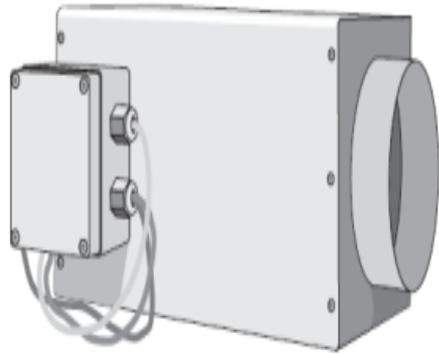
Bild 1: Schemaschnitt eines autarken Solarluftkollektors mit integriertem PV Panel zum Antrieb des Ventilators bei Sonneneinstrahlung; diese Kollektortype findet vor allem zur Gebäudeerhaltung und -belüftung bei nicht dauerhaft genutzten Gebäuden seine Anwendung.

Bild 2: Dachintegrierte Solarluftanlage Grammer Kollektoren

Nachweise zu Wirtschaftlichkeit siehe Excel sheet auf Homepage von Grammer.de

Elektrische Vorerwärmung

5.3.6



Beispiel Aufwärmung Außenluft:

| \dot{V} m ³ /h | Δt °C |
|--------------------------------|------------------|
| 250 | 11,76 |
| 230 | 12,78 |
| 210 | 14,01 |
| 190 | 15,48 |
| 170 | 17,30 |
| 150 | 19,61 |
| 130 | 22,62 |
| 110 | 26,74 |
| 90 | 32,68 |

Volumenstrom \dot{V} = 150 m³/h
Außentemperatur = -15 °C

ergibt eine max. Außentemperatur
am WAC-Zentralgerät von:

-15°C + 19,61 °C = 4,61°C

Quelle: Illustration, Tabelle Beispiel: Westaflex

Vorteile der elektrischen Vorerwärmung

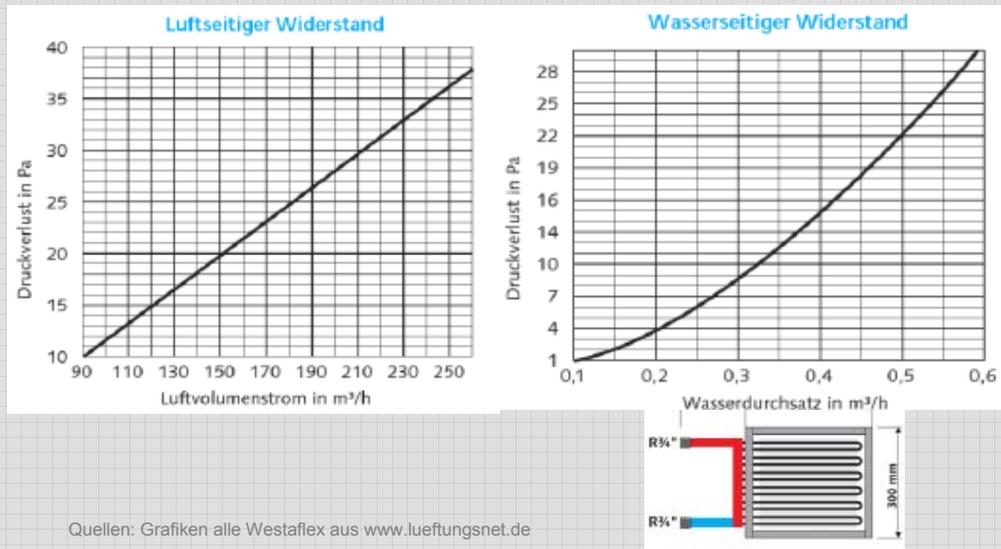
- Vorerwärmung der Luft mit elektrischen Heizpaneelen unmittelbar vor dem Lüftungsgerät Bedarfsorientiert
- Geringe Investitionskosten und zumeist im Lüftungsgerät zur Sicherung vor Vereisung bereits vorinstalliert

Nachteile der elektrischen Vorwärmung

- hohe Betriebskosten und ein hoher Primärenergieaufwand für die konventionelle Stromerzeugung machen einen wesentlichen Zielwert des Passivhauses den Primärenergiebedarf PEI < 120 kWh/m²a ohne Kompensationsmaßnahmen unerreichbar
(siehe dazu auch Kapitel Stromeffizienz)

Heizungstechnische Vorerwärmung

5.3.7



Quellen: Grafiken alle Westaflex aus www.lueftungsnet.de

Vorwärmung mit Heizregister

Thermostat gesteuert vor dem Lüftungsgerät

Vorteil:

- im Vergleich zur solaren Vorwärmung geringe Investitionskosten

Nachteile:

- Verminderung des Wirkungsgrades η und des Wärmebereitstellungsgrades der Luftwärmerückgewinnung durch Anhebung der Zulufttemperatur vor dem Wärmetauscher

- eigener Heizkreis mit Frostschutzsicherung erforderlich

PHS 1.0 Praxishaus
Schulungsunterlagen

Erdwärmetauscher (EWT) 5.3.8



Quellen: Schulze Darup linkes Bild und Helmut Krappmeier Vortr. Lüftung rechtes Bild

bmwvit Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie HAUS
Schulung

Erläuterung:

Eingraben nach unterschiedlichen Verlegeschemata entweder im Graben rund um den Hauskeller (siehe Abb.) oder im Register unter Freiflächen (z.B. befestigte Parkierungsflächen, unter Tiefgaragen etc.)

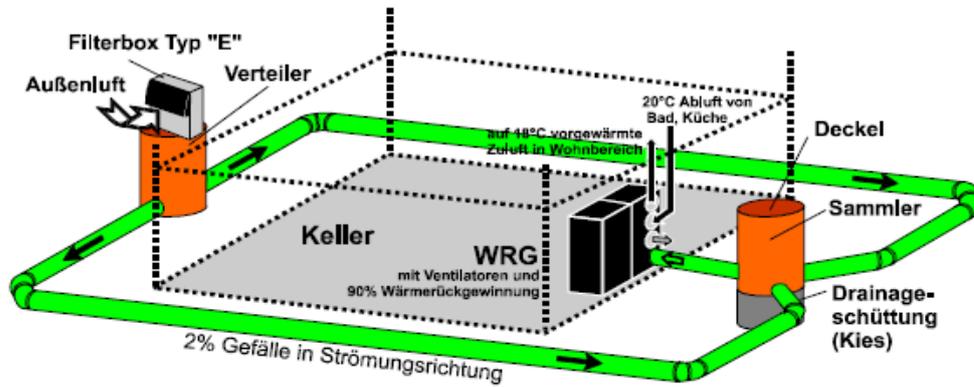


Bild 1: Prinzipschema: Erdwärmetauscher (EWT) im Zusammenhang mit einem Wärmerückgewinner (WRG) für die kontrollierte Wohnungslüftung

Quelle: Fa. PAUL Planungshinweise für EWT Langfassung S.

Luftaufbereitung: Erdwärmetauscher (2)

5.3.9b

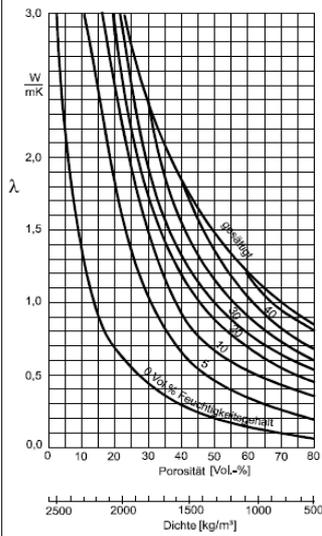


Bild 4: Wärmeleitfähigkeit von Erdreich bei 20°C [6]

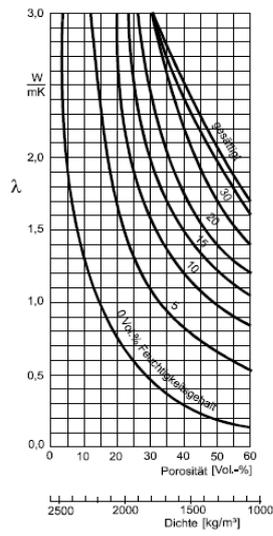


Bild 5: Wärmeleitfähigkeit von Seesand bei 20°C [6]



Bild 3: Zwei parallele Erdwärmetauscher-Rohre 2 m neben dem Fundament

- Verlegetiefe** unter Frost frei bedeutet für Österreich i.d. Regel $\leq -1,5\text{m}$
- Für **Vollversorgung** der Heizung + Warmwasser mit Kompaktgerät entweder tiefer verlegte und vor allem längere Erdregister (EFH 30-40 m DN 200)
- Setzungsfrei verlegtes **Gefälle** 2-3% zum kontrollierten Ablauf von Kondensat und Reinigungsflüssigkeit
- Wegen möglicher **Radonbelastung** Verzicht auf eine zum Erdreich offene Luftfassung (keine Ansaugung über offenes Kiesbett oder im Radonkataster nachschauen)
- Die **Dimensionierung** der Tauscheroberfläche erfolgt nach Ergebnis der Simulation mit dem Planungstool
- **Luftfilter** vor EWT Eintritt mind. G 4 bis F7 im Ansaugbereich zur Reinhaltung der Rohrleitungen

Erläuterung:

Rohre und Verbindungsschächte:

Aufgrund klimatischen Bedingungen in den Rohren ist mit Kondensat im Sommer zu rechnen. Es ist daher wichtig, dass die Rohre im Gefälle verlegt werden, sodass das Wasser abfließen kann. Ebenfalls wichtig ist, dass der Untergrund sorgfältig verdichtet wurde, damit sich die Rohre nicht örtlich absinken.

Tiefpunkt möglichst gleich beim Gebäudeeintritt zur einfachen Entsorgung von Kondenswasser mittels Siphon in das Abwassersystem,

Im Frühjahr [kaltes Erdreich, warmfeuchte Luft] können beim Luftwechsel eines EFH bis 0,15 l Wasser pro Stunde im Register anfallen)

-Auch die Außenversickerung im Schotterbett ist nach Siphon möglich, wenn keine Hochwassergefährdung besteht.

-Liegt der Tiefpunkt außerhalb des Gebäudekellers, muss jedenfalls ein Schacht zur Reinigung errichtet werden (Zusatzkosten !)

Zur Hygiene in Erdregistern ausführliche mikrobielle Untersuchungen von Luftansaug-Erdregistern (Auszug aus einer Untersuchung der ETH Zürich)

Zusammenfassung

In den untersuchten 12 Erdregister-Anlagen wurde festgestellt, dass die Konzentration der Luftkeime im Erdregister bereits abnimmt (Keines der untersuchten Register wies Filter am Ansaug auf!) Entscheidend für die deutliche Abnahme der Gesamtkeimzahl (gegenüber der Keimzahl in der Außenluft, die beispielsweise bei der Fensterlüftung in die Wohnräume gelangt) ist der Einbau von Filtern in der Zuluftanlage. Filter sind generell in Wärmerückgewinnungsgeräten eingebaut. Sinnvoll ist ein vorgeschalteter Filter an der Ansaugstelle in das Erdrohr.

Die Gesamtkeimzahl in der Zuluft am Ventil beim Einströmen in die Wohnräume beträgt nur 1/10 bis 1/20 gegenüber der Außenluftkonzentration. Die Bakterienkonzentration in der Raumluft kann um das 10- bis 20-fache gegenüber der Konzentration in der Zuluft (am Zuluftventil) ansteigen, allein durch den Aufenthalt einer Person oder eines Haustieres. Aus diesem Grund ist es ratsam, Wohnräume möglichst kontinuierlich mit reiner (gefilterter) Zuluft zu belüften.

Vergleich der Resultate mit anderen Untersuchungen

Auch in der Studie von Schneiders (1994) wurde keine lufthygienische Beeinträchtigung der Zuluft durch die Erdregister beobachtet (vgl. Kap. 2.4).

„Die Zuluft ist generell deutlich keimärmer als die Außenluft. ... da auch Anlagen mit Feinstaubfilter untersucht wurden, welche die Pilzkonzentrationen deutlich reduzieren können.

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Materialien für Erdwärmetauscher (EWT) 5.3.11

- Glattwandige Kunststoffrohre (PP, HDPE, kein PVC),
Ideal sind nahtlos von der Rolle verlegt z.B. biegsame PE-Rohre außen gewellt innen glatt zur Vermeidung von Wassersammlung im Muffenbereich 15 bis 30 m lang (EFH), DN 160 bis 250
- Dicht verschweißte Kunststoffrohre unter möglicher Vermeidung von PVC (Umweltindikatoren, PEI, Weichmacher, Forderungsausschluss in mehreren Bundesländern)
- bei Großanlagen sind auch schleifbare Betonrohre* in gut verdichtetem setzungssicherem Sand und Kiesbett möglich und hygienisch gleichwertig allerdings nur in Gebieten ohne höhere Radon Belastung



Bild 3: Zwei parallele Erdwärmetauscher-Rohre 2 m neben dem Fundament

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie | HAW 5

Erläuterung:

a) * Zu Großanlagen und Betonrohren: Untersuchungen aus der Schweiz ETH Zürich bescheinigen die Unbedenklichkeit an bestehenden Registern bei Einhaltung allgemeiner Planerischer Vorsorge: Barbara Flückinger, P.Lüthy, H.-U. Wanner 1997 "Mikrobielle Untersuchungen von Luftansaugregistern" EMPA/KWH Dübendorf und beim Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH Zürich erhältlich

b) Großanlagen in Erdregistern sind auch aus Indien bei alternativen, nachhaltigen Bürogebäuden in heiss trockenen Regionen bekannt, zur passiven Kühlung der Luft im Sommer, dabei wird die Abluft in „Solarkaminen“ erwärmt und sorgt für die Druckdifferenz (e.s.)

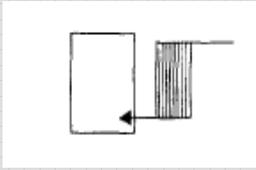
b) Querschächte und Rohre:

Aufgrund der klimatischen Bedingungen in den Rohren ist mit Kondensat im Sommer zu rechnen. Es ist daher wichtig, dass die Rohre mit einem Gefälle verlegt wird, sodass das Wasser abfließen kann; es ist daher wichtig, dass der Untergrund sorgfältig verdichtet wurde, damit sich die Rohre nicht örtlich absenken.

Bei Anlagen mit gerippten Rohren wurde in den Untersuchungen keine erhöhten Belastungen festgestellt. Aufgrund der theoretischen Überlegung, dass sich das Ansammeln kleinster Wassermengen in den Rippen nicht verhindern lässt, sollten diese aber wenn möglich nicht verwendet werden.

Alternativen für nicht Radon belasteten Gegenden (Radonkataster der Bundesländer vor Planung konsultieren): offen porigen Rohre aus Beton, Ton oder Leitung durch Keller in lehmigen- lössigem Boden die Kondenswasser ungehindert durch das Erdreich aufnehmen (speichern) können.

Beispiel dazu Ärztepraxisgemeinschaft als Passivhaus Goldenes Kreuz in Krems mit Luftkonditionierung in ehemaligem Weinkeller! Das erfordert ggfs. mikrobielle Untersuchung des Kellers und Verzicht des Einsatzes von verrottbaren oder Schimmel fähigen Materialien im Kondensat gefährdetem Bereich bzw. Verzicht als Lagerkeller für Wein etc. bedingt aber unter Umständen unerwünschte zusätzliche Luftbefeuchtung im Sommer bzw. Frühjahr, wenn die relative Luftfeuchtigkeit in Innenräumen alter Massivgebäude schon relativ hoch liegt.



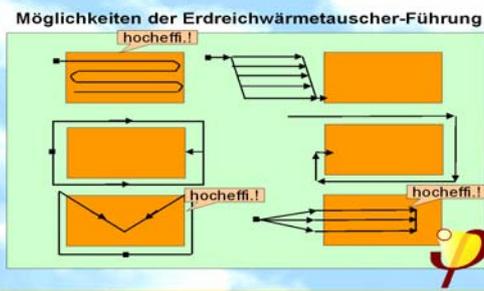
Einfache Rohrschleife
= einfache Rohrverlegung im Perimeter nahen Bereiche beim EFH unter Wahrung eines Sicherheitsabstandes zu den Fundamenten entweder im Ring um das Gebäude oder bei Tieferlegung auch als Durchschleifung unter der Fundamentplatte

Luft-Erdregister:
= mehrere Rohre im Abstand von min. 5 x Rohrdurchmesser zueinander Verlegung der Rohrbündeln nach System Tichelmann

Erläuterung:

Vor allem bei bindigen Böden ist ein Abstand von 5 Rohrdurchmessern zum Perimetermauerwerk einzuhalten, damit Fundamente sicher Frost frei bleiben.

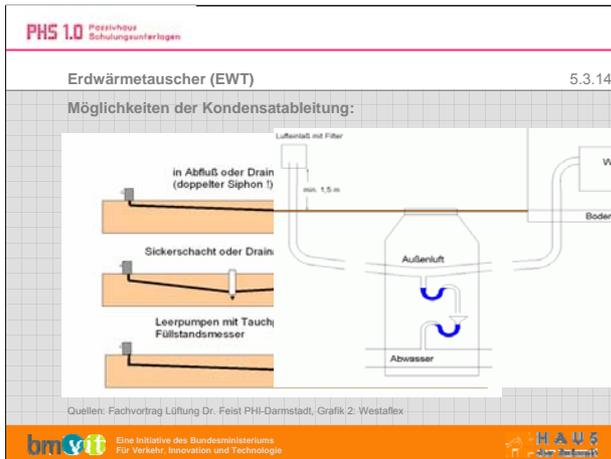
-Tichelmann Verlegeschema zur druckgleichen Anströmung von Rohrregistern aus gleichstarken und gleichlangen Rohren, ist im gleichen Schema aus Radiatorbau und Solarkollektoren bekannt.



Quelle: Fachvortrag Dr. Feist

Erläuterung:

Als hocheffizient wurden vom Passivhaus Institut Darmstadt jene Verlegeformen dargestellt, die je nach Boden Wärmebereitstellung von >25% bis über 30% ermöglichen.



Erläuterung:

Vorzugsweise im Gefälle nach Eintritt in das Kellergeschoss und Ableitung über Siphon in die Abwasserentsorgung

Wenn das nicht geht (Kanalsohle höher oder nicht unterkellert siehe Bild Mitte oder Bild unten

Auch die Versickerung über Drainageschacht (günstig auf Schotterböden ohne Überflutungsgefahr) muss zu reinigen sein und unter Geruchsverschluss erfolgen.

Aus Sicherheitsgründen des Geruchsverschlusses ist dabei ein doppelter Siphon vorzuziehen.

Dimensionierung von Erdwärmetauschern (1)

5.3.15

Planungstools für den Ertrag (Wärme, Sommer Kälte)

PH-Luft, Passivhaus Institut, www.passiv.de
GAEA, Uni-Siegen, <http://nesa1.uni-siegen.de>
WKM, www.igizh.com

Auslegungswerte

- Auf ausreichende Wärmemenge für Heizung und Warmwasser unter Berücksichtigung von Bodenqualität und Grundwasserabstand.
- Bei Standardfällen Druckabfall im Rohr ≤ 15 Pa bzw. Register inkl. 2 Bögen als Anschluss, in Grenzfällen sind bis 30 Pa zulässig, erfordern evt. zusätzliche Schalldämpfer vor Lüftungsgerät
- Luftgeschwindigkeit im Rohr oder Register $< 2,5$ m/sec, bei Überschreitung sind unter Umständen Schalldämpfer erforderlich
- Register im Abstand von mehr als 5 Rohrdurchmessern zu Kellerwand und Nachbarrohr verlegen

Erläuterung:

- Auslegung bei EFH nach Erfahrungswerten und Schema im PHPP Handbuch siehe Bilder auf Folie 9 unter Einrechnung der Jahresarbeitszahlen für WP, sowie der Abwärme von Ventilatoren und WP wie im PHPP 2004

Bei monovalenter Versorgung mit Kompaktgeräten sind Ertragsberechnung des EWT und dafür auch eine Bodenanalyse Voraussetzung der Planung, um sicher zu gehen, daß ausreichend Tauscherfläche vorhanden und auf dem verbleibenden Grundstück die Anlage des EWT möglich ist

- a) bei ungenügender Versorgung durch den EWT entweder Ergänzung durch Nachheizung von Leitungsgebundenen Energieträgern (Strom / Gas) oder anderes Wärmeversorgungssystem

Dimensionierung von Erdwärmetauschern (2)

5.3.15b

| | Temperaturwirkungsgrad Φ | | Zulufttemperatur t_{zu} | |
|--|-------------------------------|--------------|---------------------------|---------|
| | ohne EWT | mit EWT | ohne EWT | mit EWT |
| | Φ_{WRG} | Φ_{EWT} | | |
| a) bei 30 m EWT-Länge | | | | |
| - WRG mit Kreuzstrom-Platten-WT | 65 % | 82 % | 7,7 °C | 13,7 °C |
| - WRG mit Gegenstrom-Platten-WT | 75 % | 87 % | 11,2 °C | 15,5 °C |
| - WRG mit Gegenstrom-Kanal-WT (Patent PAUL) | 90 % | 95 % | 16,5 °C | 18,2 °C |
| b) bei 40 m EWT-Länge | | | | |
| - WRG mit Kreuzstrom-Platten-WT | 65 % | 82,9 % | 7,7 °C | 14,0 °C |
| - WRG mit Gegenstrom-Platten-WT | 75 % | 87,7 % | 11,2 °C | 15,7 °C |
| - WRG mit Gegenstrom-Kanal-WT (Patent PAUL) | 90 % | 95,1 % | 16,5 °C | 18,3 °C |

Die Verlängerung des EWT-Rohres von 30 m auf 40 m bewirkt nur eine geringfügige Erhöhung der EWT-Austrittstemperatur (ca. 1 K), was sich hinter dem Wärmerückgewinner nur in einer Zulufttemperatur-Erhöhung um 0,1 bis 0,3 K bemerkbar macht.

Nach den Messungen gemäß Bild 7 bewirkt eine Erhöhung der Verlegetiefe von 1 m auf 2 m eine voraussichtliche Erhöhung der Austrittstemperatur (Winter) von 2 K. Erhöht man die Verlegetiefe von 2 auf 3 m liegt die Luftaustrittstemperatur noch einmal um ca. 1,5 K höher.

Rechenbeispiel

$$\dot{V}_f = 150 \text{ m}^3/\text{h Luft (feucht)}$$

$$\phi_f = 1,154 \text{ kg/m}^3 \text{ (Luft)}$$

$$\phi_1 = 40 \% \text{ relative Feuchte Luft Eintritt}$$

$$\phi_2 = 84 \% \text{ relative Feuchte Luft Austritt}$$

$$x_1 = 12,2 \text{ g/kg absolute Luftfeuchte Luft Austritt}$$

$$x_2 = 11,2 \text{ g/kg absolute Luftfeuchte Luft Austritt}$$

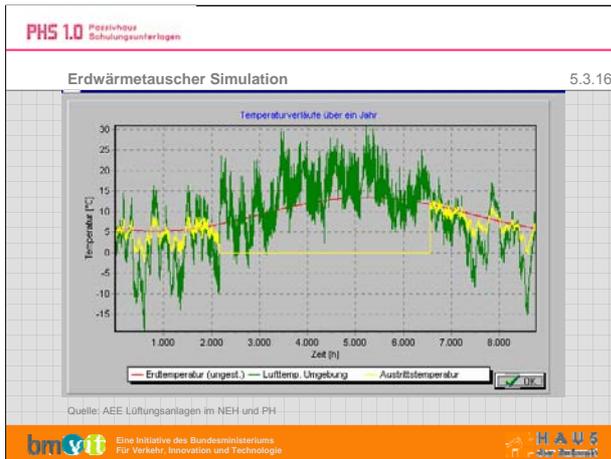
$$t_1 = 32 \text{ }^\circ\text{C Luft - Eintrittstemperatur EWT}$$

$$t_2 = 18 \text{ }^\circ\text{C Luft - Austrittstemperatur EWT}$$

$$\dot{m}_{\text{H}_2\text{O}} = \dot{V}_f \cdot \phi_f \cdot \frac{x_1 - x_2}{1 + x_1} \quad [10]$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 171 \text{ g/h Kondensat}$$

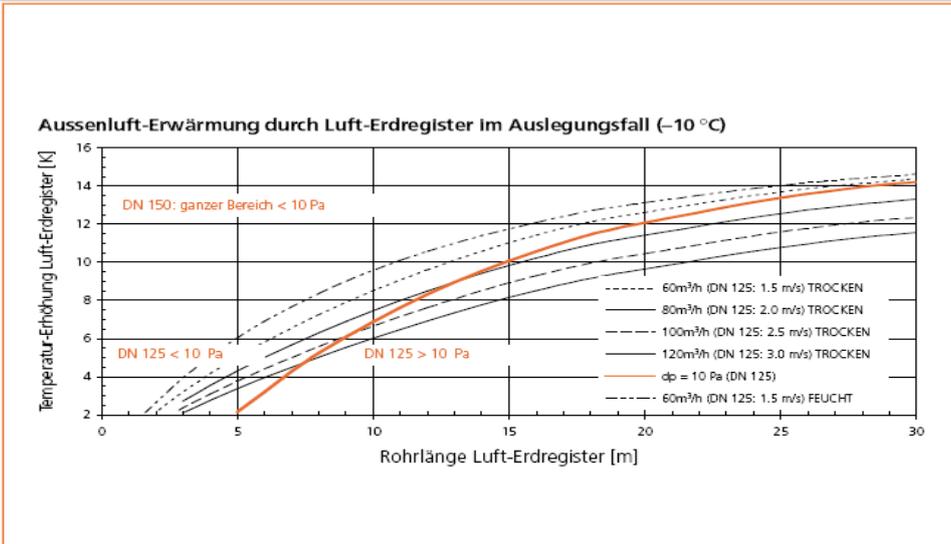
Bei der Luftabkühlung fallen bei 32 °C Außentemperatur mit 40% relativer Luftfeuchte 0,17 l pro Stunde Kondensat an.



Erläuterung:

Gerade Linie: Abschaltung des Erdregisters im Sommer
Aus Studie der AEE „Lüftungsanlagen im NEH und PH“

Simulation Luftvorwärmung durch Luft- Erdregister



Quelle: Diagramm aus Merkblatt Komfortlüftungen für den Lüftungsplaner / www.minergie.ch



Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie



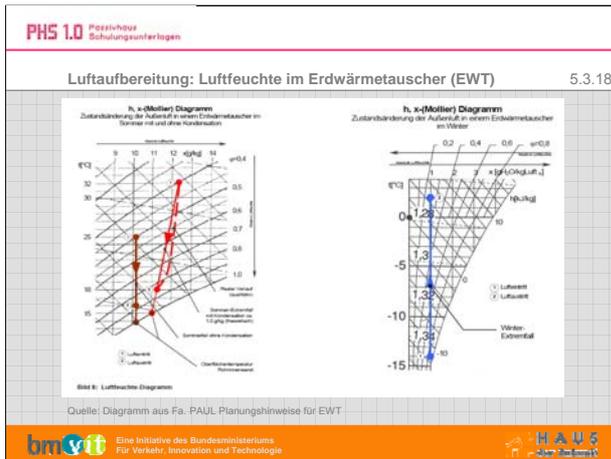
Simulation Luftvorwärmung durch Erdregister

Grundlage des Diagramm:

Schweizer Mittelland, Außenlufttemperatur: -10 °C, Rohre in 1.5 m Tiefe freiliegend oder neben einem Gebäude mit

U-Kellerwand < 0.3 W/m²K, Erdreich trocken, Lüftungsanlage im Dauerbetrieb, gültig für Rohrdurchmesser DN 125 und DN 150, Druckverlustgrenzwert für Rohrreibung inkl. zwei 90° Bögen ohne Verteiler für DN 125, Rechenprogramm WKM.

Die dargestellten Daten entstammen einem Merkblatt zum Planer-Kit Komfortlüftung von EnergieSchweiz und MINERGIE®. Das Merkblatt ist Arbeitsgrundlage für den Lüftungsplaner und gilt für Wohnungslüftungen mit Zu- und Abluft sowie Wärmerückgewinnung. www.minergie.ch



Erläuterung:

Im Sommer erhöht sich die relative Luftfeuchtigkeit während des Durchflusses durch das Erdregister entlang der hx Linie im Molliere Diagramm bis zur 100% Sättigung im Kondensatfall und wird bei Verteilung im Haus dann wieder relativ trockener (durch die Erwärmung in den Leitungen und im Wärmetauscher)

Im Winterfall (extrem) kann die relativ feuchte aber sehr kalte Außenluft bei entsprechenden Luftdurchsatz schon im Erdregister und dem darauf folgenden Wärmetauscher der Lüftung soweit erwärmt werden, dass die relative Feuchtigkeit schon im Erdregister auf unter 30% abnehmen kann.

Die tatsächliche relative Luftfeuchtigkeit im Raum hängt von den Feuchtigkeitseinträgen in die Räume, bedingt durch Aktivitäten, Bepflanzung, Belegung etc., sowie dem eingestellten Luftwechsel ab.

| PHS 1.0 <small>Praxisphase Schulungsunterlagen</small> | |
|---|--------|
| Luftaufbereitung im Erdwärmetauscher: Studien, Normen | 5.3.19 |
| Studie über mikrobielle Belastungen in EWT Barbara Flückinger, P. Lüthy, H.-U. Wanner 1997 "Mikrobielle Untersuchungen von Luftansaugregistern" EMPA/KWV Dübendorf und beim Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH Zürich, erhältlich | |
| Normen und Richtlinien: VDI 6022, Hygienische Anforderungen an RLT-Anlagen DIN 1946, Teil 1 bis 7, VDI Lüftungsregeln Zu-/Abluftvolumensstrom ÖNORM M 7636, ÖNORM M 7637 Lüftungstechnische Anlagen für Wohnbereiche ÖNORM H 6020 200x xx xx: Lüftungstechnische Anlagen - Betrieb, Instandhaltung, Kosten ÖNORM H 6021 2003 09 01: Lüftungstechnische Anlagen - Reinhaltung und Reinigung ÖNORM H 6038 2002 09 01: Lüftungstechnische Anlagen - Kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung – Planung, Montage, Prüfung, Betrieb und Wartung | |
| | |

Erläuterung:

Ad Materialien für Lüftungsanlagen:

Bezüglich Verwendung von offen porigen Materialien Verweis auf den Radonkataster Österreich als Grundlage der Auswahl von Rohrmaterial und auf die Studie von Barbara Flückinger (CH)

Innenflächen von Leitungen & Einbauten (z.B. Schalldämpfer) sollen glatt und abriebfest sein (- Vermeidung von Staubablagerungen u.ä.);

Blech, Steinzeug, Kunststoff zulässig; Beton(formstücke), Mauerwerk:
Fugen glattstreichen;

Flexible Rohre: entspr. DIN 24 146 – 1, Länge max. 20 cm Durchmesser;

Brandschutz gem. DIN 4102 – 6;

Verringerung der Lüftungswärmeverluste

Lüftungsgeräte

Notizen:

PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen

Bedeutung der Lüftungsgeräte für das Passivhaus 5.4.1



Energetische Bedeutung

- Reduktion der Lüftungsverluste
- Bei Kompaktgeräten gesamte thermische Energieversorgung Heizen und Warmwasser

Quelle: Bild Schultze-Darup / PHI Darmstadt

bmvi Eine Initiative des Bundesministeriums Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS - für Darmstadt

Erläuterung:

Energetische Komponente:

- Die Reduktion der Lüftungsverluste durch Wärmerückgewinnung und Erdvorwärmung auf $< 20\%$ (max. 25% inklusive Infiltrationsverlusten) des hygienisch erforderlichen Luftwechsels ist eine wesentliche Voraussetzung für die Ermöglichung des Passivhaus Haustechnikkonzeptes, die energetische Einsparung durch die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung beträgt dabei zwischen 15 und $25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- Der Wegfall des Heizkreislaufes (wassergeführt) mit zugehöriger Wärmeversorgung (Heizkessel, Kamin, großem Brennstofflagerraum) führt im Passivhaus zu investiven Einsparungen, welche die Mehrinvestitionen in Lüftungsanlage und besseres Dämmkonzept teilweise, im günstigsten Fall vollständig kompensieren können.
- In Kompaktgeräten übernimmt das Gerät die gesamten Aufgaben einer Wärme- und Lufttechnischen Haustechnikzentrale und ist dabei zumeist auf ein Gerät von ca. $1,2 \times 0,6 \times 1,8 \text{ m}$ Größe beschränkt, das oft nicht einmal einen eigenen Technikraum erfordert.

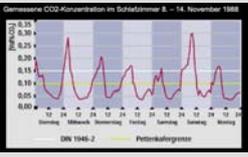
PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen

Bedeutung von Lüftungsgeräten für das Passivhaus 5.4.2

| | | | |
|--------|-------------------------------|---------------|---|
| Winter | Dezember Januar Februar | 4 bis 6 min |  |
| | März November | 8 bis 10 min |  |
| | April Oktober | 12 bis 15 min |  |
| Sommer | Mai September | 16 bis 20 min |  |
| | Juni Juli August | 25 bis 30 min |  |

Gesundheitliche Bedeutung

- hygienischer Luftwechsel unabhängig vom Klima und Nutzer
- Entfeuchtung der Luft ist Schutz vor Schimmel und Keimen
- Staubfilterung bis zur Allergen freien Atmosphäre je nach Filtergrad (F7-F9)



Quelle: Illustrationen Lüftungszeiten und Messung aus CEPHEUS Dokumentation Helmut Krappeier

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums Für Verkehr, Innovation und Technologie HAUS - über Zukunft

Erläuterung:

Gesundheitliche Bedeutung:

- Der Luftwechsel im durch Fenster und Fugen gelüfteten Gebäude unterliegt auch im undichten Gebäuden überaus starken Schwankungen der Intensität je nach Lüftungsintervall, Dauer und Jahreszeit bzw. meteorologischem Zustand, die gemessenen Unterschiede reichen dabei bis Faktor 30! Panzhauser, FAil, Haider, Heindl, Knötig und Madhavi haben bereits vor 1991 in Wohnhabitat, „Planung der konventionellen Fensterlüftung“ nach schon 20 Jahre zurück liegenden Messreihen, welche die chronische Unterlüftung im Altbestand belegten, durch Simulation und begleitenden Kontrollmessungen in ihrem Forschungsprojekt nachgewiesen, dass je nach Gebäude- und Wohnungstyp, die Lüftungsraten ohne aktive Fensterlüftung zeitweise unter 0,1 - 0,15 /h lagen, damit die geforderten normativen Mindeststandards klar verfehlt werden.
- Im Gegensatz zur Lüftung über Fensteröffnung funktioniert die automatische WRL mit WRG unabhängig von Benutzeranwesenheit, Meteorologie, Jahreszeit und bringt immer den hygienisch erforderlichen und vom Bewohner gewünschten Luftwechsel.

Bild links beschreibt die notwendige Lüftungsdauer für einen Luftwechsel bei Stoßlüftung (*ganz geöffnetes Fenster bei Windstille*) je nach jahreszeitlicher Außentemperatur. Die dargestellten Lüftungszeiten zielen auf das in diesen Monaten vorherrschende Klima ab und sind für Fensterstoßlüftung alle 2 Stunden berechnet.

Das Diagramm rechts stammt aus der Messung eines Schlafrumes über 1 Woche und zeigt die regelmäßigen Überschreitungen der medizinischen Vorsorgengrenze für CO₂ Gehalt der Luft an (Pettenkofergrenze).



Erläuterung:

Zwei völlig voneinander getrennte Luftströme (Forderung Passivhaus Institut Leckagen intern und extern < 1%) werden so aneinander vorbei geführt, dass der Abluftstrom durch die Wandung der Kanäle seine Wärme an den kalt einströmenden Zuluftstrom abgibt. Durch die entgegengesetzte Strömungsrichtung und entsprechende Kanallänge werden Tauscherwirkungsgrade $\mu_{TR} > 90\%$ ermöglicht, die Kondensation der Abluft an den kalten Tauscherflächen zur Zuluft hin ermöglicht weitere Wärmeerträge.

Zu- und Abluftventilatoren sind zumeist modulierende Gleichstromventilatoren, die derart gesteuert sind, dass sie auch bei zunehmender Filterverlegung durch erhöhte Drehzahl die gleiche Fördermenge an Luft leisten (Konstantvolumenstrom gesteuert). Ab einer bestimmten Drehzahl leuchtet auf der Bedienungseinheit der Lüftung ein Warnlicht für den Filterwechsel auf.

Auf der Zuluftseite befindet sich zumeist ein größerer Taschenfilter (F7 oder F8) wegen des erhöhten Filterwiderstandes bedingt durch höheren Filterungsgrad muss auch die Oberfläche des Filters größer werden. Auf der Abluftseite befindet sich ein Filter G3 oder G4 zum Schutz der Lüftungsanlage, dieser ist auf Grund des geringeren Filterungsgrades kleiner gehalten.

PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen

Passivhaus geeignete Wärmerückgewinnung 5.4.4



Kriterien

- Zulufttemperatur $> 16,5\text{ °C}$
(Behaglichkeit, Zugfreiheit)
- μ_{TR} WRG mindestens 75%
(Wärmebereitstellungsgrad Tauscher)
- $P_{EL} < 0,45\text{ Wh/m}^3$
(Strom-Effizienz)
- Dichtheit $< 1\%$ Leakage
- Schall in Wohnräumen $< 25\text{ dB(A)}$
bzw. fast unhörbar

Quelle: EIV

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS der Zukunft

Erläuterung:

Kriterien:

- **Zuluft Temperatur $>16,5\text{ °C}$** Diese Mindesttemperatur für Frischluft ohne Nacherwärmung außerhalb der Heizperiode für ein Passivhaus, die liegt ca. zwischen November und Anfang März, garantiert Behaglichkeit und Zugfreiheit im Rahmen der zulässigen Parameter (Luftgeschwindigkeit $<0,2\text{ m/sec}$)

- **μ_{TR} WRG $> 75\%$** trockener Wärmebereitstellungsgrad des Wärmetauschers ist die Grundlage für einen ökologisch vertretbaren und nachhaltigen Stromverbrauch. Das gewährleistet einerseits einen geringen Strombedarf von 500 – 700 kWh/a für Objekte in EFH Größe - was in etwa der Jahresarbeit von Umwälzpumpe und Gebläse für eine Zentralheizung entspricht. Zum anderen einen hohem Erntefaktor ermöglicht, für Lüftungswärmetauscher liegt der Erntefaktor über > 10 , das heißt unter Einrechnung des Primärenergiefaktors PEI für den österreichischen Strom Mix = 2 (deutsche Grundlage PEI=3, Österreich PEI geschätzt zwischen 1,7 und 2,1 Schwierigkeit der Einschätzung durch Marktöffnung) eine Verfünfachung der Dienstleistung gegenüber der eingesetzten Primärenergie, bei nachhaltigen Strombezug (Ökostrom) noch um den Faktor $\sim 1,5$ höher.

• **$P_{EL} < 0,45\text{ Wh/m}^3$** Elektrische Arbeit pro gefördertem m^3 Luft (Strom-Effizienz, als Grundlage der Ökonomie und Ökologie siehe vorstehendem Absatz.

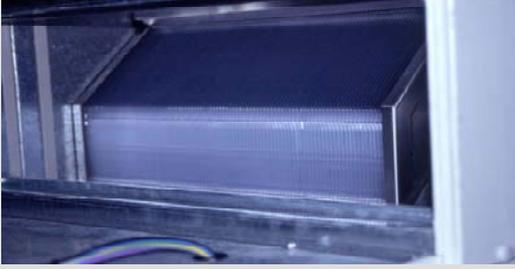
• **Dichtheit $< 1\%$** des Lüftungsgerätes unter 1% interner und externer Leckagerate, dies garantiert einerseits die hygienische Funktion der Lüftungsanlage ohne Wiederbelastung der Luft mit Gerüchen etc. (Besonders wichtig bei zentralen Lüftungsanlagen, die mehrere Funktionseinheiten versorgen, da dort das Thema Geruch besonders sensibel ist). Zum anderen wirken Leckagen zwar vorteilhaft auf den unkorrekt gemessenen Tauscherwirkungsgrad (indem Sie die Temperaturen erhöhen können) je nach Lage im Wärmetauscher können sie auch nennenswerten Verlust an Wärmebereitstellungsgrad bewirken. (siehe dazu Protokollband Nr.17 Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser

• **Schallpegel $<25\text{ dB(A)}$** in Wohnräumen mit Schall absorbierender Fläche $>4\text{ m}^2$ bzw. in normaler Wohnumgebung ist das praktisch unhörbar. Für die Lüftungsgeräte selbst gilt je nach Aufstellungsraum und Einhausung ein Gerätepegel in 1 m Abstand von 30 – 33 dB als zulässig, Zulässig ist jedenfalls auch in Haustechnik und Nebenräumen wie Bäder, Hauswirtschaftsraum etc. ein maximaler bewerteter Schallpegel von 30 dB(A). Für Schlafräume empfehlen manche Experten DIN 4109 T10 und VDI 4100 für erhöhte Anforderungen bewerteter Schallpegel $<23\text{ dB(A)}$.

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung 5.4.5

Bauarten der Wärmetauscher: Kreuzstromwärmetauscher Gegenstromwärmetauscher
Rotationswärmetauscher



Quelle: Bild Schultze-Darup, Lamellen eines geöffneten Kreuzgegenstrom - Wärmetauschers

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS
- das Zentrum

Erläuterung:

•**Kreuzstromwärmetauscher:** Mit einem erzielbarem Wärmebereitstellungsgrad von 50 – 75% entsprechen Sie nicht ganz den Effizienzkriterien, die von Passivhäusern von Wissenschaftlern und Forschern rund um das Passivhaus Institut Darmstadt als notwendige Voraussetzung für die Errichtung etabliert wurden. Ein Grund ist, dass mit der noch benötigten elektrischen Energie so effizient wie nur möglich umgegangen werden soll, damit eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Lösung dauerhaft umsetzbar wird. Dennoch werden einfache und billige Geräte mit Kreuzwärmetauschern vor allem in der Althausanierung für die dezentrale Nachrüstung von Wohnungen und Büros zur hygienisch richtigen Belüftung deutlich stärker als bisher zum Einsatz gelangen.

•**Gegenstromwärmetauscher:** Der Forderung des PHI Darmstadt um Dr. Wolfgang Feist folgend wurden von Lüftungsgeräteherstellern Tauscher entwickelt, die über eine längere Wegstrecke die Abgabe von Wärme der Fortluft an die Frischluft ermöglichen, dabei liegen feine Kanäle im Wärmetauscher so angeordnet, dass die hereinfließende kalte Frischluft an Kanäle mit schon abgekühlter Fortluft grenzen und nach und nach zu immer wärmerer Fortluft angrenzen, sodass die am nach und nach erwärmte Frischluft von der nach innen wärmer werdenden Abluft noch immer Wärme entziehen kann.

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung 5.4.6

vor- und nach geschaltete Tools im Gerät

- Elektrische Frostschutzwächter
- Heizregister zur Nachheizung
- Luft-Luft oder Luft-Wasser Wärmepumpe
- Speicher zur Pufferung der Wärme für die Nachheizung
bzw. Warmwasserbereitung im so genannten Kompaktgerät

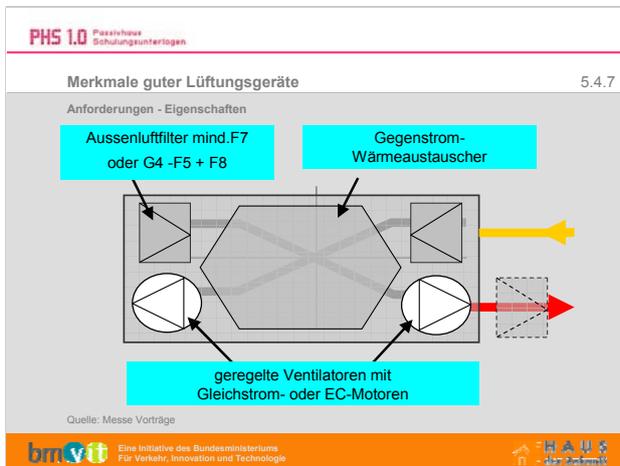
bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS
- das Zentrum

Erläuterung:

vor- und nachgeschaltete Tools im Gerät:

-elektr. Frostschutzwächter: Bei Anlagen ohne Erdvorwärmung besteht die Notwendigkeit von Vorheizregistern, um ein Zufrieren des im Wärmetauschers anfallenden Kondensates zu verhindern. Die investiv billigste Lösung ist der Einbau eines gezielt angesteuerten elektrischen Wärmetauschers (Leistung bis 1kW) vor dem Lüftungsgerät, bei exakter Ansteuerung beträgt der Strombedarf pro Jahr 100 bis 500 kWh. Details



Erläuterung:

Bei der Auswahl von Lüftungsgeräten sollen folgende Punkte beachtet werden:

Ventilatorantrieb:

Gleichstromventilatoren regelbar, spezifischer Strombedarf für Zu- und Abluft zusammen $< 0,45 \text{ Wh/m}^3$

Wärmerückgewinnung: Wärmebereitstellungsgrad trocken (ohne Kondensat) $\eta_{TR} > 75$ besser $> 80\%$

Strömungswiderstand: beizu Auslegungsvolumenstrom < 30 Pascall je Lüftungskreis inklusive Filterstufe

Zuluft-Filter: Eine neue Hygienerichtlinie (CH) wird hohe Ansprüche an die Filter stellen. Ähnliches gilt für Länder EU F7 mindestens, für Allergiker bevorzugt mind. F8.

Filter sollen gut reinigbar, preiswert in der Wartung sein, die einstufige Filterung bei dem gewünschten Reinigungsgrad ($> F6$) ist meist nicht machbar (Standzeit / Wartungsintervall, daher sind zumeist im Zuluftstrang (Ansaug) erste Filterstufen (G4 bis F7) angeordnet, und im Gerät selbst dann vor dem Tauscher die Feinfilter je nach Anforderung (Allergiker bis F9)

Wartungsfreundliche Geräte sind: mit leicht tauschbaren Filtern, Druck geregelt sodass Abluftvolumen gleich dem Zuluftvolumen mit Konstantvolumenstrom fährt. Das heißt der Ventilator fördert je nach gewählter Betriebsstufe ein gleich bleibendes Volumen mit Anzeige der Verstopfung der Filter ab einem um $50 - 100\%$ erhöhtem Filterwiderstand (je nach Filterbauart).

Normalstufe ist der Auslegungsvolumenstrom

-30% als Schwachlaststufe, eventuell noch einen geringeren Volumenstrom (-50%) für Abwesenheit der Bewohner (hat bei Heizlastbedingungen den Nachteil, dass dann nicht mehr die volle Heizleistung mit der Luft transportiert wird und könnte bei längeren Abwesenheiten ohne thermostatische Einregelung zu Absinken der Raumtemperatur führen.

Der Vorteil der Absenkung des Luftwechsels bei Abwesenheit liegt in der geringeren Austrocknung der Raumluft, da die Feuchtigkeitsabgabe durch Bewohner fehlt und die relative Luftfeuchtigkeit im Raum dann bei gleicher Fördermenge der Luft bei -10°C Außenlufttemperaturen auch unter 30%

PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen

Wärmetauscher 5.4.8

Kreuz- Gegenstromwärmetauscher

Kreuzstromwärmetauscher

- Wärmebereitstellungsgrad trocken η_{TR} : 50 – 75 %

Gegenstromwärmetauscher

- η_{TR} : 75- 95 %
- Passivhaus taugliche Geräte mit Zertifikat des PHI Darmstadt

Quelle: H. Huber, CH

brm Eine Initiative des Bundesministeriums Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS - das Zentrum

Erläuterung:

Enge Kanäle liegen für Frisch und Abluft gegenläufig in engem Kontakt (Schachbrettartig)

Vorteil bei Kreuzwärmetauscher geringere Strömungswiderstände, dem stehen jedoch für Passivhäuser ungenügende Wärmebereitstellungsgrade (<70%) gegenüber

Nachteil: Gegenstromwärmetauscher höherer Druckabfall, daher mehr Ventilatorleistung als beim Kreuzstrom, jedoch in der Regel der Wärmetauscher der Wahl für Passivhäuser auf Grund hoher Wärmebereitstellung.

Wichtige Kriterien:

Passivhauszertifizierung des Passivhausinstitutes Darmstadt (PHI) download von Homepage (-s) des PHI **www.passiv.de** oder des Herstellers!

Die durch die Norm zugelassene Prüfanordnung für Wärmetauscher bildet wesentlich höhere Wärmebereitstellungsgrade als durch die Geräte selbst ab, da die internen Wärmeleitung durch das Gerät selbst sowie interne oder externe Leckagen, vor allem in ungedämmten Zustand einen wesentlichen Wärmeeintrag aus der (beheizten) Laborumgebung erlauben, und damit einen höheren Wärmebereitstellungsgrad trocken vortäuschen.

Im Unterschied dazu kommt das Passivhaus Institut Darmstadt bei der Zertifizierung von Lüftungsgeräten unter Abzug der thermischen und pneumatischen Lecks zu bis zu 12 % geringeren Wärmebereitstellungsgraden. Die Zertifizierung von Geräten wird von mehreren Landesförderstellen auch anerkannt bzw. bei der Bewertung in der Förderungseinreichung berücksichtigt.

PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen

Lüftungsgeräte 5.4.9

Thermographieaufnahme zur Visualisierung der Temperaturverteilung



Lüftungsgerät ohne Abdeckung

- Sichtbar Zuluft- und Abluftseite
- Wärmetauscher (grün)
- Filter und Ventilatoren

Lüftungsgeräte Thermographie

- Abdeckung durch Glasscheibe ersetzt
- Temperaturunterschiede im Gerät während Betrieb
- T max: 27,14°C
- T min: 5,24°C

Quelle: Bilder PHI Schultze Darup Lüftungsgerät in Sanierung Jean Paul Platz 4

brm Eine Initiative des Bundesministeriums Für Verkehr, Innovation und Technologie HAUS - das Zentrum

Lüftungsgeräte

Thermographieaufnahme zur Visualisierung der Temperaturverteilung

Lüftungsgerät ohne Abdeckung

- Sichtbar Zuluft- und Abluftseite
- Wärmetauscher (grün)
- Filter und Ventilatoren

Lüftungsgeräte Thermographie

- Abdeckung durch Glasscheibe ersetzt
- Temperaturunterschiede im Gerät während Betrieb
- T max: 27,14°C
- T min: 5,24°C

Wie bisher

Lüftungsgerät ohne Abdeckung

Wie bisher:

Da es aber auf der rechten Seite das Textfeld mit seinen eigenen Subheadlines gibt, kann die generelle Subheadline auch entfallen

Platzhalter für Fotos und Grafiken

Wie beschrieben

Textblock

Der Textblock ist so eingereicht, dass mit <Einzug vergrößern> auf die Aufzählung umgeschaltet wird. Zur Not kann er nach rechts verbreitert werden. Rechter Rand minimal 1 cm.

**Tauscherprinzip**

- Rotierende Scheibe aus Lamellen durchströmt von Frischluft und Abluft
- Leckagen größer als bei Gegenstromtauscher,

Quelle: Hoval Rotationswärmetauschergerät

Erläuterung:**Tauscherprinzip:**

Rotierende Scheibe im Gegenstrom von Frischluft und Abluft, Tauscherwirkungsgrade vergleichbar mit Gegenstromwärmetauschern, aber nicht darüber. Wärmebereitstellungsgrade über 100% trocken sind irreführend. Durch Wiederverdunstung wird dieser Anteil auch reduziert.

Leckagen größer als bei Gegenstromtauscher, da der Rotor als beweglicher Teil logischerweise nicht vollkommen dicht an die Kanäle anschließen kann.

Feuchte Regeneration:

Im Rotor ausfallendes Kondensat kann vom Frischluftstrom wieder aufgenommen werden, dadurch kommt es auf natürliche Weise zu einer Befeuchtung der sehr trockenen Frischluft im kalten Winter. Das Problem der Geruchsaufladung und Keimübertragung über die Lamellen, die zwischen Abluftstrom und Frischluftstrom rotieren wird versucht durch diverse (biozide) Beschichtungen der Lamellen zu behandeln.



Erläuterung:

Enthalten die Funktionen 'Lüftung, Heizung und Warmwasserbereitung in einem Gerät.

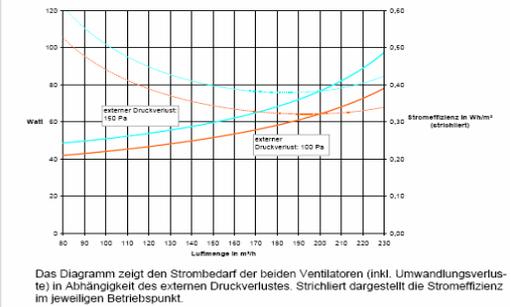
Im Passivhaus lässt sich die ganze Funktionseinheit in Geräten mit etwa 1,2 x 0,6 x 2 m unterbringen.

Bestandteil sind neben den obligaten Lüftungswärmetauschern inkl. Ventilatoren und Filtern zusätzlich nachgeschalteten Verdampfern von Luft-Wasser-Wärmepumpen, die der Abluft den Rest an verbleibender Energie entziehen, sodass die Fortluft bis auf -2°C abgekühlt das Haus verlässt.

Die Wärmepumpe erhitzt dann mittels Kondensator einen Warmwasserboiler, der einerseits der Warmwasserversorgung dient, andererseits der Nachheizung der Luft über ein nachgeschaltetes Wasser Luft Heizregister.

Leistungsdaten von Ventilatoren und Wärmepumpe

5.4.12



Verringerung der Lüftungswärmeverluste

Rohrnetz

Notizen:

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Rohrnetz Schema 5.5.1

- 1 Zuluftrohre in Dämmung des Bodens,
PH Lochau Bregenz Abbildung: H.
Krapmeier
- 2 Deckenverteilung der Zuluftluft im
Flurbereich mit Schalldämpfern, Abb.: PHI
Darmstadt
- 3 Schema Luftverteilung Illustration:
Westallex

bmw Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS
- über Zukunft

Erläuterung:

Das Rohrnetz zerfällt in 2 Bereiche:

Den Zuluftstrang und den Abluftstrang, bzw. Fortluftleitungen.

Der Zuluftstrang verteilt die gefilterte und vom Erdregister, dem Wärmetauscher bzw. der Nachheizung durch Heizregister oder Kondensator von Wärmepumpe vorgewärmte bzw. im Sommer vom Erdregister geringfügig abgekühlte Luft in die Funktionsräume des Hauses gemäß dem dort projektierten Frischluftbedarf.

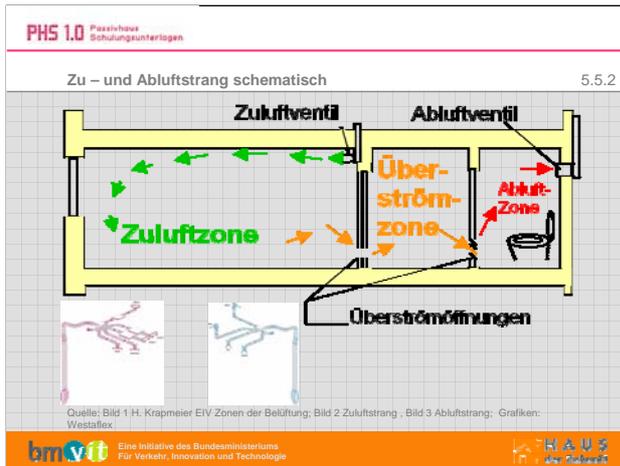
Nach der Überströmzone (Flurbereiche, Essplatz; Arbeitsbereich, Haushaltsraum, Kochbereich etc.)

wird die verbrauchte Luft in den **Absaugungszonen** abgesaugt und über Filter über das Abluftrohrnetz zum Wärmetauscher gebracht (Ausnahme im Sommerfall mit Bypass am Wärmetauscher vorbei) und gegebenenfalls noch über den Verdampfer einer Wärmepumpe um weitere Wärme zu entziehen und zuletzt als Fortluft aus dem Gebäude geblasen zu werden.

Hinweis:

Zu beachten sind bei der Planung und Ausführung sämtliche Vorschriften des Brand- und Schallschutzes, insbesondere bei Anlagen die mehrere Nutzungseinheiten umfassen.

Deshalb ist in solchen Gebäuden möglichst nicht brennbares Rohrmaterial verwenden, sowie der Einsatz von Rückschlagklappen, Brandschutzklappen und zusätzlichen Schalldämpfern vorzusehen.



Erläuterung:

Die Lüftung schafft mit Zuluft- und Abluftstrang eine gerichtete Durchströmung des Gebäudes und damit den energetisch und hygienisch optimalen Luftaustausch.

Im Gebäude liegen Zu – und Abluftstrang getrennt.

Der Zuluftstrang versorgt Aufenthalts- (Schlaf-) räume mit den hygienische erforderlichen und projektierten Frischluftmengen

Die Abluftstrang saugt die verbrauchte Luft vor allem aus den Feuchte und Geruchsbelasteten Räumen wie WC, Dusche Bad Küche aber auch Werkstatt oder Raucherecke ab.

Flachkanäle sollten Mindestquerschnitte nicht unterschreiten und mit Strömungstechnisch günstigen Bögen verbunden werden, ansonsten steigt der Druckverlust und damit auch der Stromverbrauch der Lüftung unproportional hoch an, strömungstechnisch besser aber Verlegung technisch aufwändiger zum verlegen sind runde Rohrquerschnitte aus Spiro Blechwickelfalzrohren.

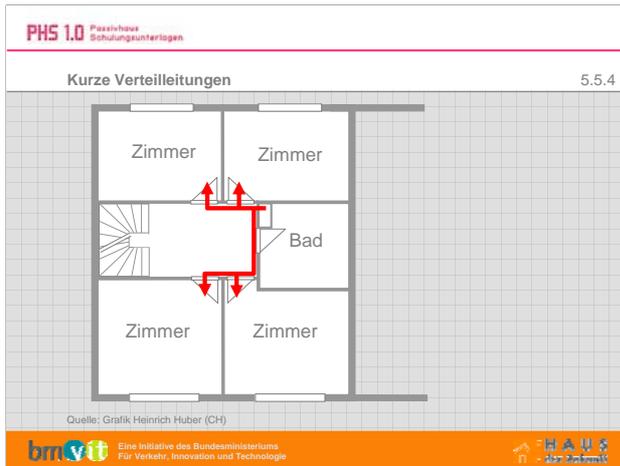
Zu beachten: unterschiedliche Druckverluste im Zu- und Abluftstrang müssen durch die Einregulierung der Anlage soweit berücksichtigt werden, dass der Zuluftstrom gleich dem Abluftstrom ist, also ein balancierter Luftstrom vorliegt. Dies ist deshalb von Bedeutung, da mit jedem Ungleichgewicht zwischen Zu– und Abluftstrom auch die Verluste über Leckagen somit Lüftungsverluste ohne Wärmerückgewinnung zunehmen.



Erläuterung:

Im Raum möglichst nicht sichtbar und schon gar nicht hörbar, versorgt die Lüftung über das Rohrnetz inkl. Schalldämpfern und einstellbaren Auslassventilen und Abluftventilen alle Aufenthaltsräume im Passivhaus Zugluft frei mit der hygienischen gewünschten und der für die Beheizung erforderlichen Luftmenge bzw. entsorgt schlechte Gerüche, Feuchtigkeit und CO₂ aus den Räumen, wo diese primär anfallen (Küche, Bad, WC, Wirtschaftsräume bzw. Werkstätten, Raucherecke etc.)

Im Detailbild vergrößert: ein Zuluftventil für größere Luftmengen (bis 75 m³/h)



Erläuterung:

Die kürzest mögliche Verteilung liegt im Interesse der Energieeffizienz und bedingt sparsame Investitionen – und Wartungskosten.

Vorteilhaft ist die Zuluftverteilung über abgehängten Decken in Erschließungsbereichen wie Fluren, Nebenräumen oder Bädern, bei denen die Raumhöhe auch unter der Raumhöhe der Aufenthaltsräume liegen kann (2,3 – 2,4 m statt 2,5 – 2,6 m).

| PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen | |
|---|---|
| Materialien und Bauweisen | 5.5.5 |
| Materialien | <ul style="list-style-type: none"> - Blechwickelfalzspiro - Rohre - Kunststoffrohre und Formkanäle aus HDPP - Sonderfall Aluminiumprofile zur optimierten Wärmeübertragung (Nutzung der Rohdecke zur Wärmespeicherung) |
| Bauweisen | <ul style="list-style-type: none"> - abgehängte Leitungen unter Decken - eingelegt in Rohdecke (Beton d-20 cm mit Dämmung) - verlegt in Dämmlagen (Boden, Wand, Decke) |
| Produktgruppen | <ul style="list-style-type: none"> - runde Rohre - ovale Flachkanäle (wegen Strömungswiderstand eher vermeiden) |

Erläuterung:

Materialien

Häufigstes verwendetes Material im Lüftungsbau sind Wickelfalzspiro-Rohre ansonsten auch Polypropylenrohre HDPP mit brandhemmender Ausstattung oder ovale Flachkanäle mit Formteilen (letztere beide Mehrpreis beachten, wobei die Formteile eine gewisse Zeitersparnis bei der Montage bringen können).

Die Rohrmaterialien sollte aus Gründen der Reinigung und Haltbarkeit keinesfalls aus Flexschläuchen (Kunststoffolie Alu armiert mit Kunststoffspirale) bestehen.

Nur bei der Anbindung des Lüftungsgerätes an das Rohrnetz kann insbesondere bei zentralen Anlagen eine beschichtete Segeltuchmaschette zur Schallentkoppelung eingesetzt werden.

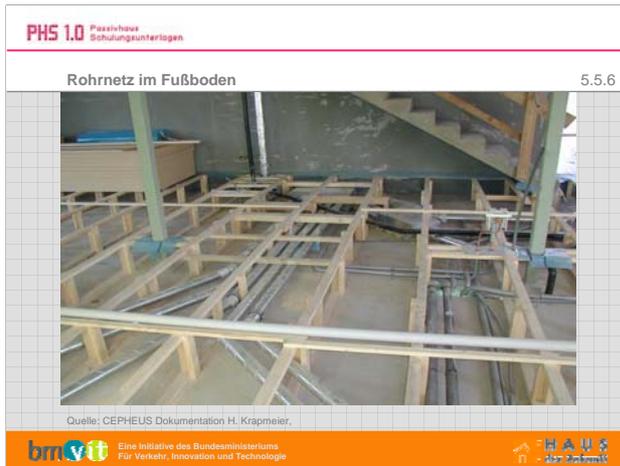
Bauweisen

Auf Grund des Strömungswiderstandes und der Schallerregung sind enge Bögen zu meiden.

Die Rohre sollten unbrennbar (bzw. schwer entflammbar) sein.

Rohre dürfen elektrostatisch nicht aufladen und Blechwickelfalzrohre (Spirorohre) sind aus Gründen der leichten Reinigung genietet und nicht mit selbstschneidenden Schrauben geschraubt auszuführen, die Verbindungsstellen mit dauerhaft dichten Bändern überklebt.

Für Gegenden mit Radonbelastetem Untergrund sind Diffusionsdichte und Kapillar geschlossen Rohre für die Erdvorwärmung zu wählen.



Erläuterung:

Verteilung der Zuluft im Unterboden mit Spirorohren $\varnothing 70 - 100$ mm, nach der Funktionprobe der Lüftung wird der Boden verlegt und der Hohlraum mit Dämmung versehen (z.B. Cellulose ausgeblasen).

Vorteile: leichtere Verlegung als in Massivdecken, geringeres Körperschallrisiko

Nachteil: eingeschränkte Zugänglichkeit in bewohntem Zustand, das ist allerdings nur in Umbausituationen erforderlich, normale Wartungs- und Reinigungsarbeiten sollten davon nicht betroffen sein.

Leitungsführung in Wand

5.5.7



- Horizontale Leitungsführung innerhalb der Isolationsebene EG-Fußboden
- vertikale Leitungsführung in der Vorsatzschale (hinter der Kollektorfläche)
- Anschlusskasten für Zuluftauslass
- Rohrquerschnitte DN 80-100
- Sammelleitungen DN 125
- Bild: MFPH Lochau Vbg.

Quelle: Helmut Krapmeier Vbg.

Erläuterung:

Passiv Mehrfamilienhäuser Lochau, Arch. Zweier; Bild + Autor: Helmut Krapmeier EIV



Erläuterung:

Bewährt hat sich eine möglichst kurze und kreuzungsfreie Verteilung über Abhängdecken in Nebenräumen wie Fluren und Sanitärräumen (Bad, WC), für die auch eine geringfügig niedrigerer Raumhöhe zulässig ist, als in Aufenthaltsräumen. Diese Lösung wurde zum Standard der Luftverteilung in Passivhäusern.

Schalldämpfer außen meist in Aluwellausführung, sie sollten aus Gründen der Hygiene Mineralfaserfrei sein.

Empfehlung:

20 – 25 cm freier Luftraum zur Abhängdecke: Zur optimalen Verlegung der Schalldämpfer die weder Rohdecke noch Abhängdecke berühren sollte (Körperschallübertragung). Für die im Wohnbau üblichen Luftmengen sind für Schalldämpfer Querschnitte von 120 x 180 mm bis 200x 200 mm je nach Bauart und Länge vorzusehen.

Sie sollten über ein genügend großes Schallreduktionsmaß verfügen, um Geräusche der Lüftungsgeräte bzw. Strömungsgeräusche und die Schallübertragung von Raum zu Raum sicher zu unterbinden.

Auch für die Montage der Zuluftventile und Abluftventile ist ausreichend Platz für den Einbau vorzubereiten, die Abhängung hat biegeweich ohne Körperschallübertragung zu erfolgen.

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Frischlufventil 5.5.9

1 Temperatur am Auslassventil ca. 25°C
Wandtemperatur 21 - 23°C

2 Frischluftauslassventil
Abbildung vom PHI Kassel-Marbachshöhe

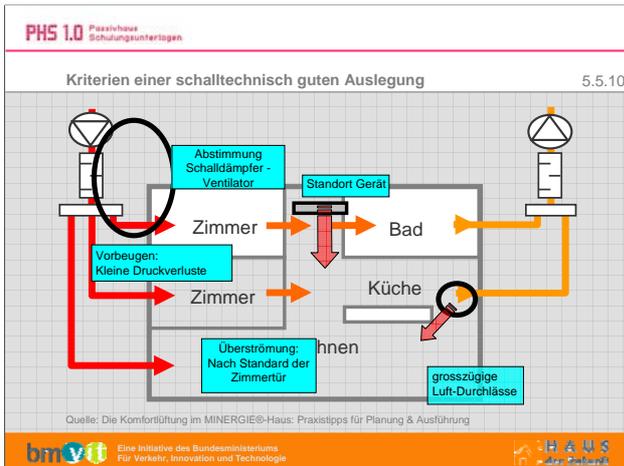
Quelle: Messung Temperaturverteilung Pflüger, PHI Darmstadt

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS
- für die Zukunft

Erläuterung:

Die Kontrollmessung mit Thermographiekamera zur Kontrolle der Luftverteilung belegt eine schnelle Abnahme der Lufttemperatur nach dem Auslassventil, damit wird einerseits die gute Durchmischung der Luft nachgewiesen, andererseits sinkt auch die Luftgeschwindigkeit bald nach dem Auslassventil unter die geforderte 0,2 m /sec als Grenze für Zugfreiheit.



Kriterien einer schalltechnisch guten Auslegung

Dimensionierung, Berechnung (EFH):

Auslassventile

$\Delta p = 1-2$ Pa

(Motor gesteuerte

Ventile haben bis 6 Pa Widerstand)

Schalldämpfer

$\Delta p = 1-3$ Pa

Filter $\Delta p < 15-30$ Pa

Überströmöffnungen (Türspalt, Ventil)

$\Delta p < 3$ Pa Pa

Rohrregister der Erdvorwärmung inkl. 2 Bögen

$\Delta p < 15$ Pa

(bis 30 Pa zulässig dann aber evt. Schalldämpfer nötig)

Rohrnetz pro lm

$\Delta p < 1$ Pa

Lüftungsnetz insgesamt

$\Delta p < 150$ Pa

d.h.: Querschnitte ausreichend groß wählen, sodass $v < 2,5$ m/sec. (nach TQ Lüftungsanlagen ENERGIE TIROL) bei größeren Sammlerrohren ab DN 200 sind Geschwindigkeiten bis 3m möglich ohne Geräusch und zuviel Reibungsverluste, bei kleineren Querschnitten (<100mm) sind auch schon 2 m/sec Strömungsgeschwindigkeit hoch.

Kernbotschaft:

Eine vorbeugende Maßnahme zur guten Funktion der Lüftung sind geringe Druckverluste in der Luftverteilung.

Dadurch können die Ventilatoren auf einer tiefen und damit leiseren Stufe betrieben werden.

Das häufigste akustische Problem ist, dass Schalldämpfer nicht auf die Ventilatoren abgestimmt sind.

Ein weiterer Schwachpunkt sind häufig zu klein dimensionierte Abluftventile.

Geräte innerhalb der Wohnung sind akustisch gut zu verkleiden und im Standort so zu wählen, dass keine Störung erfolgt.

Die Schallübertragung von Zimmer zu Zimmer über Luftleitungen tritt bei den heute üblichen sternförmigen Verteilungen in Kombination mit den eingesetzten Telefonie - Schalldämpfern kaum auf.

Hinweis:

Die Überströmung vom Zimmer in den Korridor ist akustisch zu beachten. Sie ist kein Problem solange einfache Zimmertüren eingesetzt werden.

Erst bei hohen Anforderungen und massiven Zimmertüren müssen spezielle schalldämmte Überströmdurchlässe eingesetzt werden.

Zu beachten ist, dass die Schlitze groß genug gewählt werden, damit Luftgeschwindigkeit und Druckverlust (<1,5 Pa) nicht zu hoch werden.

Störend ist manchmal der durchgehende Lichtschein unter der Tür. ist das ein

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungunterlagen

Einregulierung der Zuluft - Abluft Balance 5.5.11



Einregulierung der Zuluft- Abluft-
Balance
Messung des Zuluft und Abluftstromes am
abgenommenen Ventil Bild 1- 5
Schulze - Darup

Quelle: Passivhaus Institut Darmstadt

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS
- für die Zukunft

Einregulierung der Zuluft- Abluft Balance

Vor Inbetriebnahme ist die Einregulierung der Zuluft-Abluftbalance in allen Betriebszuständen ein wichtiger Schritt der Qualitätssicherung der Lüftungsanlage.

Nur mit einer Lüftungsanlage, die gleichen Abluft- wie Zuluftmenge fördert, ist ein störungsfreier Betrieb bei optimalem Luftaustausch und Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung zu gewährleisten.

PHS 1.0 Passivhaus Schulungsunterlagen

Überströmöffnungen 5.5.12

Messung der Luftgeschwindigkeit

2 Vergrößerung des Luftspaltes bei höherem Luftwechsel zwischen den Räumen

1 Luftgeschwindigkeitsmessung am Türspalt

Quelle: Bilder Schulze-Darup

brm Eine Initiative des Bundesministeriums Für Verkehr, Innovation und Technologie HAUS - für Zukunft

Erläuterung:

Die Messung der Luftgeschwindigkeit am Überströmspalt der Türe dient zur Sicherung ausreichender Luftmenge, aus Größe des Spaltes und Luftgeschwindigkeit kann auf Luftmenge geschlossen werden.

Die Windgeschwindigkeit soll nicht über 1,5m/ sec liegen, der erforderliche Querschnitt kann dadurch und der Forderung Druckverlust <3 Pa ermittelt werden.

Aus Merkblatt **Komfortlüftung** der **MINERGIE** Reihe CH : 5. Anforderungen an den Schall: Die Lüftung soll in Wohn und Schlafräumen eine Schalldruck von max. 25 dB(A) verursachen. In den übrigen Räumen sind höhere Werte gemäß SIA 181 [3] zulässig, wobei der Schall aus diesen Räumen den Schalldruckpegel in den Wohn- und Schlafräumen nicht erhöhen darf. Bei der akustischen Dimensionierung ist zu berücksichtigen, dass heutige Wohnungen häufig akustisch hart sind (große Nachhallzeiten).

Überströmöffnung durch Türspalt: Die allfällige Reduktion des Schalldämmmaßes der Türen (z.B. durch Weglassen einer Planetendichtung) muss akzeptiert werden. Die Luftgeschwindigkeit im Türspalt soll bei max. 1,5 m/sec. Liegen.

Schallgedämpfte Überströmdurchlässe: Ü. in Wänden mit einer Tür sollen schalldämpfend ausgebildet sein und ein Schalldämmmaß von $R'w > 10$ dB aufweisen (bezogen auf den Durchlass alleine). Bei speziellen Schallschutzanforderungen ist ein Akustiker beizuziehen. Überströmdurchlässe sollen eine Druckabfall < 3 Pa haben.

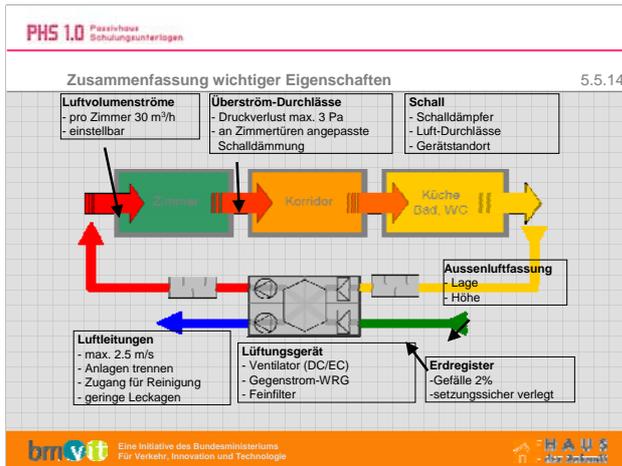


Erläuterung:

Dem „Coanda Effekt“ folgend bewirkt die relativ schnell in den Raum strömende Luft knapp unter der Decke ein Ansaugen des Luftstromes an die Decke durch den entstehenden Unterdruck. Dies bewirkt eine Ausbreitung der Frischluft entlang der Decke und damit verbunden eine gute Verteilung der Frischluft im Raum.

In den Grafiken rechts unten im Bild blau dargestellt ist die Wurfweite $L_{0,2}$ an deren Grenzen die Luftausbreitung eine Geschwindigkeit von $> 0,2 \text{ m/sec}$ erreicht, die auch etwas verkleinert die Ausbreitung des Frischluft im Raum kennzeichnet. Innerhalb dieser Grenzen sollte nicht der Aufenthaltsbereich von Personen liegen, das ist bei Einblasöffnung knapp unter der Raumdecke in jedem Fall erfüllt.

Durch die hohe erreichbare Wurfweite $L_{0,2}$ im Raum werden Kurzschlüsse der Luft zur Abluftöffnung, die meist in einem Überströmspalt der Raumtüre besteht, vermieden und ein hoher lüftungstechnischer Wirkungsgrad wird erreicht.



Erläuterung:

Die Zusammenfassung zeigt das Rohrnetz betreffende wichtige Voraussetzungen:

Die Luftvolumenströme sind pro Raum regelbar (mind. 30 m³ pro Aufenthaltsraum)

Die Überströmdurchlässe an Zimmertüren weisen max. 3 Pa Druckverlust auf, die Schalldämmung der Überströmöffnungen (Spalt oder hinterlüftete Stockverkleidung oder schalldämmtes Überströmventil) richtet sich nach dem Schalldämmwert der Türen.

Schalldämpfer im Lüftungssystem verhindern die Telefonieausbreitung des Schalls entlang des Lüftungsnetzes, dazu müssen die Frequenzen der Schalldämpfer (Oktavbänder) auf die Frequenzen der Ventilatoren abgestimmt sein. Die Aufstellung des Lüftungsgerätes bzw. dessen Einhausung oder Abschirmung (Standort) ist wichtige Voraussetzung für Lärm Empfindungsfreien Betrieb.

In den Luftleitungen erfolgt Dimensionierung auf $v_{\max} < 2,5$ m/sec um lästige Geräusche im Rohrnetz zu vermeiden und den Strombedarf ökonomisch zu halten.

Frontständige Filter (mind. F5) meist in der Außenluftfassung schützen Rohrnetz und Lüftungsgerät,

im Lüftungsgerät befindet sich meist der Feinfilter in der vom Nutzer geforderten Filterstufe (mind. F7).



Erläuterung:

Wichtig geringe Eigengeräuschbildung, gute Einfügungsdämpfung um den Luftschallpegel im Raum $< 25 \text{ dB (A)}$ zu halten

Zuluftventile sind zumeist regulierbar, seltener jedoch und nur bei besonderen Regelungsnotwendigkeiten auch motorisch steuerbar, weil das im Allgemeinen mit deutlichem Druckverlust verbunden ist (bis zu $+15 \text{ Pa}$ je nach Luftwechsel).

Ihre Aufgabe ist es, die projektierte Luftmenge den entsprechenden Räumen zuzuführen bzw. aus den Räumen Abluft abzusaugen.

- Weitwurfventile übernehmen die Funktion der optimalen Luftdurchmischung,
- Quellauslässe sind eher für Zufuhr kühler Luft im Bürobereich gedacht,
- Drallauslässe für Zugfreie Verteilung und Durchmischung höhere Luftmengen in Versammlungsräumen etc.

Abluftventile

sind zum Schutz des Rohrnetzes zunehmend mit Filtersäcken ausgestattet, die eine Grobfilterung (G4) übernehmen und dadurch Staubeintrag in Rohrnetz und Wärmetauscher des Lüftungsgerätes verhindern.

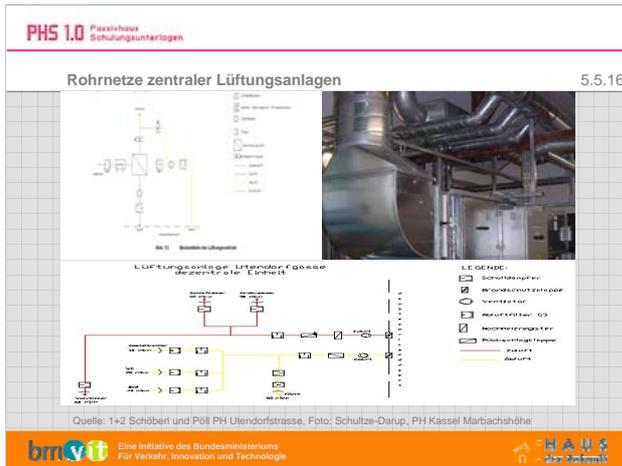
Bilder von links oben im Uhrzeigersinn:

Einlasskasten für relativ große (im Wohnbau) Luftmengen $50-75 \text{ m}^3/\text{h}$, Foto: E. Schwarzmüller Sanierung mit PH Komponenten Matzelsdorf

Abluftventil kombiniert mit Grobfiltersack G4, Bild: Westaflex

Abluftventil mit abnehmbarer Blende zur Halterung des Grobfilters Foto: Schultze Darup

Frischlufventil Spaltöffnung regelbar für Luftmengen bis ca. $30 \text{ m}^3/\text{h}$, Foto: H. Krapmeier



Erläuterung:

Rohrnetze zentraler Lüftungsanlagen weisen deutlich mehr Einbauteile als bei dezentralen Lüftungsanlagen auf.

Entsprechend den Bauordnungen und Normen müssen Rückschlagklappen mit hoher Dichte ($< 0,01\%$) und Bradschutzklappen vorgesehen werden, aber auch dezentrale Nachheizregister zur individuellen Temperaturregelung.

Diese erzeugen entsprechend hohe Druckverluste, so wurde z.B. für eine mit Feder geschlossene Rückschlagklappe ein Öffnungswiderstand von 70 Pa gemessen, weshalb beim den Passivhäusern in Kassel Marbachshöhe die Federn entfernt wurden und die Rückschlagklappen so angeordnet wurden (axial waagrecht mit senkrechter Drehachse), dass ihr Zufallen durch den falschen Luftstrom alleine bewirkt wurde.

(Rückschlagklappen nach DIN 18017 sollen Dichtheit besser $0,01 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 50 Pa Druckunterschied erreichen und bei Druckdifferenz $< 10 \text{ Pa}$ schließen).

Durch die zahlreicheren Einbauteile und teilweise auch höhere Filterstufen in der Abluft (F5-F6) und bedingt durch das längere Rohrnetz steigt der Strömungswiderstand und der spezifische Strombedarf pro gefördertem m^3 Luft pro Stunde.

Gelten bei dezentralen Anlagen Werte von max. $0,45 \text{ (W / m}^3/\text{h)}$ als sinnvolle Obergrenze des Strombedarfes, so ist bei zentralen und semizentralen Anlagen mit Werten von $0,5 - 0,7 \text{ (W/m}^3/\text{h)}$ zu rechnen.

PHS 1.0 Passivhaus
Schulungsunterlagen

Normen, Empfehlungen etc. 5.5.17

- DIN 1610 Abschn. 7 und 8 Bettung und Einbau von Rohren
- DIN1946-6 Lüftung von Wohnungen Anforderungen, Ausführung, Abnahme
- VDI 6022/1/2 Hygiene Anforderung
- DIN 4109 T10 (E) Schallschutzklassen oder VDI 4100 sowie SIA 181(CH) und HD6021 (Entwurf)
- Vertragsbasis für Wartungsverträge nach VDMA 24186 (DIN 31051)
- prEN 12237 Luftleit. aus Blech, Festigk. Dichte; Anf.ad. Prüf. CEN1995
- ÖNORM H60212 Lüftungstechnische Anlagen Reinhaltung und Reinigung
- ÖNORM EN 13465 Lüftung von Gebäuden Bestimmung Luftvol. Ströme....
- ÖNORM EN 13141-1 Außenwand und Überström-Luftdurchlässe
- ÖNORM EN 13141-2 Abluft und Zuluft-Durchlässe (Entwurf)
- Ersatzteillisten nach ÖNORM M 8102
- Instandhaltungs-, Wartungs-, Inspektionsplan
- EN 779 Partikel Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik
- Protokollband Nr. 4 Lüftung im Passivhaus Arbeitskreis kostengünstige PH
- Protokollband Nr. 17 Dimensionierung von Lüftungsanlagen im Passivhaus, Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser

bmwv Eine Initiative des Bundesministeriums
Für Verkehr, Innovation und Technologie

HAUS
- für die Zukunft

Erläuterung:

Der Auszug den verwendeten Normen und Empfehlungen bieten nur einen Teilüberblick für das Teilgebiet Rohrnetz.

Insbesondere zu Raumlüftungstechnische Anlagen und Geräte sei auf Kapitel 6.4. (Lüftungsgeräte) und 6.1. (Grundlagen) verwiesen.

Autor: e.s.

Schallschutzberechnungen können, wenn nicht vom Fachpersonal auch mit freeware Programmen berechnet werden:

So ist auf www.lueftungsnet.de ist ein Excel Tool downloadbar, mit dem mit Komponenten aus dem Verkaufsprogramm und zugehörigen Baulängen etc. für Einzelräume die Schallpegel in verschiedenen Betriebszuständen der Lüftungsanlage berechnet werden können.