

Lüftung – ohne Fenster ?

Auswirkungen der DIN 1946 Teil 6 auf Fenster und Fassaden

Prof. Dr. Harald Krause



www.btec-rosenheim.de

Hochschule **Rosenheim**
University of Applied Sciences



www.fh-rosenheim.de

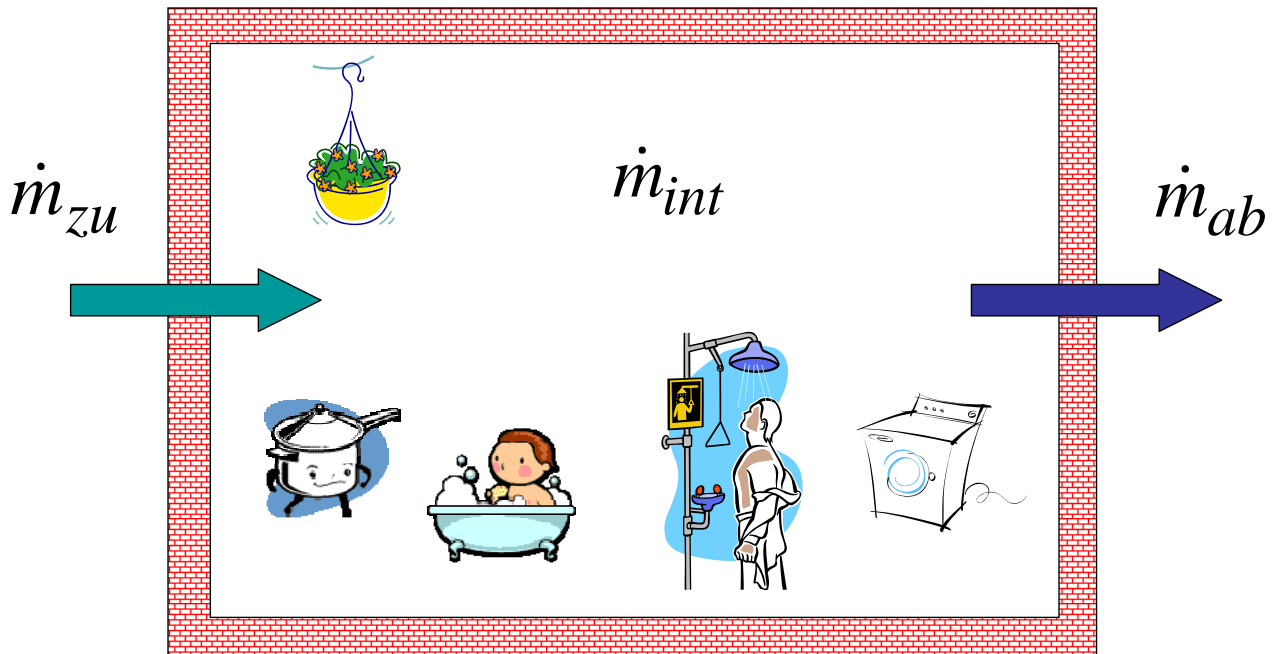
© Prof. Dr. Harald Krause

Inhalte

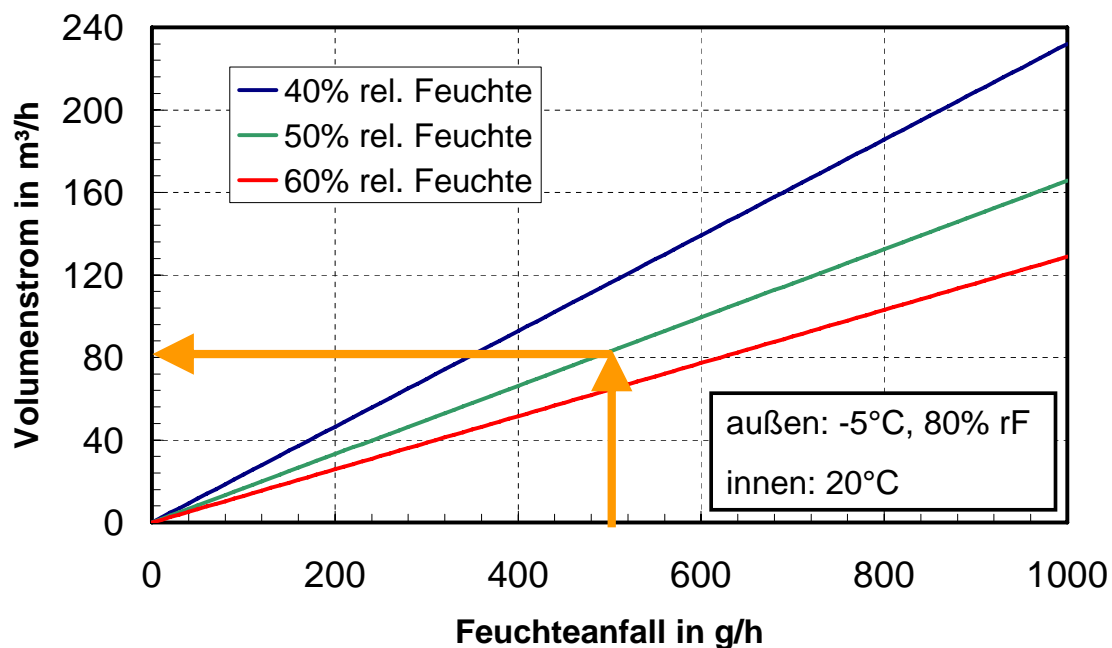
Hochschule **Rosenheim**
University of Applied Sciences



- ◆ Luftwechsel – Luftqualität und Luftfeuchte
- ◆ E-DIN 1946 Teil 6
 - Lüftungsstufen
 - Lüftungssysteme nach der DIN 1946-6
 - Realisierung der Lüftungsstufen
- ◆ i.f.t. Richtlinie Fensterlüfter
- ◆ Energieeffizienz und Wohnraumlüftung



Notwendiger Volumenstrom als Funktion der Feuchtebelastung, um eine bestimmte Raumluftfeuchte einzuhalten

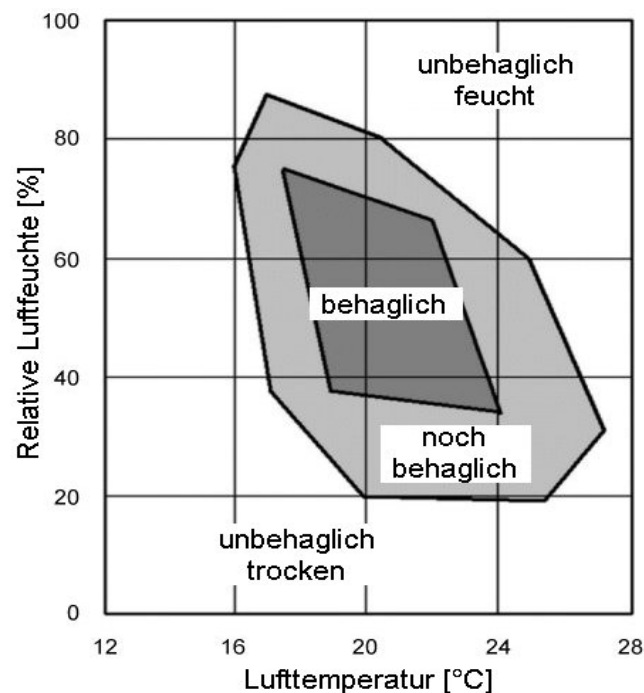




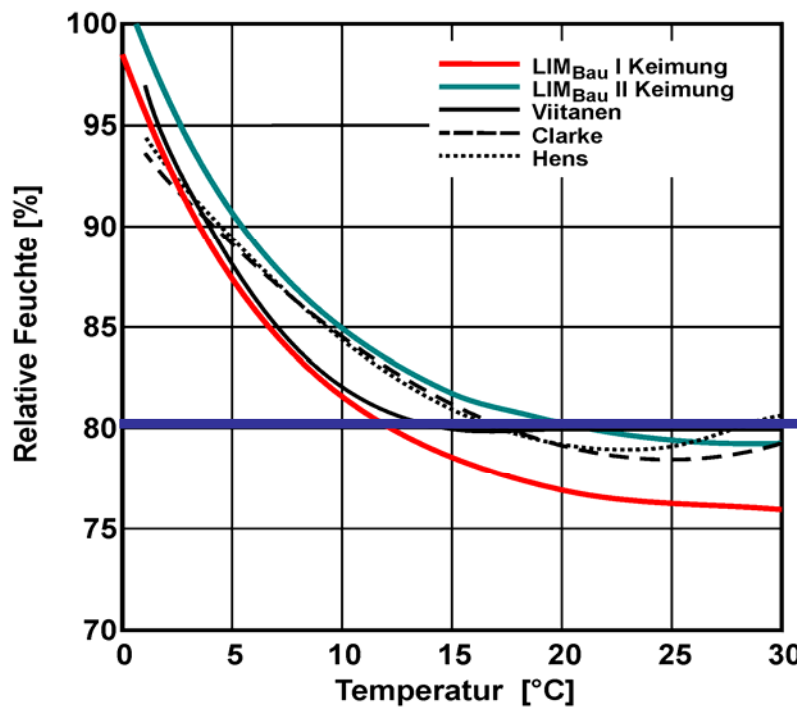
Welche Kriterien für die Raumlufffeuchte gibt es ?

1. Gewährleistung eines behagliches Raumklimas
2. Vermeidung von Schimmelwachstum

Behagliche Raumlufffeuchten Kriterium 1



nach Leusden; Freymark: Darstellungen der Raumbehaglichkeit für den einfachen praktischen Gebrauch, Gesundheitsingenieur 72 (1951) Heft 16



In Deutschland:
DIN 4108:
80 % rF bei
20°C Raumtemperatur

Krus, Fraunhofer IBP

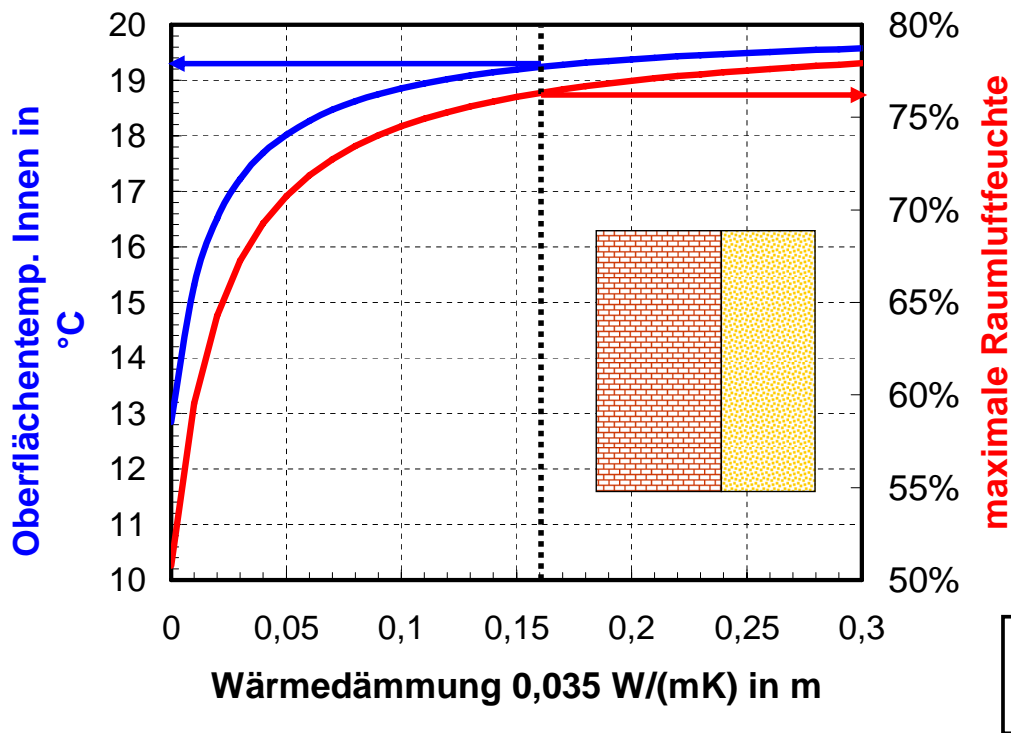


- ◆ 80% relative Feuchte an den Bauteiloberflächen soll nicht überschritten werden !
- ◆ Welche maximale Raumluftfeuchte ist dazu einzuhalten ?
- ◆ Dies hängt von den inneren Oberflächentemperaturen und damit vom Wärmeschutzniveau ab !

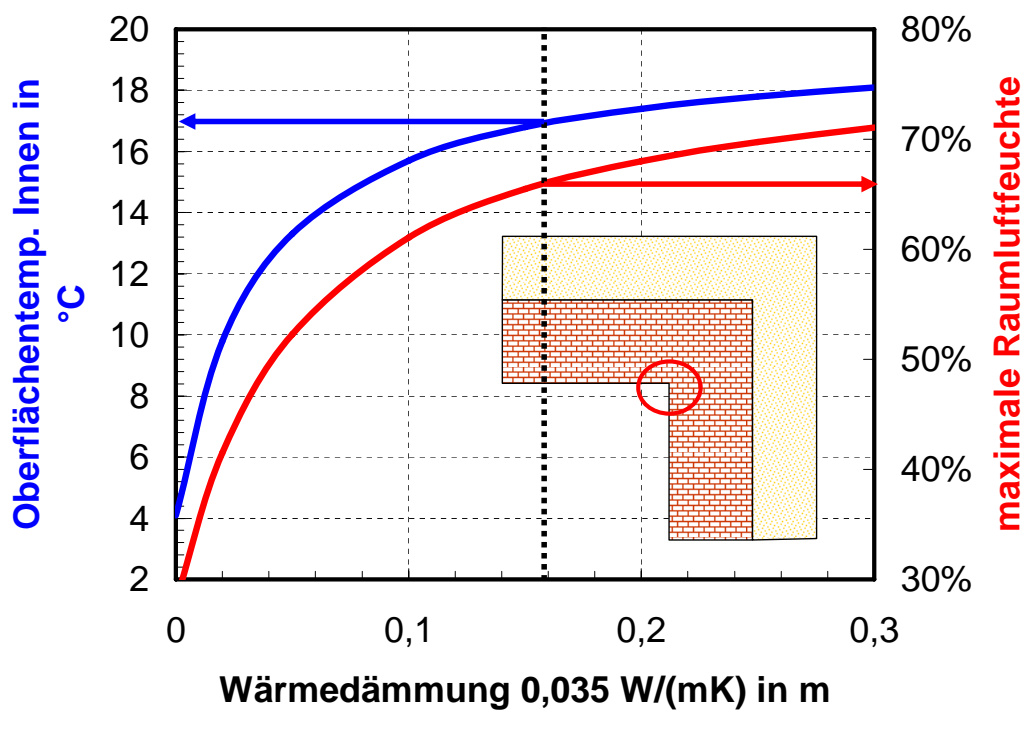
$$\Theta_{Si} = \Theta_i - U \cdot R_{Si} \cdot (\Theta_i - \Theta_e)$$

- $\Theta_{Si,e,i}$: innere Oberflächentemperatur, Außen-, Innentemp.
- U : U-Wert der Konstruktion
- R_{Si} : innerer Wärmeübergangswiderstand

Oberflächentemperaturen Außenwand (Altbau Vollziegel)



Oberflächentemperaturen Außenwandkante (Altbau Vollziegel)



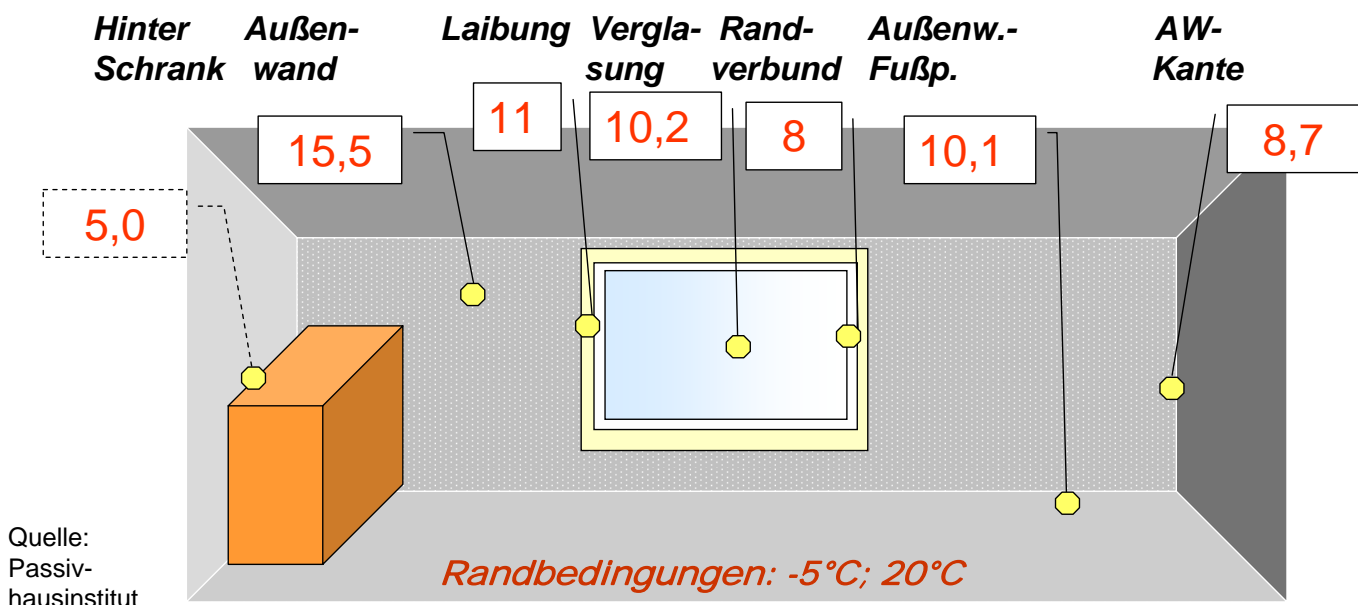


- ◆ Für alle Bauteilübergänge/Anschlüsse definiert die DIN 4108-2 den Temperaturfaktor:

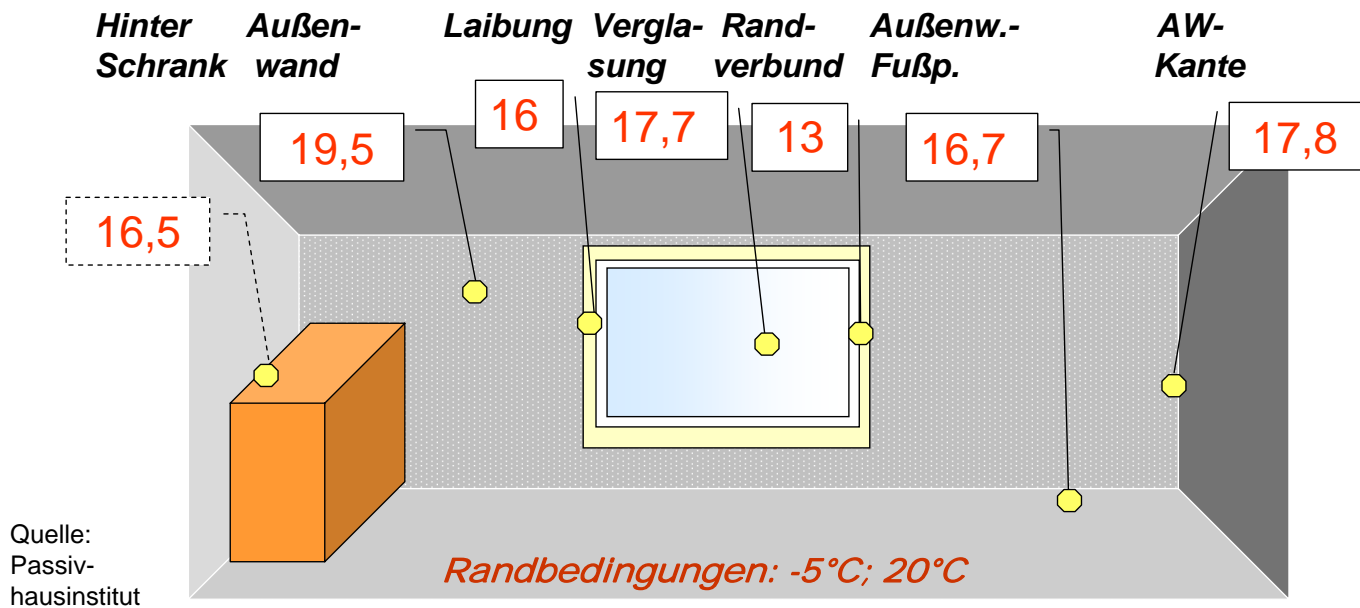
$$f_{RSi} = \frac{\Theta_{si} - \Theta_e}{\Theta_i - \Theta_e} \geq 0,7$$

- ◆ Die entspricht einer Oberflächentemperatur von 12,6°C, bei welcher sich 80% rF bei 20°C und 50% Raumluftfeuchte einstellen würden.

Typische Oberflächentemperaturen Altbau: Istzustand



Relevante Oberflächen-Temperaturen an vielen Stellen unter 12,6 °C
Schimmelgefahr !!



Relevante Oberflächen-Temperaturen $> 16^{\circ}\text{C}$
Auch kein Problem bei Schrank in der Kante

Fazit



Schimmelgefahr kann reduziert werden:

- ◆ durch Erhöhung des Außenluftvolumenstroms oder
- ◆ durch ein besseres Dämmniveau !

◆ Häufiger Fehler in der Sanierung:

- Außenluftwechsel durch freie Lüftung wird reduziert („dichte Fenster“) → Raumluftfeuchte steigt
- Wärmedämmung wird nicht konsequent angewendet
- Tauwasser- Schimmel an Stellen mit niedriger Oberflächentemperaturen



LUFTWECHSEL

Aus diesen Versuchen geht zur Evidenz hervor, dass uns keine Luft behaglich ist, welche in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen mehr als 1 pro mille Kohlensäure enthält. Wir haben somit ein Recht, jede Luft als schlecht und für einen beständigen Aufenthalt als untauglich zu erklären, welche in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen **mehr als 1 pro mille** Kohlensäure enthält.

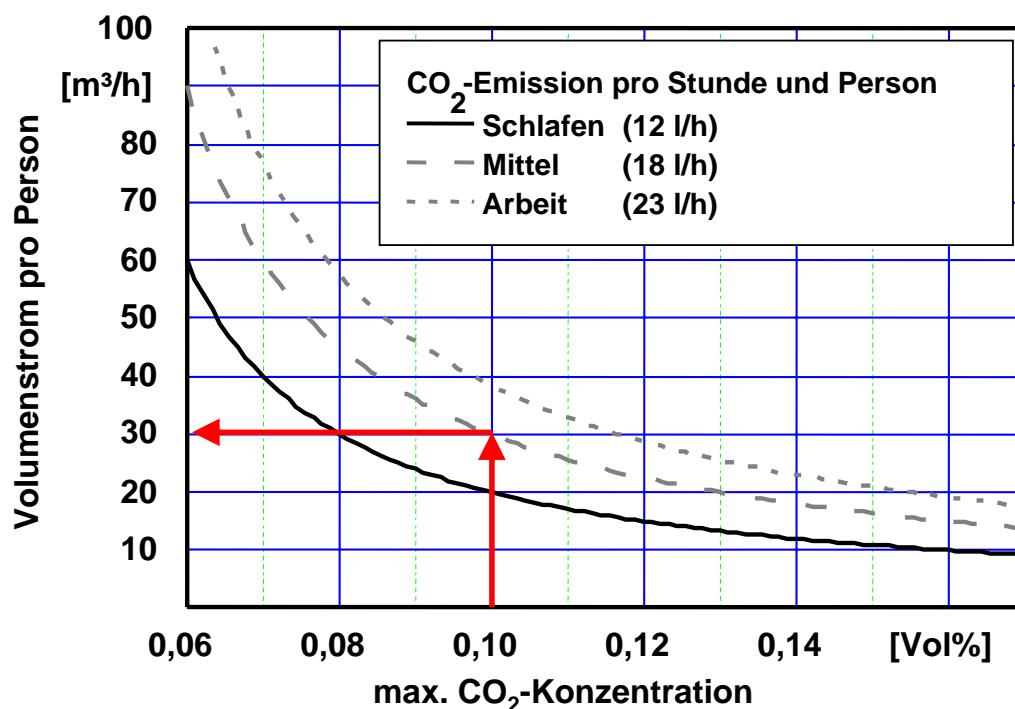
MÜNCHEN.

LITERARISCH-ARTISTISCHE ANSTALT

DER J. G. GOTTA'SCHEN BUCHHANDLUNG.

1858.

Luftqualität Luftwechsel und CO₂-Konzentration



3742 MAL AUSGEATMET, 1 LITER TEEWASSER
 GEKOCHT, BLUMEN GEGÖSSEN, 3 MAL LEICHT
 GENIESST, 2 PAAR SOCKEN GEWASCHEN UND
 1,6 MINUTEN BEIM ZWIEBELSCHÄLEN AUF EINEM
 AUGEN GEWEINT... HMM... NACH MEINEN BE-
 RECHNUNGEN KÖNNTE DAS FENSTER JETZT
 FÜR 4,3 MINUTEN MIT GEGENZUG SO ETWA
 2,5 CM WEIT GEÖFFNET WERDEN...



gefunden in der "Energiedepesche"

Entwurf 1946-6

Hochschule Rosenheim
 University of Applied Sciences



DEUTSCHE NORM

Entwurf

Dezember 2006

DIN 1946-6

DIN

ICS 91.140.30

Entwurf

Einsprüche bis 2007-03-31
 Vorgesehen als Ersatz für
 DIN 1946-6:1998-10 und
 DIN 18017-3:1990-08

Raumluftechnik –

**Teil 6: Lüftung von Wohnungen; Allgemeine Anforderungen,
 Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung,
 Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung**

Einspruchsverhandlung hat stattgefunden –
 mehrere Änderungen sind zu erwarten !



Inhalt

Seite

1	Anwendungsbereich	5
2	Normative Verweisung	5
3	Begriffe	8
4	Allgemeine Anforderungen	13
4.1	Lüftungssysteme	13
4.2	Auswahl eines Lüftungssystems bzw. Entwurf eines Lüftungskonzeptes	15
4.3	Gesamt-Außenluftvolumenströme	16
4.4	Gebäudeeinfluss	22
4.5	Behaglichkeit	23
4.6	Raumluftqualität, Hygiene	23
4.7	Energienutzung, rationeller Energieeinsatz	24
4.8	Schallschutz	26
4.9	Brandschutz	27
4.10	Bauarten von Lüftungssystemen und Leistungs-Kenngrößen	27
5	Bemessung von Lüftungstechnischen Maßnahmen	28
5.1	Luftvolumenströme durch Lüftungstechnische Maßnahmen	28
5.2	Lüftungskomponenten	34
6	Ausführung, Betrieb und Dokumentation	39
6.1	Ausführung	39
6.2	Betrieb einer Lüftungsanlage	44
6.3	Dokumentation	44



7	Kennzeichnung von Lüftungsanlagen (LA) und -geräten (LG)	45
7.1	Kennzeichnung	45
7.2	Beispiel	46
8	Betrieb von Feuerstätten und Lüftungsanlagen bzw. -geräten	46
8.1	Allgemeines	46
8.2	Betrieb von raumluftabhängigen Feuerstätten mit Lüftungsanlagen bzw. -geräten	47
8.3	Betrieb von raumluftunabhängigen Feuerstätten mit Lüftungsanlagen	47
9	Übergabe / Übernahme (Abnahme)	47
9.1	Allgemeines	47
9.2	Einhaltung der Qualität	48
9.3	Vollständigkeitsprüfung	48
9.4	Funktionsprüfung und Funktionsmessungen	48
10	Instandhaltung	49
10.1	Allgemeines	49
10.2	Inspektion	50
Anhang A (informativ) Darstellung und Kennzeichnung der Lüftungssysteme (LS)		52
A.1	Freie Lüftung	52
A.2	Ventilatorgestützte Lüftung	54
Anhang B (normativ) Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster, mit Ventilatoren (abgeleitet aus DIN 18017-3)		58
B.1	Anwendungsbereich	58
Anhang C (normativ) Lüftungskonzept		72
Anhang D (informativ) Inbetriebnahme		73
D.1	Allgemeines	73
D.2	Lüftungstechnische Maßnahmen	73
D.3	Qualitätssicherung	76



◆ Lüftung zum Feuchteschutz:

- **nutzerunabhängige** Lüftung (Minimalbetrieb), die in Abhängigkeit des Wärmeschutzniveaus unter üblichen Feuchtelasten und Raumtemperaturen Schimmelpilz- und Feuchteschäden vermeiden soll.
- entscheidend dafür, ob eine Lüftungstechnische Maßnahme nötig ist oder nicht

◆ Mindestlüftung:

- **nutzerunabhängige** Lüftung, die unter üblichen Feuchte- und Schadstofflasten Mindestanforderungen an die Raumluftqualität erfüllt.



◆ Grundlüftung:

- Notwendige Lüftung zur Gewährleistung des Bautenschutzes sowie der hygienischen und gesundheitlichen Erfordernisse bei planmäßiger Nutzung einer Nutzungseinheit (Normalbetrieb).
- dient u.a. zur Auslegung für den Normalbetrieb von Lüftungssystemen
- bei Anwesenheit z.T. durch Fensterlüftung möglich

◆ Intensivlüftung: Zeitweilig notwendige erhöhte Lüftung zum Abbau von Lastspitzen (Lastbetrieb).



- ◆ Bei allen Lüftungskonzepten sind die Lüftung zum Feuchteschutz und die Mindestlüftung **nutzerunabhängig**, d.h. bei geschlossenen Fenstern, sicherzustellen.
- ◆ Das **öffenbare Fenster** dient demnach zur Grundlüftung und zur Intensivlüftung auch in Verbindung mit ventilatorgestützten Lüftungssystemen.
- ◆ Mit **Zusatzelementen** wird das Fenster auch für die Feuchteschutz- und Mindestlüftung einsetzbar !
- ◆ *Anmerkung: Außerhalb der Heizperiode wird das Fenster das Hauptlüftungselement bleiben, u.a. auch zur Nachtlüftung und Abkühlung.*

Lüftungskonzept



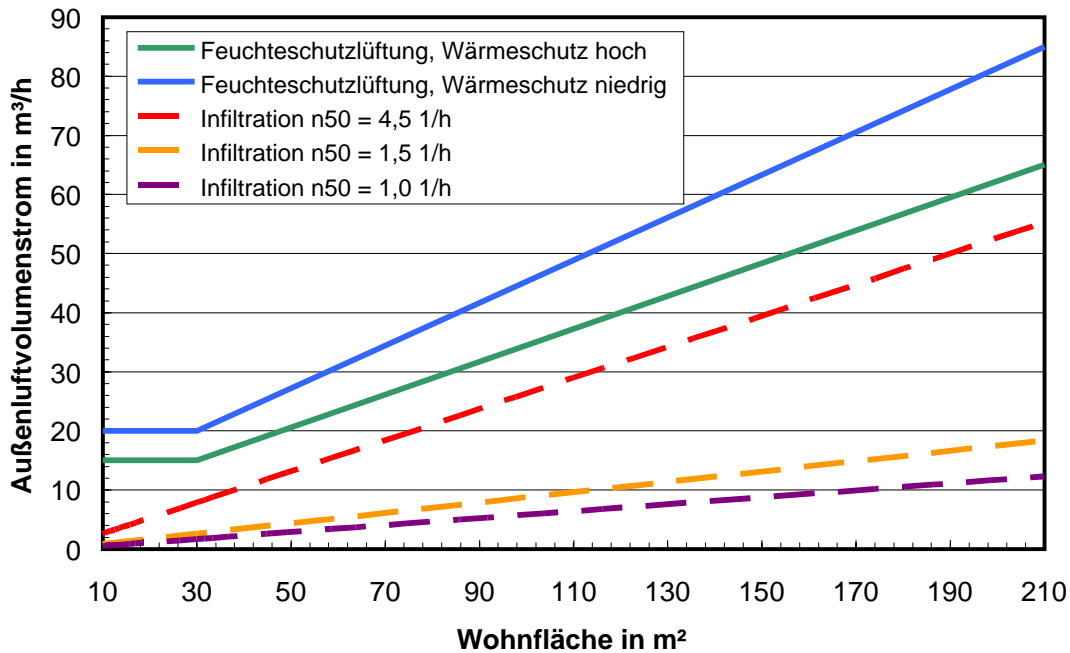
Gebäudedaten
Gebäudetyp, Wärmeschutz,
Dichtheit, Lage etc.

Bemessungs-Luftwechsel $n_{50, \text{Bem}}$ für Neubau und Modernisierung in 1/h		
Kategorie		
A	B	C
1,0 1/h ^{a)}	1,5 1/h ^{b)}	4,5 1/h ^{c)}
<p>a) Nach EnEV stellt $n_{50} = 1,5$ 1/h den zulässigen oberen Grenzwert für die ventilatorgestützte Lüftung (Neubau oder Modernisierung) dar. Der realisierte Wert sollte aus energetischen und funktionalen Gründen niedriger sein. Der angegebene Bemessungs-Luftwechsel von 1,0 1/h gilt für den realisierten Bereich $n_{50} = 0,5$ bis 1,5 1/h.</p> <p>b) Nach EnEV stellt $n_{50} = 3,0$ 1/h den zulässigen oberen Grenzwert für die freie Lüftung (Neubau oder Modernisierung) dar. Der realisierte Wert sollte aus energetischen und funktionalen Gründen deutlich niedriger sein. Der angegebene Bemessungs-Luftwechsel von 1,5 1/h gilt für den realisierten Bereich $n_{50} = 1,0$ bis 3,0 1/h.</p> <p>c) $n_{50} = 4,5$ 1/h beschreibt den mittleren Gebäudebestand, der für die Planung und Ausführung lüftungstechnischer Maßnahmen ungeeignet ist. Der angegebene Bemessungs-Luftwechsel von 4,5 1/h gilt für einen vorhandenen Bereich $n_{50} = 3,0$ bis 6,0 1/h.</p>		

(Hygiene, Energie,
Schallschutz)



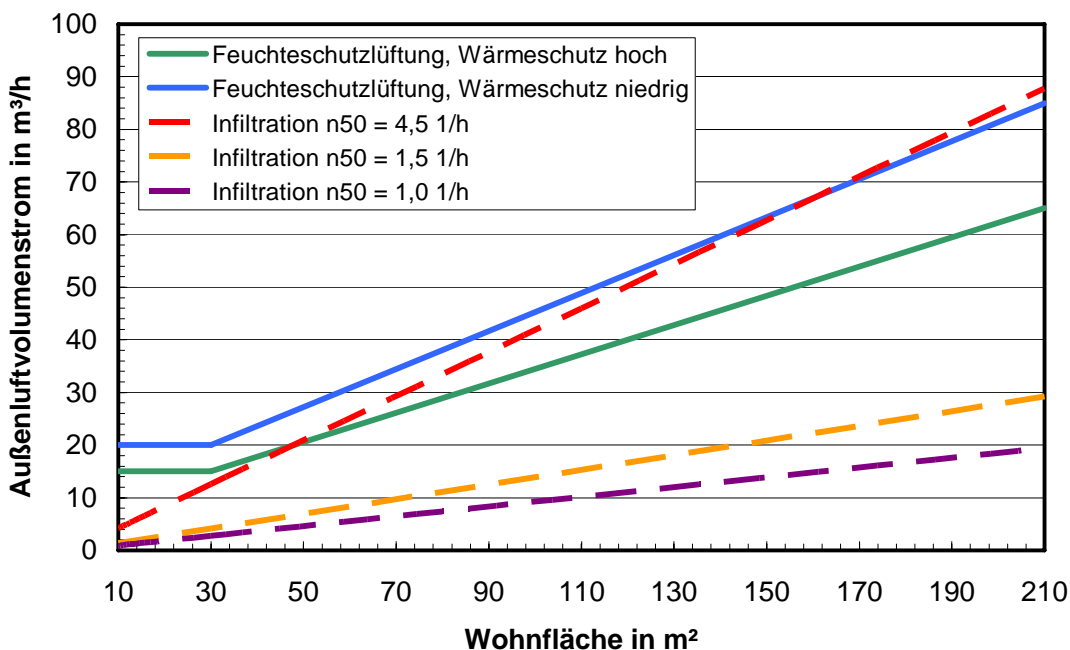
Etagenwohnung, windschwach, Querlüftung



Änderungen in der endgültigen Norm möglich.



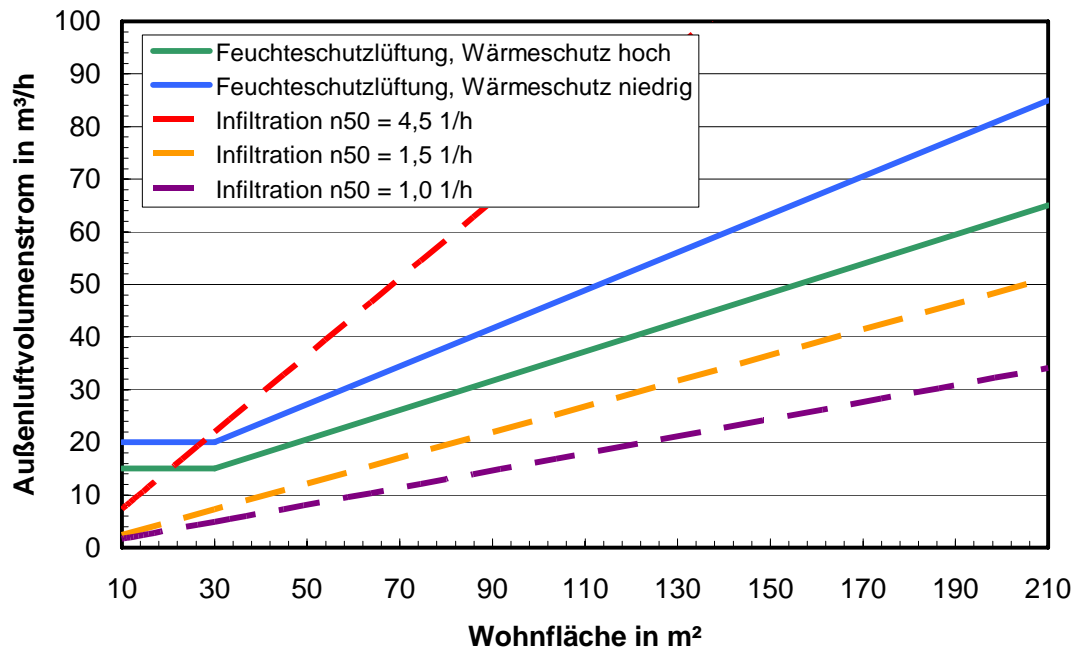
Etagenwohnung, windstark, Querlüftung



Änderungen in der endgültigen Norm möglich.

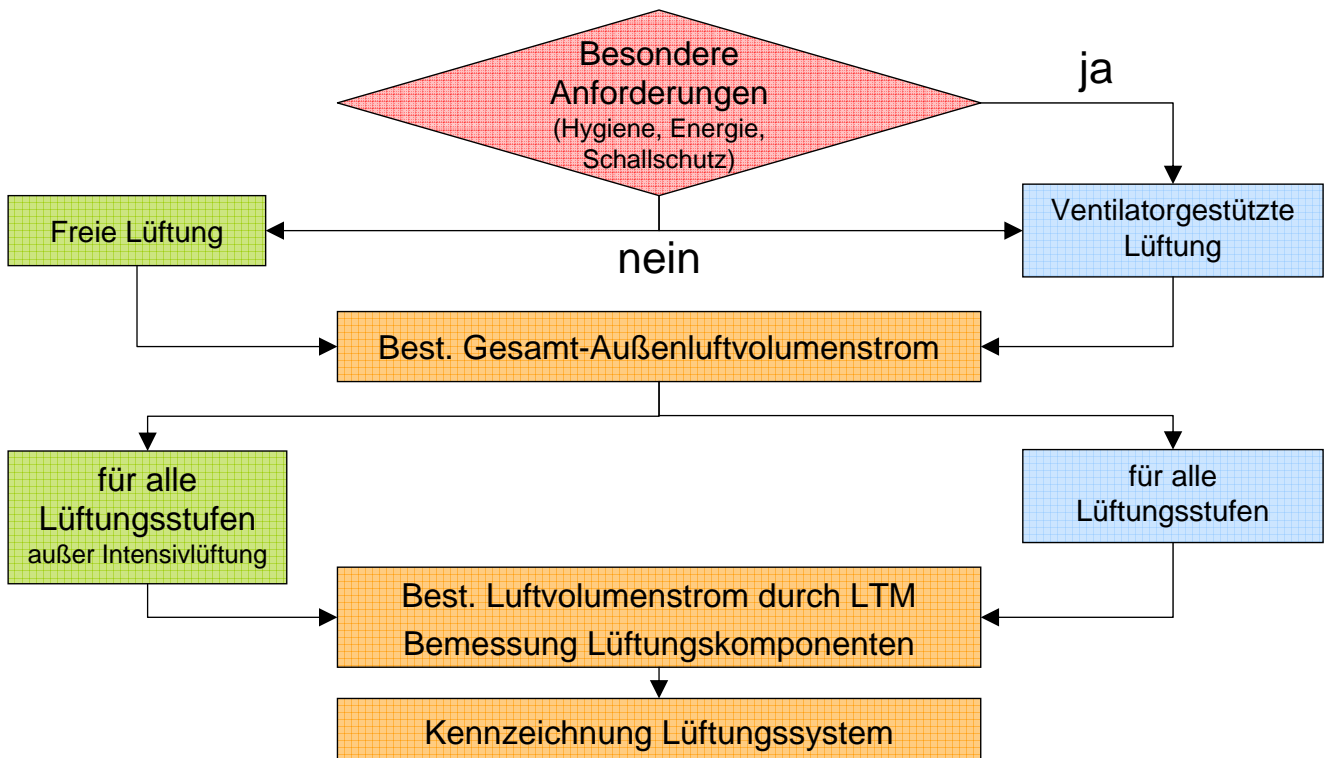


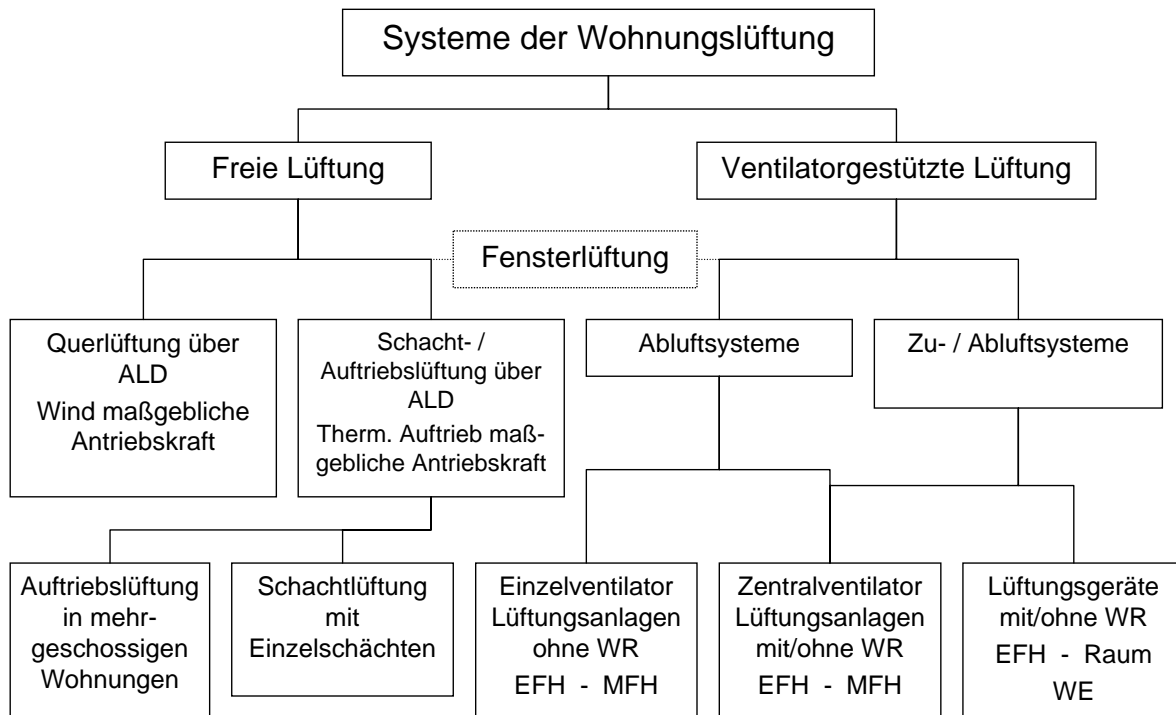
EFH, windschwach, Querlüftung



Änderungen in der endgültigen Norm möglich.

Lüftungskonzept

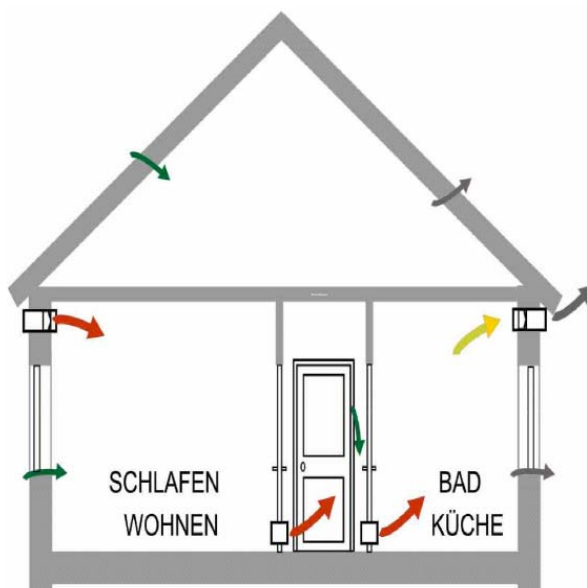




Freie Lüftung mit am Fenster integrierten Außenluftdurchlässen ALD



Wie kann ein Lüftungskonzept aussehen, bei dem das Fenster die wesentliche Rolle spielt ?

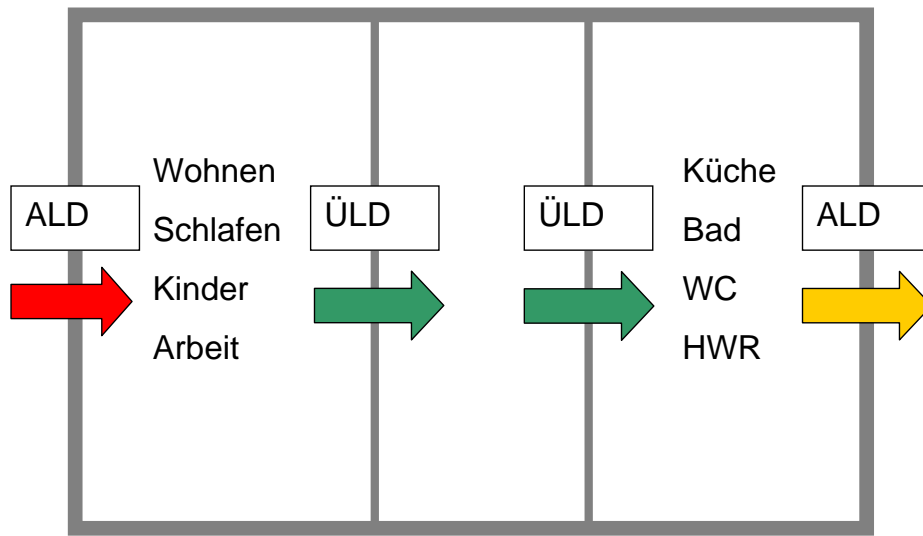


Querlüftung mit Außenluftdurchlässen ALD

- ◆ Antrieb durch Wind oder thermischen Auftrieb bei mehreren Geschossen
- ◆ Auslegung auf Druckdifferenz 2 oder 4 Pa
- ◆ Überströmöffnungen nötig
- ◆ ALD´s müssen auch für Abluft geeignet sein



Wie kann ein Lüftungskonzept aussehen, bei dem das Fenster die wesentliche Rolle spielt ?



Querlüftung mit Außenluftdurchlässen ALD



ift-RICHTLINIE LU-01/1
Juni 2007

Fensterlüfter
Teil 1
Leistungseigenschaften

Ventilation systems for windows
Part 1
Performance characteristics

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich -----
- 2 Begriffe -----
- 3 Leistungseigenschaften -----
- 4 Dokumentation -----
- 5 Klassifizierung -----
- Literatur -----
- Anhang 1:
Bestimmung der Gesamtschalldämmung einer Außenwand mit integriertem Fenster mit Lüftungselement -----

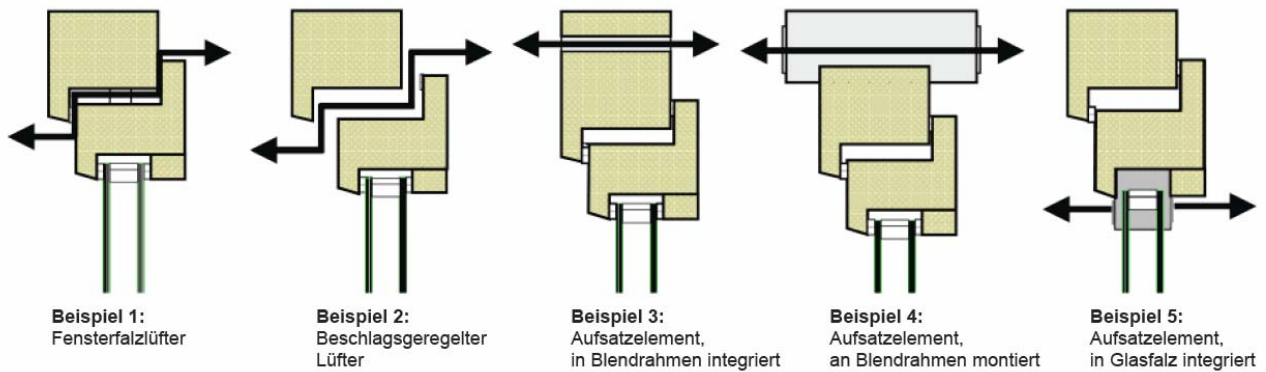


Bild 1 Beispiele für Fensterfalzlüfter und Aufsatzelemente

2.1 Fensterlüfter

Lüftungsgerät oder -element, welches in das Fenster integriert ist oder in direktem Zusammenhang mit dem Fenster steht.

2.2 Lüftungselement

Vorrichtung ohne ventilatorgestützten Antrieb, welche das Durchströmen von Luft ermöglicht.

Beispiel Wohnung mit freier Lüftung



- ◆ Etagenwohnung: 70 m², n₅₀= 3 h⁻¹, Wärmeschutz hoch
- ◆ Lüftungskonzept nötig, da Infiltrationslüftung < Feuchteschutzlüftung
- ◆ Gesamtluftwechsel:

$$q_{v,ges} = q_{v,LTM} + q_{v,Inf,wirk} + q_{v,Fe,wirk}$$

$q_{v,ges}$ Gesamt-Außenluftvolumenstrom

$q_{v,LTM}$ Luftvolumenstrom durch Lüftungstechnische Maßnahmen (frei oder ventilatorgestützt)

$q_{v,Inf,wirk}$ wirksamer Luftvolumenstrom durch Infiltration

$q_{v,Fe,wirk}$ wirksamer Luftvolumenstrom durch aktives Fensteröffnen

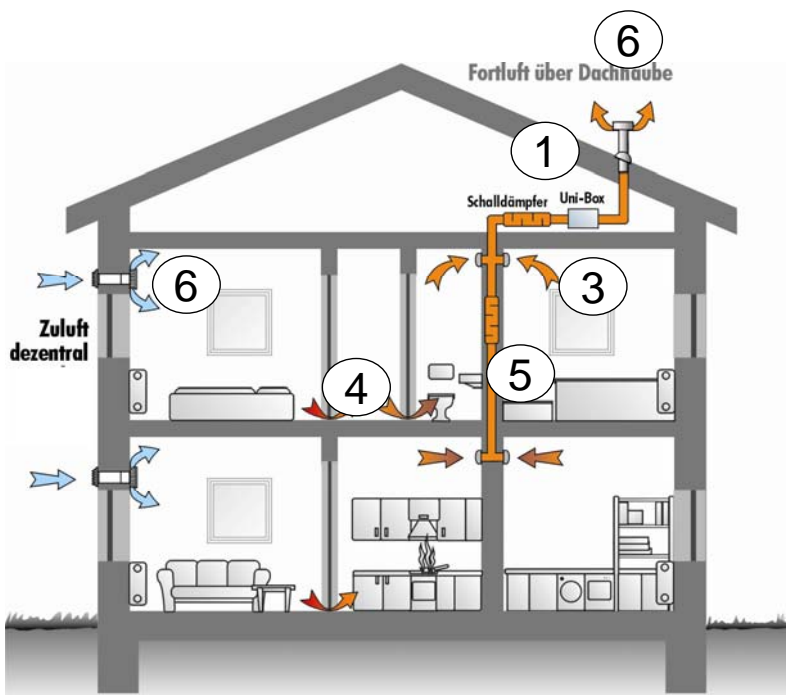
- ◆ ALDs sollen für Grundlüftung mindestens für Mindestlüftung dimensioniert werden (5.2.2)
- ◆ Ermittlung des nötigen Mindestluftwechsels: hier ca. 80 m³/h, d.h. n ≈ 0,45 h⁻¹
- ◆ Über ALDs zu leisten: abzgl. wirksame Infiltration, verbleiben ca. 75 m³/h



- ◆ Aufteilung der Volumenströme auf die einzelnen Räume

	$q_{V,LTM,R}$ in m^3/h
Wohnen	30
Küche	20
WC	20
Flur	-
Schlafen	30
Kind	30
Bad	20
Gesamt	150

Lüftungstechnik - Wohnraumlüftung Abluftanlage mit Nachströmöffnungen



Charakterisierung:

- ◆ Zentral angeordneter Abluftventilatoren
- ◆ Frischluft über Außenluftdurchlässe ALD
- ◆ Kanalnetz für Abluft
- ◆ Überströmöffnungen

Komponenten:

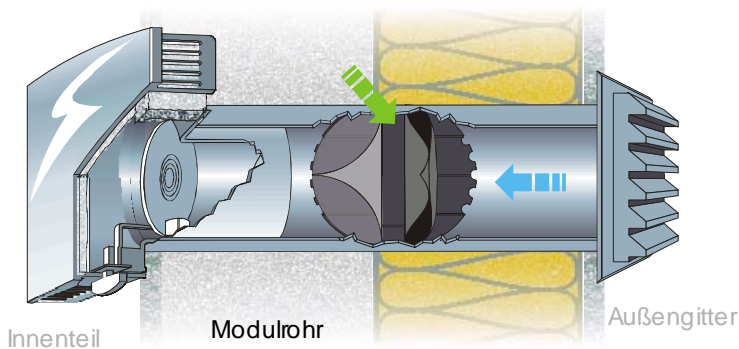
1. Lüftungsgerät
2. Abluftventil
3. Überströmöffnungen
4. Kanalnetz
5. Fortluftauslaß
6. Frischlufteinlaß



Stromaufnahme ca. 10 bis 15 W

Optionale Steuerung über
Raumlufftfeuchte

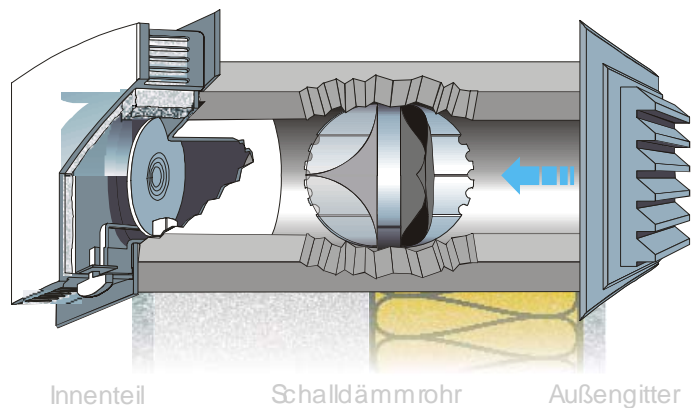
ALD für Wandeinbau

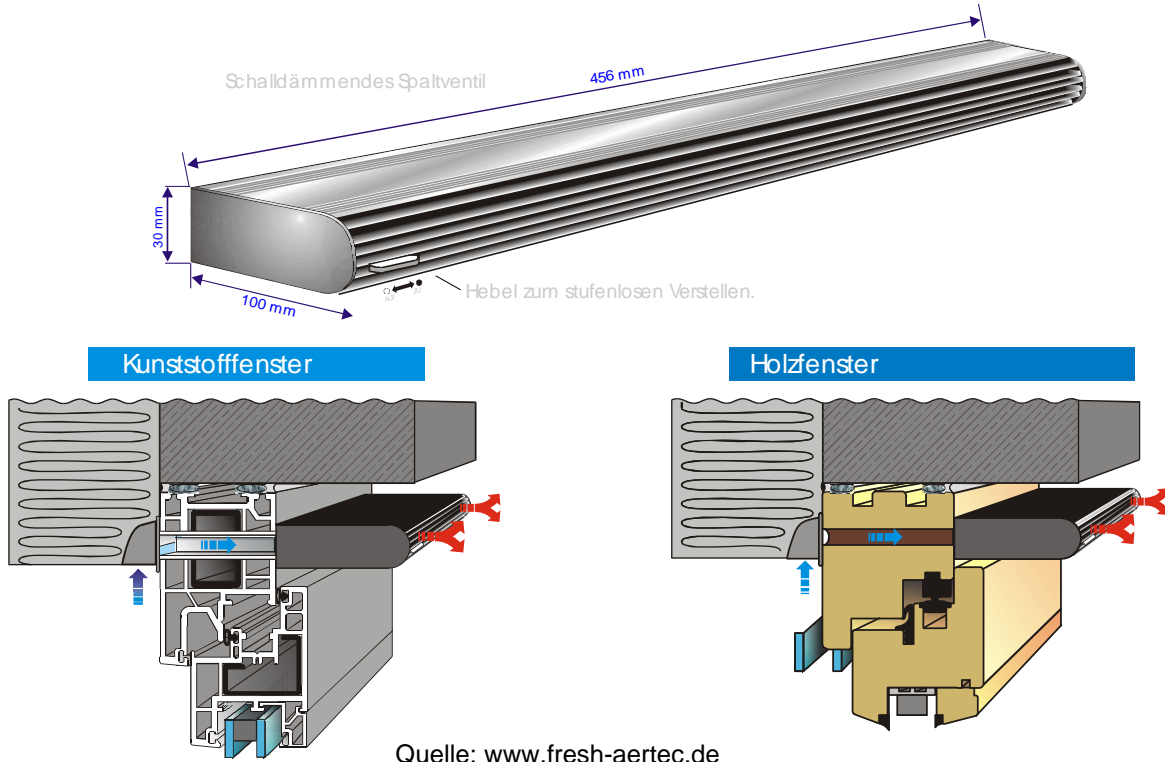


Volumenstrombegrenzung
auf 30 m³/h möglich

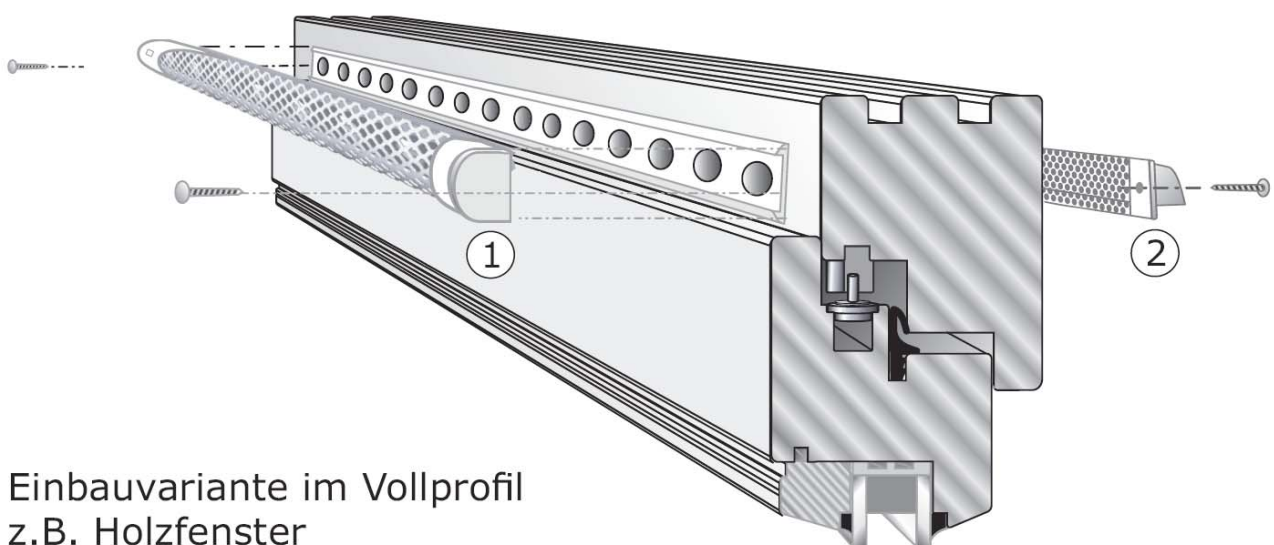
Material: ABS-Kunststoff
Farbe: weiß, ähnlich RAL 9010

mit Schalldämpfer





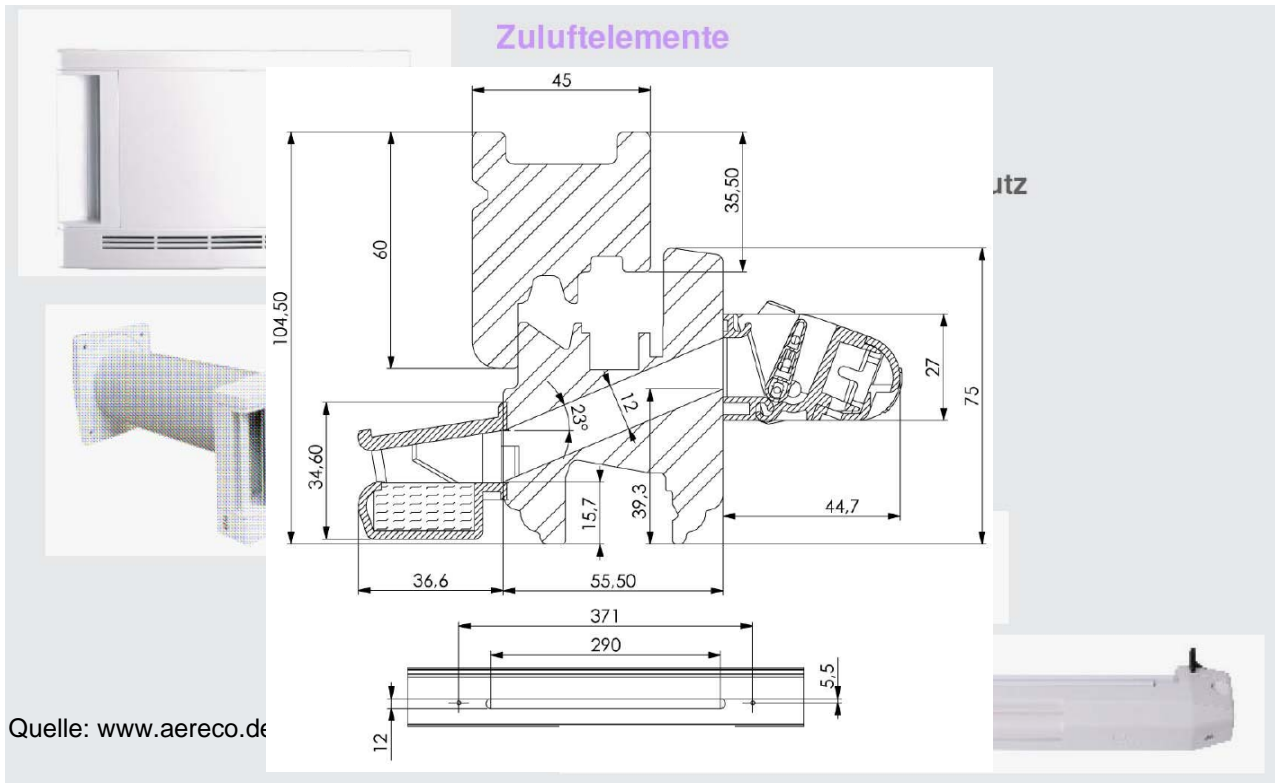
Quelle: www.fresh-aertec.de



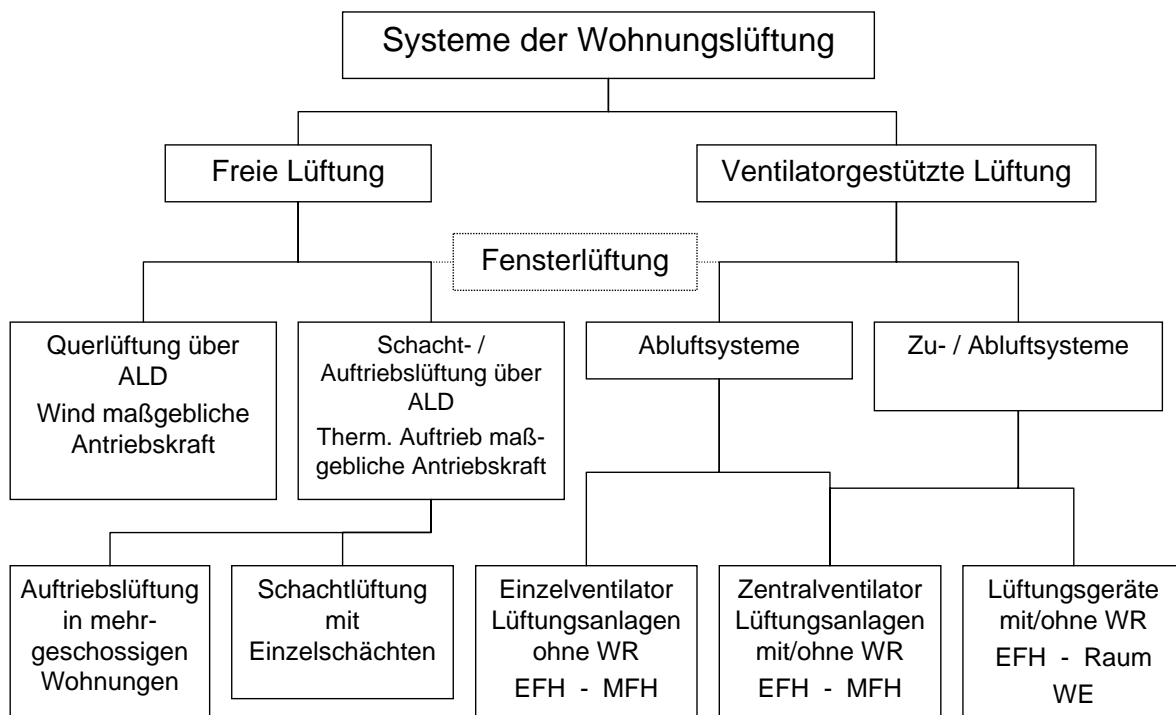
Einbauvariante im Vollprofil
z.B. Holzfenster

Quelle: www.fresh-aertec.de

Fenstereinbau mit thermostatischer Regelung

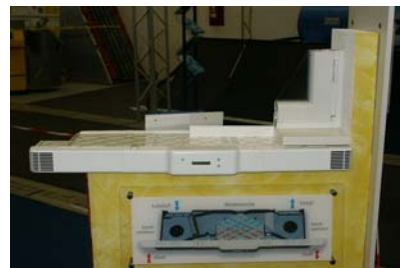
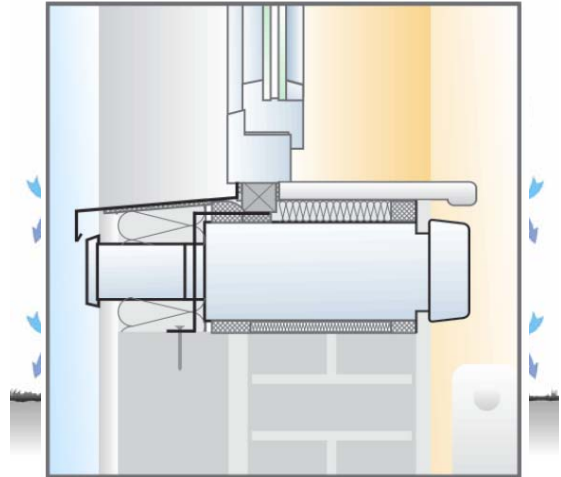


Lüftungssysteme nach E DIN 1946-6



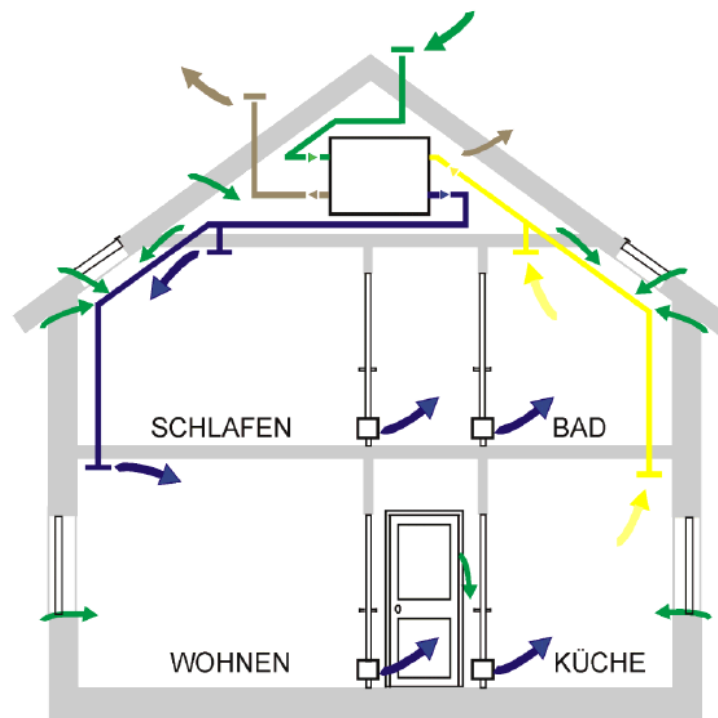


- ◆ Unterschiedliche Systeme mit rekuperativer und regenerativer Wärmerückgewinnung
- ◆ Vorteile
 - keine Leitungssysteme nötig
 - ideal für einzelne Räume, Bereiche
 - raumweise regelbar
- ◆ Nachteile:
 - schlechtere Energieeffizienz
 - ggf. Geräusche
 - Stromanschluss an jedem Element
 - in jedem Raum muss nötiger Luftwechsel über Außenluft aufgebracht werden



www.aerex.de

Ventilatorgestützte Lösung – Zu- Abluftsystem mit WR

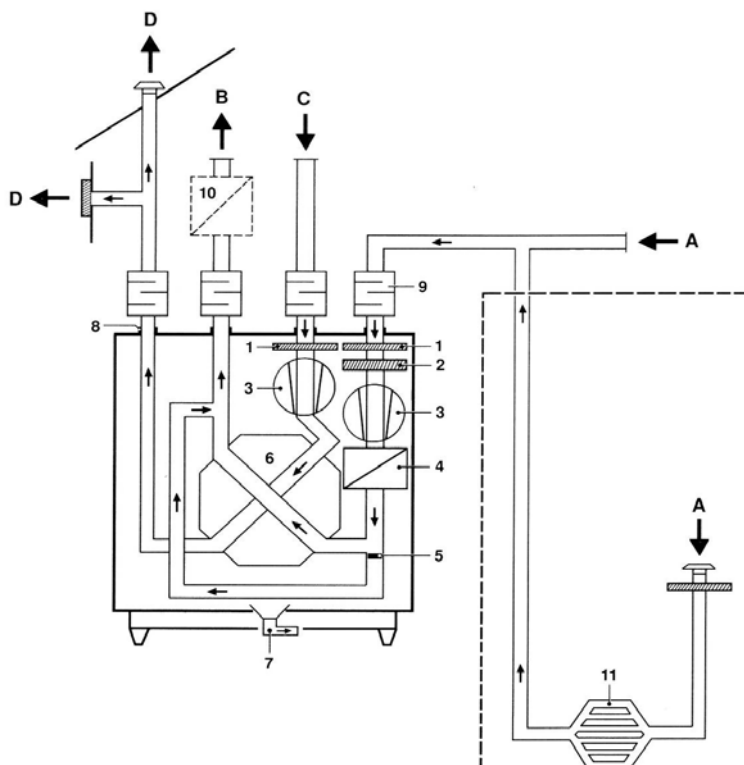




Aerex Haustechnik

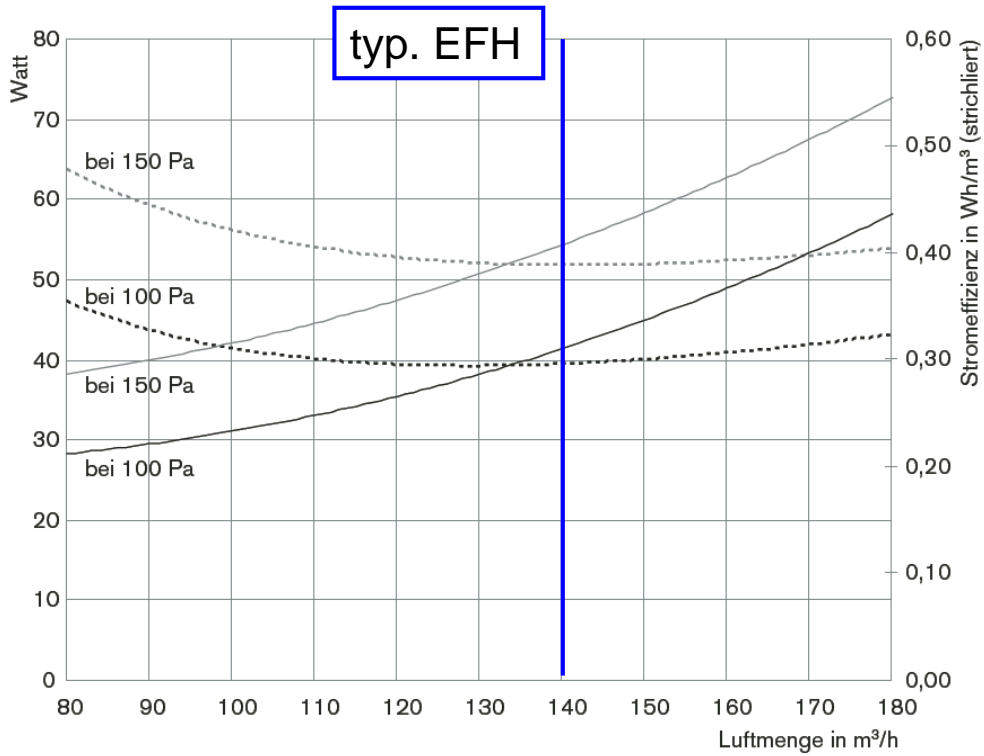
- ◆ Effektiver Wärmebereitstellungsgrad nach PHI 85%
- ◆ Gleichstrommotoren
- ◆ Sommerbypass
- ◆ Zuluftvorheizung
- ◆ Volumenstrombalance
- ◆ Stromeffizienz 0,35 W/(m³/h)

Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung

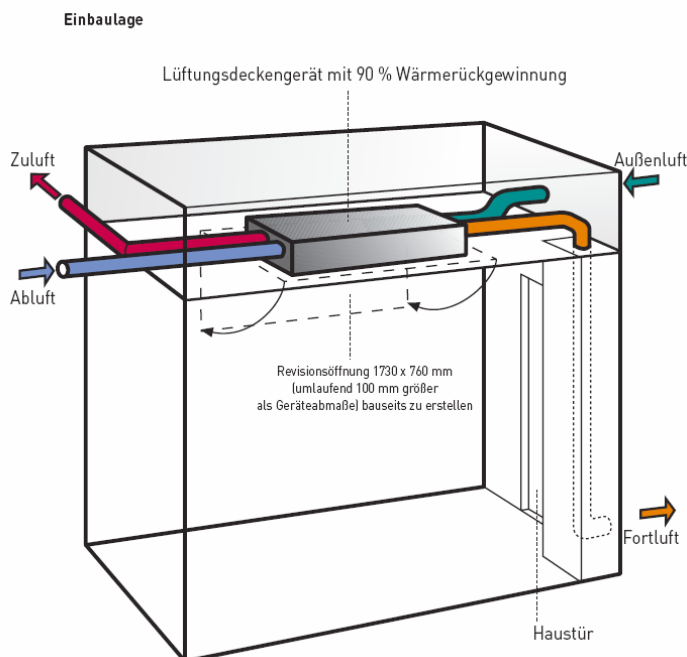


Bestandteile :

- ◆ Grobfilter (1), Feinfilter (2)
- ◆ DC-Ventilatoren (3)
- ◆ Frostschutzheizung (4)
- ◆ Bypassklappe (5)
- ◆ Kreuz-Gegenstromwärmetauscher (6)
- ◆ Kondensatablauf (7)



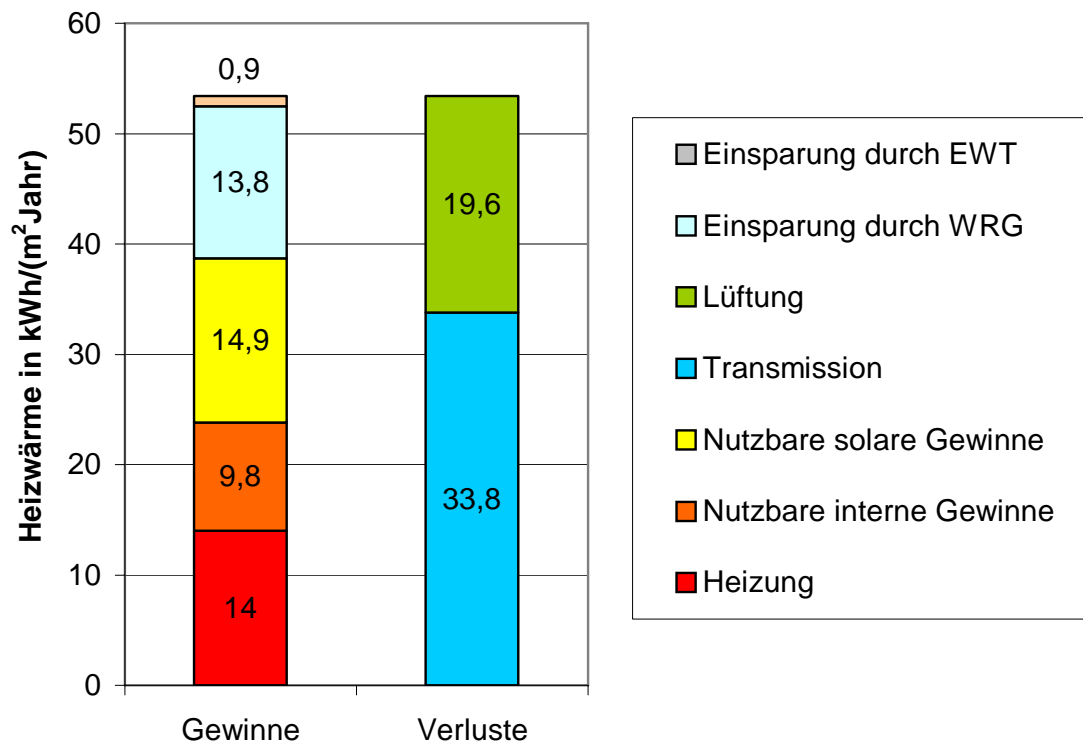
Ventilatorgestützte Lösung – Zu- Abluftsystem mit WR





- ◆ Gebäudedichtheit besser als $n_{50} = 1,0 \text{ h}^{-1}$
- ◆ Effektive Wärmebereitstellungsgrade moderner Lüftungsgeräte mit Kreuz-Gegenstromwärmetauscher liegen bei 80% bis 92%
- ◆ Leistungsaufnahme bei $150 \text{ m}^3/\text{h}$ ca. 50W
- ◆ Energetische Bewertung:
 - im Rahmen der EnEV bzw. 4701 T 10 über die Anlagenaufwandszahl
 - bei Passivhäusern: mit dem Passivhaus Projektierungspaket

Energiebilanz eines Passivhauses





- ◆ Die neue E DIN 1946-6 gibt Entscheidungsgrundlagen
 - ob eine Lüftungstechnische Maßnahme nötig ist,
 - welche Lüftungstechnische Maßnahme sinnvoll ist,
 - wie eine Lüftungstechnische Maßnahme umzusetzen ist.
- ◆ Lüftung zum Feuchteschutz muss unabhängig vom Nutzer gewährleistet sein !
- ◆ Reicht dazu der Infiltrationsluftwechsel nicht aus, ist eine Lüftungstechnische Maßnahme nötig.
- ◆ Öffnbare Fenster können als Ergänzung zur Grund- und Intensivlüftung dienen.
- ◆ Bei freier Lüftung sind meist Außenluftdurchlässe zu projektieren.
 - Dazu liefert die i.f.t. Richtlinie „Fensterlüfter – Teil 1 – Leistungseigenschaften“ die nötigen Prüfkriterien.
- ◆ Verbesserte Energieeffizienz setzt den Einsatz von Wärmerückgewinnung voraus.

i.f.t. Richtlinie Teil 2



- ◆ Erarbeitung von Einsatzempfehlungen für Fensterlüfter
- ◆ Projekt finanziert durch Industriepartner und gefördert durch die Bundesstiftung Umwelt
- ◆ Laufzeit: August 2007 – Dezember 2008
- ◆ Zielsetzung:
 - „Diese Einsatzempfehlungen helfen dem Planer bzw. Bauherren bei
 - der Auswahl des geeigneten und notwendigen Produktes in Bezug auf die spezifischen Anforderungen, ohne einen komplexen Planungsvorgang,
 - dem gesamtheitlichen Vergleich von Produkten bzw. Produktlösungen.“



Vierte Frage. In welchen Fällen wird eine künstliche Ventilation nothwendig?

spruch nehmen. Auf die im Vorhergehenden entwickelten Thatsachen und Schlüsse gestützt, kann man annehmen, dass in allen Fällen, wo trotz der natürlichen Ventilation der Kohlensäuregehalt der Luft des bewohnten Raumes in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen auf 1 pro mille steigt, die künstliche Ventilation an ihrem Platze sey. — Zur natürlichen Ventilation rechne ich nicht bloss den Luftwechsel, der zur kälteren Jahreszeit in geheizten Zimmern bei geschlossenen Fenstern und Thüren vor sich geht, sondern auch jenen, welcher zur wärmeren Jahreszeit in ungeheizten Zimmern und bei nach Bedürfniss geöffneten Fenstern Statt hat. — Wenn wir mithin als Grenze



öffneten Fenstern Statt hat. — Wenn wir mithin als Grenze zwischen guter und schlechter Luft 1 pro mille Kohlensäure festhalten, so drängt sich uns die Befürchtung auf, dass wir in den Wohnungen, namentlich in den stark bevölkerten, sehr häufig schlechte Luft antreffen werden, und dass wir der künstlichen Ventilation eine kaum zu realisirende Ausdehnung zu geben hätten. Ich halte diese Befürchtungen in jeder Beziehung für sehr begründet, aber wenn wir auch vorläufig noch vor der Lösung der ganzen Aufgabe in vielen einzelnen Fällen zurückschrecken, so darf uns das doch nicht hindern, die Wahrheit einzusehen und anzuerkennen, oder nach dem schwer zu erreichenden Ziele zu streben. Es ist