VORTRAGSREIHE GEBÄUDESANIERUNG

Luftdichtheit und Lüftungskonzepte

Referent: Oliver Solcher

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher
Pflügerstrasse 57
12047 Berlin
0172 973 80 16
solcher@waermetauscher.com

Ablauf des Seminars

	Folie Nr.
Luftdichtheitskonzept	3
Lüftungsnotwendigkeit	12
Lüftungskonzept der DIN 1946-6	23
Wohnungslüftung im energetischen Nachweis	43
Systeme und Bauteile zur Wohnungslüftung	46

Luftdichtheitskonzept

Anforderungen an das Luftdichtheitskonzept

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

EnEV Energieeinsparverordnung

Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass die **wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig** entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist.

DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

Die Außenbauteile müssen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik luftdicht ausgeführt werden. **Eine dauerhafte Abdichtung von Undichtheiten erfolgt nach DIN 4108-7**.

DIN 4108-3 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung

Wände und Dächer müssen luftdicht sein, um eine Durchströmung und Mitführung von Raumluftfeuchte, die zu Tauwasserbildung in der Konstruktion führen kann, zu unterbinden. **Auf die Luftdichtheit von Anschlüssen und Durchdringungen (z.B. Wand/Dach, Schornstein/Dach) sowie bei Installationen (z. B. Steckdosen) ist besonders zu achten**.

Ziel des Luftdichtheitskonzepts

DIN 4108-7 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Luftdichtheit von Gebäuden

Die Luftdichtheitsschicht ist sorgfältig zu **planen**, **auszuschreiben** und **auszuführen**. Die Arbeiten sind zwischen den Beteiligten am Bau zu **koordinieren**…

Die **Anschlussdetails und Werkstoffe sind im Vorfeld festzulegen** (z.B. mechanische Sicherung). Es ist zu beachten, dass die **Luftdichtheitsschicht** und ihre Anschlüsse während und **nach dem Einbau weder durch Witterungseinflüsse noch durch nachfolgende Arbeiten** (…) **beschädigt werden**.

Baumaterialien dürfen nicht in unnötiger Weise mit zu **hoher Luftfeuchtigkeit** während der Bauphase belastet werden.

Bereits bei der Planung ist die **Anzahl der Durchdringungen gering zu halten**.

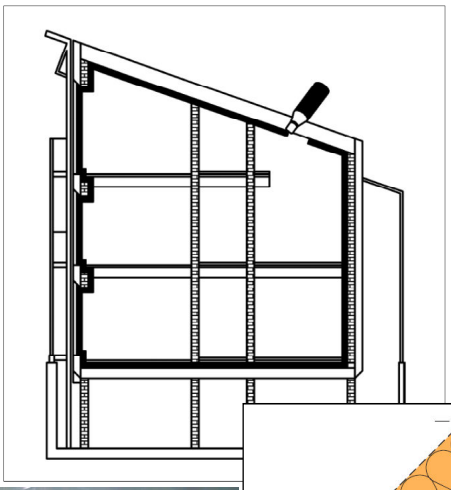
Die Anzahl von **Fugen und Anschlüssen** ist auf das notwendige Maß zu **minimieren**.

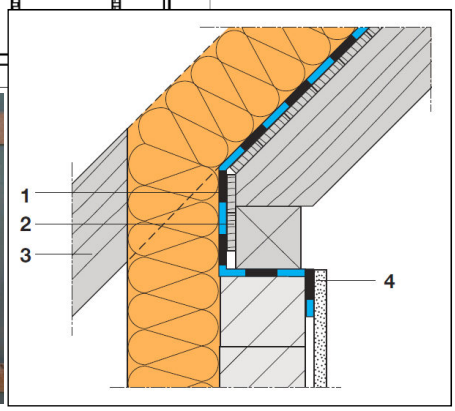
Durchdringungen sind mit geeigneten Anschlusslösungen **zu planen und anzuordnen**.

Umsetzung des Luftdichtheitskonzepts

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

1. Planung der Luftdichtheitsschicht
   - Verlauf
   - Details
   - Materialien
   - Ausführung
2. Ausschreibung der Luftdichtheitsschicht
   - Details
   - Materialien
   - Ausführung
   - Dichtheitsprüfung zur Qualitätssicherung





Umsetzung des Luftdichtheitskonzepts

3. Ausführung der Luftdichtheitsschicht

   Maurer/Putzer, Zimmerer, Fensterbauer, Trockenbauer, Heizungsbauer, Lüftungsbauer, Elektriker etc.

4. Koordinierung der an der Luftdichtheitsschicht Beteiligten

   Maurer/Putzer, Zimmerer, Fensterbauer, Trockenbauer, Heizungsbauer, Lüftungsbauer, Elektriker etc.

   Dichtheitsprüfung zur Qualitätssicherung

Wo treten Leckagen an der Gebäudehülle auf?

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

Bauteilflächen (1)

Verklebungen von Stößen und Überlappungen der Luftdichtheitsschichten (z.B. Folien, Plattenwerkstoffe), unverputzte Mauerwerksflächen (z.B. hinter Vorwandinstallationen, in Höhe des Fußbodenaufbaus)

Übergänge zwischen Bauteilen bzw. Bauteilanschlüssen (2)

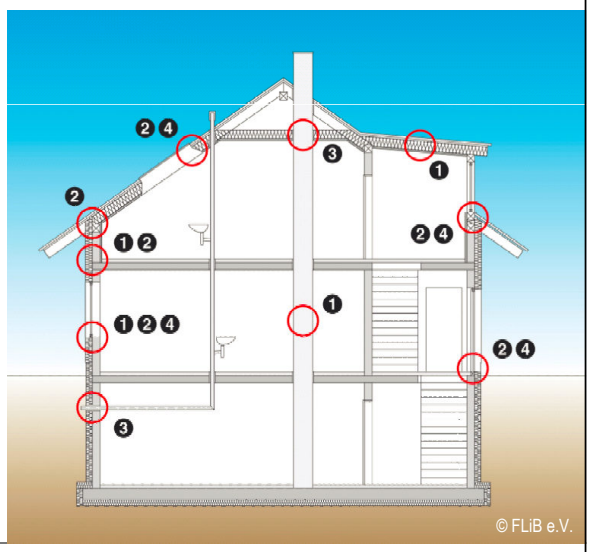
Innen-Außenwandanschlüsse bei Holzkonstruktionen, Einbindungen von Holzbalkendecken in Außenwände, Fußboden-Wandanschlüsse, Anbindungen von Dampfbremsen (hier zugleich Luftdichtheitsschicht) an Massivbauteile und Holzkonstruktionen, Anschlüsse von Fenster, Fensterbänken, Rollladenkästen und Türen

Durchdringungen (3)

sanitäre Rohrleitungen, Kamine, Elektroleitungen, Steckdosen, Schalter, Einbauleuchten, Sparren bei Sichtdachstühlen, Installationsschächte

Funktionsfugen (4)

Schließfugen/Beschläge an Fenstern und Türen, Dachbodentreppen

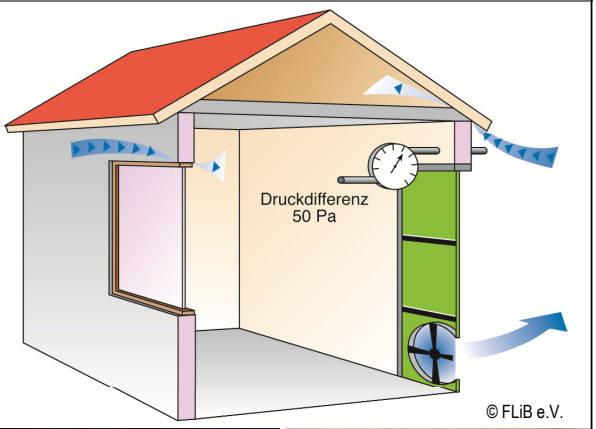


Wie werden die Kennwerte der Infiltration ermittelt?

Luftdurchlässigkeitsprüfung der Gebäudehülle nach DIN EN 13829 als Differenzdruckprüfung

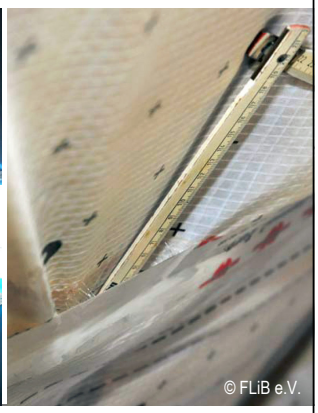
- Ermittlung der Kennwerte: **n_{50}**, **q_{50}**, w_{50}
- Bezogen auf die **Gebäudehülle**
- Dokumentation der **großen Leckagen**
- Eine Aussage, **wo Leckagen** exakt auftreten und wie diese verteilt sind, lässt sich allein aus den Kennwerten **nicht ableiten**
- Bei Anrechnung als Außenluft werden u. U. **kritische Leckagen**, die die Dämmebene durchdringen, **lüftungswirksam**
- <u>Werden die Grenzwerte unterschritten, gilt nach landläufiger Meinung die Prüfung als bestanden</u>

ACHTUNG: Auch bei Einhaltung der Grenzwerte können lokale Fehlstellen nicht ausgeschlossen werden!



© FLiB e.V.

© FLiB e.V.



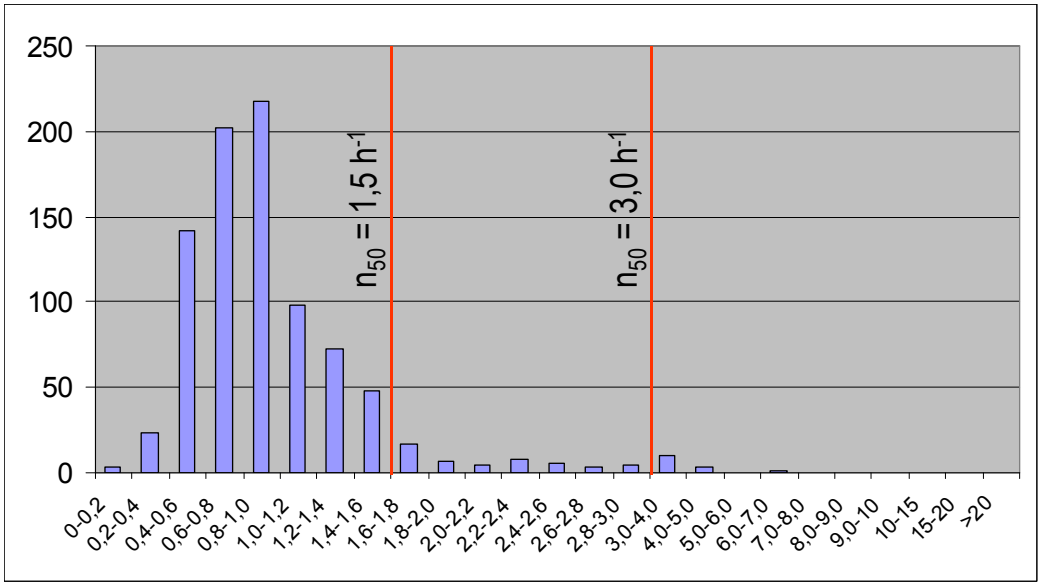
© FLiB e.V.

Datensammlung des FLiB e.V. (Zeitraum 2000 bis 2009) zu n_{50}-Werten

~ 3000 Datensätze

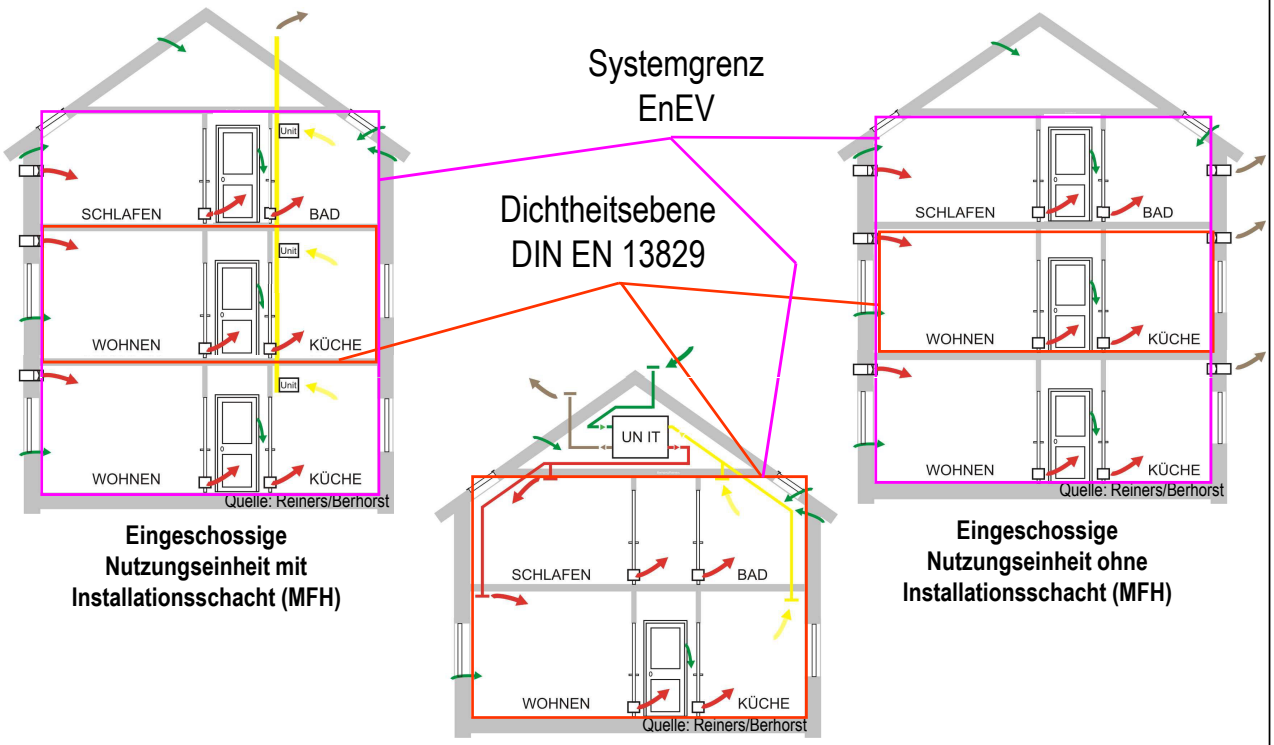
Gebäude ohne RLT (57 %) $n_{50,Mittelwert} = 1{,}6\ h^{-1}$

Gebäude mit RLT (43 %) $n_{50,Mittelwert} = 0{,}98\ h^{-1}$



Daten des Messsystems Minneapolis Blower-Door

Einfluss des Gebäudetyps auf die Ergebnisse der Dichtheitsmessung



Eingeschossige Nutzungseinheit mit Installationsschacht (MFH)

Eingeschossige Nutzungseinheit ohne Installationsschacht (MFH)

Mehrgeschossige Nutzungseinheit (EFH)

Lüftungsnotwendigkeit

Warum lüften Sie?

Warum lüfte ich?

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

„Wenn ich nach hause komme ist mir das dort oft zu **stickig**, ich will frische Luft."

„Nach dem Duschen muss die **Feuchtigkeit** raus."

„Wenn ich **koche**, mache ich (danach) das Fenster auf."

„Ich hab's nachts gern **frisch** und schlafe bei gekipptem Fenster."

„Wenn ich im Winter die Wäsche im Bad aufhänge, kommt es oft zu **Schimmel** in der Fensterlaibung."

„Am morgen **müffelts** immer so im Kinderzimmer."

Die Lüftungsnotwendigkeit besteht also aus folgenden Gründen:

CO_2-Abfuhr

Sauerstoffzufuhr

Gerüche abtransportieren

Feuchtigkeit abtransportieren

Schadstoffe abtransportieren wie

VOC, Radon, Allergieerreger (z.B. Hausstaubmilbe)

Rechtliche Vorgaben zum Lüften

Landesbauordnung Berlin: Thema Lüften

§ 43 Sanitäre Anlagen, Wasserzähler

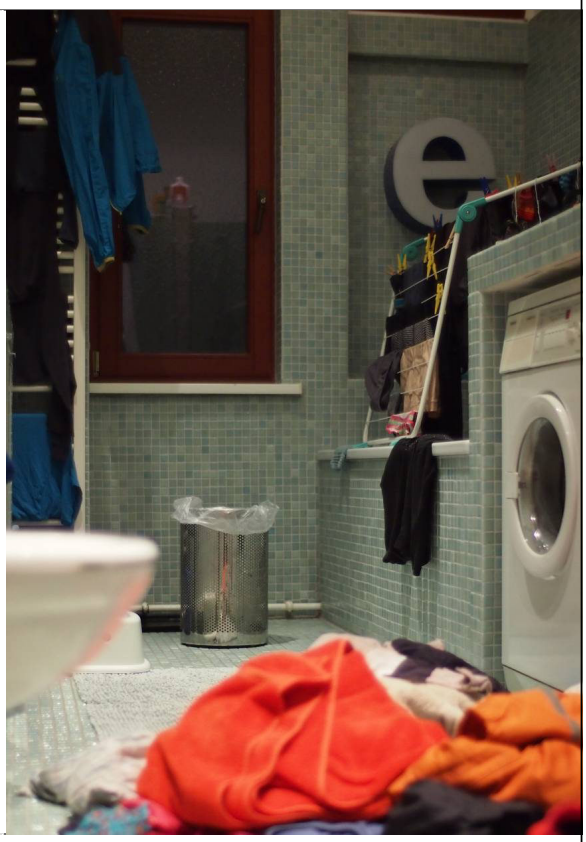
(1) (…) **Fensterlose Bäder** und Toiletten sind nur zulässig, wenn eine **wirksame Lüftung gewährleistet** ist.

§ 48 Aufenthaltsräume

(…) (2) Aufenthaltsräume **müssen ausreichend belüftet** und mit Tageslicht beleuchtet werden können. Sie müssen Fenster mit einem Rohbaumaß der Fensteröffnungen von min. 1/8 der Netto-Grundfläche des Raumes (…) haben.

§ 49 Wohnungen

(1) Jede Wohnung muss eine Küche oder Kochnische haben. **Fensterlose Küchen** oder Kochnischen sind zulässig, wenn eine **wirksame Lüftung gewährleistet** ist.



Rechtliche Vorgaben zum Lüften

Bauaufsichtliche Richtlinie über die Lüftung fensterloser Küchen, Bäder und Toilettenräume in Wohnungen

Bauaufsichtlich eingeführt und deshalb zwingend vorgeschrieben

Fensterlose Küchen müssen nach dieser Richtlinie belüftet werden

DIN 18017-3, Lüftung von Bädern und Toiletten-räumen ohne Außenfenster — Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren

Zitat Bauaufsichtliche Richtlinie: Lüftungs-anlagen nach DIN 18017-3:1990-08 für fensterlose Bäder und Toilettenräume in Wohnungen erfüllen die lüftungstechnischen Anforderungen nach den Abschnitten 2 bis 2.2, wenn die Wohnungen keine fensterlosen Küchen und Kochnischen aufweisen.

Fensterlose Bäder und Toiletten müssen also entweder nach dieser Norm oder nach obiger Richtlinie belüftet werden

Rechtliche Vorgaben zum Lüften

EnEV 2009: Thema Lüften

§6: Dichtheit, Mindestluftwechsel

(1) **Zu errichtende Gebäude sind** so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen **dauerhaft luftundurchlässig** entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Die Fugendurchlässigkeit außen liegender Fenster, Fenstertüren und Dachflächenfenster muss den Anforderungen nach Anlage 4 Nummer 1 genügen. **Wird die Dichtheit nach den Sätzen 1 und 2 überprüft, kann der Nachweis der Luftdichtheit bei der nach § 3 Absatz 3 und § 4 Absatz 3 erforderlichen Berechnung berücksichtigt werden**, wenn die Anforderungen nach Anlage 4 Nummer 2 eingehalten sind.

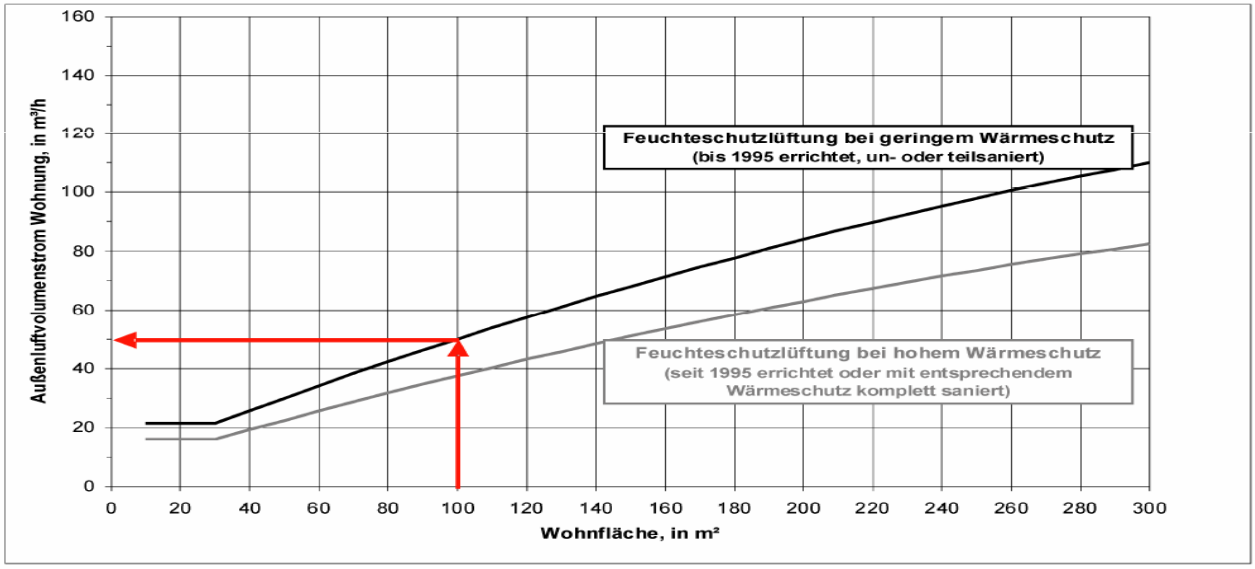
Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung **erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt** ist.

Regeln zum Lüften

DIN Fachbericht 4108-8:2010-09 Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden

6.3.2 Erforderlicher Außenluftvolumenstrom bei kontinuierlicher Lüftung

Anforderungen an die **Lüftung zum Feuchteschutz (orientiert an der Schimmelpilzwachstumsvermeidung)** enthält **DIN 1946-6:2009-05** in Abhängigkeit vom Wärmeschutz und von der Wohnungsgröße (siehe Bild 4).



Studie TU Dresden – Lüftung zum Feuchteschutz DIN 1946-6

Titel: Gewährleistung einer guten Raumluftqualität bei weiterer Senkung der Lüftungswärmeverluste

Autoren: Prof. Dr.-Ing. habil. Richter, Dr.-Ing. Hartmann, Dr.-Ing. Kremonke, Dr.-Ing. Reichelt

Luftwechsel zweckmäßigerweise nicht nach dem Maximum der Schadstoffe

Mindestluftwechsel nach besonders problematischen Schadstoffkonzentrationen:

- Zielsetzung: **Vermeidung von Schimmelpilz**
  - Feuchtelast in allen Wohnungen vorhanden
  - Zwischenspeicherung in Baustoffen
  - Allergien auch an Feuchtigkeit gebunden (Hausstaubmilbe)

Rest nach **lastabhängiger Bedarfslüftung**

Schimmelpilzkriterium:

Oberflächenfeuchtigkeit ≥ 80 % an fünf aufeinander folgenden Tagen für min. 12h/d

Studie TU Dresden – Lüftung zum Feuchteschutz DIN 1946-6

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

<u>Randbedingungen für Feuchtelast je Tag:</u>

Pflanzen
- 15 Stück mit 2 g/h
- Summe 720 g/d

Küche
- Kochen 600 g (1 Langzeitgericht)
- Spülmaschine 100 g
- 15 min Spülen von Hand 75 g
- Summe 775 g/d

Feuchtelast im 3-Personenhaushalt: 5570 g/d

Aber: keine regelmäßige Wäschetrocknung in der Wohnung

Bad
- 2 x Wannenbad je 30 bis 35 min oder
- 2 x Duschen je 9 min Zapfdauer oder
- 1 x Wannenbad 20 min + 2 x Duschen je 6,5 min Zapfdauer
- Summe 800 g/d

Personen
- bei Aktivitätsgrad 1 bis 2 35 g/h, Annahme 50 g/h
- Summe (3 Personenhaushalt, 51 h anwesend) 2550 g/d

Sonstiges
- 1000 cm² freie Wasseroberfläche o. regennasse Kleidung
- Summe 700 g/d

Studie TU Dresden – Lüftung zum Feuchteschutz DIN 1946-6

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

© Prof. Dr.-Ing. habil. Richter, et.al.

Studie TU Dresden

Raumbezogene Außenluftvolumenströme zur Vermeidung von Schimmelpilzschäden an der Innenseite der Außenwände		
Raum	Neubau	Sanierung
WZ	10 m³/h	18 m³/h
SZ	10 m³/h	18 m³/h
KiZ	10 m³/h	18 m³/h
Küche	5 m³/h	8 m³/h
Bad	8 m³/h	12 m³/h

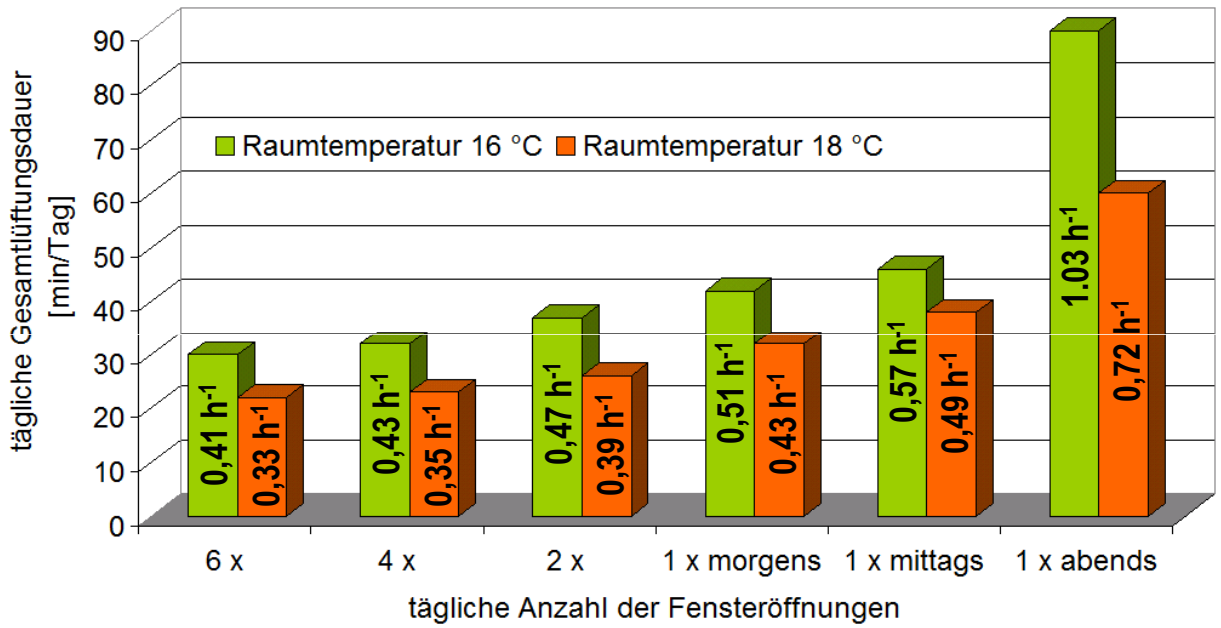
DIN 1946-6

Außenluftvolumenstrom einzelner Räume bei freier Lüftung in m³/h								
	Küche	Bad	WC	Gäste	Wohnen	Essen	Schlafen	Kinder
Lüftung zum Feuchteschutz, Wärmeschutz gering, $FL_{g,R}$	15	15	15	15	20	20	20	20
Lüftung zum Feuchteschutz, Wärmeschutz hoch, $FL_{h,R}$	10	10	10	10	15	15	15	15

Studie TU Dresden – Notwendige Lüftungsdauer

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

© Prof. Dr.-Ing. habil. Richter, et.al.



Beispiel: Stosslüftung im Schlafzimmer, Neubau, MFH, Winterfall

Lüftungskonzept der DIN 1946-6

DIN 1946-6 Lüftung von Wohnungen

Lüftungs-Betriebsstufen der DIN 1946-6	NE 60 m², Wärmeschutz gering / hoch:
Lüftung zum Feuchteschutz FL notwendige Lüftung zur Gewährleistung des Bautenschutzes (Feuchte) unter üblichen Nutzungsbedingungen bei teilweise reduzierten Feuchtelasten. **Unterscheidung in Wärmeschutz gering und hoch** (Gebäude entspricht mindestens WSchV 95) Z.B. zeitweilige Abwesenheit der Nutzer u. kein Wäschetrocknen in der NE	34 / 25 m³/h 0,23 / 0,17 h^{-1}
Reduzierte Lüftung RL notwendige Lüftung zur Gewährleistung der hygienischen Mindestanforderungen sowie des Bautenschutzes (Feuchte) unter üblichen Nutzungsbedingungen bei teilweise reduzierten Feuchte- und Stofflasten Z.B. infolge zeitweiliger Abwesenheit von Nutzern	59 m³/h 0,37 h^{-1}
Nennlüftung NL notwendige Lüftung zur Gewährleistung der hygienischen Anforderungen sowie des Bautenschutzes bei Anwesenheit der Nutzer (Normalbetrieb)	85 m³/h 0,57 h^{-1}
Intensivlüftung IL zeitweilig notwendige Lüftung mit erhöhtem Luftvolumenstrom zum Abbau von Lastspitzen (Lastbetrieb)	110 m³/h 0,73 h^{-1}

DIN 1946-6 Lüftung von Wohnungen

Die zeitliche Mittelung der definierten Lüftungsstufen entspricht über den Bilanzzeitraum dem nach EnEV § 6 definierten, zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindestluftwechsel

Lüftungskonzept der DIN 1946-6 Teil 1

Sind lüftungstechnische Maßnahmen notwendig?

1. Sind gefangene Abluftträume vorhanden? → Bauaufsichtliche Richtlinie DIN 18017-3

2. Ist eine **nutzerunabhängige** Lüftung zum Feuchteschutz gewährleistet?
ACHTUNG: Fenster sind geschlossen

→ Soll-Außenluftvolumenstrom für die Lüftung zum Feuchteschutz **FL**

– Ist-Außenluftvolumenstrom durch Infiltration $q_{v,Inf,wirk,Quer}$

≤ 0	**> 0**
lüftungstechnische Maßnahmen **LtM nicht erforderlich**	lüftungstechnische Maßnahmen **LtM erforderlich**

3. Liegen besondere Anforderungen für diese Nutzeinheit vor?
Hygiene, Energie, Schallschutz

→ Besondere Anforderungen können LtM notwendig machen, da sie mit Fensteröffnen nicht einhaltbar sind.

Lüftungskonzept der DIN 1946-6, Teil 2

Auswahl und Festlegung eines geeigneten Lüftungssystems für eine Nutzungseinheit und seine einzelnen Räume

1. Berechnung des notwendigen Außenluftvolumenstroms bezogen auf die Nutzungseinheit
2. Berechnung der notwendigen Außen- und Abluftvolumenströme aller Zu- und Ablufträume
3. Auswahl des vom Lüftungssystem nutzerunabhängig zu erbringenden Außenluftvolumenstrom $q_{v,ges}$: Lüftung zum Feuchteschutz, reduzierte Lüftung, Nenn- oder Intensivlüftung
4. Auswahl des nutzerunabhängigen Lüftungssystems: Freie oder ventilatorgestützte Lüftung
5. Berechnung des Gesamtvolumenstroms des Lüftungssystems: $q_{v,LTM} = q_{v,ges}$ - Infiltrationsvolumenstrom
6. Berechnung der raumweisen Zu- und Abluftvolumenströme $q_{v,LTM,R}$
6. Auswahl der geeigneten Komponenten und Geräte

Auslegung von lüftungstechnischen Maßnahmen LTM nach DIN 1946-6

Lüftungssystem		Mindestauslegungs-außenluftvolumenstrom
Freie Lüftung	Querlüftung (Feuchteschutz)	Lüftung zum Feuchteschutz
	Querlüftung	Reduzierte Lüftung
	Schachtlüftung	Reduzierte Lüftung
Ventilator-gestützte Lüftung	Abluftsystem	Nennlüftung
	Zuluftsystem	Nennlüftung
	Zu-/Abluftsystem	Nennlüftung

Auslegung ventilatorgestützter Lüftung nur nach Nennlüftung

EnEV 2009, Anlage 1 Anforderungen an Wohngebäude

2.7 Anrechnung mechanisch betriebener Lüftungsanlagen

Im Rahmen der Berechnung nach Nr. 2 ist bei mechanischen Lüftungsanlagen die Anrechnung der Wärmerückgewinnung oder einer regelungstechnisch verminderten Luftwechselrate nur zulässig, wenn

a) die Dichtheit des Gebäudes nach Anlage 4 Nr. 2 nachgewiesen wird und

b) der mit Hilfe der Anlage erreichte Luftwechsel § 6 Absatz 2 (Mindestluftwechsel) genügt.

Das heißt:

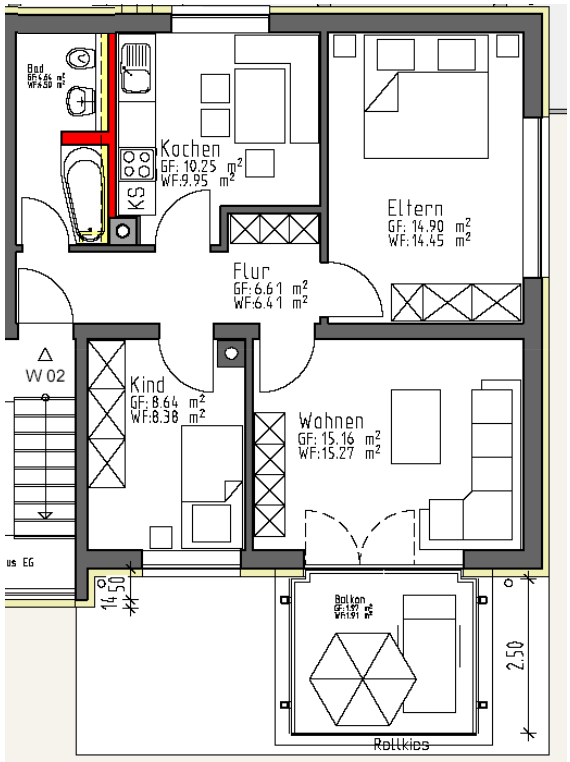
Da nur die Nennlüftung NL die hygienischen Aspekte erfüllt, ist eine Auslegung nach der Lüftung zum Feuchteschutz FL oder reduzierten Lüftung RL im Rahmen eines wirksamen nutzerunabhängigen **Wohnungslüftungssystems** nicht möglich.

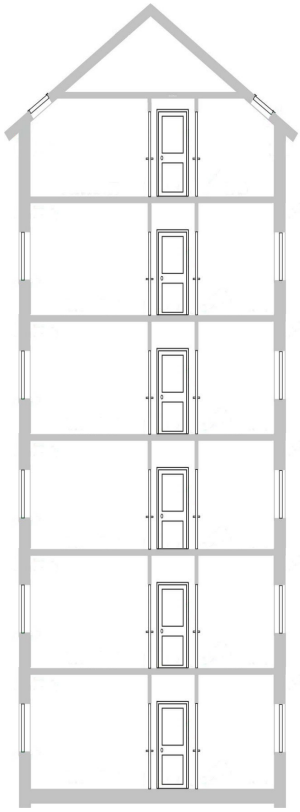
Lüftungssysteme

Freie Lüftung über manuelle Fensterlüftung	Freie Lüftung über Außenluftdurchlässe			Ventilatorgestützte Lüftung		
	Quer-lüftung (Feuchte-schutz)	Quer-lüftung	Schacht-lüftung	Abluft-systeme	Zuluft-systeme	Zu-/Abluft-systeme
Antriebskräfte						
Wind, Auftrieb	Wind		Wind, Auftrieb	Pressung der Ventilatoren		

Beispiel: Modernisierung einer eingeschossigen NE im MFH

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

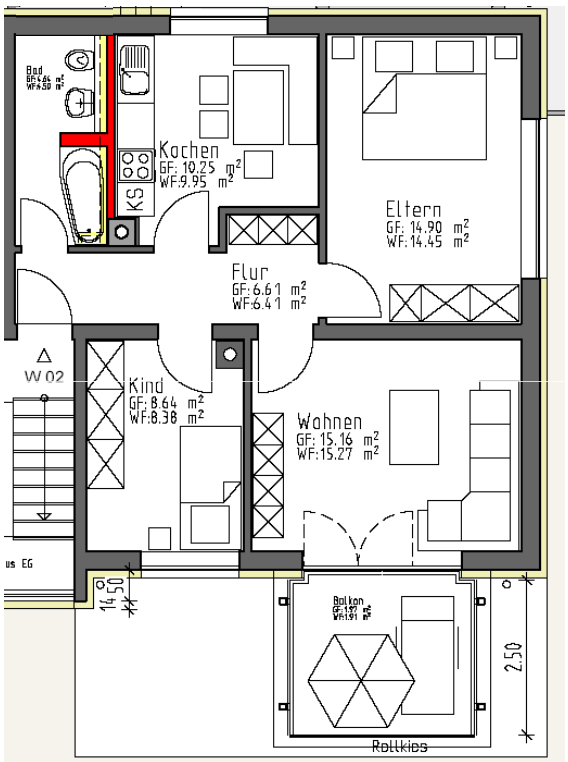




Rahmenbedingungen der Nutzungseinheit

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

Ablufträume:	
Küche	10 m²
Bad, fensterlos	5 m²
Zulufträume:	
Elternschlafzimmer	15 m²
Kinderzimmer	10 m²
Wohnzimmer	15 m²
Überströmraum:	
Flur	5 m²
$A_{belüftet}$	60 m²
h	2,5 m
$V_{belüftet}$	150 m³
n_{50}	1,0 1/h
Gebäudelage	windschwach
Windschutzklasse	normal



keine weiteren Anforderungen an die Nutzungseinheit

1. Abfrage der innen liegenden Abluftträume

Das gefangene Bad muss entsprechend der **DIN 18017-3** belüftet werden:

Mindest-Abluftvolumenströme nach DIN 18017-3*)		
15 m³/h	40 m³/h	60 m³/h
-	-	*Bei Belegung **)* + *15 Min. Nachlauf*
24 h/Tag oder 360 m³/Tag, Intervall 1 h	**-**	**Bei Belegung**
	12 h/Tag + 12 h/Tag 50 %	
24 h/Tag ***)		

*) Für innen liegende Bäder, Kochnischen und Küchen mit Fenstern (Für WC 50% dieser Volumenströme)

**) Nur für Bäder und WC, Wärmeschutz mindestens entsprechend der WSVO 95 und keine Wäschetrocknung in der NE

***) Bedarfsgeführte Entlüftungsanlagen mit geeignetem Raumluftsensor

2. Feststellung der Mindestwerte der Gesamt-Außenluftvolumenströme

Nennlüftung $q_{v,ges,NE,NL} = -0{,}001 \cdot A_{NE}^2 + 1{,}15 \cdot A_{NE} + 20$

Mindestaußenluftvolumenstrom bezogen auf die Wohnfläche in m³/h				
Fläche der Nutzungseinheit	m²	60	80	120
Lüftung zum Feuchteschutz Wärmeschutz hoch	m³/h	**25**	31	43
	1/h	**0,17**	0,15	0,14
Lüftung zum Feuchteschutz Wärmeschutz gering	m³/h	34	42	58
	1/h	0,23	0,21	0,19
Reduzierte Lüftung	m³/h	59	73	101
	1/h	0,37	0,36	0,34
Nennlüftung	m³/h	85	105	145
	1/h	0,57	0,52	0,48
Intensivlüftung	m³/h	110	136	188
	1/h	0,73	0,68	0,63

Faktor: 0,3 / 0,4 / 0,7 / 1,3

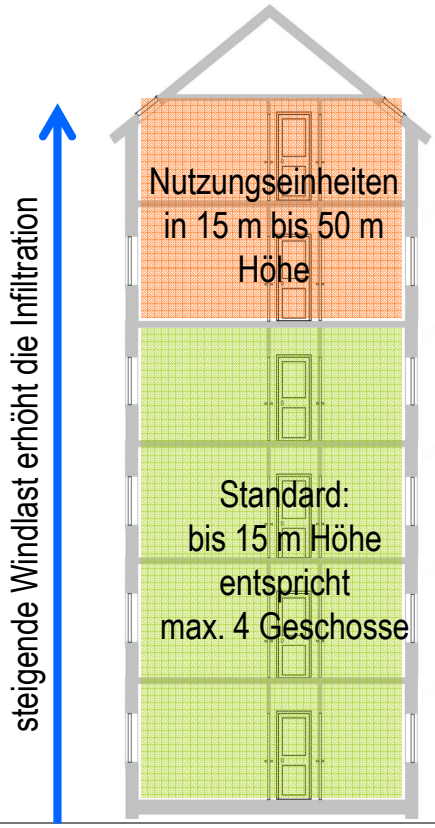
3. Abfrage des Infiltrationsvolumenstroms ohne LtM

$$q_{v,Inf,wirk} = f_{wirk,Komp} \cdot A_{NE} \cdot 2{,}5 \cdot \boxed{n_{50}} \left(\frac{f_{wirk,Lage} \cdot \Delta p}{50} \right)^n$$

<u>Infiltrationsbetrachtung bei Querlüftung</u>

Einfluss auf die wirksame Infiltration haben:

- Gebäudedichtheit
- Höhe der Nutzungseinheit
- Lage der Nutzungseinheit



4. Feststellung ob lüftungstechnische Maßnahmen LtM notwendig sind

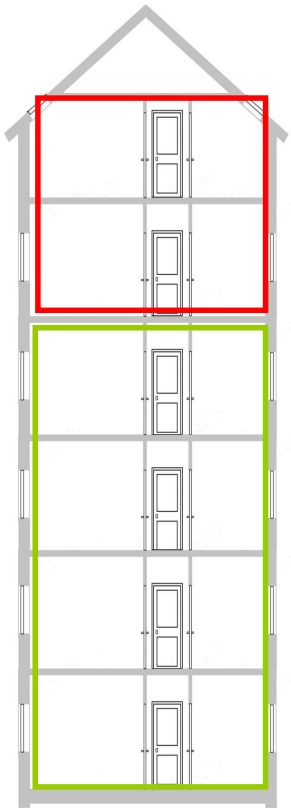
Infiltrationsvolumenstrom im Vergleich mit der Lüfung zum Feuchteschutz:

Infiltrationsvolumenstrom
5. und 6. Geschoss: 13 m³/h
Lüftung zum Feuchteschutz: 25 m³/h

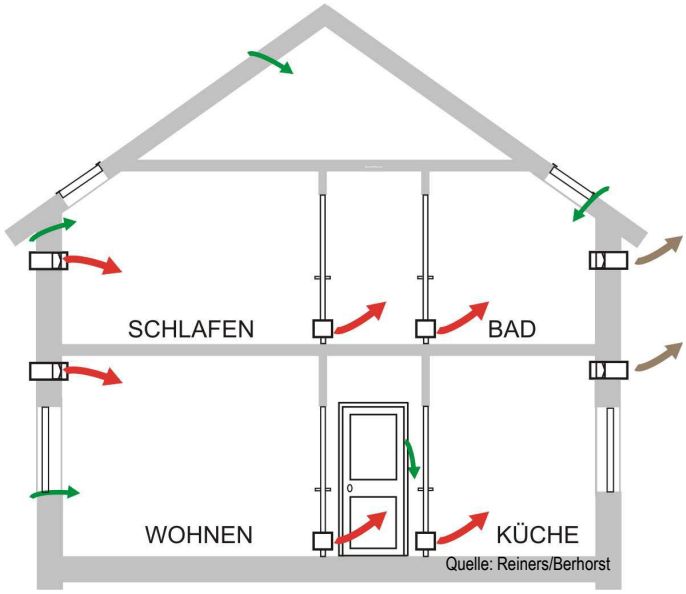
LtM sind nach DIN 1946-6 notwendig

Infiltrationsvolumenstrom
1. bis 4. Geschoss: 9 m³/h
Lüftung zum Feuchteschutz: 25 m³/h

LtM sind nach DIN 1946-6 notwendig



Systemauswahl: Lüftungssystem DIN 1946-6, Querlüftung (Feuchteschutz)



Lüftung zum Feuchteschutz für freie Lüftung

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

$$q_{v,ges,FL} = max\left(q_{v,ges,NE,FL};0{,}5 \cdot \sum_{R,ab} q_{v,ges,R,FL}\right)$$

Außenluftvolumenstrom einzelner Räume bei freier Lüftung in m³/h								
	Küche	Bad	WC	Gäste	Wohnen	Essen	Schlafen	Kinder
Lüftung zum Feuchteschutz, Wärmeschutz gering, $FL_{g,R}$	15	15	15	15	20	20	20	20
Lüftung zum Feuchteschutz, Wärmeschutz hoch, $FL_{h,R}$	**10**	**10**	10	10	**15**	15	**15**	**15**

$q_{v,ges,R,FL}$ = [2 x 10 m³/h (Ablufträume) + 3 x 15 m³/h (Wohnräume)] x 0,5

$q_{v,ges,R,FL}$ = 32,5 m³/h

$q_{v,ges,NE,FL}$ = 25 m³/h

Da die raumbezogene Anforderung an den Volumenstrom zur Lüftung zum Feuchteschutz höher ist, als die flächenbezogene Anforderung, ist sie die Bezugsgröße.

Vereinfachte Infiltrationsanrechnung der DIN 18017-3

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

Tabelle 1: Infiltrationsvolumenstrom $q_{v,inf,wirk}$ für NE mit $n_{50} \leq 1{,}5$ 1/h									
Nutzfläche in m²	30	50	70	90	110	130	150	170	190
Eingeschossige NE mit Schacht	14	**24**	**33**	43	53	62	72	81	91
Eingeschossige NE ohne Schacht	15	26	36	46	57	67	77	88	98
Mehrgeschossige NE	18	29	41	53	65	77	88	100	112

Tabelle 2: Infiltrationsvolumenstrom $q_{v,inf,wirk}$ für NE mit $n_{50} \leq 3{,}0$ 1/h									
Nutzfläche in m²	30	50	70	90	110	130	150	170	190
Eingeschossige NE mit Schacht	24	40	57	73	90	106	123	139	156
Eingeschossige NE ohne Schacht	25	43	61	79	97	115	133	151	169
Mehrgeschossige NE	23	39	54	70	85	101	116	131	147

ACHTUNG: Um die Tabellenwerte anwenden zu können, muss sich eine Querlüftung ausbilden können:

Bei einer einseitigen Ausrichtung der Wohnungen verringern sich die Tabellenwerte der Außenluftvolumenströme über Infiltration um 50%

Eine Lage des Gebäudes oder der Wohnung abweichend vom Standard der DIN 1946-6 führt ebenfalls zu veränderten Infiltrationsvolumenströmen

Infiltrationsanrechnung nach DIN 1946-6

Infiltrationsvolumenströme für einseitig ausgerichtete NE

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

Infiltrationsvolumenstrom $q_{v,inf,wirk}$ in m³/h für NE mit $n_{50} \leq 1{,}5$ 1/h									
Nutzfläche in m²	30	50	70	90	110	130	150	170	190
Eingeschossige NE mit Schacht	7	**12**	**16**	21	26	31	36	40	45
Eingeschossige NE ohne Schacht	7	13	18	23	28	33	38	44	49
Mehrgeschossige NE	9	14	20	26	32	38	44	50	56

Infiltrationsvolumenstrom $q_{v,inf,wirk}$ in m³/h für NE mit $n_{50} \leq 1{,}5$ 1/h, $h_{NE} > 15$ m									
Nutzfläche in m²	30	50	70	90	110	130	150	170	190
Eingeschossige NE mit Schacht	21	**35**	**49**	43	78	92	107	120	134
Eingeschossige NE ohne Schacht	22	28	53	64	84	99	114	130	145
Mehrgeschossige NE	27	43	61	78	96	114	130	148	166

System 1: Lüftungssystem nach DIN 1946-6, Querlüftung (Feuchteschutz)

Abluftsystem nach DIN 18017-3

Auslegungsabluftvolumenstrom nach DIN 18017-3:

Abluftvolumenstrom$_{max}$ 60 m³/h

anrechenbare Infiltration nach DIN 18017-3/DIN 1946-6 bei Δp = 8 Pa:

1. bis 4. Geschoss 29 m³/h
5. und 6. Geschoss 43 m³/h

Volumenstrom über Außenluftdurchlässe bei 8 Pa:

1. bis 4. Geschoss

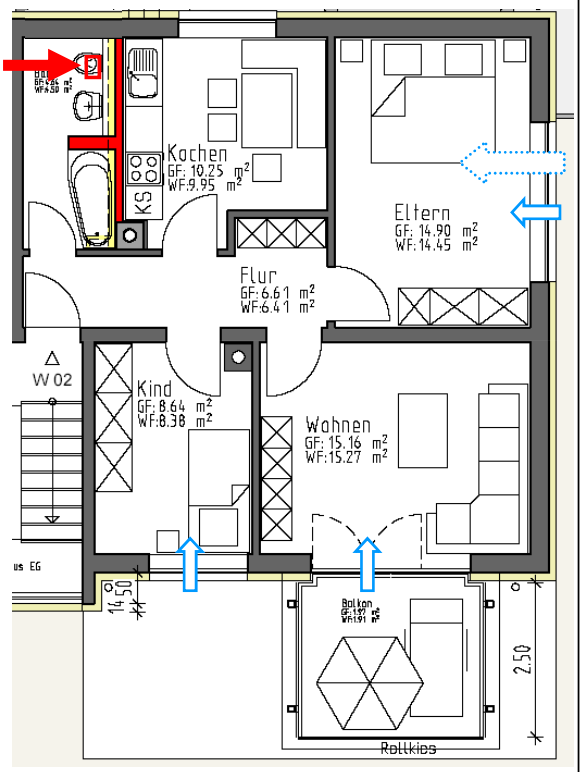
$q_{V,ALD,ges}$ = 60 m³/h - 29 m³/h

$q_{V,ALD,ges}$ = 31 m³/h

5. und 6. Geschoss

$q_{V,ALD,ges}$ = 60 m³/h - 43 m³/h

$q_{V,ALD,ges}$ = 17 m³/h



System 1: Lüftungssystem nach DIN 1946-6, Querlüftung (Feuchteschutz)

Querlüftung (Feuchteschutz)

steter minimaler Abluftvolumenstrom nach DIN 18017-3:

Abluftvolumenstrom$_{min}$ 32,5 m³/h

Nach DIN 1946-6 geforderte Lüftung zum Feuchteschutz 32,5 m³/h

Volumenstrom über Außenluftdurchlässe bei 8 Pa:

1. bis 4. Geschoss

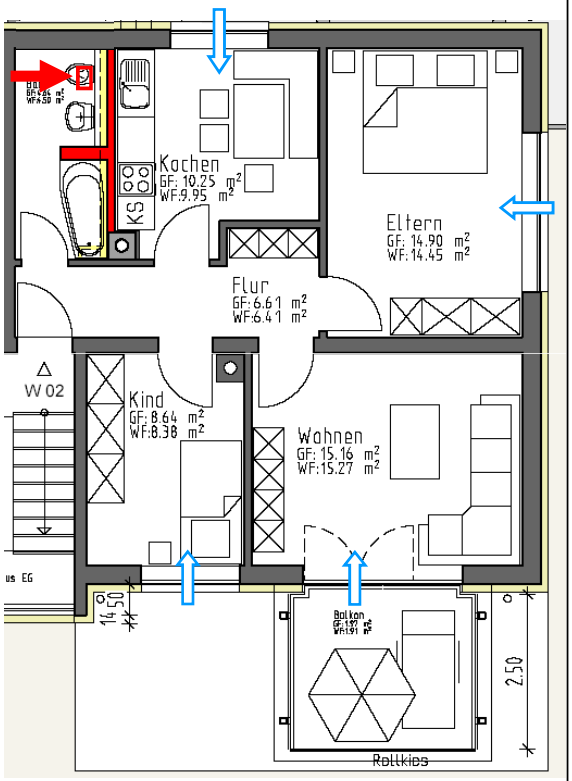
$q_{V,ALD,ges}$ = 32,5 m³/h - 29 m³/h

$q_{V,ALD,ges}$ = 3,5 m³/h

5. und 6. Geschoss

$q_{V,ALD,ges}$ = 32,5 m³/h - 43 m³/h

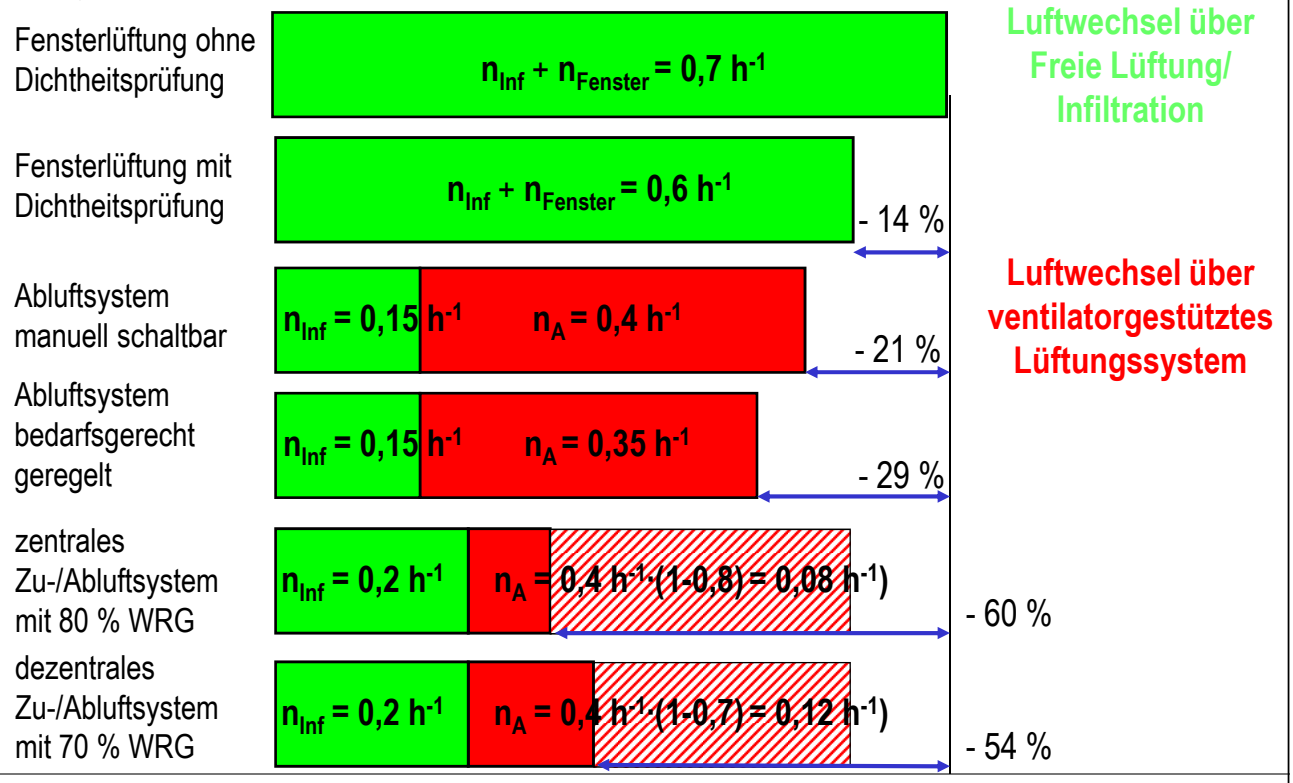
$q_{V,ALD,ges}$ = -10,5 m³/h



Wohnungslüftung im energetischen Nachweis

Primärenergetische Bewertung verschiedener Lüftungssysteme

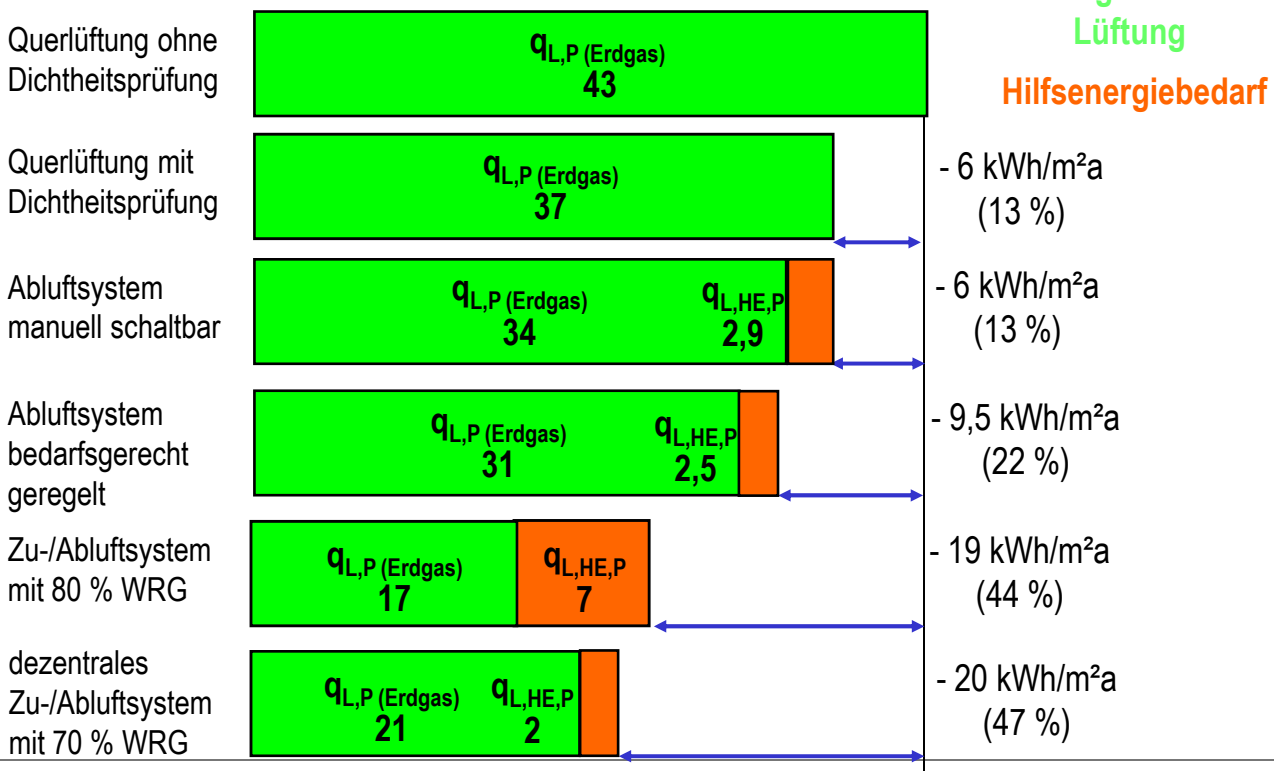
Bezogen auf den Gesamtluftwechsel über die Gebäudehülle



Primärenergetische Bewertung verschiedener Lüftungssysteme

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

Alle Angaben in kWh/(m²a) – Tabellenwerte DIN V 4701-10



Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

Systeme und Bauteile zur Wohnungslüftung

Freies Lüftungssystem - Fensterlüftung

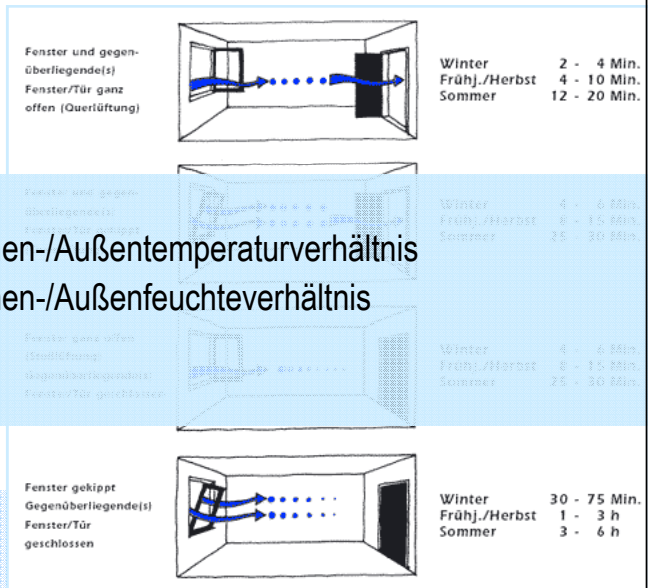
Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

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

© IWU

Lüftungseffektivität hängt ab von:

Öffnungsfläche des Fensters
Öffnungsdauer
Einseitige Lüftung oder Querlüftung
Winddruck
Innen-/Außentemperaturverhältnis
Innen-/Außenfeuchteverhältnis



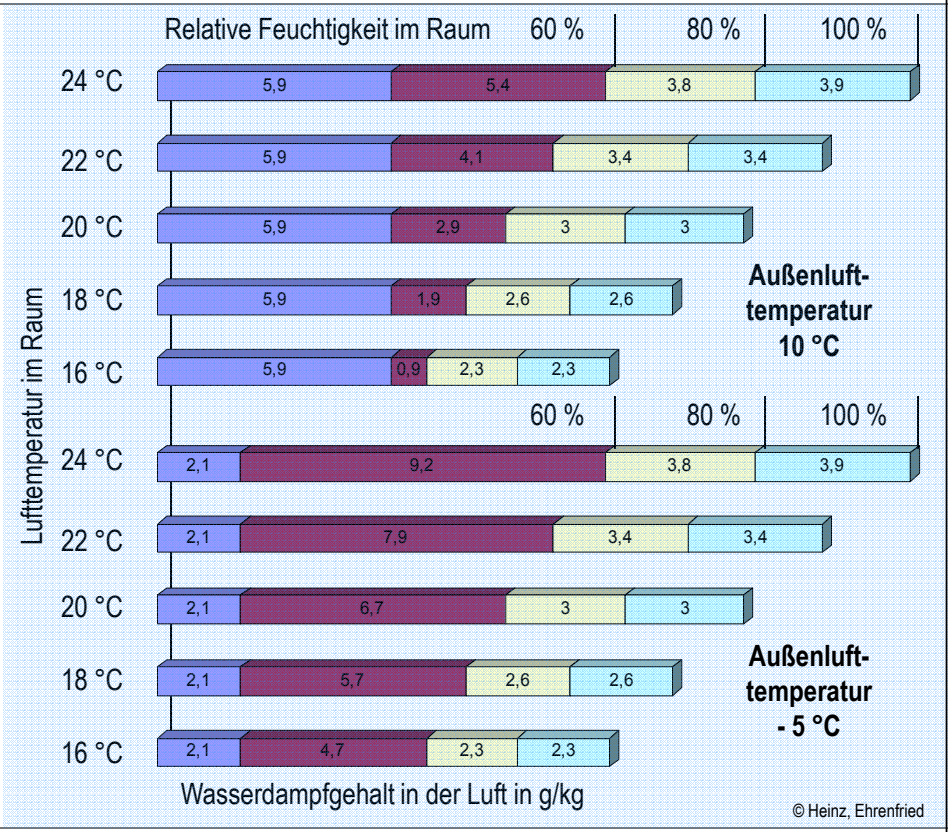
Ungefähre Dauer eines kompletten Luftwechsels bei Fensterlüftung Quelle www

Freies Lüftungssystem - Fensterlüftung

Ingenieurbüro für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

Aufgrund der höheren Feuchtegehalts kann bei wärmerer Außenluft (10 °C; 5,9 g/kg) weniger Raumluftfeuchte aufgenommen werden als bei kälterer Außenluft (-5 °C; 2,1 g/kg).

Mit steigender Raumtemperatur kann die Raumluft mehr Feuchte aufnehmen.



© Heinz, Ehrenfried

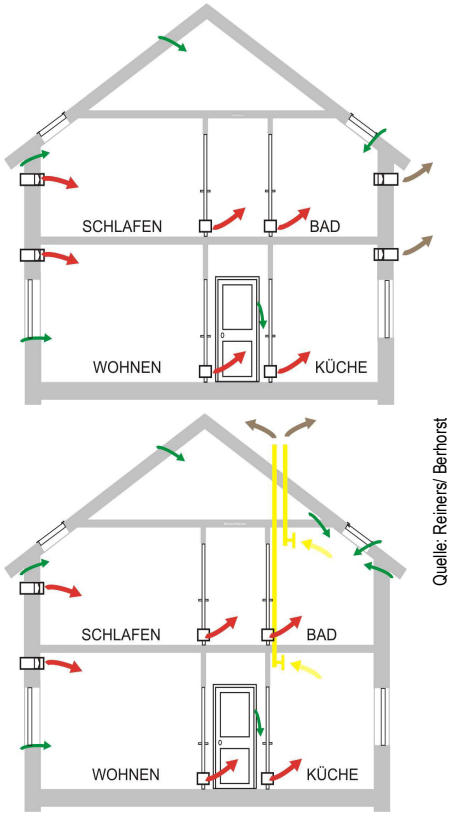
Freies Lüftungssystem: Quer- und Schachtlüftung

Notwendige Komponenten:

- Außenluftdurchlässe ALD
- Überströmluftdurchlässe ÜLD

Antriebskraft:

- Wind
- Thermischer Auftrieb



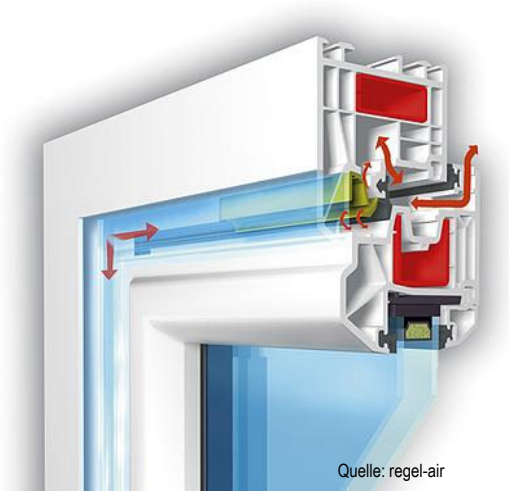
Quelle: Reiners/ Berhorst

Freies Lüftungssystem: Quer- und Schachtlüftung

<u>Außenluftdurchlässe ALD</u>

Fensterfalzlüfter

- Einbau in die Funktionsfuge des Fensterflügels
- Einströmen der Außenluft durch den Fensterrahmen
- ggf. Schutzeinrichtungen gegen Zug
- Volumenstrom:
  - ca. 4,5 bis 14,5 m³/h bei 8 Pa
- Schalldämmmaß R‘:
  - Spezielles Fenster mit Lüftungseinrichtung max. 42 dB



Quelle: regel-air

Freies Lüftungssystem: Quer- und Schachtlüftung

<u>Außenluftdurchlässe ALD</u>

Außenluftdurchlässe für Fenstermontage

- Montage im Fensterrahmen
- ggf. Schutzeinrichtungen gegen Zug
- ggf. Möglichkeiten der Regelung
- ggf. Schalldämmaufsätze
- Volumenstrom:
  - 10 - 35 m³/h bei 10 Pa
- Schallpegeldifferenz Dn,e,w:
  - max. 43 dB

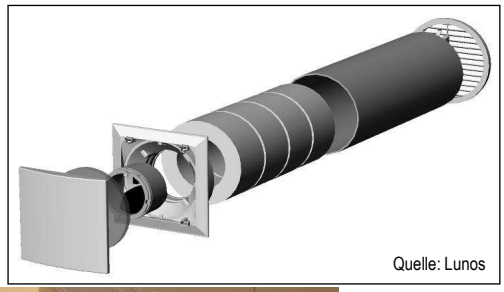
Quelle: Aldes
Quelle: Aereco

Freies Lüftungssystem: Quer- und Schachtlüftung

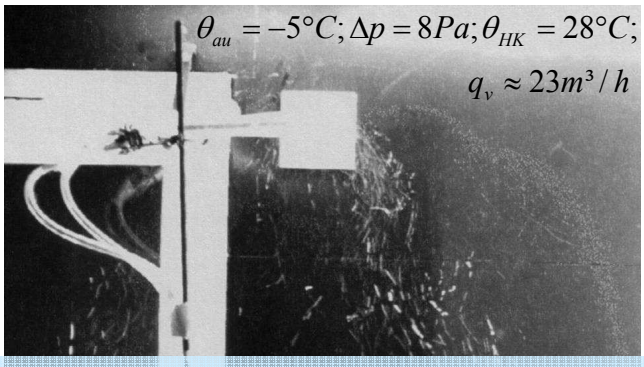
<u>Außenluftdurchlässe ALD</u>

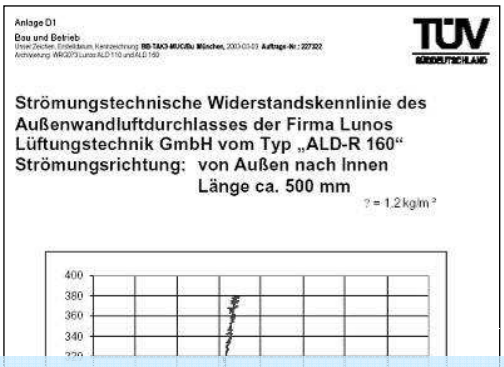
Außenluftdurchlässe zur Wandmontage

- Montage in der Außenwand
- ggf. Schutzeinrichtungen gegen Zug
- ggf. Möglichkeiten der Regelung
- ggf. integrierte Filter
- Volumenstrom:
  - ca. 30 m³/h bei 8 Pa
    (mit Filter G2, Schalldämpfer
    und Winddrucksicherung)
- Schallpegeldifferenz Dn,e,w:
  - max. 54 dB


Quelle: Lunos

Behaglichkeit mit Außenwandluftdurchlässen ALD




Anlage D1
Bau und Betrieb

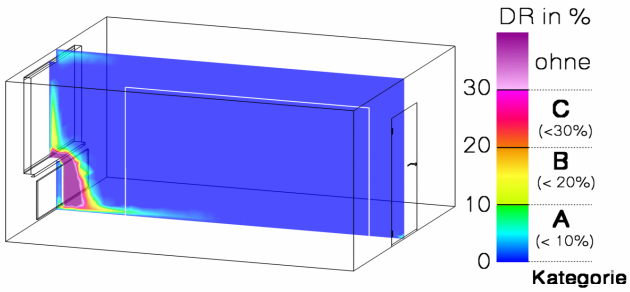
TÜV BÖRDEUTSCHLAND

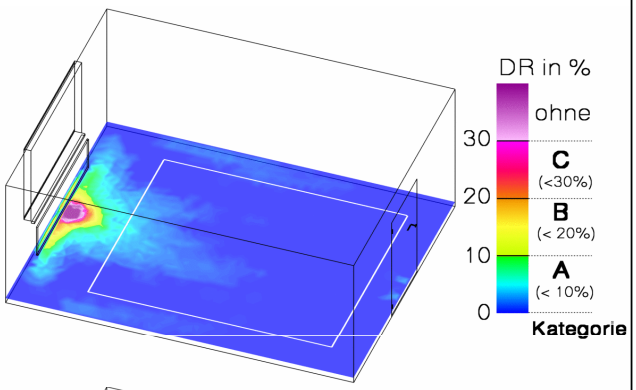
Strömungstechnische Widerstandskennlinie des Außenwandluftdurchlasses der Firma Lunos Lüftungstechnik GmbH vom Typ „ALD-R 160“
Strömungsrichtung: von Außen nach Innen
Länge ca. 500 mm

DIN 1946-6, 9.1.2.2.
Es dürfen nur **manuell einstellbare und verschließbare** oder über eine geeignete Führungsgröße **selbsttätig regelnde Außenluftdurchlässe** verwendet werden. (…) Verschließbare ALD dürfen im geschlossenen Zustand bei einem Differenzdruck von 10 Pa eine Luftdurchlässigkeit von höchstens 5 m³/h besitzen. Es wird jedoch empfohlen, verschließbare ALD im geschlossenen Zustand dichter auszuführen. **In Abhängigkeit vom Differenzdruck selbsttätig regelnde ALD sollen so ausgelegt sein, dass der Außenluftvolumenstrom mit zunehmendem Winddruck den Auslegungswert nicht wesentlich überschreitet.**

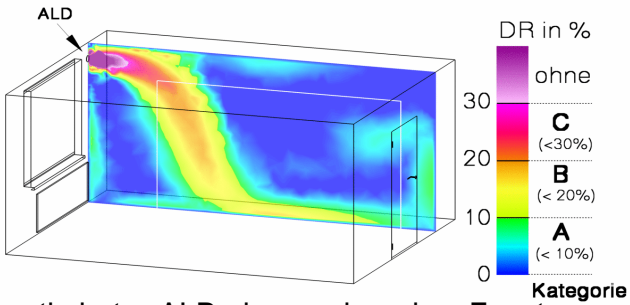
Behaglichkeit mit Außenwandluftdurchlässen ALD

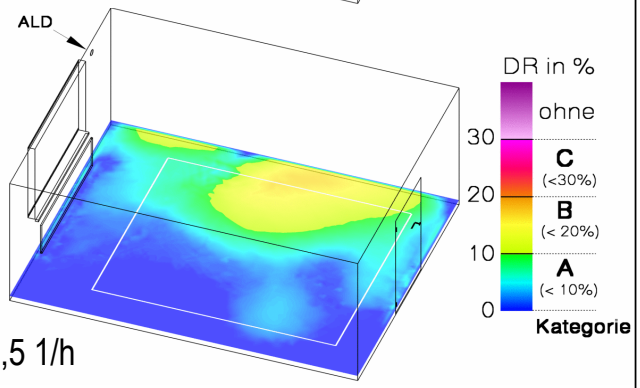
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Richter, TU Dresden, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „Thermische Behaglichkeit im Niedrigenergiehaus“





optimiertes ALD unter dem Fenster, n = 0,5 1/h





optimiertes ALD oben, neben dem Fenster, n = 0,5 1/h

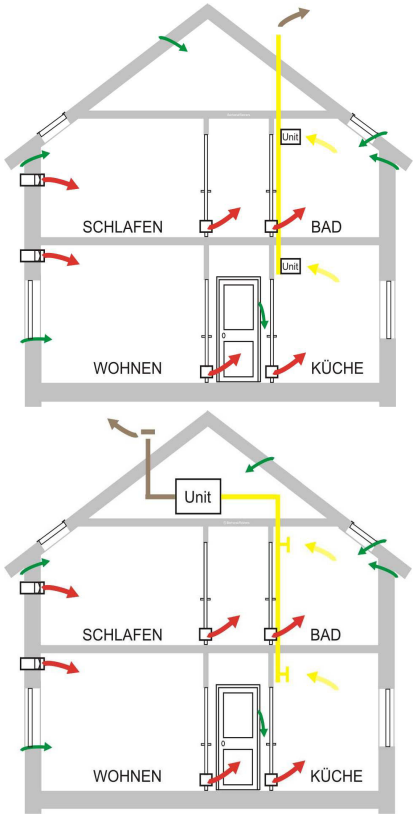
Ventilatorgestütztes Lüftungssystem: Abluftanlage

Notwendige Komponenten:

- Ventilator(en)
- Regelung
- Außenluftdurchlässe ALD
- Überströmluftdurchlässe ÜLD
- Abluftventile
- Lüftungsstrang / Luftleitungen
- Brandschutzklappen

Antriebskraft:

- Ventilatorpressung



Quelle: Reiners/ Berhorst

Ventilatorgestütztes Lüftungssystem: Abluftanlage

Quelle: Systemair

Quelle: Aldes

Quelle: LUNOS

<u>Zentralventilator:</u>

hohe Volumenströme

Gleichstrommotor möglich

$p_{el,Vent}$ bis minimal 0,1 W/m³/h

Regelung über dezentralen Fortluftautomat und zentraler Druck- oder Volumenstromregelung

<u>dezentraler Abluftventilator</u>

Volumenströme bis max. 100 m³/h

$p_{el,Vent}$ bis minimal 0,15 W/m³/h

Regelung dezentral stufig oder über Sensoren

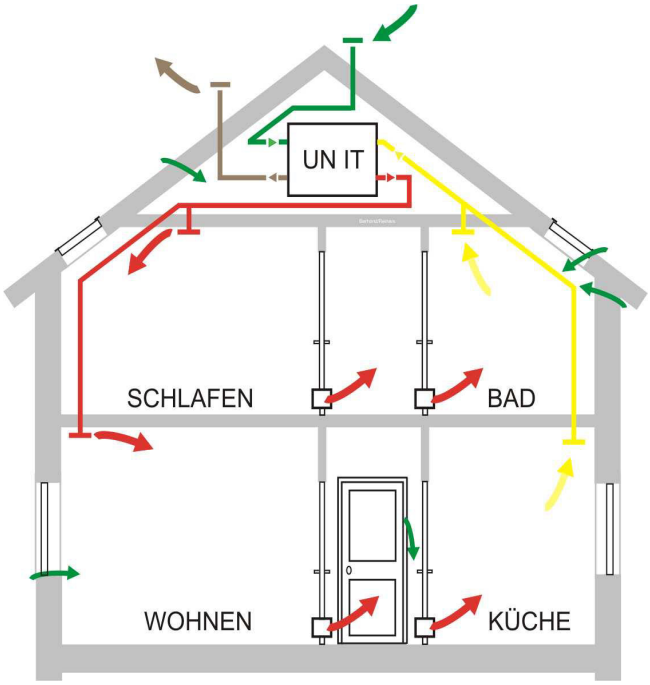
Ventilatorgestütztes Lüftungssystem: Zu-/Abluftanlage zentral

Notwendige Komponenten:

- Lüftungsgerät
- Regelung
- Überströmluftdurchlässe ÜLD
- Zuluftventile / Weitwurfdüsen
- Abluftventile möglichst mit Filter
- Regulierklappen
- Luftleitungen
- Brandschutzklappen

Antriebskraft:

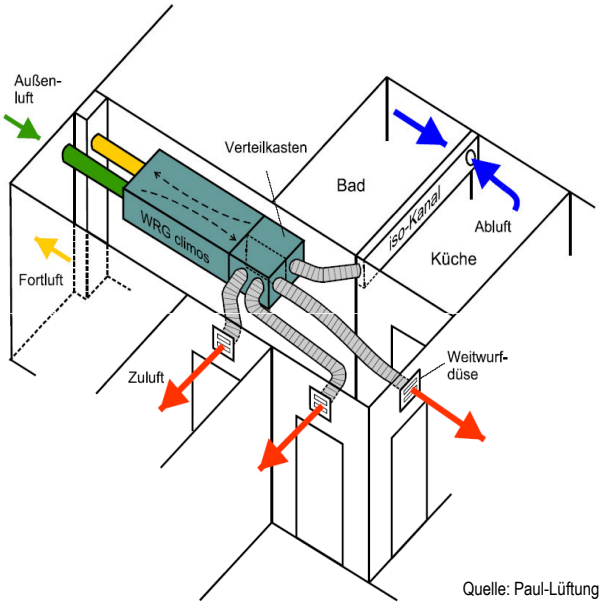
- Ventilatorpressung



Quelle: Reiners/ Berhorst

Ventilatorgestütztes Lüftungssystem: Zu-/Abluftanlage zentral

Quelle: hottenrott.de



Quelle: Paul-Lüftung

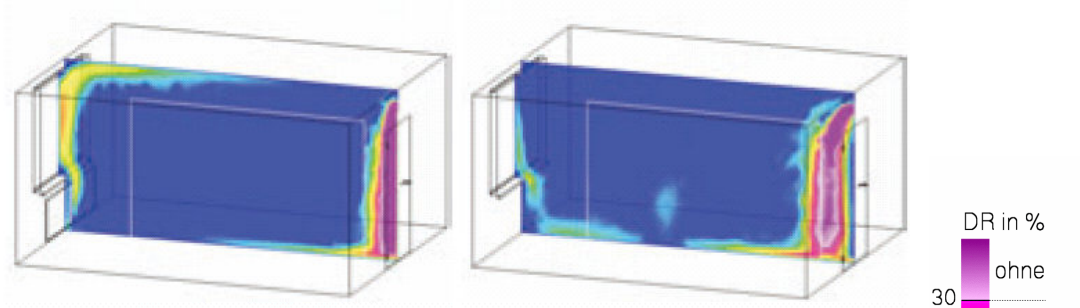
<u>Wärmeübertrager und Ventilatoren zentral wohnungsweise</u>

wohnungsweise Volumenströme

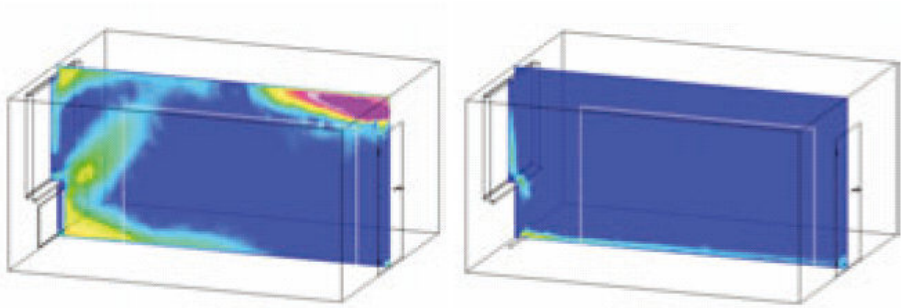
Ventilatorgestütztes Lüftungssystem: Zu-/Abluftanlage zentral

Behaglichkeit mit Wohnungslüftungssystemen mit WRG

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Richter, TU Dresden, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „Thermische Behaglichkeit im Niedrigenergiehaus“



n = 0,5 1/h, Luftventil mit Heizkörper und mit Fußbodenheizung FHB



n = 0,5 1/h, Weitwurfdüse mit Heizkörper und FHB mit LD an Kante AW/FB

Vielen Dank für Ihr Interesse