



Martin Bauer  
Christian Huber

Apfelböck Ingenieurbüro GmbH  
EAB - Energy Advice Bavaria GmbH

Quelle: [http://imageshotfrogde.blob.core.windows.net/companies/EnergieCenterBreitungen/images/EnergieCenterBreitungen\\_81673\\_image.jpg](http://imageshotfrogde.blob.core.windows.net/companies/EnergieCenterBreitungen/images/EnergieCenterBreitungen_81673_image.jpg)

# LUFTDICHT BAUEN OHNE SCHIMMEL ALLES NICHT MEHR SO EINFACH ...



# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Vorstellung - Referententeam



**Apfelböck Ingenieurbüro GmbH**

**EAB – Energy Advice Bavaria GmbH**



**Martin Bauer**



**Christian Huber**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Agenda

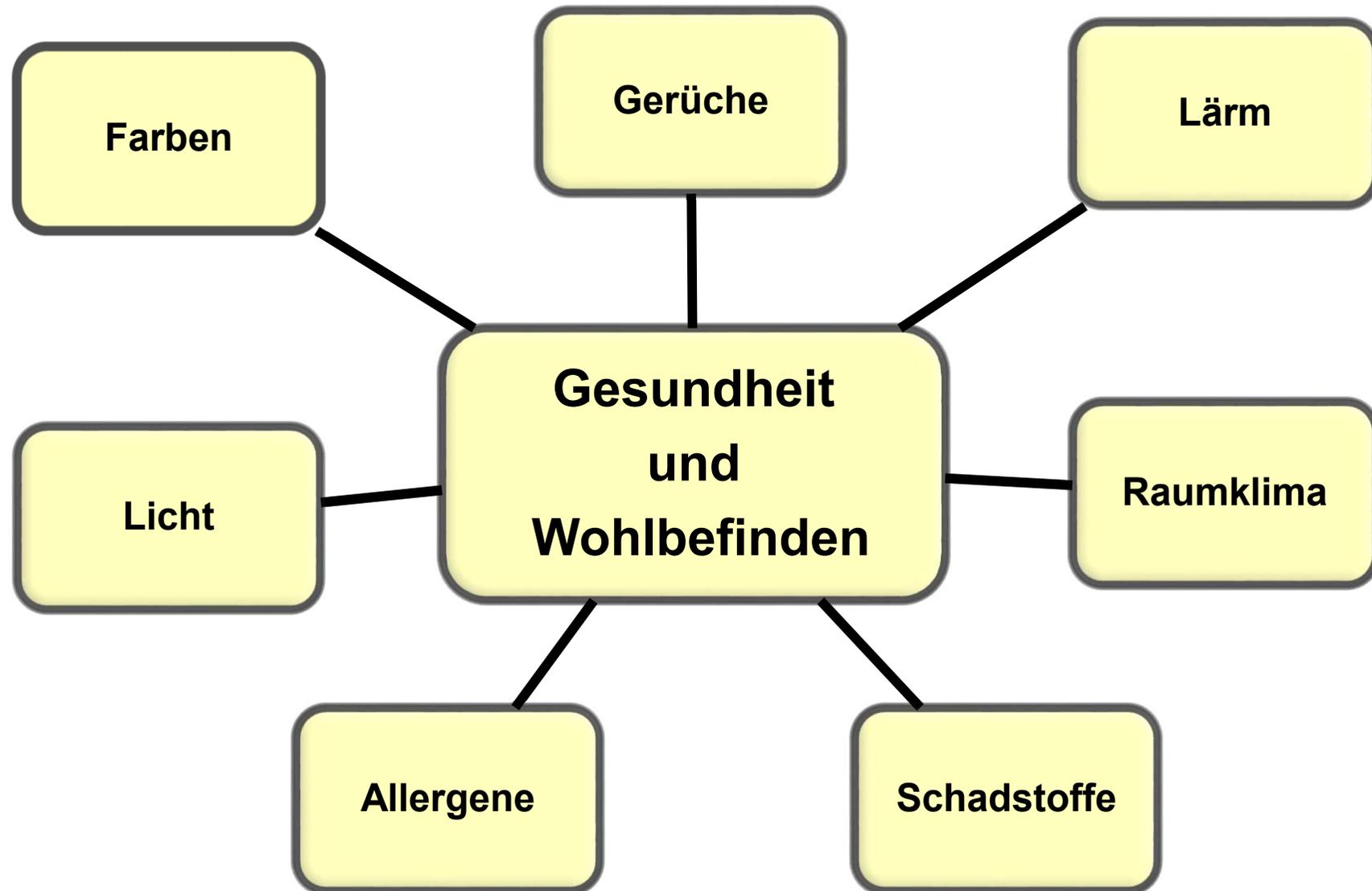
---



- **Gesundheit und Wohlbefinden**
- **Physikalische Grundlagen**
- **Gebäudedichtheit**
- **Lüftungskonzept**
- **Luftdichtheitskonzept**
- **Luftdichtheitstest**
- **Lüftungsanlage**
- **Ausführungsbeispiele**
- **Fazit**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Gesundheit und Wohlbefinden



# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Gesundheit und Wohlbefinden



### Warum ist es gerade so wichtig, richtig zu Lüften?

- Belastung durch Zigarettenrauch, Reinigungsmittel oder Kochdunst
- Belastung durch Baustoffe, Materialien, Einrichtung oder Erdreich
  - Beeinträchtigung des Wohlbefinden / Gesundheit
- Im Schnitt verbringt der typische Mitteleuropäer etwa 90% seiner Lebenszeit in Innenräumen (inkl. Auto oder andere Verkehrsmittel)

**Aufgrund der langen Aufenthaltszeit in der Wohnung (ca. 60% der Lebenszeit) müssen wir besonders in unseren eigenen vier Wänden auf gute Atemluft achten!**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Gesundheit und Wohlbefinden



### Was macht in den Innenräumen krank?

- **Schadstoffe durch chemische oder physikalische Wirkung**
  - Ab gewisser Konzentration (z.B. Formaldehyd / Lösemittel)
  - Bei längerer Einwirkungsdauer (z.B. Asbest, Benzol)
- **Besondere Gefahr bei schwachen Immunsystem (nach Krankheit)**
  - Gute Luft ist besonders in Räumen wichtig, in denen sich Kinder, Schwangere, ältere Menschen und Personen, die unter Atemwegsproblemen leiden, aufhalten.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Physikalische Grundlagen



Muss eine Wand „Atmen“ können, d.h. muss eine Luftzirkulation stattfinden?

- Ein Haus muss möglichst luftdicht sein, um Bauschäden und überhöhten Energieverbrauch zu vermeiden (Tauwasserprobleme).
- Ein Wandaufbau sollte diffusionsoffen sein, d.h. in der Konstruktion anfallende Feuchtigkeit muss austrocknen können.

**Lüftungswärmeverluste stellen neben den Transmissionswärmeverlusten (Gebäudehülle) die größten Wärmeverluste in der Energiebilanz von Wohngebäuden dar.**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Physikalische Grundlagen



### Unterschied zwischen Luftdicht und Diffusionsdicht

- **Luftdicht**: Es findet keine Luftzirkulation zwischen Innen und Außen statt. (z.B: Innenputz -> luftdicht und diffusionsoffen)
- **Wasserdampf-Diffusionsfähigkeit**: Fähigkeit eines Baustoff, Feuchtigkeit in einem Bauteil weiterzuleiten.

Bauteilschicht werden gemäß DIN 4108 – 3 unterschieden in:

**Diffusionsoffen**

**Diffusionshemmend**

**Diffusionsdicht**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Physikalische Grundlagen



### Notwendigkeit der Lüftung aus bauphysikalischer Sicht

- Durch die luftdichte Gebäudehülle sinkt die Luftwechselrate und als Folge davon erhöht sich die Konzentration der Luftschadstoffe.
- Die Wasseraufnahmefähigkeit (Luftfeuchtigkeit) der Luft ist temperaturabhängig.

Über eine einzelne Fuge von einem Meter Länge und einer Breite von nur einem Millimeter können an einem Wintertag bis zu 350 ml Wasser nach außen gelangen.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Gebäudedichtheit



### Warum luftdicht bauen?

- **Infiltration**, d.h. Luftbewegungen von **außen nach innen** ist physikalisch unbedenklich, führt jedoch zu Zug und erhöhten Heizwärmebedarf.
- **Exfiltration**, d.h. von **innen nach außen** ist physikalisch immer bedenklich, da warme, feuchte Luft an den kalten Stellen im Bauteil auskondensiert.
  - Erhöhtes Schimmelpilzpotential durch Kondensatbildung
  - Verlust der Dämmwirkung von Bauteilen
  - Statische Beeinträchtigung der Bauteile

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Gebäudedichtheit



### Mögliche Gründe bei Undichtheiten in der Gebäudehülle:

- **Planungs- bzw. Materialfehler**
- **Ausführungsfehler (Qualitätsmangel)**
- **Aufgrund unterschiedlicher Baustoffe bzw. Bauteile entstehen Stöße, Überlappung und Durchdringungen, die nicht völlig luftdicht verschlossen werden können**
- **Vergrößerung durch Baubewegungen**
- **Durchdringungen (z.B. Steckdosen in Außenwände)**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Gebäudedichtheit



### Mögliche Probleme bei Undichtheiten in der Gebäudehülle:

- Erhöhung des Energieverbrauchs
- Zugerscheinungen
- Bildung eines Kaltluftsees, insbesondere bei Wind („Fußkälte“)
- Feuchtigkeitsschäden durch Tauwasser in der Konstruktion
- Durchfeuchtung und Zusammenfallen von Dämmstoffen
- Begünstigung der Bildung von Schimmelpilz
- Verminderter Schallschutz

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungskonzept



### Was ist ein „Lüftungskonzept“

- Es ist neben der Luftdichtheit immer auch ein Lüftungskonzept zu entwickeln, welches von konventionellem Stoßlüften durch den Nutzer über freie, nutzerunabhängige Lüftungen bis hin zu Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung reichen kann
- Der Nachweis nach DIN 1946-6 erfolgt in zwei Schritten. Im Ersten Schritt wird geprüft, ob eine lüftungstechnische Maßnahme nötig ist. In einem zweiten Schritt wird die Maßnahme spezifiziert.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungskonzept



### Wann benötigt man ein „Lüftungskonzept“

- Mit der Novellierung der DIN 1946-6 seit Mai 2009 besteht eine Pflicht, für Neubauten und lüftungstechnisch relevante Änderungen von Altbauten, einen ausreichenden Luftwechsel auch nutzerunabhängig sicherzustellen
- Im Sinne der DIN 1946-6 gilt diese Verpflichtung bereits für Modernisierungen, wenn allgemein ein Drittel der Fenster ausgetauscht wird und zusätzlich bei Einfamilienhäusern, wenn ein Drittel der Dachfläche abgedichtet wird

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungskonzept



### Welche Lüftungsstufen werden unterschieden?

- „Lüftung zum Feuchteschutz“ FL:

Nutzungsunabhängige Lüftung (Minimalbetrieb) zur Vermeidung von Schimmelpilz- und Feuchteschäden auch bei längerer Abwesenheit des Nutzers.

- „Reduzierte Lüftung“ RL:

Nutzerunabhängige Lüftung, die unter üblichen Nutzungsbedingungen Mindestanforderungen an die Raumluftqualität erfüllt.

- „Nennlüftung“ NL:

Notwendige Lüftung zur Gewährleistung des Bautenschutzes sowie der hygienischen und gesundheitlichen Erfordernisse bei planmäßiger Nutzung einer Nutzungseinheit.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungskonzept



Welche Lüftungsstufen werden unterschieden?

- „Intensivlüftung“ IL:

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

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitskonzept

### Was ist ein „Luftdichtheitskonzept“

Damit der unkontrollierte Luftwechsel des Gebäudes so gering wie möglich bleibt, ist ein Luftdichtheitskonzept zu entwickeln, welches eine durchgehende Ebene entlang der Hüllfläche ausbildet und die luftdichte Ausbildung aller Bauteilanschlüsse und aller Fugen einschließt.

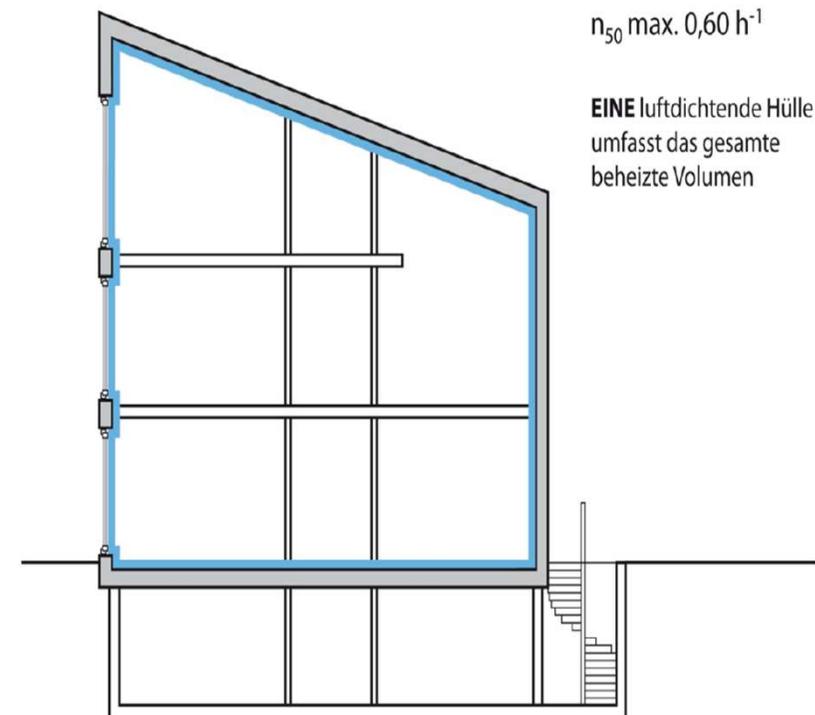


Abb. 6 Planungsprinzip der luftdichten Hülle im Passivhaus, Quelle: FG ee, vgl. Passivhaus Dienstleistung GmbH (Hrsg.), PassivhausPlaner-Kurs, Teil 2: Passivhaus-Gebäudehülle, Darmstadt, Januar 2011

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitskonzept



### Planung der Luftdichtheit – Entwurfsplanung

- Ein Grundsatz ist die klare Festlegung der luftdichten Ebene.
- Wichtig ist, dass lediglich EINE durchgehende Dichtebene geplant und umgesetzt wird.
- Es ist sinnvoll, die dichtende Hülle raumseitig vor der dämmenden Hülle anzubringen, da sie zugleich als Dampfbremse fungieren kann.

**Nach dem Grundsatz innen dicht und außen dämmend, aber diffusionsoffen, ist ein solcher Konstruktionsaufbau bauphysikalisch ratsam.**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitskonzept



### Planung der Luftdichtheit – Ausführungsplanung

- Festlegung welche Bauteilschicht die Luftdichtung übernimmt (z.B. OSB – Platte, Folie, Innenputz, ...)
- Anzahl der Fugen, Stöße und Überlappung auf ein Minimum begrenzen
- Bewegungen in den Konstruktionen in Anschlusspunkten schadensfrei aufnehmen
- Wechsel der Materialien / Produkte und Hersteller vermeiden
- Installationen nach Möglichkeit auf der Rauminnenseite legen  
(z.B. Steckdose) -> Vermeidungsregel beachten!

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitskonzept



### Kritische Stellen in der Luftdichtheitsebene - Rohbauphase

Detail	Maßnahme
Mauerkrone und –brüstung	Mit oberseitigen Mörtelabgleich versehen
Fertigrollladenkästen	Auf Auflager rundum mit Mörtel abgleichen
Vorwandinstallation	Vor Außenwänden oder zu unbeheizten Bereichen ist das Mauerwerk vorher zu verputzen
Elektro-/Sanitärinstallationen	Steckdosen rundum eingipsen, Leitungsschlitze vollflächig luftdicht schließen

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitskonzept



### Kritische Stellen in der Luftdichtheitsebene - Ausbauphase

Detail	Maßnahme
Innenputz	Wandfuß der Außenwand bis auf die Rohdecke verputzen
Abseiten	Gemauerte DrempeI bzw. Kniestöcke komplett verputzen
Fensteranschlüsse	Zum Baukörper hin komplett einschäumen oder Fugen ausstopfen
Deckenaussparungen/ -durchbrüche	Vor Installationen ausstopfen und sorgfältig verschließen
Durchdringungen	Luftdichtheitsschicht nachträglich abdichten

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitstest

### Luftdichtheitstest – „Blower-Door-Test“

Bei der Luftdichtigkeitsmessung

(umgangssprachlich: Blower-Door-Test)

wird der sogenannte  $n_{50}$  - Wert im Gebäude

ermittelt. Dabei wird das Messgerät in eine

Wandöffnung (Türe oder Fenster) integriert

Je nach Undichtigkeiten muss der Ventilator  
mehr oder weniger Leistung aufnehmen, um  
den Differenzdruck aufrechterhalten zu können.



# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitstest



### Was heißt „n<sub>50</sub>-Wert“?

- Ein n<sub>50</sub>-Wert = 3,0 h<sup>-1</sup> bedeutet, dass die Luft in dem Gebäude, bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal in einer Stunde 3,0 mal durch Luftundichtigkeiten ausgetauscht wird.
- Unterscheidung des geforderten n<sub>50</sub> – Wert nach EnEV 2014:
  - RLT – Anlage ohne WRG n<sub>50</sub>-Wert ≤ 3,0 h<sup>-1</sup>
  - RLT – Anlage mit WRG n<sub>50</sub>-Wert ≤ 1,5 h<sup>-1</sup>
  - Passivhäuser n<sub>50</sub>-Wert ≤ 0,6 h<sup>-1</sup>

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitstest



### Gesetzliche Regelungen

- Nach EnEV 2014 § 6 (1) muss die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend der anerkannten Regeln der Technik abgedichtet werden.
- Nach EnEV 2014 § 6 (2) muss der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt sein.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitstest



### Grundlagen und Rahmenbedingungen

- Qualitätsprüfung zur baulichen Ausführung von Anschlüssen
- Der Dichtheitsnachweis eines Gebäudes mittels Differenzdruckmessverfahren ist zwar nicht gesetzlich vorgeschrieben, wird aber belohnt, da der Luftwechsel geringer (-15%) angesetzt werden darf.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Luftdichtheitstest



### Erfahrungswerte - Bestandsgebäude

**Altbau (ohne wesentliche Sanierung)**

**$n_{50}$ -Wert = 4,0 bis 12 h<sup>-1</sup>**

**Eigenheim, Dachausbau in Eigenleistung**

**$n_{50}$ -Wert = 2,0 bis 12 h<sup>-1</sup>**

**Eigenheim, Dachausbau durch Fachleute**

**$n_{50}$ -Wert = 1,0 bis 8,0 h<sup>-1</sup>**

### Erfahrungswerte - Neubau

**Neubauten ohne besondere Sorgfalt**

**$n_{50}$ -Wert = 3,0 bis 7,0 h<sup>-1</sup>**

**Niedrigenergiehaus**

**$n_{50}$ -Wert = 1,0 bis 2,0 h<sup>-1</sup>**

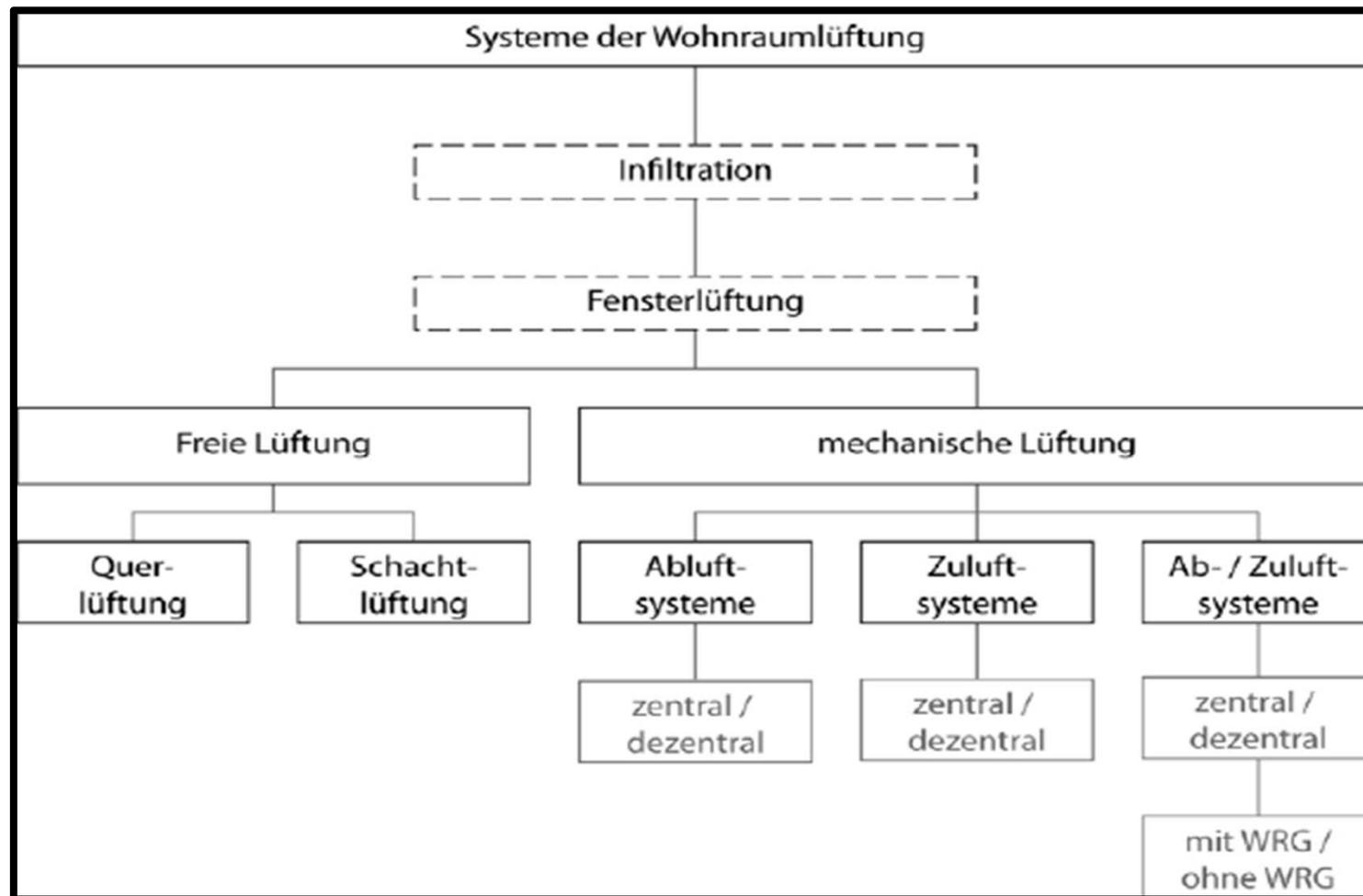
**Passivhaus**

**$n_{50}$ -Wert = 0,1 bis 0,6 h<sup>-1</sup>**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Systeme der Wohnraumlüftung



# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen



### Grundlagen - „Abluftsysteme“

- Abluftanlagen saugen die Abluft gezielt an den Orten ab, an denen die Luftverschlechterung stattfindet oder Feuchtigkeitsprobleme auftreten, wie z.B. im Bad, WC und Küche.
- Die Zuluft kann durch Gebäudeundichtheiten bzw. Außenluftdurchlässe (ALD) mit Filtern nachströmen. Dadurch haben Abluftanlagen einen einfachen Aufbau mit geringen Kanallängen und arbeiten sehr wirtschaftlich.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Schema - „Abluftsysteme“

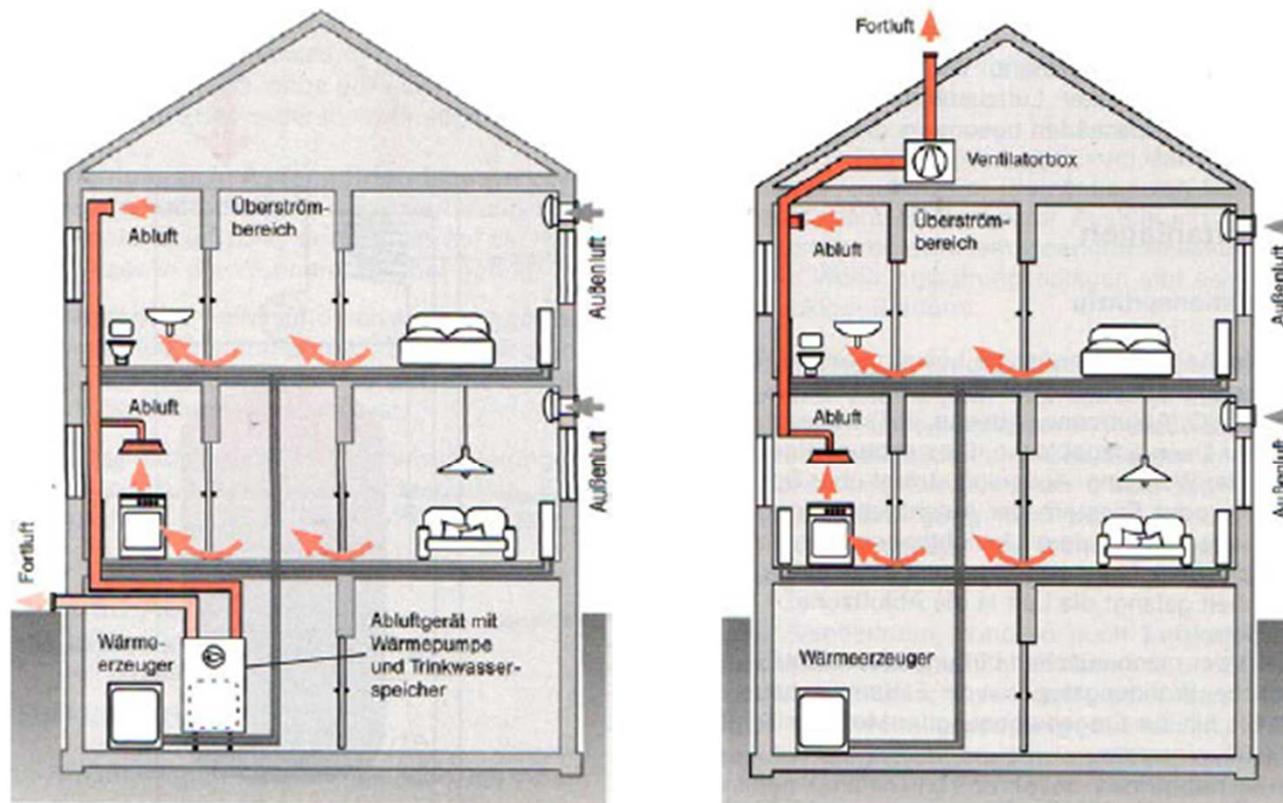


Abb. 12 Schema einer Abluftanlage mit und ohne Abwärmenutzung per Wärmepumpe zur Trinkwarmwassererwärmung und passiven Außenluftdurchlässen, Quelle: RWE Bau-Handbuch, Seite 14/36 und 14/45

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen



### Grundlagen - „Ab- und Zuluftsysteme“

- **Die frische Zuluft wird den Wohn-, Schlaf- und Arbeitsräumen gefiltert zugeführt. Die Zuluft läuft über die Überströmzonen (Flur) und wird als Abluft im Bad, WC und der Küche abgesaugt. Dadurch wird eine ständige Frischluftzufuhr mit hoher Luftqualität in den Wohnbereichen sichergestellt und eine Ausbreitung von großen Mengen an Luftfeuchtigkeit und Gerüchen (insbesondere aus Küche und Bad) verhindert.**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Schema - „Ab- und Zuluftsysteme“

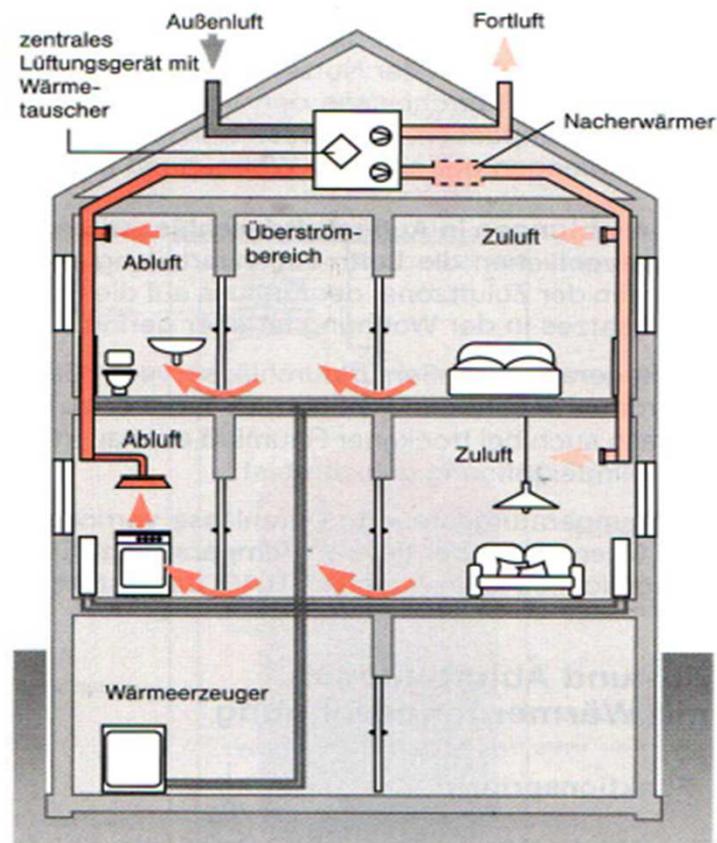


Abb. 14 Schema einer zentralen Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung und optionaler Nacherwärmung der Zuluft, Quelle: RWE Bau-Handbuch, Seite 14/48

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen



### Kostenübersicht am Beispiel EFH

- **Ausgangsbasis:**

- Einfamilienhaus mit Wohnfläche ca. 180 m<sup>2</sup> (ohne Unterkellerung)
- Wärmeschutz gemäß EnEV
- Anzahl an Bewohner: vier Personen (zwei Erwachsene und zwei Kinder)
- Beheizte Ebenen: Erdgeschoss, Obergeschoss, Dachgeschoss (Lager)

**Die Kostenangaben im Beitrag sind Momentaufnahmen, die sich regional unterscheiden können und sind im Detail zu prüfen. Für eine Übersicht zur Budgetierung sind diese aber durchaus nutzbar.**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen



### Kostenübersicht am Beispiel EFH

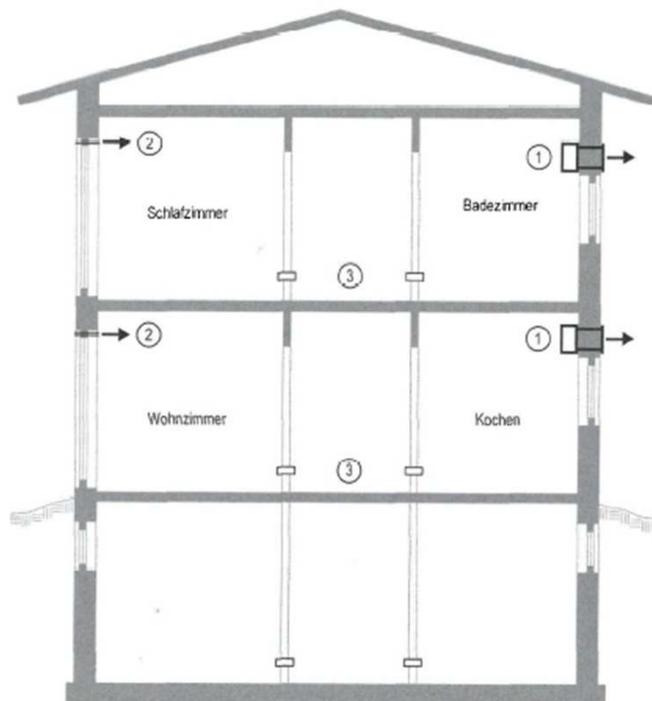
- **Empfehlungsvarianten zu Lüftungstechnischen Maßnahmen**
  - a) Dezentraler Abluftventilator (pro Geschoss) mit Außenluftnachführung
  - b) Zentrales Abluftkanalsystem mit dezentraler Außenluftnachführung
  - c) Zentrales Abluftkanalsystem mit WRG und dezentraler Außenluftnachf.
  - d) Zentrales Zu- und Abluftkanalsystem mit WRG
  - e) Zentrales Zu- und Abluftsystem mit WRG und luftgeführten EWT
  - f) Zentrales Zu- und Abluftsystem mit WRG und solegeführten EWT
  - g) Zentrales Zu- und Abluftkanalsystem mit WRG und solarer Frischluftherwärmung

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Kostenübersicht am Beispiel EFH

- Variante A – Dezentraler Abluftventilator (pro Wohngeschoss) mit dezentraler Außenluftnachführung



### Kostenschätzung – Variante A

Pos.	Bezeichnung	Anzahl	E-Preis	G-Preis
1	Abluftventilator inkl. Außenwanddurchführung und Steuerung	2,00	850,00	1700,00
2	ALD zur Außenluftnachführung in den Zuluftbereichen (Fensterrahmen)	5,00	285,00	1425,00
3	Überstromelemente zwischen Zu- und Abluft	5,00	85,00	425,00

**Bruttobetrag inkl. 19% MwSt.: 4.500,00€**

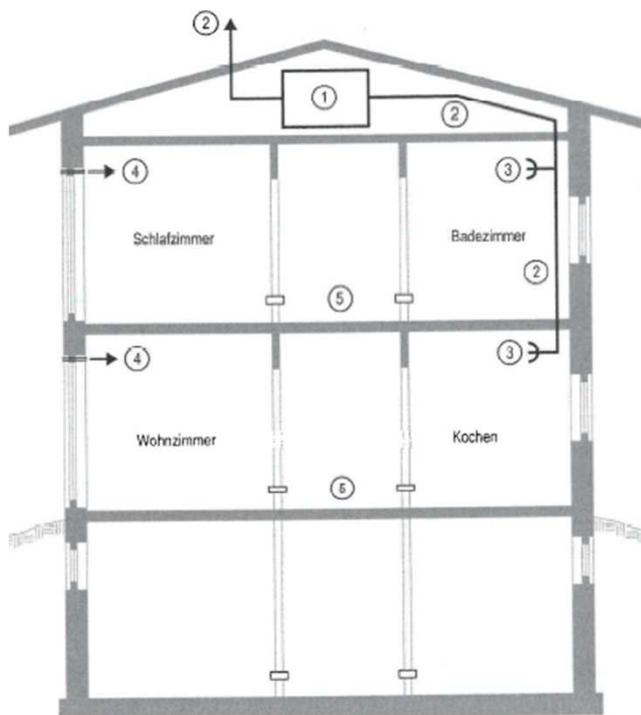
**Günstiges Konzept für Neubau und Sanierung ohne WRG**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Kostenübersicht am Beispiel EFH

- Variante B – Zentrales Abluftkanalsystem mit Ventilator mit dezentraler Außenluftnachführung



### Kostenschätzung – Variante B

Pos.	Bezeichnung	Anzahl	E-Preis	G-Preis
1	Abluftventilator im Dachgeschoss inkl. Steuerung	1,00	1350,00	1350,00
2	Abluftkanalsystem und Fortluftführung über Dach	1,00	1500,00	1500,00
3	Abluftventile in den Abluftbereichen	4,00	75,00	300,00
4	ALD zur Außenluftnachführung in den Zuluftbereichen (Außenwand)	5,00	350,00	1750,00
5	Überströmelemente zwischen Zu- und Abluft	5,00	85,00	425,00

**Bruttobetrag inkl. 19% MwSt.:**

**6.500,00€**

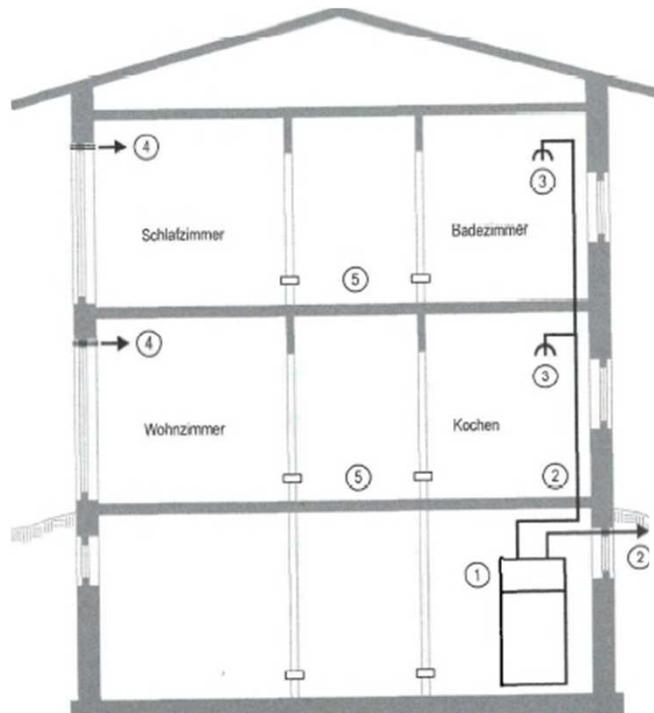
**Praxiserprobt**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Kostenübersicht am Beispiel EFH

- Variante C – Zentrales Abluftkanalsystem mit WRG und dezentraler Außenluftnachführung



### Kostenschätzung – Variante C

Pos.	Bezeichnung	Anzahl	E-Preis	G-Preis
1	Abluft-Warmwasser-Wärmepumpe inkl. spezifischer Steuerung (V/WW)	1,00	2250,00	2250,00
2	Abluftkanalsystem, Fortluftführung über Außenwand	1,00	1850,00	1850,00
3	Abluftventile in den Abluftbereichen	5,00	75,00	375,00
4	ALD zur Außenluft-Nachführung in den Zuluftbereichen (Außenwand)	6,00	350,00	2100,00
5	Überströmelemente zwischen Zu- und Abluft	5,00	85,00	425,00

**Bruttobetrag inkl. 19% MwSt.: 8.500,00€**

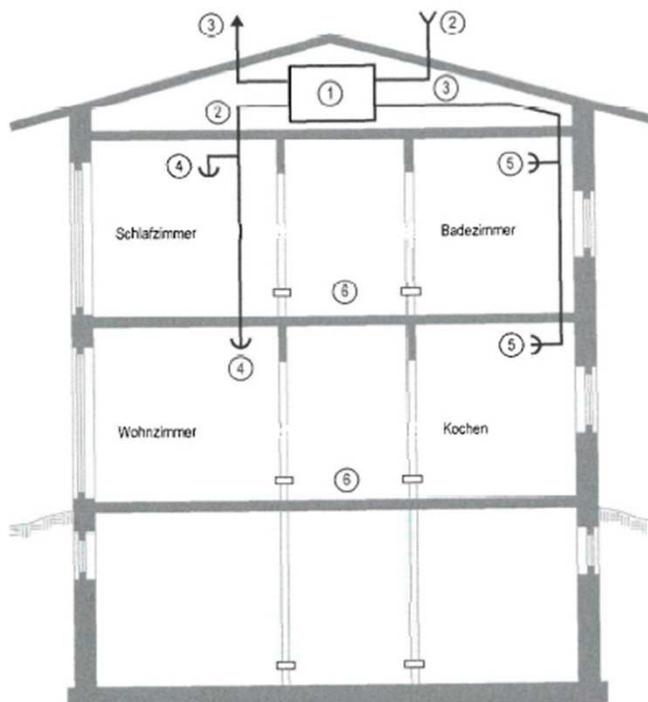
**Zusätzliche Abwärmenutzung für Trinkwasser**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Kostenübersicht am Beispiel EFH

- Variante D – Zentrales Zu- und Abluftgerät mit WRG



### Kostenschätzung – Variante D

Pos.	Bezeichnung	Anzahl	E-Preis	G-Preis
1	Zu- und Abluft-Zentralgerät (mind. 300 m³/h) inkl. Steuerung mit WRG	1,00	2850,00	2850,00
2	Zuluftkanalsystem und Außenluftansaugung über Dach	1,00	1850,00	1850,00
3	Abluftkanalsystem und Fortlüftung über Dach	1,00	1950,00	1950,00
4	Zuluftventile in den Zuluftbereichen	6,00	130,00	780,00
5	Abluftventile in den Abluftbereichen	5,00	75,00	375,00
6	Überstromelemente zwischen Zu- und Abluft	5,00	85,00	425,00

**Bruttobetrag inkl. 19% MwSt.: 10.000,00€**

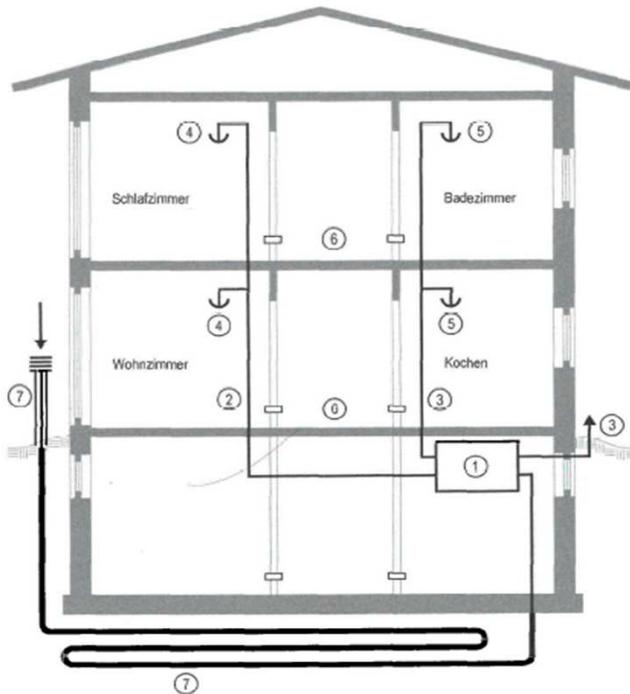
**Klassische KWL für Neubauten**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Kostenübersicht am Beispiel EFH

- Variante E – Zentrales Zu- und Abluftgerät mit WRG und luftgeführtem Erdwärmeüberträger



### Kostenschätzung – Variante E

Pos.	Bezeichnung	Anzahl	E-Preis	G-Preis
1	Zu- und Abluft-Zentralgerät (mind. 300 m <sup>3</sup> /h) inkl. Steuerung mit WRG	1,00	2850,00	2850,00
2	Zuluftkanalsystem	1,00	1550,00	1550,00
3	Abluftkanalsystem und Fortluftführung	1,00	1450,00	1450,00
4	Zuluftventile in den Zuluftbereichen	6,00	130,00	780,00
5	Abluftventile in den Abluftbereichen	5,00	75,00	375,00
6	Überstromelemente zwischen Zu- und Abluft	5,00	85,00	425,00
7	luftgeführter Erdwärmeüberträger für Außenluft (30 lfd. m) Ansaugung	1,00	2200,00	2200,00

**Bruttobetrag inkl. 19% MwSt.: 11.500,00€**

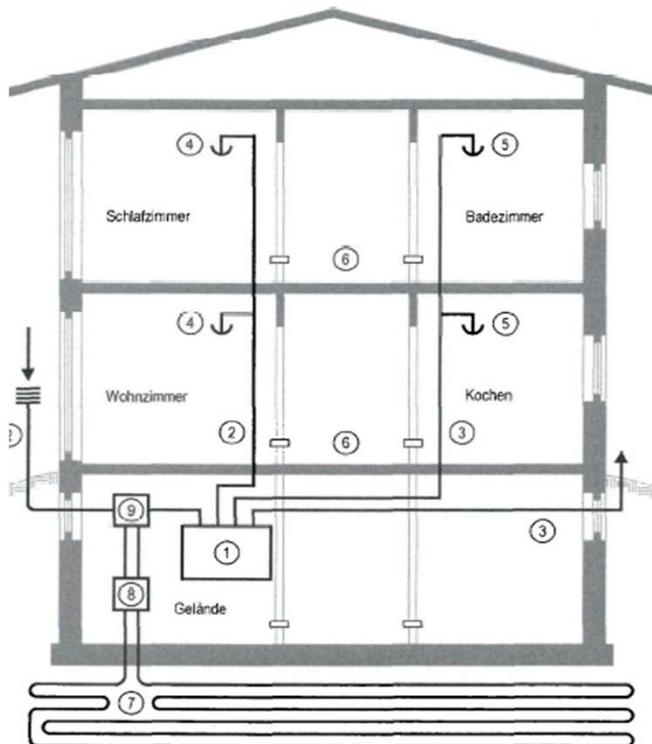
**Luftvorerwärmung im Winter und Kühleffekt im Sommer**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Kostenübersicht am Beispiel EFH

- Variante F – Zentrales Zu- und Abluftgerät mit WRG und solegeführtem Erdwärmeüberträger



### Kostenschätzung – Variante F

Pos.	Bezeichnung	Anzahl	E-Preis	G-Preis
1	Zu- und Abluft-Zentralgerät (mind. 300 m <sup>3</sup> /h) inkl. Steuerung mit WRG	1,00	2850,00	2850,00
2	Zuluftkanalsystem und Außenluftansaugung	1,00	1650,00	1650,00
3	Abluftkanalsystem und Fortluftführung	1,00	1450,00	1450,00
4	Zuluftventile in den Zuluftbereichen	6,00	130,00	780,00
5	Abluftventile in den Abluftbereichen	5,00	75,00	375,00
6	Überstromelemente zwischen Zu- und Abluft	5,00	85,00	425,00
7	solegeführter Erdwärmeüberträger für Außenluft (150 lfd. m)	1,00	1200,00	1200,00
8	Solekreis-Pumpenstation	1,00	450,00	450,00
9	Sole-Luft-Wärmeüberträger	1,00	500,00	500,00

**Bruttobetrag inkl. 19% MwSt.: 12.000,00€**

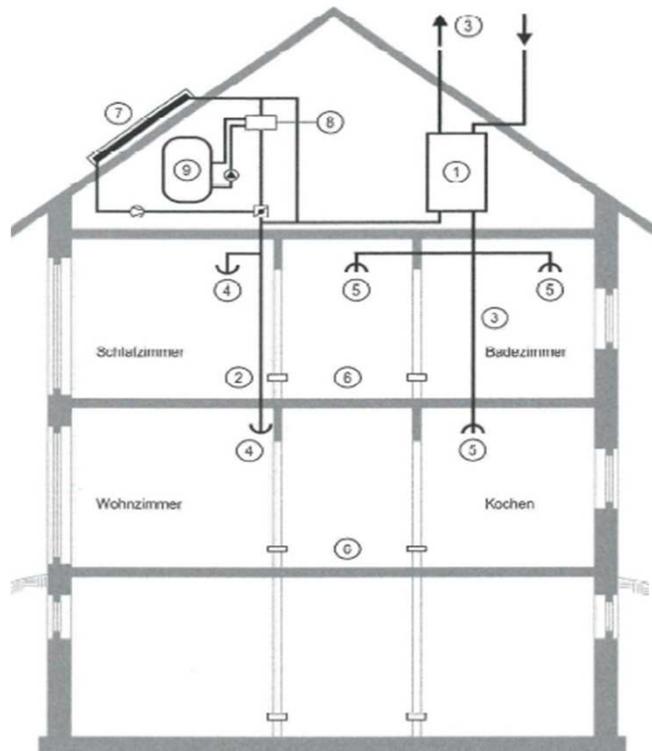
**Technisch hochwertiger, wartungsintensiver**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Lüftungsanlagen

### Kostenübersicht am Beispiel EFH

- Variante G – Zentrales Zu- und Abluftgerät mit WRG mit solarer Frischluftherwärmung und Trinkwasserbereitung



### Kostenschätzung – Variante G

Pos.	Bezeichnung	Anzahl	E-Preis	G-Preis
1	Zu- und Abluft-Zentralgerät (mind. 300 m <sup>3</sup> /h) inkl. Steuerung mit WRG	1,00	2850,00	2850,00
2	Zuluftkanalsystem und Außenluftansaugung	1,00	1650,00	1650,00
3	Abluftkanalsystem und Fortluftführung	1,00	1450,00	1450,00
4	Zuluftventile in den Zuluftbereichen	6,00	130,00	780,00
5	Abluftventile in den Abluftbereichen	5,00	75,00	375,00
6	Überstromelemente zwischen Zu- und Abluft	5,00	85,00	425,00
7	Solar-Luft-Kollektoranlage mit Luftkanalanschluss (10m <sup>2</sup> )	1,00	3500,00	3500,00
8	Solar-Luft-Wärmeüberträger inkl. Solarleitung und Pumpengruppe	1,00	2350,00	2350,00
9	Warmwasserspeicher (300 l)	1,00	850,00	850,00
10	Alternativ: Pufferspeicher (1.000 l)	1,00	1250,00	

**Bruttobetrag inkl. 19% MwSt.: 17.500,00€**

**Nur zusammen mit solarer TW-Erwärmung!**



# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Innenputz“



**Falsch**

Die luftdichte Schicht ist der Innenputz. Das Verputzen der Ecken nach der Leitungsinstallation ist fast nicht machbar.



**Falsch**

Wände bis zur luftdichten Ebene (Folie) verputzen, auch wenn eine abgehängte Gipskartondecke nachträglich erfolgt. Optische Dichtheit ist keine Luftdichtheit.  
(Bild Innenwand an Dachschräge beim First)

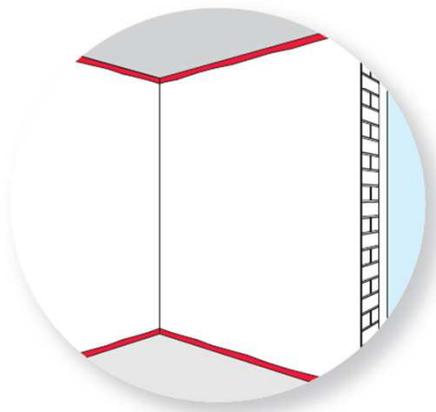
# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Innenputz“

#### Checkliste Luftdichtheit für Mauerwerksbau

Die Checkliste zeigt beispielhafte Prinzipskizzen und dient als Hilfestellung bei der Sichtprüfung der Ausführung des vereinbarten Luftdichtheitskonzepts. Sie ist nicht vollständig und stellt kein Abnahmeprotokoll dar.



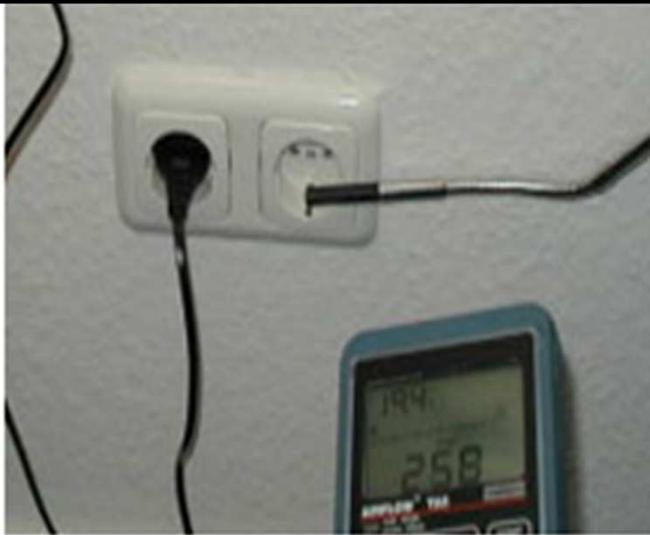
#### **Außenwände:** Innenputz

- Mauerwerk vollflächig verputzt
- Innenputz bis an den Rohfußboden und die Rohdecke herangeführt – siehe Grafik
- Mauerkronen der Außenwände verputzt (z. B. bei Hochlochziegeln)

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

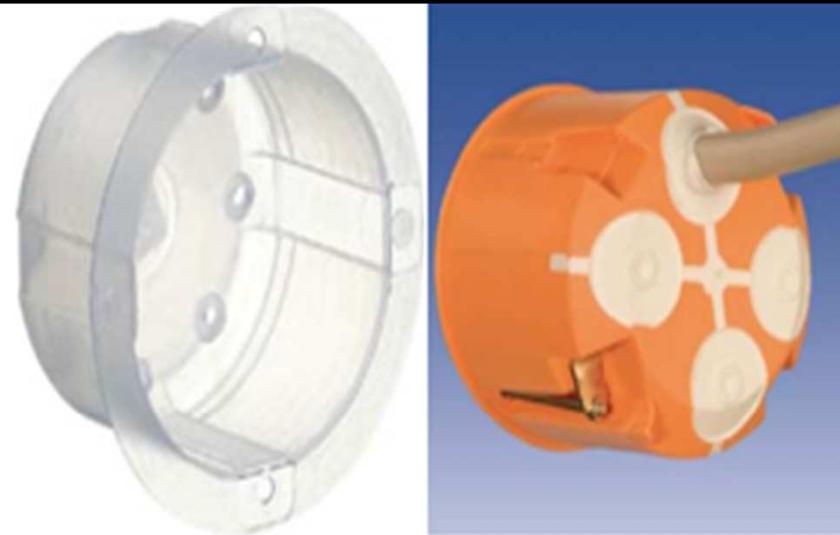
## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Elektroinstallation“



#### Falsch

Die Luftdichte Schicht der Innenräume ist der Innenputz. Die Elektroanschlüsse an den Außenwänden durchdringen diese Schicht.



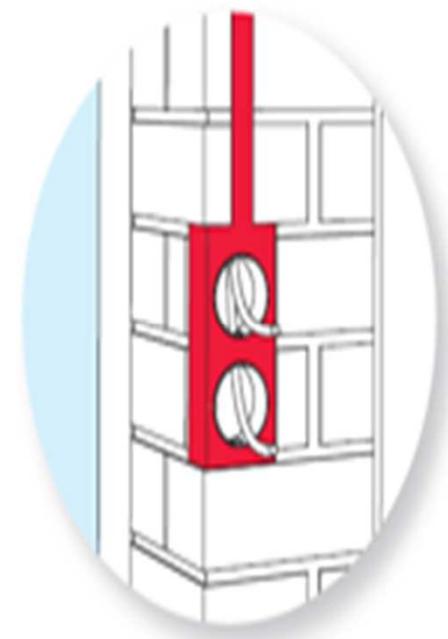
#### Richtig

Mit einem Dichtungseinsatz aus weichem Kunststoff können Elektroanschlüsse luftdicht eingebaut werden.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Elektroinstallation“



**Wände: Elektroleitungen**

- Gerätedosen in Außenwänden entweder vollflächig in Putz eingebettet oder als luftdichte Dose ausgeführt – [siehe Grafik](#)
- Leerrohre und Kabelkanäle an den Enden luftdicht verschlossen (z. B. durch geeignete Stopfen)
- Elektroleitungen luftdicht an das Rohr/den Kanal angeschlossen

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Kamine“



**Falsch**

Der Schornstein ist aus porösem, stark luftdurchlässigem Stein, und somit nicht Luftdicht.



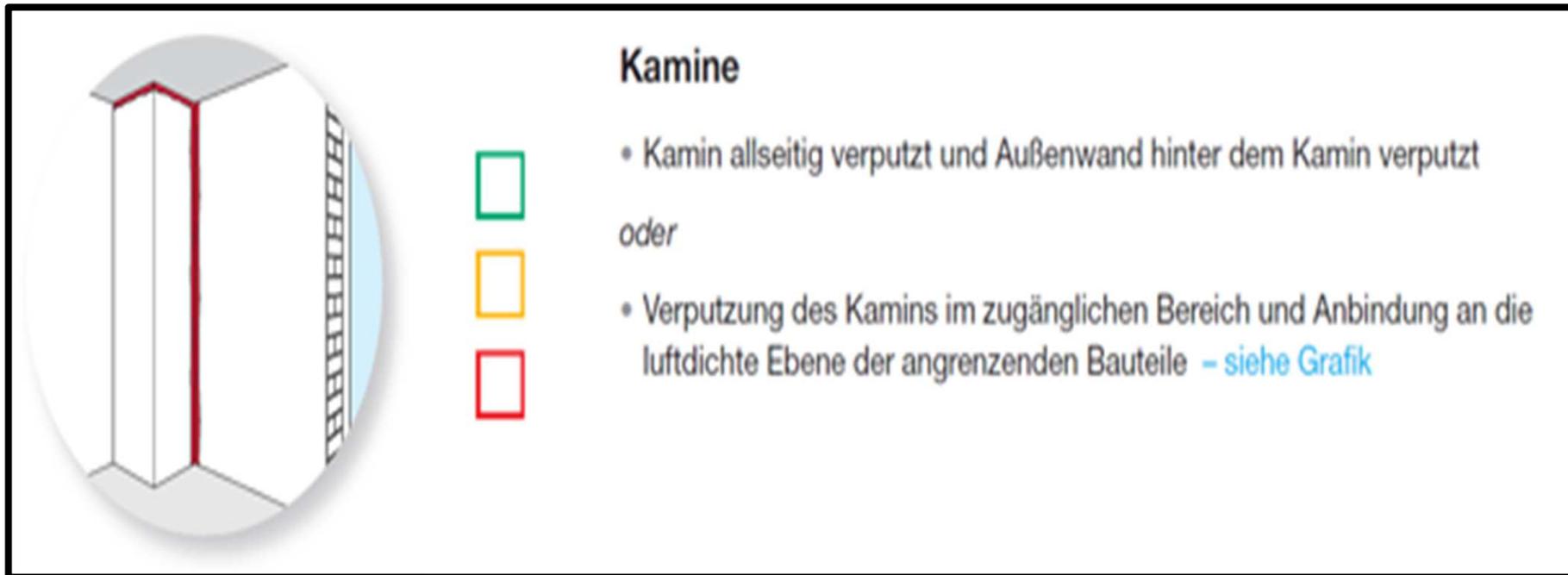
**Richtig**

Idealerweise sollte der Schornstein von allen Seiten verschlämmt oder verputzt und nicht nur mit Gipskarton verkleidet werden.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Kamine“



**Kamine**

- Kamin allseitig verputzt und Außenwand hinter dem Kamin verputzt

oder

- Verputzung des Kamins im zugänglichen Bereich und Anbindung an die luftdichte Ebene der angrenzenden Bauteile – [siehe Grafik](#)

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Vorwandinstallation“



#### Falsch

Die Luftdichte Schicht der Innenräume ist der Innenputz.  
Ein verputzen des Mauerwerkes ist nachträglich nur schwer bis unmöglich.



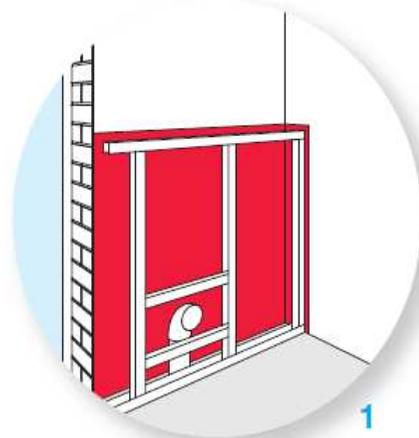
#### Richtig

Idealerweise sollte ein Glatzstrich in diesem Bereich vor der Installation erfolgen

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

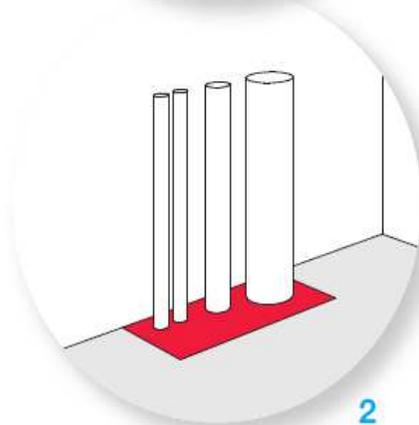
## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Vorwandinstallation“



#### Vorwandinstallationen und Installationsschächte

- Dahinter befindliches Mauerwerk vollflächig verputzt – siehe Grafik 1
- Schächte und Durchbrüche zum Keller und Spitzboden luftdicht verschlossen – siehe Grafik 2



#### Checkliste anwenden

**Grün:** Der Bauherr kann selbst beurteilen, dass das Detail nach den vereinbarten Vorgaben ausgeführt wurde.

**Gelb:** Der Bauherr ist unsicher, ob das Detail nach den vereinbarten Vorgaben ausgeführt wurde. Eine zusätzliche Beurteilung durch den Sachverständigen ist notwendig.

**Rot:** Der Bauherr kann selbst beurteilen, dass das Detail nicht nach den vereinbarten Vorgaben ausgeführt wurde. Die Ausführung ist zu korrigieren.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

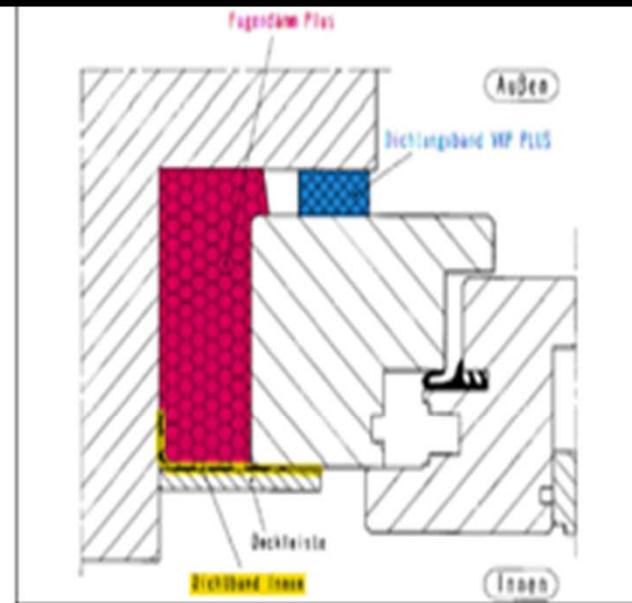
## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Fenster“



**Falsch**

Oftmals wird das Fenster einfach mit Bauschaum eingesetzt und angeputzt. Bauschaum ist aber weder diffusionsdicht noch luftdicht.



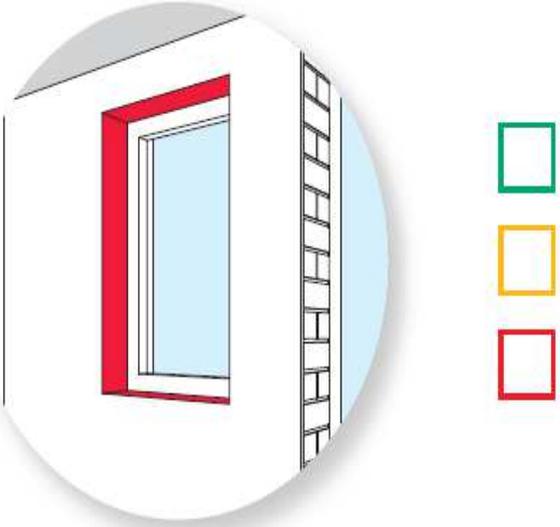
**Richtig**

Idealerweise wird das Fenster mit einem Dichtungsband und einer Fugenbahn eingesetzt.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Fenster“



#### Fenster und Türen allgemein

- Luftdichter Anschluss erfolgt an verputzte Fläche – [siehe Grafik](#)
- Bei Verwendung von luftdichten, vorkomprimierten Dichtbändern („Kompribänder“): gesamte Laibung mit Glattstrich verputzt
- Brüstungsbereich mit Glattstrich versehen

*HINWEIS: Bei „Kompribändern“ auf die Bandgrößen entsprechend den Fugenbreiten achten. Die Bänder müssen in den Ecken aneinanderstoßen.*

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Dach“



**Falsch**

Fehlerhafte Anbringung der Folie ans Mauerwerk.



**Richtig**

Das Abschlussband ist vollständig und dauerhaft am Mauerwerk angebracht.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Dach“



#### Falsch

Kaputte Stellen in der luftdichten Folie im Dachgeschoss sollten vermieden werden und nachträglich unbedingt ausgebessert werden.



#### Richtig

Folie ist vollflächig angebracht und ohne fehlerhafte Stellen.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Dach“



**Falsch**

Folie wurde nicht sachgemäß verklebt.



**Richtig**

Durchbrüche durch Kehlbalken wurden luftdicht verklebt.

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## Ausführungsbeispiele

### Luftdichte Ausführung - „Dach“



**Falsch**

Durchbruch der luftdichten Schicht aufgrund einer geplanten Rohrdurchführung.



**Richtig**

Es gibt bereits fertige Rohrdurchführungen für unterschiedliche Rohrdurchmesser.

### Resümee - „Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte“

- **Aufgrund der langen Aufenthaltszeit in der Wohnung (ca. 60% der Lebenszeit) müssen wir besonders in unseren eigenen vier Wänden auf gute Atemluft achten!**
- **Lüftungswärmeverluste stellen neben den Transmissionswärmeverlusten (Gebäudehülle) die größten Wärmeverluste in der Energiebilanz von Wohngebäuden dar.**
- **Luftdichtheit entsteht nicht erst auf der Baustelle. Sie ist ein Ergebnis konsequenter Planung.**

# Energetisch sinnvolle Lüftungskonzepte

## LINKS



### Internet:

- [http://www.raumluft.org/fileadmin/dokumente/raumluft.org\\_-\\_Info\\_Luftqualitaet\\_V\\_2.1.pdf](http://www.raumluft.org/fileadmin/dokumente/raumluft.org_-_Info_Luftqualitaet_V_2.1.pdf)
- [http://www.ibwind.at/download/Info\\_LufdichtBauen110416.pdf](http://www.ibwind.at/download/Info_LufdichtBauen110416.pdf)
- [http://www.corak.ch/themen/raumklima\\_bauphysik.html](http://www.corak.ch/themen/raumklima_bauphysik.html)
- [https://www.iftrosenheim.de/documents/10180/40373/ifz\\_info\\_FU\\_02\\_1\\_Luftdichtheit.pdf/be40a807-d8ce-4724-a177-126e26474670](https://www.iftrosenheim.de/documents/10180/40373/ifz_info_FU_02_1_Luftdichtheit.pdf/be40a807-d8ce-4724-a177-126e26474670)
- <http://www.luftdicht.info/>
- <http://www.luftdicht.de/hgf.htm>

### Literaturen:

- Technische Universität Darmstadt – Skript „ZW 16 Luftdichtheit“
- Technische Universität Darmstadt – Skript „ZW 22 Lüftungssystemen“
- Technische Universität Darmstadt – Skript „ZW 23 Natürliche Lüftung und mechanische Lüftungsanlagen“
- RWE Bau-Handbuch, VWEW Energieverlag GmbH, 15.Ausgabe, 2015
- Lüftungskonzepte von Frank Hartmann
- Luftdichtheitskonzept, Energiezentrum Ostbayern, 2017

Sämtliche Links und Literaturen wurden am 22.01.2018 um 22:00 geöffnet und in der PowerPoint berücksichtigt!



Martin Bauer  
Christian Huber



Apfelböck Ingenieurbüro GmbH  
EAB - Energy Advice Bavaria GmbH



Quelle: [http://imageshotfrog.de/blob.core.windows.net/companies/EnergieCenterBreitungen/images/EnergieCenterBreitungen\\_81673\\_image.jpg](http://imageshotfrog.de/blob.core.windows.net/companies/EnergieCenterBreitungen/images/EnergieCenterBreitungen_81673_image.jpg)



**VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT!**

