

Energiespartage 14.11.2015 – Bauzentrum München

**Hochwertiges Wohnen 2015 – und (kein) Lüften wie früher?
Wohnungslüftung mit bedarfsgeführter Lüftung**

**Sensorisch geregelte dezentrale und semi-zentrale kontrollierte
Wohnraumlüftung (kWL) im Anwendungs-Vergleich aktueller
Systeme;
Vorteile, Bewertungskriterien, Planung und Anwendung**

Reinhart Fuchs

Dipl.-Ing. (FH) Versorgungstechnik/TGA

Veranstalter: bluMartin GmbH



Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Fuchs Versorgungstechnik/TGA/kWL +
Lüftungsfuchs - Kompetenz in WohnraumLüftung – Fa. Beate Fuchs

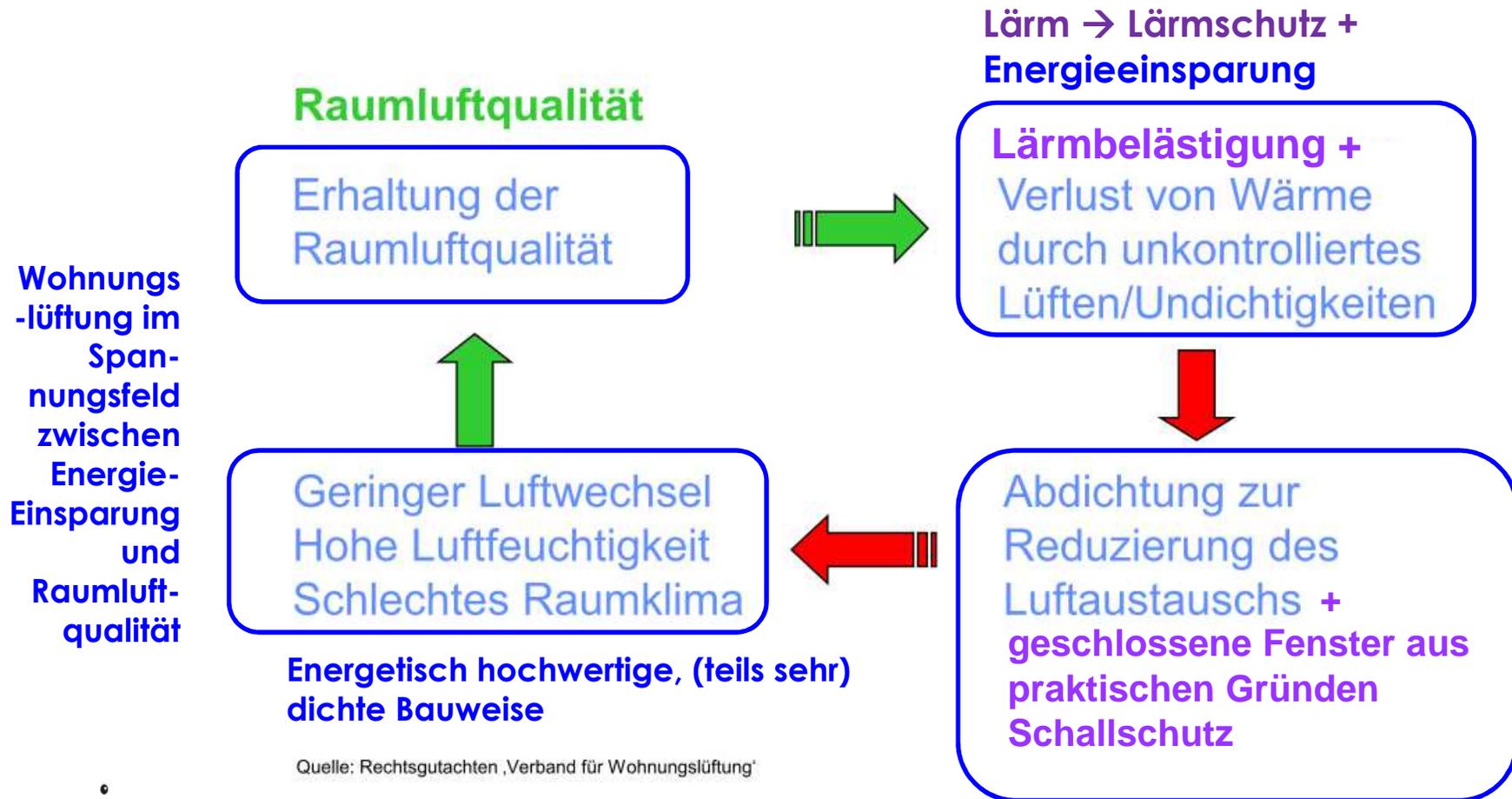
Lüften wie früher? Oder: Kontrollierte Wohnungslüftung mit bedarfsgeführter Lüftung

- Fenster musste man früher nur ziemlich selten zum Lüften öffnen, die Luftqualität war gut
→ denn: Altbauten hatten/haben einen Luftwechsel irgendwo zwischen 0,2 und bis 10 1/h
- Heute lüftet die geschlossene Hülle nur noch 0,1 1/h natürlich (oder noch weniger)
→ die mit bisheriger Nutzer-Gewohnheit erzielte **Luftqualität nimmt dramatisch** ab
- Gleichzeitig steigt die Zahl der Schadensfälle (Schimmelanfall...) sehr deutlich zu
- **Bitte kein Jammern** über die dichter Häuser – wir hätten sonst den gleichen hohen Energieaufwand wie damals, nur bei höheren Energiepreisen als vor 1973

- **Kontrollierte Lüftung als Abluftsystem:** ein Ablüfter → mehrere Ablüfter (**ohne Wärmerückgewinnung WRG**) zur notwendigen **Feuchteabfuhr** und auch **Lüfterneuerung**
- **Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung:**
Einzelne dezentrale Geräte mit WRG → mehrere Geräte → zentrale Geräte
- Manuell geschaltete → sensorisch geregelte kontrollierte Wohnraumlüftung (kWL)
- Praktische Umsetzung, Anwendung und Vergleich aktueller Systeme: alle Ihre Fragen sollen hier beantwortet werden! (Sammeln von Fragestellungen)
- Vorteile, Bewertungskriterien, Planung und Anwendung



Spannungsfelder: Schallschutz Außenschall und Energieeinsparung → Raumluftqualität



kontrollierte Wohnungslüftung (kWL) Grundlagen und Anwendung



Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Fuchs Versorgungstechnik/TGA/kWL +
LüftungFuchs - Kompetenz in WohnraumLüftung – Fa. Beate Fuchs

DIN 1946-6:2009-05 Raumluftechnik von Wohnungen

DEUTSCHE NORM

Mai 2009

DIN 1946-6

DIN

ICS 91.140.30

Ersatz für
DIN 1946-6:1998-10

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

- **Festlegung** lüftungstechnischer Maßnahmen
- Vorläufer: 1994-09 ...1998-10...2006-12-Entwurf

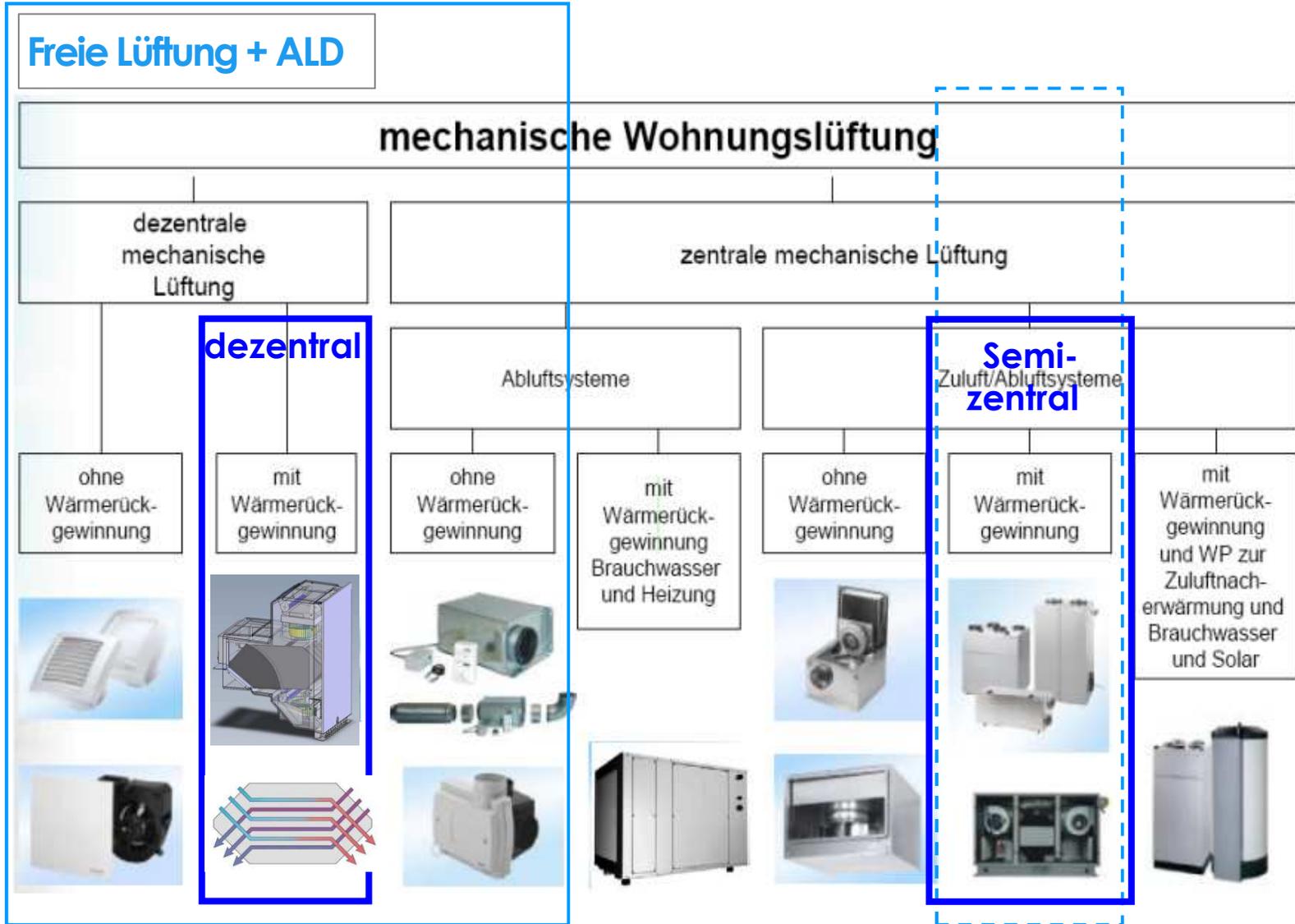


Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Fuchs Versorgungstechnik/TGA/kWL +
Lüftungsfuchs - Kompetenz in Wohnraum Lüftung – Fa. Beate Fuchs

Systematik Grundnorm DIN 1946-6:2009-05 Lüftung von Wohnungen

Im Zusammenhang mit Fenster-Fassaden-Sanierungen gängige Lüftungskonzepte/ Lösungen „kalte Lüftung“

In diesem Vortrag vorgestellte Produkt-Lösung für Nachüstung und Neubau Wohnungs-Lüftung mit Wärmerückgewinnung



(Allgemein) Anerkannte Technische Regeln zum Lüftungskonzept (nach DIN 1946-6 und DIN 18017-3) - Wohnraum-Lüftungstechnik

**Inhalt: praktische Lösungen mit kontrollierter Wohnraumlüftung,
Grundlagen Energieeinsparung, EnEV, Normen
Das Lüftungskonzept und Anwendung bei nachrüstbaren dezentralen Lüftungssystemen**

Kurzer Überblick

- Übersicht Technische Regeln + Lüftungskonzept nach DIN 1946-6
- Übersicht Bauarten kWL: mit WRG, dezentral
- Hauptbauarten dezentraler (+ zentraler) Wohnungslüftung
- Bewertungskriterien und Bewertungsbeispiele

Praktische Umsetzung

- Auslegung anhand der anerkannten Technischen Regeln, aber auch Freiheit für:
- vielseitige und individuelle Lüftungslösungen für jedes Budget, darum:
- Ausführungsarten, Bauformen, Details, Praxis, Ausführung (mit Schwerpunkt auf Nachrüstung)
- Zusammenfassung



Gesetzliche Grundlagen kWL: EnEV 2014 Inkraft-Treten 21.11.2013 (mit Wirkung zum 01.05.2014 bzw. verschärft 01.01.2016)

Eine Forderung nach einer technischen Lösung mit kWL-Anlagen wird in der EnEV selbst nicht direkt aufgestellt!
Aber: Anwendungsregeln zur EnEV: eine Bedarfs-Steuerung senkt den Ansatz

- EnEV 2014 fordert (erweitert gegenüber 2007/2009):
- §6 Dichtheit, Mindestluftwechsel:
- Umfassungsfläche dauerhaft luftundurchlässig entsprechend dem Stand der Technik
- Zu errichtende sind Gebäude so auszuführen, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung (also Verbrennungsluft) erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt ist
- Wird Dichtheit überprüft, so ist einzuhalten: DIN EN 13829:2001-02
- ohne raumluftechnische Anlagen:
jedoch mit raumluftechnische Anlagen
bei 50 Pa Druckdifferenz zwischen innen und außen,
bezogen auf das beheizte und gekühlte Luftvolumen
- DIN 1946-6 fordert sogar (noch weiter) verschärft
im Zusammenhang mit mechanischer Lüftung

Die Technik (z.B.) Passivhaus ist längst weiter
mit der Dichtheit der Hülle von Objekten

$$n_{50} = \max. 3,0 \text{ 1/h,}$$
$$n_{50} = \max. 1,5 \text{ 1/h}$$



$$n_{50} = \max. 1,0 \text{ 1/h}$$



$$n_{50} = \max. 0,6 \text{ 1/h}$$



Gesetzliche Grundlagen kWL: EnEV 2014 - Inkraft-Treten 21.11.2013 (mit Wirkung zum 01.05.2014 bzw. verschärft 21.01.2016)

Beispiele für geregelter Sachverhalte in der EnEV

- **§11 Aufrechterhaltung der energetischen Qualität**
- **§12 Energetische Inspektion von Klimaanlage**
- **§15 Klimaanlage und sonstige Anlagen der RTL**
- **§ 20 Empfehlungen für die Verbesserung der Energieeffizienz sind auszustellen:
Modernisierungsempfehlungen = Maßnahmen für kostengünstige Verbesserungen der energetischen Eigenschaften**
- **§23 Bezug auf anerkannte Regeln der Technik**
- **§26a Unternehmerklärung: wer geschäftsmäßig den Einbau oder die Änderung ... sonstiger Anlagen der Raumlufttechnik ... durchführt, hat dem Eigentümer schriftlich die Erfüllung der Anforderungen dieser Verordnung zu bestätigen**



DIN 1946-6 Lüftung von Wohnungen

Entwicklung 1998-12 → E 2006-12 → geltender Stand: 2009-05

3. Begriffe:

3.1.12 **Freie Lüftung**: **ohne** Ventilator-Unterstützung durch **Auftrieb oder Winddruck** bewegte Durchströmung, Zuluft als unbehandelte Außenluft über ALD und Undichtigkeiten in der Gebäudehülle

A.1 Freie Lüftung, Lüftungssysteme nach 5.2

Kennzeichnung für Bild A.3 nach Abschnitt 10 (Beispiel)

1. Lüftungssystem	SL
2. Anordnung – Gerät/Ventilator	–
3. Anordnung – Anlage	–
4. Wärmerückgewinnung	0
5. Energie	0
6. Hygiene	0
7. Rückschlagklappe	0
8. Schallschutz	0
9. F-Lüftungsgerät	0

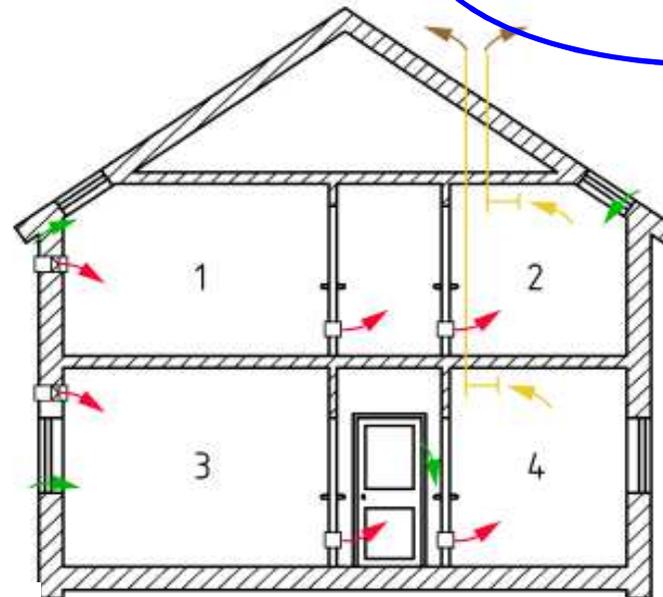


Bild A.3 — Freie Lüftung, Schachtlüftung (thermische Auftriebslüftung)

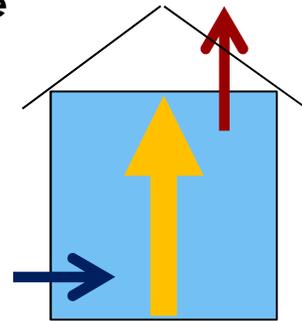


Wohnungslüftung – Grundbegriffe: natürliche Lüftung „Freie Lüftung“ (z.B. Einzel-Ablüfter nicht in Betrieb oder nicht vorhanden)

Voraussetzung: ausreichende Undichtigkeiten für In- und Exfiltration

Zwei treibende Kräfte der freien Lüftung:

A) Thermische Auftriebskraft
z.B. auch für die Schachtlüftung grundlegend



B) Wind (Überdruck auf Luv-Seite, Unterdruck auf Leeseite)

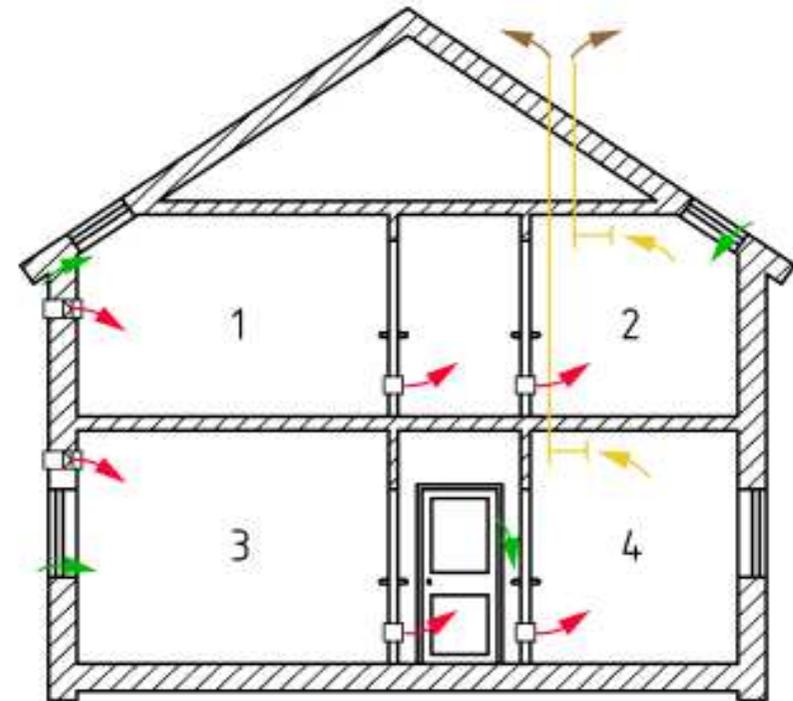
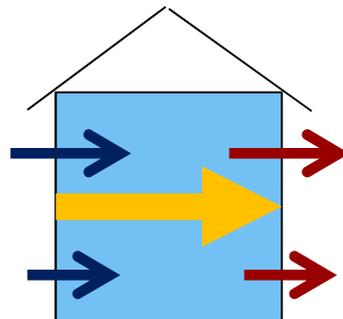


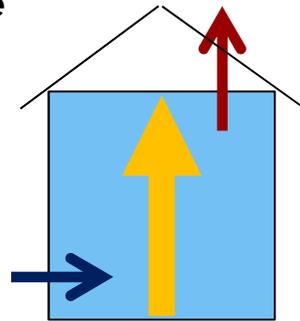
Bild A.3 — Freie Lüftung, Schachtlüftung
(thermische Auftriebslüftung)



Wohnungslüftung – Grundbegriffe: natürliche Lüftung „Freie Lüftung“ (z.B. Einzel-Ablüfter nicht in Betrieb oder nicht vorhanden)

Zwei treibende Kräfte der freien Lüftung:

A) Thermische **Auftrieb**skraft
z.B. auch für die Schachtlüftung grundlegend



B) **Wind** (Überdruck auf Luv-Seite, Unterdruck) auf Leeseite

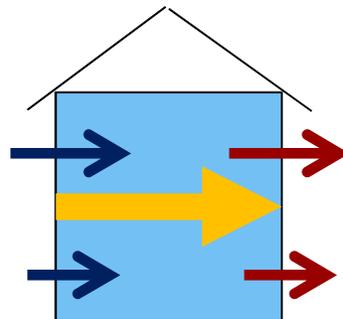


Bild A.3 — Freie Lüftung, Schachtlüftung (thermische Auftriebslüftung)

Voraussetzung: ausreichende Undichtigkeiten für In- und Exfiltration

Praxistipp für Wohnungs- und Hauskäufer:
Verlangen Sie immer das Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 vom Verkäufer! Lassen Sie dieses vom Fachmann überprüfen – ggf. können Sie einen Anspruch aus einem Mangel geltend machen

Allzuoft wird noch ...

- gar nicht gerechnet oder
- mit einer zu hohen Luftwechselrate, die das Gebäude gar nicht hat
→ Außenluftdurchlässe hierfür sind zu planen
- Oder gar **nicht haben darf**, denn:
 - die Lüftungsnorm legt bei Freier Lüftung nur eine geringerwertige Dichtigkeit von $n_{50} = 1,5$ 1/h zugrunde.
 - viele Bauverträge sichern aber einen Blower-Door-Test zur Qualitätssicherung zu mit Mindestwerten (z.B. von 1,0 1/h oder besser)
 - solche Dichtigkeiten sind immer dann zwingend nachzuweisen, **wenn** bei der EnEV-Berechnung **erhöhte Dichtigkeit** in Ansatz gebracht wurde



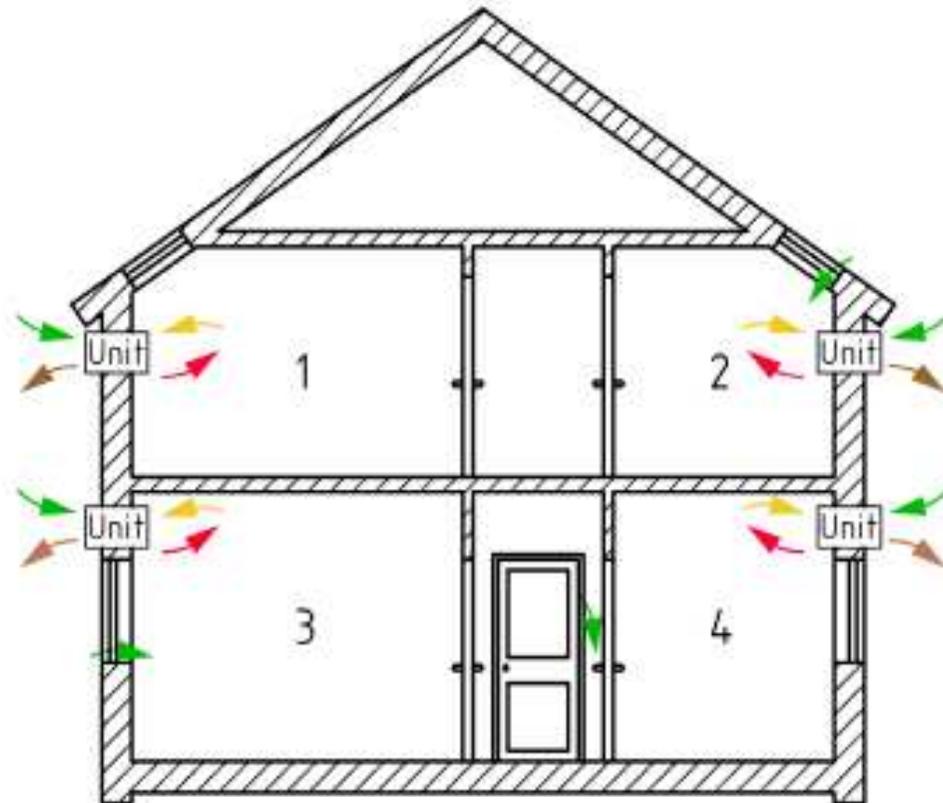
Wohnungslüftung nach DIN 1946-6: wesentliche Grundbegriffe

Treibende Kraft der technischen, **maschinellen (mechanischen)** im Gegensatz zur manuellen **Lüftung**:

Begrifflichkeit der Norm:
„**Ventilator-gestützte Lüftung**“

Antriebskraft durch Ventilator
mechanische Kraft,
mit elektrischem Antrieb

Darstellung hier: **dezentrale Geräte**



DIN 1946-6 Wohnungslüftung: Begriffe: Zu-/Abluft, dezentral – Vergleich: Schallschutz

3. Begriffe:

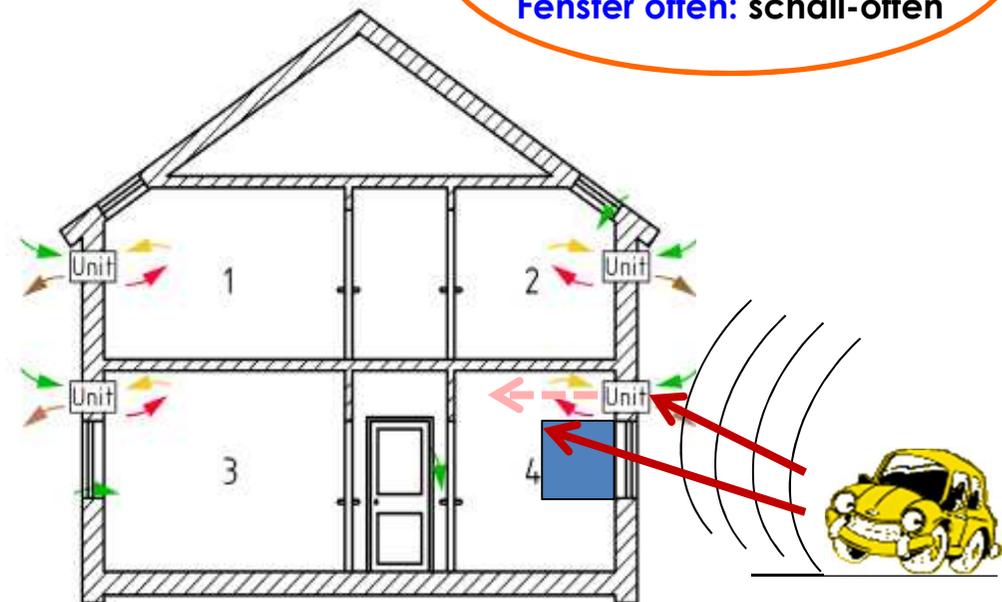
3.1.13 **Zu-/Abluftsystem, dezentral**: ventilatorgestützt geförderte Zu- und Abluft, (ZUL = behandelte Außenluft), eine wirksame Wärmerückgewinnung (WRG) ist hier selbstverständlich integriert

Schalltechnisch: **besser als Fensterlüftung**,
Lärmschutzqualität abhängig von Lüfter-Typ

Bewertung Schall:
Fenster zu: entsprechend
 Schallschutz-Qualität **Lüfter**
Fenster offen: schall-offen

Bild A.14 — Zu-/Abluftsystem, Einzelraum-Lüftungsgerät, in einem Raum

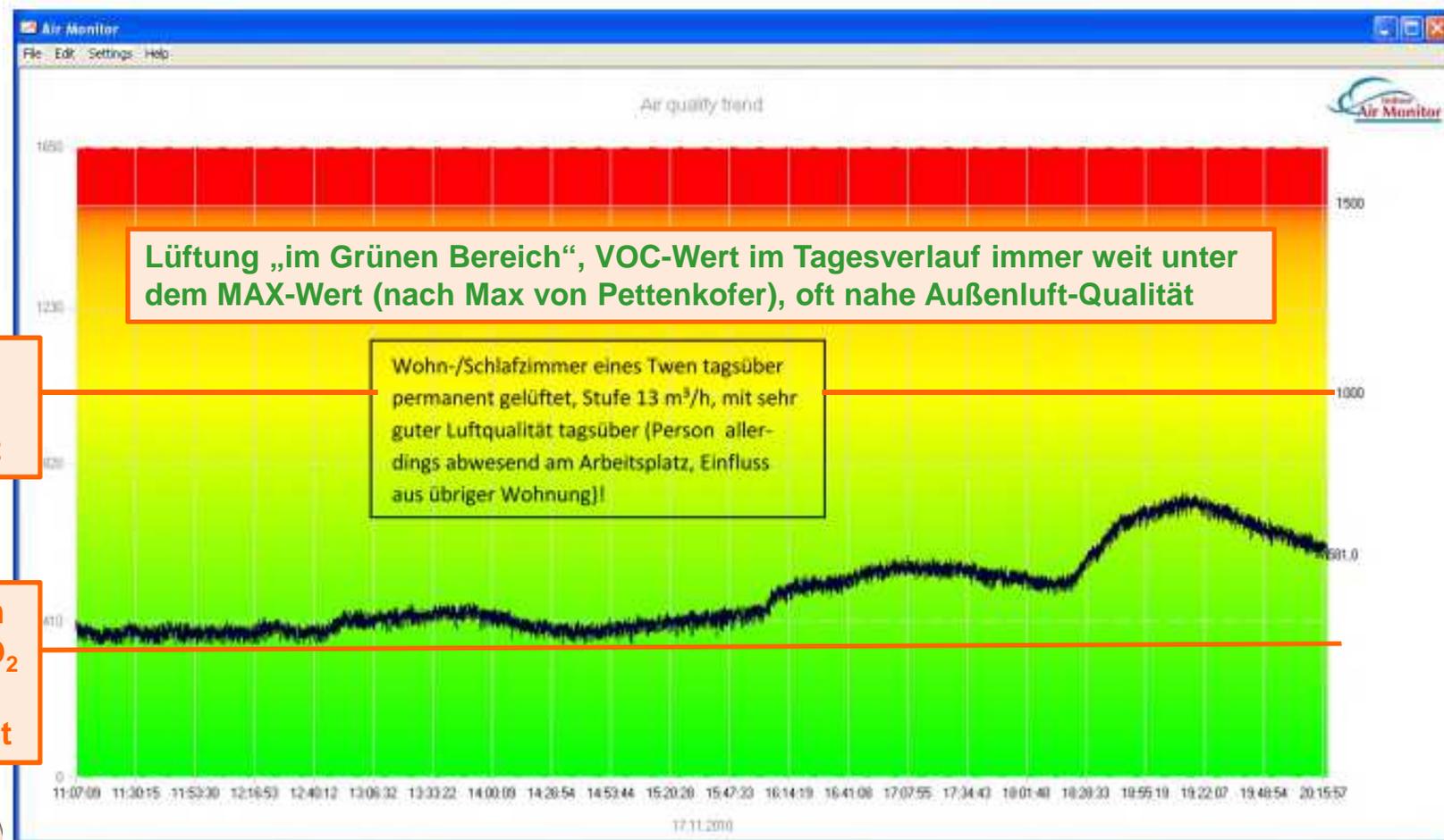
1. Lüftungssystem	ZAbLS
2. Anordnung – Gerät/Ventilator	D
3. Anordnung – Anlage	R/EFH
4. Wärmerückgewinnung	WÜT
5. Energie	0/E
6. Hygiene	0/H
7. Rückschlagklappe	0
8. Schallschutz	0
9. F-Lüftungsgerät	0



k_{WL} : **Wirkung** einer kontrollierten Wohnraum-Lüftung
(am Beispiel hier: durch dezentrale Außenwand-Lüftungsgeräte)

Wohn-/Schlafzimmer

1 Person
in 1 Zi.,
Bad/WC
+ Küche
separat



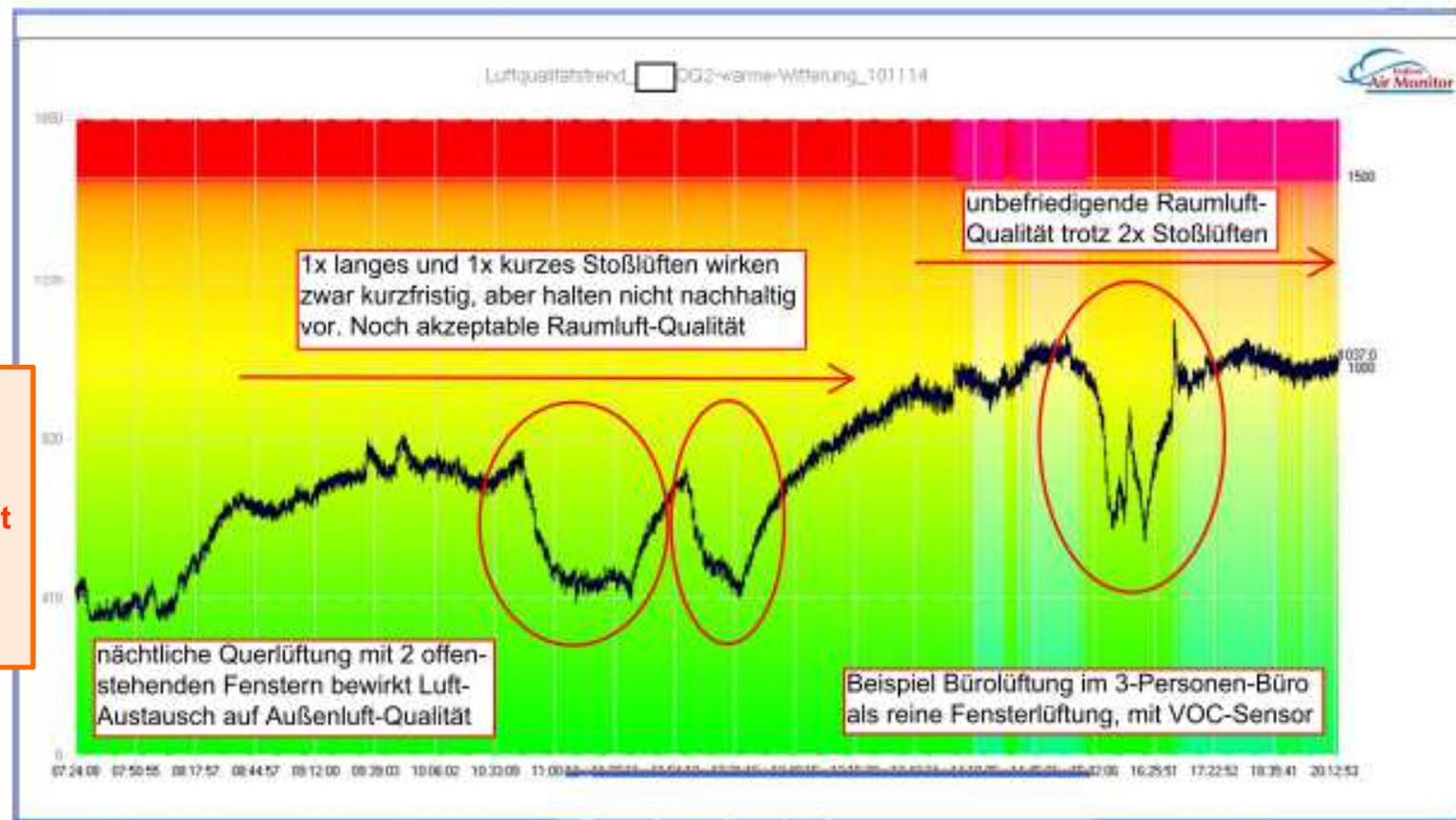
Kontrollierte Wohnraum-Lüftung: Vergleich mit Fensterlüftung

Büro mit Fensterlüftung im Vergleich dagegen: V-förmige kurzzeitige Verbesserung auf Außenluft-Qualität

3 Personen
in 1 Büro,

Büroküche
separat

Luftqualität
unbefriedigend,
VOC-Wert im
Tagesverlauf oft
nahe dem MAX-
Wert von 1.000
ppm!



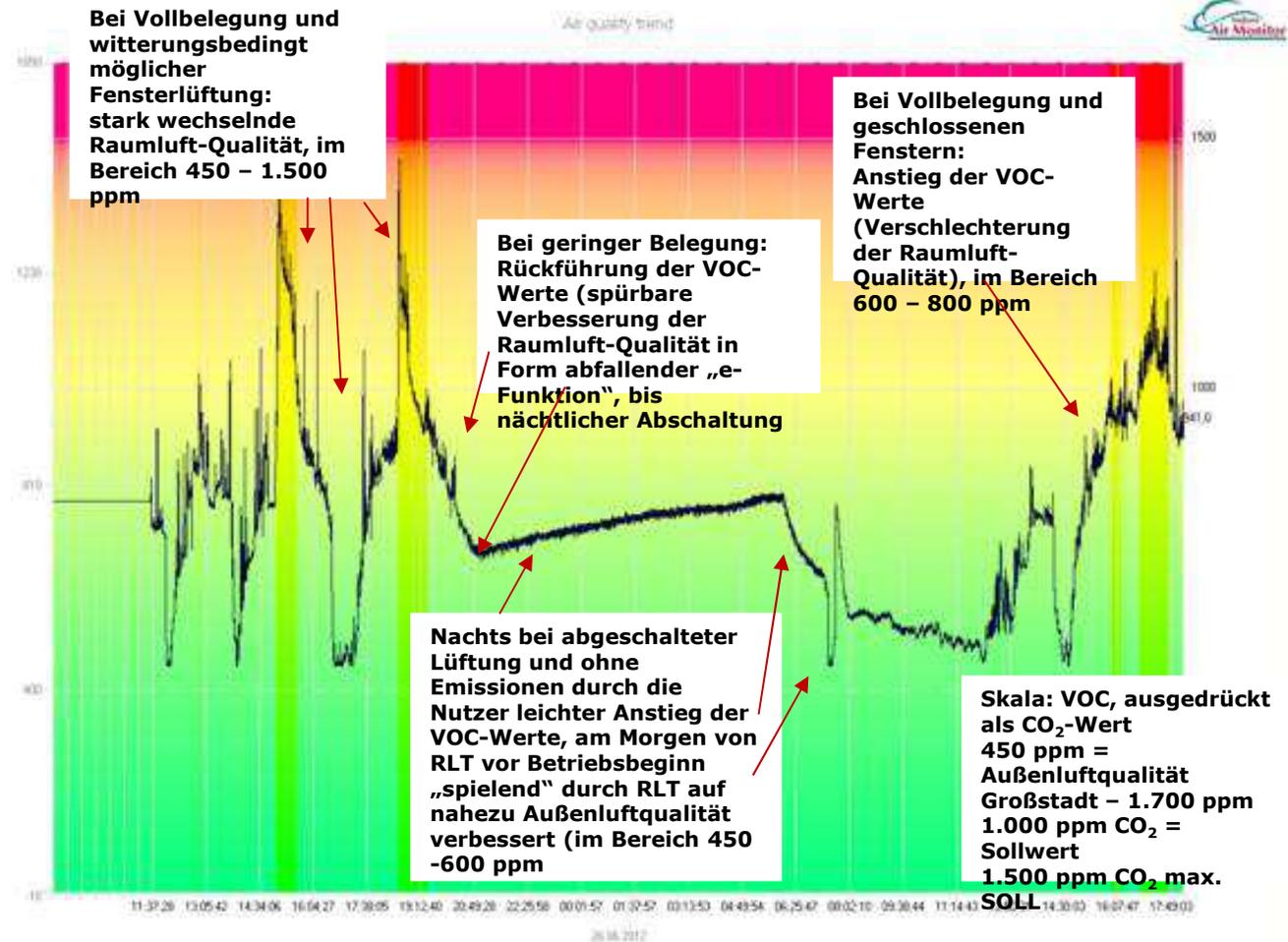
Kontrollierte Wohnraum-Lüftung: Vergleich mit Fensterlüftung

Büro mit kontrollierter Lüftung 2-facher LW im Vergleich dagegen:

1-4 Personen
in 1 Büro

Lufttechnisch verbunden:
alle weiteren Büros

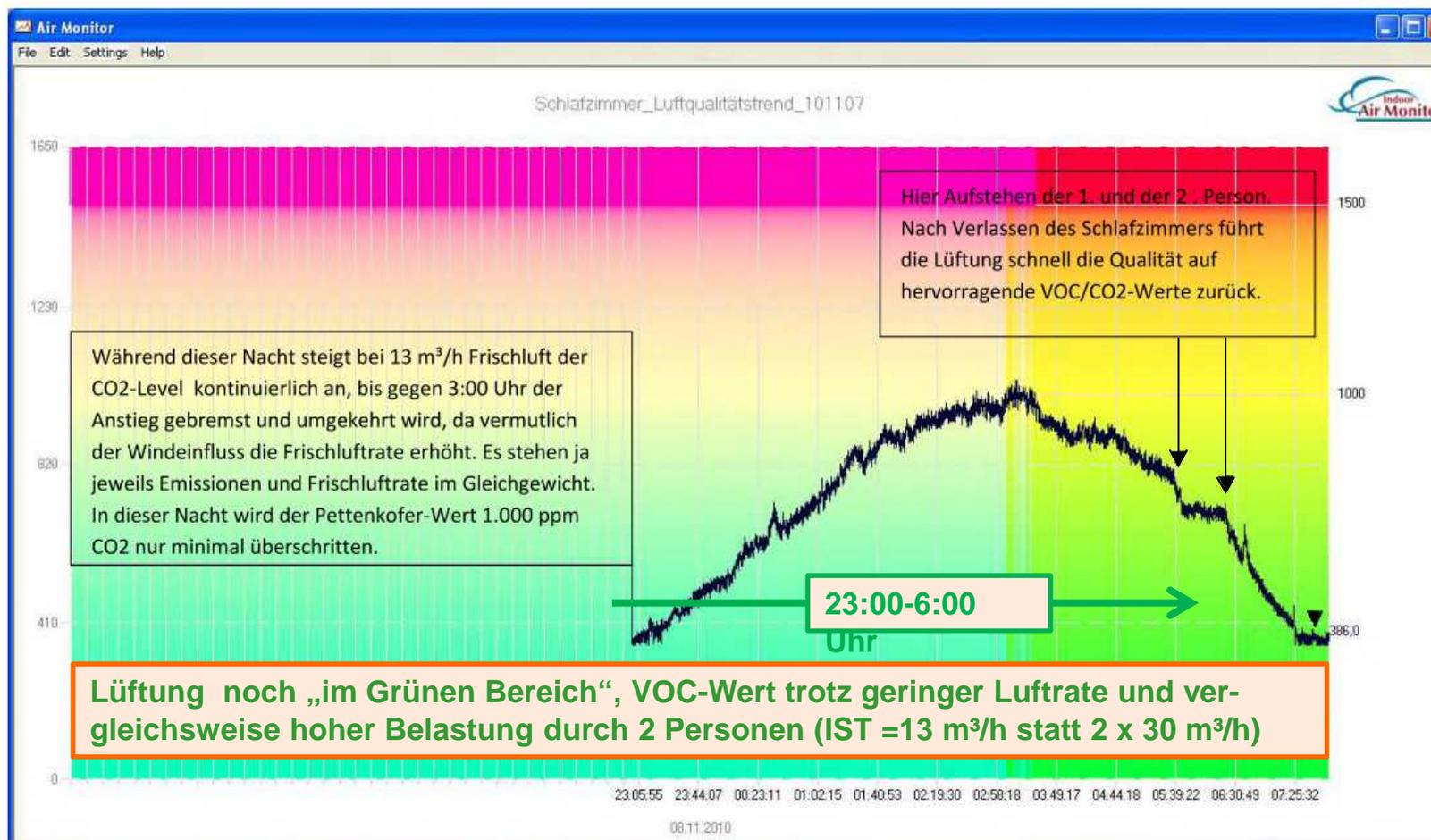
Luftqualität bei Vollbelegung befriedigend, VOC-Wert im Tagesverlauf Außenluftqualität bis maximal 1.000 ppm! Oft im deutlich besseren Bereich.



Kontrollierte Wohnraum-Lüftung: **Wirkung** dezentrale Lüftungsgeräte

Schlafzimmer (mit dezentraler kontrollierter Lüftung; Fenster = zu)

mit 2 Personen
belegt
7 Std/
Nacht

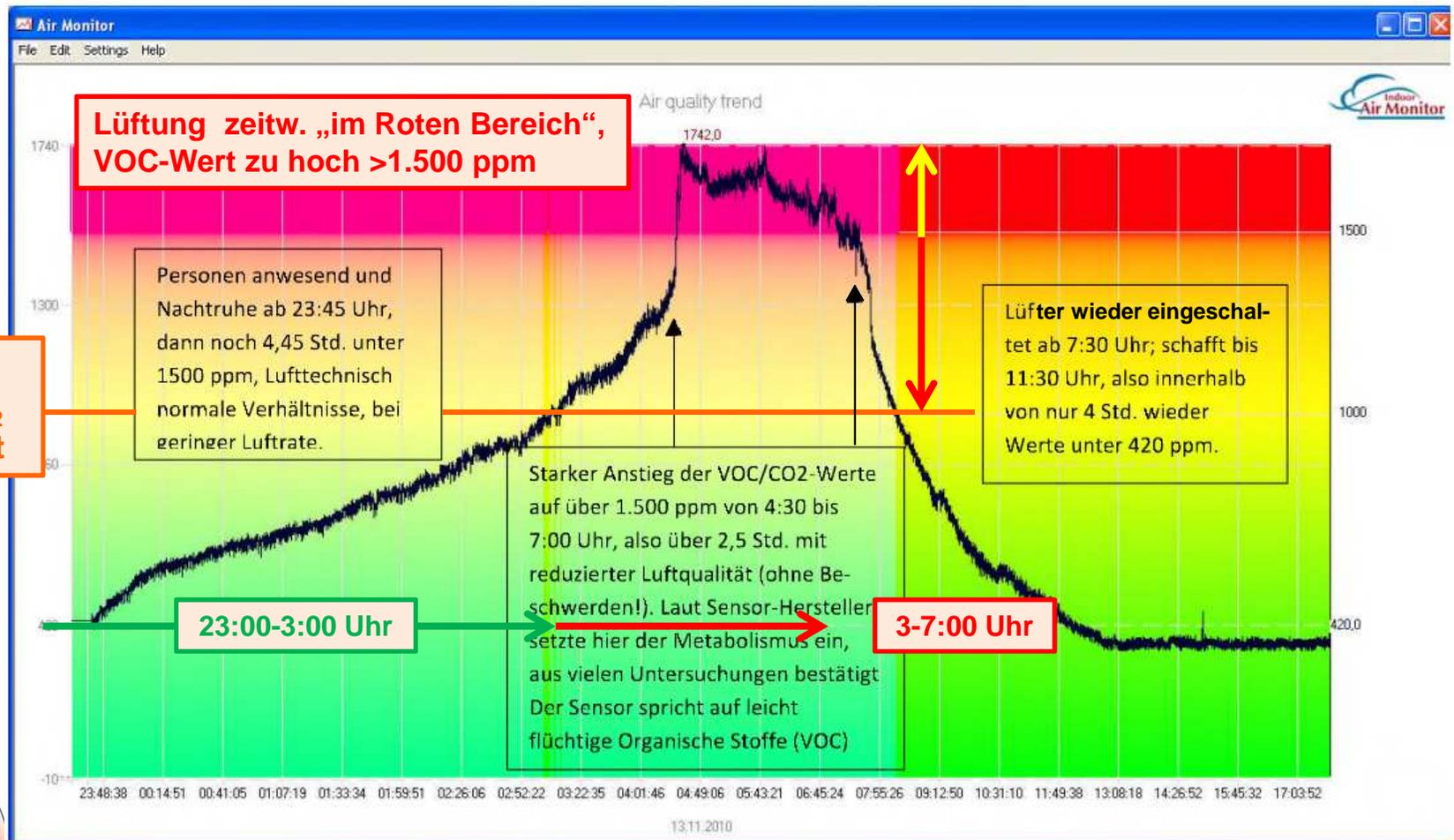


Kontrollierte Wohnraum-Lüftung: **Wirkung** dezentrale Lüftungsgeräte

Eltern-Schlafzimmer (kontrollierte Lüftung aus; Fenster = zu)

mit 2 Personen belegt, Fenster älter = undicht, Lüfter sind nicht verschlossen

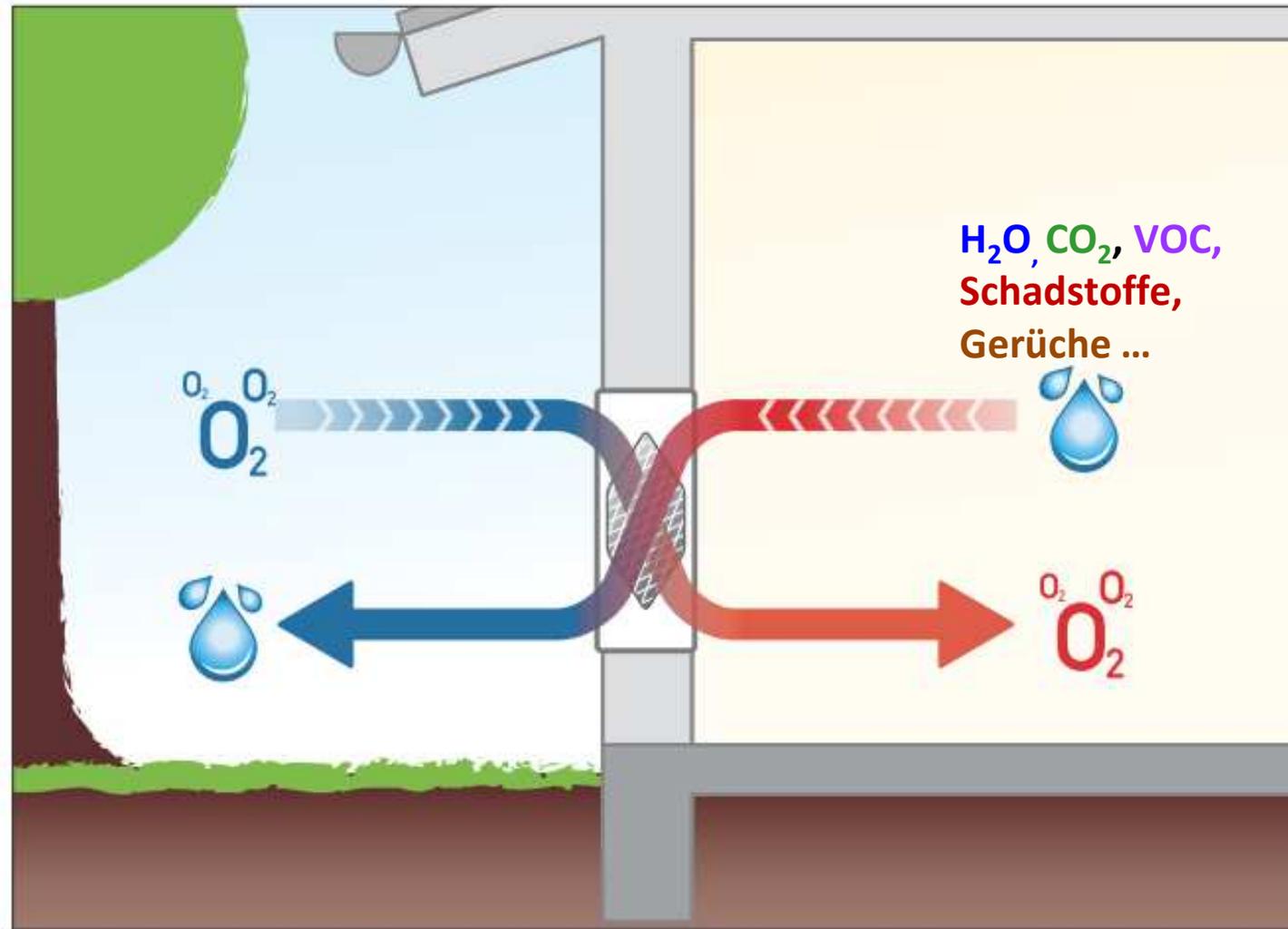
1.000 ppm = 0,1 % CO₂ = MAX-Wert



Wirkung und Ziele kontrollierte Wohnungslüftung, dazu:

CO₂,
Gerüche
und
Schadstoffe
werden nach
draussen
gelüftet,
z.B. div.
VOC

Frische Luft,
Sauerstoff
O₂ werden
hinein
gelüftet



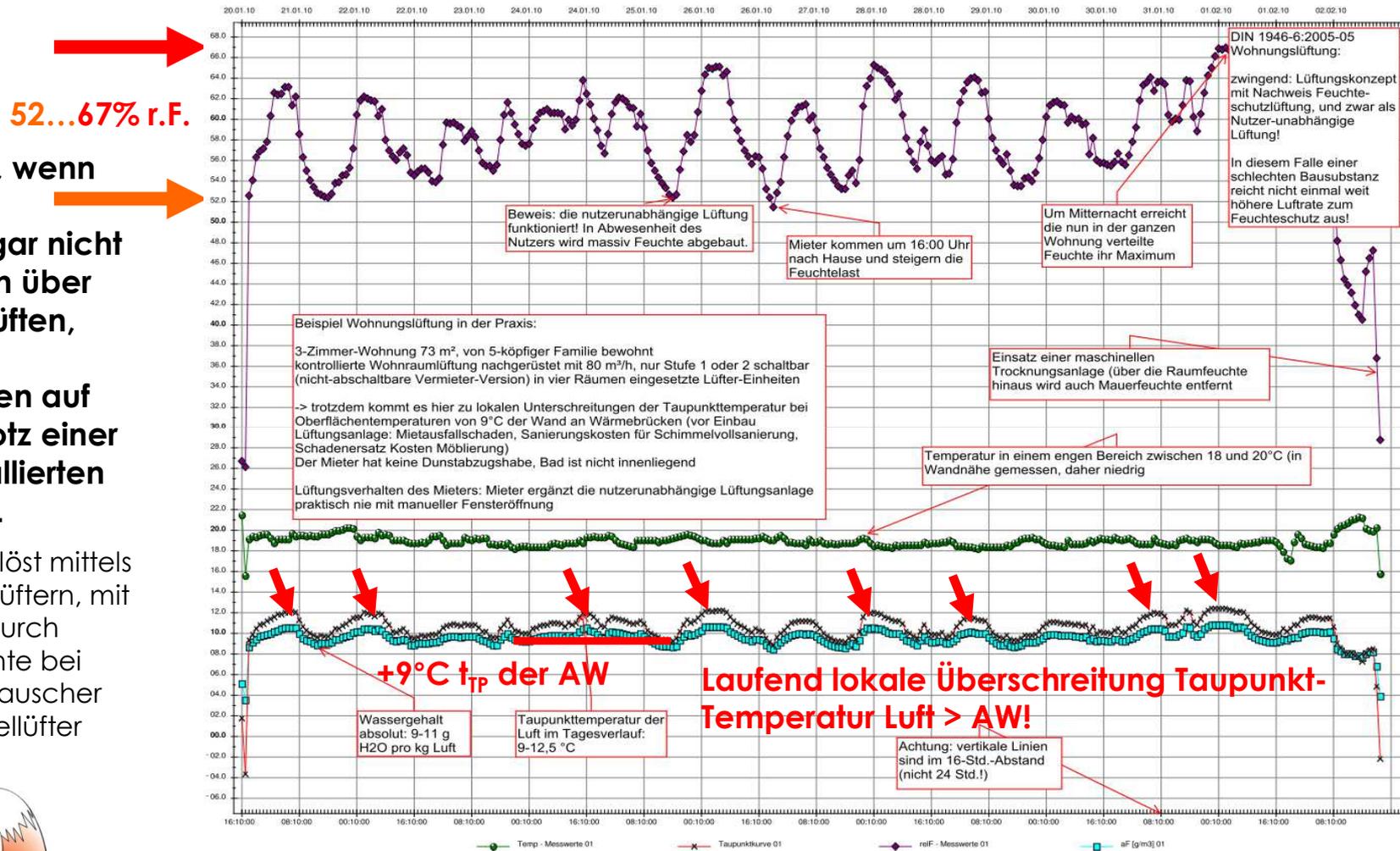
Kontrollierte Lüftung in der Praxis: **Wirkung auf den Feuchtehaushalt**

Erfahrungen aus einer Schimmelsanierung (hier ETW) mit Pendellüftern ***

Achtung Vermieter mit älteren Gebäuden!

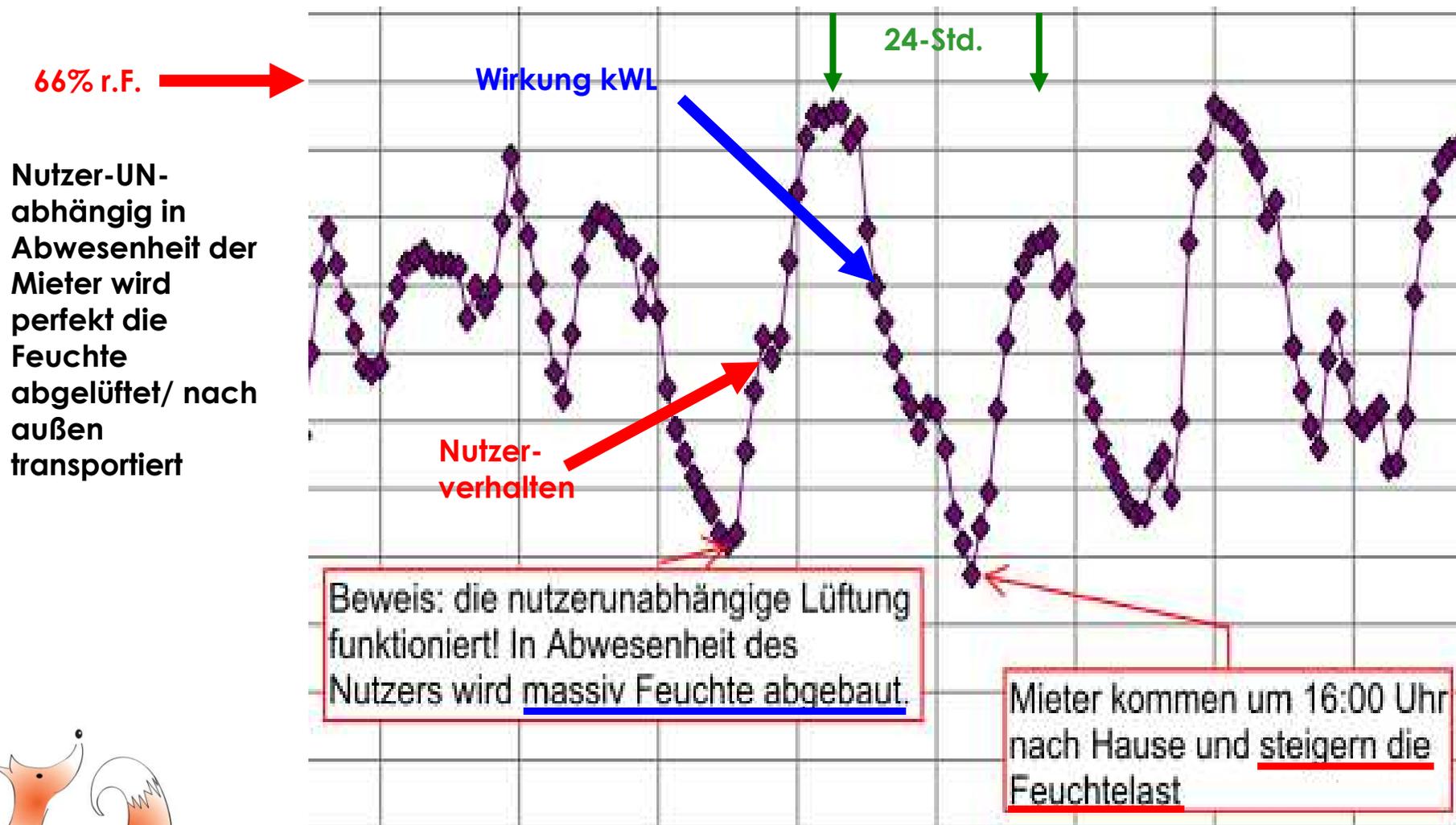
Ergebnis, wenn Mieter absolut gar nicht zusätzlich über Fenster lüften, hier: 5 Personen auf 73 m², trotz einer neu installierten 50%-kWL

*** hier gelöst mittels 4x Pendellüftern, mit Problem durch Rückfeuchte bei Enthalpietauscher und Pendellüfter



kWL: **Wirkung auf den Feuchtehaushalt:** Erfahrungen aus Schimmelsanierung (hier ETW)

Achtung Vermieter mit älteren Gebäuden!



Schadstoffe in der Raumluft, z.B. **VOC** volatile organic compounds - flüchtige organische Verbindungen

VOC-Sensoren erfassen auch sehr gut Schadstoffe:
Flüchtige verdampfbare organische (also Kohlenstoffhaltige) Stoffe, wie: Lösemittel (in Farben und Lacken: EU-Decopaint-Richtlinie). VOCs sind auch in LEED- und DGNB-Anforderungen zu begrenzen.

Gemäß Definition der Weltgesundheitsorganisation sind VOC Organische Substanzen mit einem Siedebereich von 60 bis 250°C. Zu den VOC zählen z.B. Verbindungen der Stoffgruppen Alkane/Alkene, Aromaten, Terpene, Halogenkohlenwasserstoffe, Ester, Aldehyde und Ketone, siehe rechts: VOC stammen aus: 1. Verkehr, 2. Bausektor mit bauchemischen Produkten, wie Anstrich, Klebstoffe, Dichtungsmassen. Dazu aus: Einrichtungsgegenständen, Hobby- und Heimwerkerprodukten, Reinigungs- und Pflegemitteln, Bürochemikalien und vor allem: Tabakrauch. Ein wesentlicher Träger von VOC sind Teppichböden. Geruchsprobleme durch VOC können auch mikrobiell, durch Stoffwechselsubstanzen von Bakterien und Pilzen, verursacht werden. VOC werden z.B. von Umweltlaboren gemessen, Beispielsweise aufgrund der Anforderungen in Kindergärten und Krippen-Einrichtungen in Städten wie München

- [α- und β-Pinen](#)
- [Benzaldehyd](#)
- [Benzol](#)
- [Butanal](#)
- [Decan](#)
- [Dodecan](#)
- [Heptanal](#)
- [Hexadecan](#)
- [Hexan](#)
- [Hexanal](#)
- [Methylcyclopentan](#)
- [Nonan](#)
- [Nonanal](#)
- [Octanal](#)
- [Pentadecan](#)
- [Pentanal](#)
- [Tetradecan](#)
- [Trichlorethen](#)
- [Tridecan](#)
- [Undecan](#)
- [1-Decen](#)
- [1,4-Dichlorbenzol](#)
- [2-Methylpentan](#)
- [2-Propanol](#)
- [3-Caren](#)
- [3-Methylpentan](#)
- [4-Phenylcyclohexen](#)



DIN 1946-6 Erfordernis Lüftungskonzept

4 Lüftungskonzept – Notwendigkeit lüftungstechnischer Maßnahmen

4.1 Allgemeines

Für neu zu errichtende oder zu modernisierende Gebäude mit lüftungstechnisch relevanten Änderungen ist ein Lüftungskonzept zu erstellen. Das Lüftungskonzept umfasst die Feststellung der Notwendigkeit von lüftungstechnischen Maßnahmen und die Auswahl des Lüftungssystems. Dabei sind bauphysikalische, Lüftungs- und gebäudetechnische sowie auch hygienische Gesichtspunkte zu beachten.

Das Lüftungskonzept sollte unter Beachtung der lüftungstechnischen Situation der gesamten Nutzungseinheit erstellt werden, weil jede lüftungstechnische Maßnahme in einer Nutzungseinheit immer auch Auswirkungen auf alle anderen Räume der Nutzungseinheit hat. Das gilt auch, wenn nur einzelne, z. B. fensterlose Räume, mit einem ventilatorgestützten Lüftungssystem gelüftet werden sollen. Die Luftdichtheit bzw. Luftdurchlässigkeit der Hüllkonstruktion der gesamten Nutzungseinheit ist zu beachten.

Ein Lüftungskonzept sollte nach dem im Anhang B aufgeführten Schema erstellt werden. Das Lüftungskonzept kann von jedem Fachmann erstellt werden, der in der Planung, der Ausführung oder der Instandhaltung von lüftungstechnischen Maßnahmen oder in der Planung und Modernisierung von Gebäuden tätig ist.

Eine Instandsetzung/Modernisierung eines bestehenden Gebäudes ist dann lüftungstechnisch relevant, wenn ausgehend von einem für den Gebäudebestand anzusetzenden n_{50} -Wert von $4,5 \text{ h}^{-1}$

- im MFH mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht werden und
- im EFH mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht bzw. mehr als 1/3 der Dachfläche abgedichtet werden, siehe 4.2.3 und Tabelle 9.

Wenn lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich sind, ist die Auswahl eines Lüftungssystems nach Abschnitt 5 durchzuführen.



DIN 1946-6:2009-05 LtM und Erfordernis Lüftungskonzept

4 Lüftungskonzept – **Notwendigkeit** Lüftungstechnischer Maßnahmen

4.1 Allgemeines

Für **neu zu errichtende** oder **zu modernisierende Gebäude** mit lüftungstechnisch relevanten Änderungen **ist ein Lüftungskonzept zu erstellen**. Das Lüftungskonzept umfasst die Feststellung der **Notwendigkeit** von lüftungstechnischen Maßnahmen und die **Auswahl des Lüftungssystems**. Dabei sind **bauphysikalische**, lüftungs- und gebäudetechnische sowie auch **hygienische Gesichtspunkte** zu beachten.

Das Lüftungskonzept sollte unter Beachtung der lüftungstechnischen Situation der **gesamten Nutzungseinheit** erstellt werden, weil jede lüftungstechnische Maßnahme in einer Nutzungseinheit immer auch Auswirkungen auf alle anderen Räume der Nutzungseinheit hat. Das gilt auch, wenn nur einzelne, z. B. **fensterlose Räume**, mit einem ventilatorgestützten Lüftungssystem gelüftet werden sollen. Die **Luftdichtheit bzw. Luftdurchlässigkeit der Hüllkonstruktion der gesamten Nutzungseinheit** ist zu beachten.

Ein Lüftungskonzept sollte nach dem im Anhang B aufgeführten Schema erstellt werden. Das Lüftungskonzept **kann von jedem Fachmann erstellt** werden, **der in der Planung, der Ausführung oder der Instandhaltung von lüftungstechnischen Maßnahmen** oder in der **Planung und Modernisierung von Gebäuden** tätig ist.

Eine Instandsetzung/Modernisierung eines bestehenden Gebäudes ist dann **lüftungstechnisch relevant**, wenn ausgehend von einem für den Gebäudebestand anzusetzenden **n_{50} -Wert von $4,5 \text{ h}^{-1}$**

- im MFH **mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster** ausgetauscht werden und
- im EFH mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht bzw. **mehr als 1/3 der Dachfläche** abgedichtet werden, siehe 4.2.3 und Tabelle 9.

Wenn lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich sind, ist die Auswahl eines Lüftungssystems nach Abschnitt 5 durchzuführen.



DIN 1946-6:2009-05 Das Lüftungskonzept

4.0 Lüftungskonzept =

- **Festlegung** lüftungstechnischer Maßnahmen
- Klärung der Anforderungen
- Systemwahl
- Bestimmung der erforderlichen Volumenströme
- ... und Elemente zur Realisierung
- **Normativ!!**

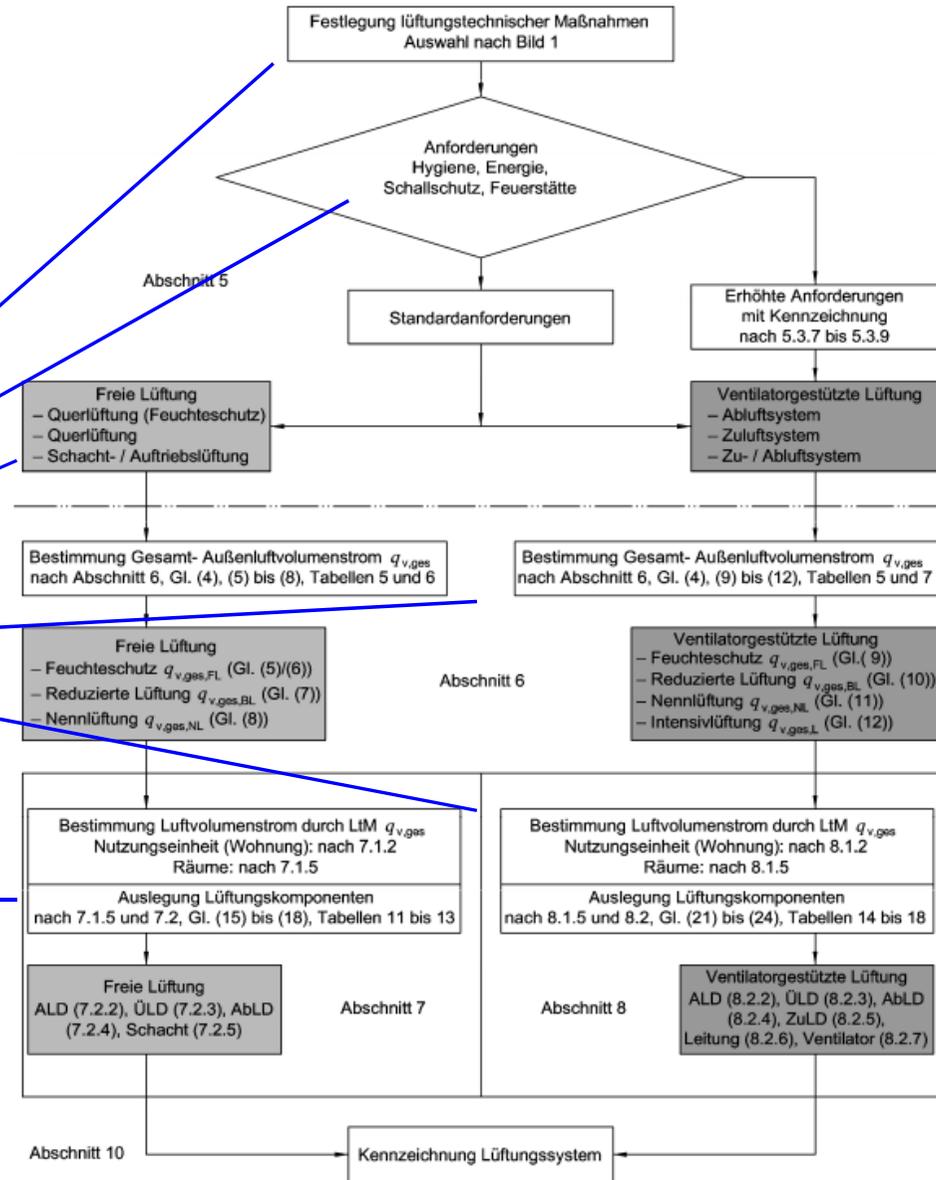


Bild B.2 — Lüftungskonzept: Teil 2 – Auslegung von Lüftungssystemen und -komponenten



DIN 1946-6:2009-025 Lüftung für Wohnungen: Vorgaben und Ziele

- **Entscheidende Zitate aus der Norm (Abschnitt 4):**
- **4.2.4 Lüftungstechnische Maßnahme**
- Wenn eine Lüftungstechnische Maßnahme erforderlich ist, **müssen** durch **Auslegung und Ausführung**
 - a) von Einrichtungen zur freien Lüftung nach Abschnitt 7 bzw.
 - b) von **Lüftungsanlagen/-geräten für ventilatorgestützte Lüftung** nach Abschnitt 8 **mindestens** die Luftvolumenströme nach **Abschnitt 6 nutzerunabhängig dauernd sichergestellt** werden.
- **Abschnitt 6:** beschreibt mit **Formeln** die erforderlichen Volumenströme u.
- Verweist auf **Tabelle 5 (Mindestwerte der Gesamt-Außenluftvolumenströme)** und **Tabelle 7 (Gesamt-Abluftvolumenströme bei ventilatorgestützter Lüftung für einzelne Räume mit und ohne Fenster)**



DIN 1946-6:2009-05 Lüftung von Wohnungen:
ventilatorgestützte Lüftung: Ziel Nennlüftung ohne Nutzerunterstützung

- **Entscheidende Zitate aus der Norm (Abschnitt 5):**
- **5.3.6.3 Ventilatorgestützte Lüftung**
- **Für die gesamte Nutzungseinheit** ist durch das **ventilatorgestützte** Lüftungssystem die **Nennlüftung** ohne **Nutzerunterstützung** nach Tabelle 5 oder Tabelle 7 sicherzustellen. Die Nennlüftung schließt die dauernde **Lüftung zum Feuchteschutz** (24 Stunden je Tag bei geschlossenen Fenstern) und die **Reduzierte Lüftung** mit ein.

Eine Auslegung ausschließlich für die Lüftung zum Feuchteschutz (FL) oder für die Reduzierte Lüftung (RL) ist demnach nach den Regeln der Technik NICHT vorgesehen/zulässig.

- **Praxistipp: nach sorgfältiger Beratung kann der Bauherr von einer Norm auch abweichen; z.B. wenn bei einer Sanierung oder Nachrüstung oder auch im Neubau ein Budget-Limit des Kunden erreicht wird.**
- **Nicht akzeptabel ist dagegen ein vorschnelles „Ausreden“ eines solchen Kundenwunsches kWL und eine entsprechende Beratung gegen eine kontrollierte Lüftung, wie es von vielen Immobilien-/Wohnungs-Verkäufern gehandhabt wird**



Lüften mit höchster Effizienz

Einzigartiges Lüftungssystem erleichtert Planung,
Bau & Sanierung und Betrieb nicht nur von Passivhäusern

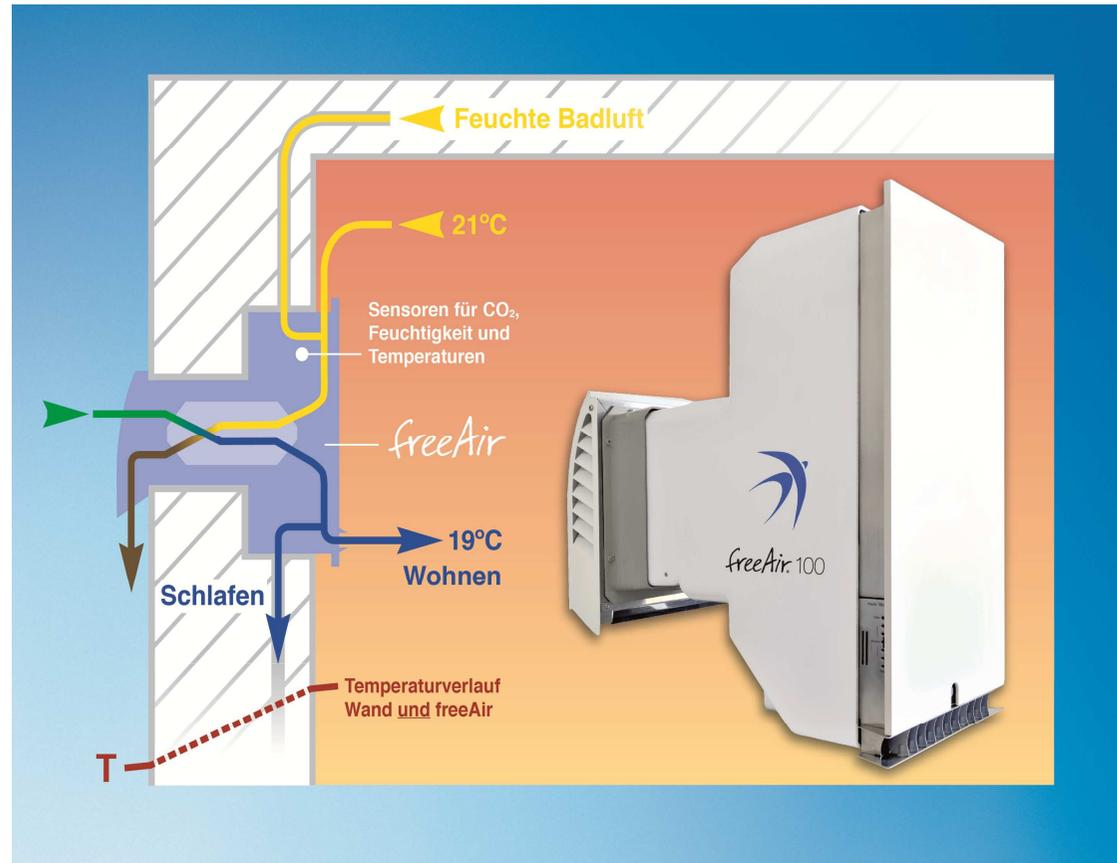
*Eine Lösung zur effektiven
kontrollierten
Wohnungslüftung:*

- Dezentral
- Bedarfsgeregt
- Leistungsstark
- Flexibel mit Zweitraum



bluMartin, FreeAir 100: Beschreibung Funktions-Prinzip, technische Daten

- Außenwandmontage ohne Wärmebrücken
- Zweitraumanschlüsse mit kurzen Leitungen
- Optimale Bedarfsführung
- Hoher Volumenstrom-Bereich 20 bis 100 m³/h
- Wärmebereitstellungsgrad 87% (PHI)
- Hohe Elektroeffizienz
Prüfung < 0,26 W/m³h
Beispiel Praxis ca. 0,13 W/m³h
- Extrem leise, minimal 16,3 dB (A) in 1 m
- Praktisch keine Beeinflussung durch Wind und Auftrieb



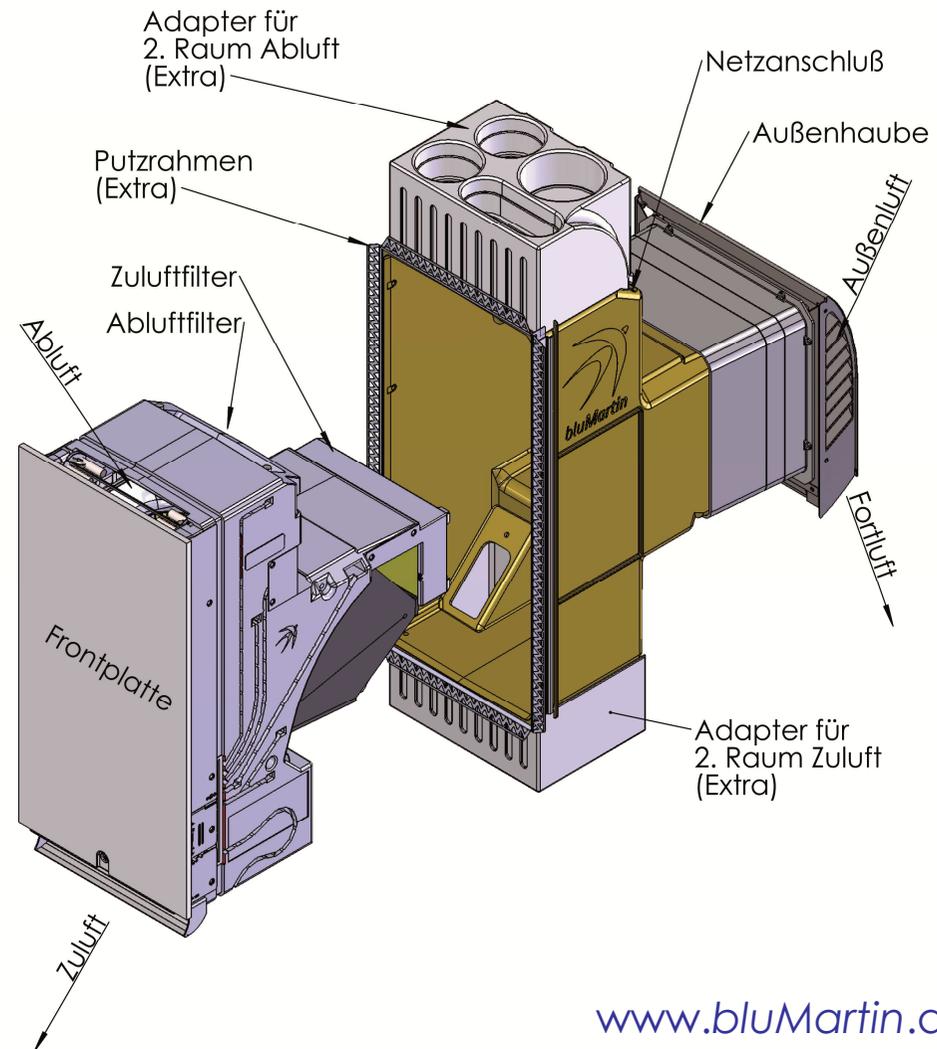
bluMartin, FreeAir 100: günstige spezifische Kosten, Bau-Kosteneinsparung

Ohne Zweitraum-Verschlauchung

- Einfache Planung
- Keine Sensorleitungen
- Keine Koordination Standort Regler
- Rohbauset in der Box isoliert gut und vereinfacht Neubau
- Geräteeinbau erst kurz vor Einzug
- Kein Einmessen + Einregeln
- Wohnklima ab Einzug „perfekt“
- Keine Brandschutzklappen

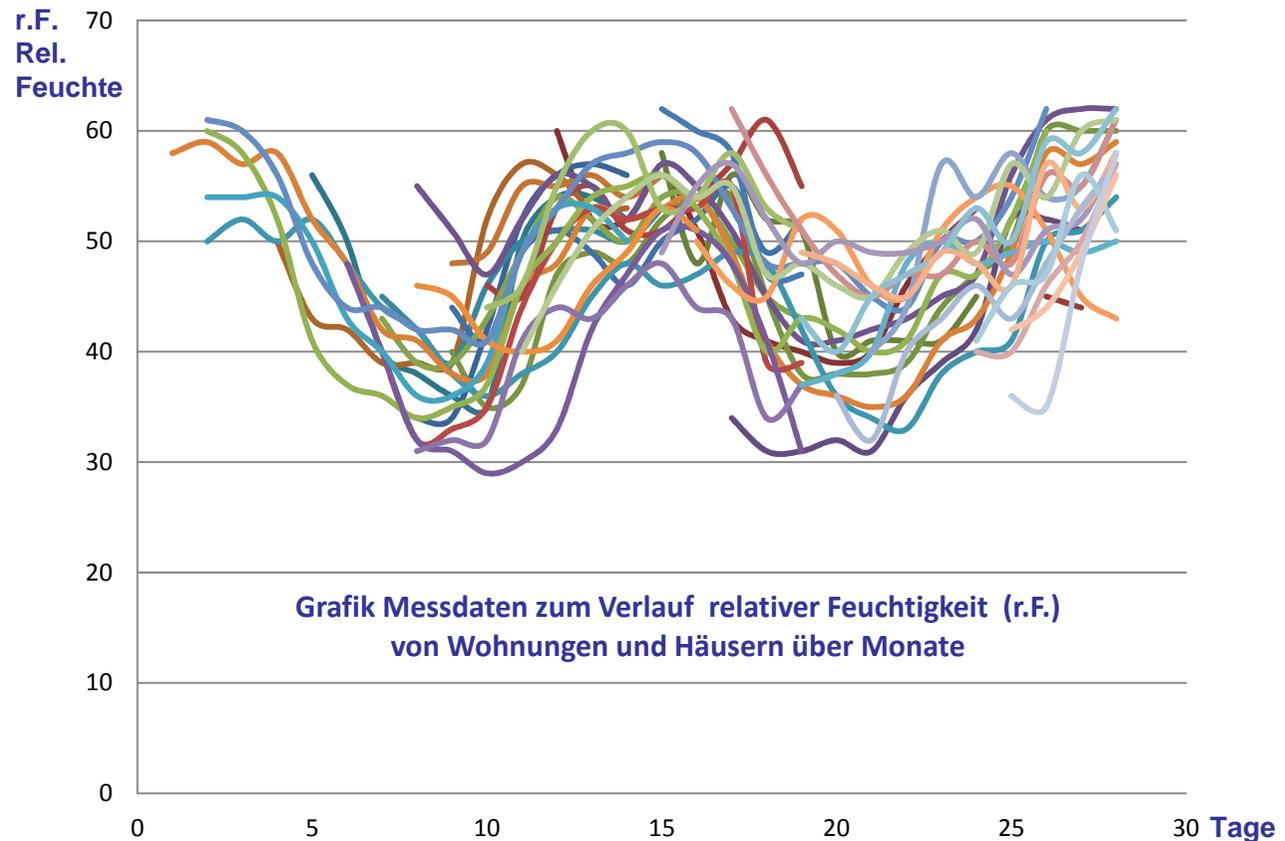
Mit Zweitraum-Verschlauchung

- Keine Luftabzweigungen
- Keine zusätzlichen Schalldämpfer



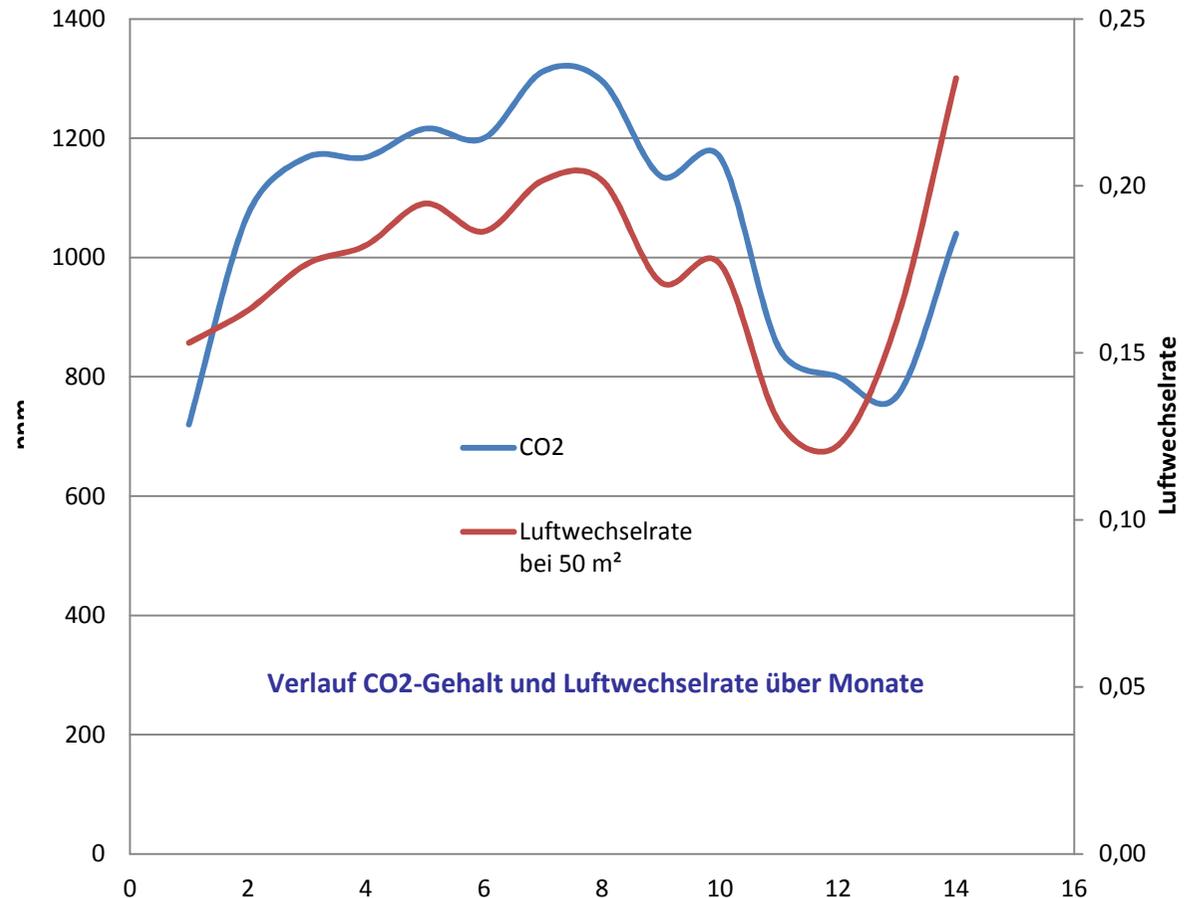
bluMartin, FreeAir 100: praxisgerechte und energetisch hoch effiziente Bedarfs-Führung => optimales Feuchtmanagement

- **Messungen über Jahre in einer Vielzahl von Wohnungen und Häusern zeigen relative Feuchte zwischen 30 und 60%**
- **Rückbefeuchtung bei bedarfsgeführten Lüftungsanlagen nicht erforderlich**



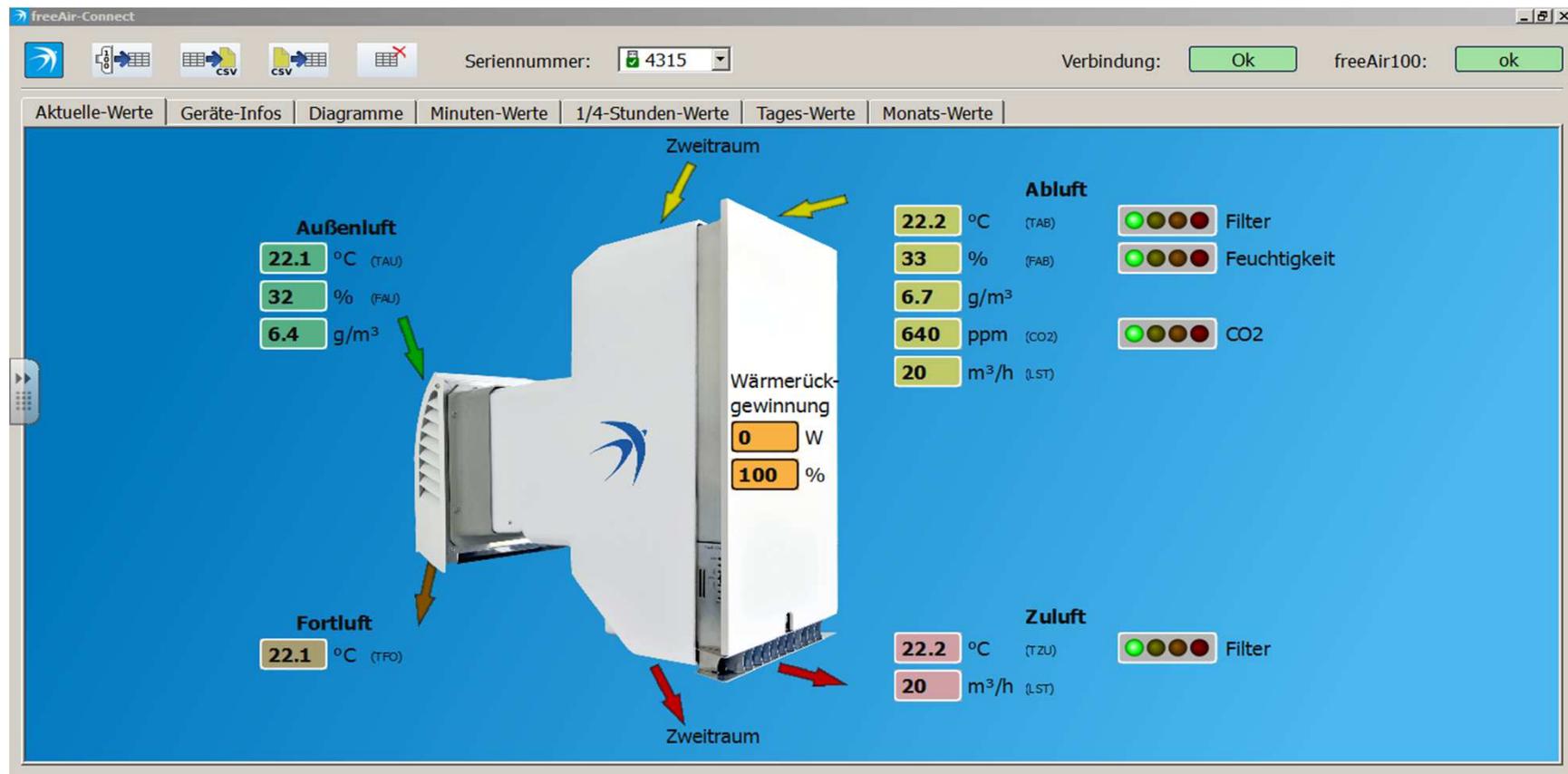
bluMartin, FreeAir 100: Bedarfs-Führung => Energieeinsparung

- Gutachten von IBN zeigt am Beispiel einer 45 m² Single-Wohnung eine **ohne Luft-Qualitäts-Verlust** mögliche Reduzierung LW 0,35 1/h [m³/m³h] => 0,16 1/h
- Praxis zeigt im Verlauf des **bedarfsgeführt geregelten** Luftwechsels einen dennoch **nicht nach oben ausreißenden CO₂-Level:**



bluMartin, FreeAir 100: kostenlose Software freeAir-Connect

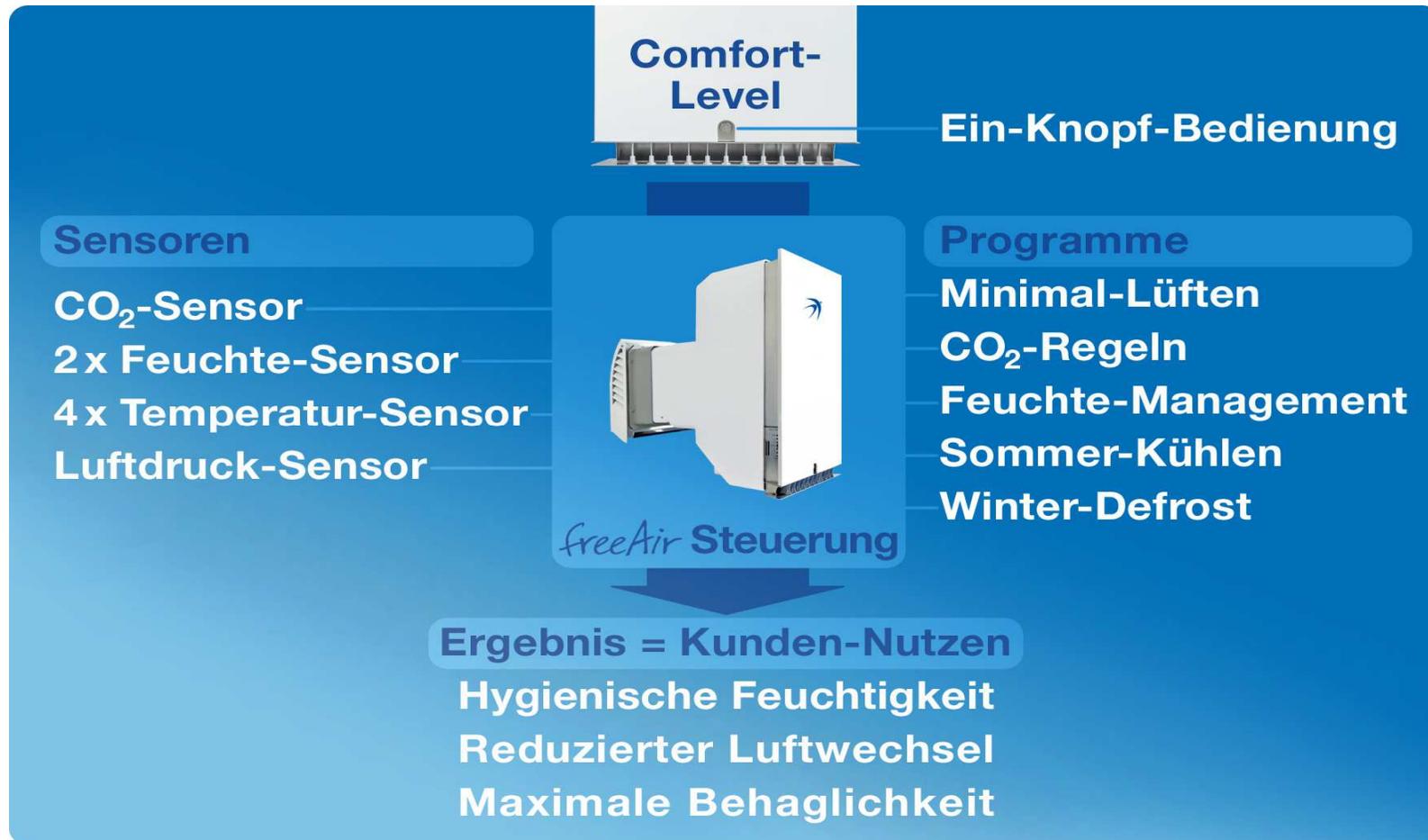
Kostenlose Nutzung: aktuelle Werte, Stundenzähler (je Stufe/Betriebsart), Lufthygiene-Ampeln, integrierter großer (!) Daten-Logger für Monats- und Tages-Werte aller Sensoren, simple Schnittstelle per USB
→ Verifizierung Erfolg der Anlagenausstattung in Normal-/Problemfällen



bluMartin, FreeAir 100: Darstellung Software freeAir-Connect



bluMartin, FreeAir 100: Komplexe Steuerung => Einfache Handhabung



bluMartin, FreeAir 100: mit optionalem Zweitraumanschluss

- Sehr vielseitige Zweiraum-Varianten verfügbar (Abluft- und Zuluftseitig mit drei Rohr-Anschluss-Arten)
- a) Wellrohr Da = 75 mm
- b) Flachrohr 51 x 138 mm
- c) Wickelfalzrohr DN 100



Beispiel bluMartin, freeAir 100, technische Werte: (hier: reale Betriebswerte, ausgelesen aus freeAir-Connect) (1)

bluMartin, freeAir 100: Betriebsdaten aus Kundengerät, hier: Wohnzimmer

Periode (alle Werte sind Mittelwerte)	Periode (als Tages-, hier: Monats-Mittelwert)	Temp. Abluft	rel. Feuchte Abluft	CO2-Wert Abluft	Temp. Zuluft	Temp. AussenL.	rel. Feuchte AussenL.	Temp. Fortluft	Wärmerückgewinnung	Entzogene Energie	zurückgewonnene Energie	el. Stromverbrauch	elektr. Wirkverhältnis	LuftVolumen ausgetauscht	Wasser abgeführt	
Monat	ZEIT	TAB	FAB	CO2	TZU	TAU	FAU	TFO	WRP	ENE	ZGE	SVB	ε	LAT	WEN	
Bezeichn.		[°C]	[%]	[ppm]	[°C]	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[Wh]	[Wh]	[Wh]	[-]	[m³]	[g]	
Sept.	19.09.2012 11:46	21	54	736	21	17	70	18	94	15.652	14.674	1.305	11,2	10.014	0	
Okt.	19.10.2012 11:46	21	54	688	21	17	74	18	95	18.587	17.609	1.333	13,2	10.356	0	
Nov.	18.11.2012 10:46	19	54	832	18	12	79	12	92	30.815	28.369	1.424	19,9	11.494	8.192	
Dez.	18.12.2012 10:46	18	50	1.024	17	6	83	8	93	54.782	50.869	1.542	33,0	12.973	24.576	
Jan.	17.01.2013 10:46	17	43	1.040	16	2	84	4	94	69.945	65.543	1.524	43,0	12.746	24.576	
Febr.	16.02.2013 10:46	17	40	816	16	2	75	4	90	54.782	49.402	1.387	35,6	11.039	16.384	
März	18.03.2013 10:46	18	36	1.008	16	0	75	2	86	70.923	60.652	1.414	42,9	11.380	20.480	
April	17.04.2013 11:46	16	36	896	16	2	72	4	91	59.673	54.293	1.414	38,4	11.380	12.288	
Mai	17.05.2013 11:46	16	39	800	16	6	72	8	94	37.663	35.217	1.342	26,3	10.470	0	
Juni	16.06.2013 11:46	18	49	784	18	11	74	13	97	28.369	27.391	1.369	20,0	10.811	0	
Juli	16.07.2013 11:46	20	53	944	20	14	75	15	98	26.902	26.413	1.533	17,2	12.859	0	
Aug.	15.08.2013 11:46	21	53	896	21	17	67	18	100	17.119	17.119	1.642	10,4	14.225	0	
Sept.	14.09.2013 11:46	23	50	704	23	20	63	22	100	4.402	4.402	1.542	2,9	12.973	0	
Summe Sept.-Aug. (1 Jahr):										489.614	451.953	18.770		152.720	106.496	
Durchschnitt rechn.:		18,3	46,2	870	17,7	8,1	75,7	9,6	93,1	44.119	40.402	1.417	24,1	11.748	17.749	
(11 Monate Sept.-Juni bzw. wie angegeben)													ganzjäh.	bis Sept.	nur Winter	
Mittelwerte nur Winter (Nov.-Mai)			42,6	917	16,4	4,3	77,1	6,0	91,4	54.083	49.192	1.435	34,3	Durchschnittswerte		

Ausgelesene historische Daten aus 1 Jahr Betriebszeit!

16,1 m³/h
1,9 W
0,121 W/m³/h

Legende: (soweit nicht angegeben Zeile 1)

- WRP Wärmerückgewinnung Prozess in % als Temperaturwirkungsgrad (im Gegensatz zum Wärmebereitstellungsgrad, der etwas anders definiert ist).
- ENE Entzogene Energie(menge): die in der Abluft enthaltene Energie, incl. latenter Energie (noch nicht auskondensierte Feuchte)
- ZGE zurückgewonnene Energie(menge): die auf die Zuluft effektiv übertragene Energie --> die Differenz ist die latente Energie der nicht auskondens. Feuchte
- ε elektr. Wirkverhältnis: vom Lüftungsgerät bereitgestellte Energie im Zuluftstrom im Verhältnis zur verbrauchten elektr. Leistung aller im Gerät eingebauten el. Verbraucher

Beispiel bluMartin, freeAir 100, technische Werte:
(reale Betriebswerte, aus freeAir-Connect) (2)

ZGE	SVB	ε	LAT	WEN
[Wh]	[Wh]	[-]	[m ³]	[g]
14.674	1.305	11,2	10.014	0
17.609	1.333	13,2	10.356	0
28.369	1.424	19,9	11.494	8.192
50.869	1.542	33,0	12.973	24.576
65.543	1.524	43,0	12.746	24.576
49.402	1.387	35,6	11.039	16.384
60.652	1.414	42,9	11.380	20.480
54.293	1.414	38,4	11.380	12.288
35.217	1.342	26,3	10.470	0
27.391	1.369	20,0	10.811	0
26.413	1.533	17,2	12.859	0
17.119	1.642	10,4	14.225	0
4.402	1.542	2,9	12.973	0
451.953	18.770		152.720	106.496

ZGE: durch kWL-Gerät zurückgewonnene Energie
SVB: elektrischer Geräte-Stromverbrauch gesamt
 ε = Kennziffer elektrisches Wirkverhältnis
LAT: Luftvolumen gefördert
WEN: Wasser entfernt

1.417	24,1	11.748	17.749
	ganzjäh.	bis Sept.	nur Winter
1.435	34,3	Durchschnittswerte	

16,1 m³/h
 1,9 W
 0,121 W/m³/h

historische Daten 1 volles Jahr



Beispiel bluMartin/freeAir: technische Werte (3)

Periode (alle Werte sind Mittelwerte)	Temp. Abluft	rel. Feuchte Abluft	CO2-Wert Abluft	Temp. Zuluft	Temp. AussenL.	rel. Feuchte AussenL.	Temp. Fortluft	Wärmerückgewinnung	Entzogene Energie	zurückgewonnene Energie	el. Stromverbrauch	elektr. Wirkverhältnis	Luftvolumen ausgetauscht	Wasser abgeführt
Monat	TAB	FAB	CO2	TZU	TAU	FAU	TFO	WRP	ENE	ZGE	SVB	ε	LAT	WEN
Bezeichn.	[°C]	[%]	[ppm]	[°C]	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[Wh]	[Wh]	[Wh]	[-]	[m³]	[g]
März	17	34	672	15	1	75	2	85	44.510	37.663	1.150	32,7	8.080	8.192
April	17	34	560	15	2	72	2	80	40.597	32.282	1.105	29,2	7.511	8.192
Mai	18	42	624	17	8	70	9	86	37.174	31.793	1.333	23,9	10.356	8.192
Juni	18	52	592	17	11	75	11	89	22.011	19.565	1.205	16,2	8.763	4.096
Juli	20	56	624	19	15	73	15	88	16.630	14.674	1.223	12,0	8.990	4.096
Aug.	22	57	688	22	19	61	21	86	3.424	2.935	1.405	2,1	11.266	16.384
Sept.	21	56	640	21	17	69	19	88	8.315	7.337	1.296	5,7	9.901	8.192
Summe Mär:									172.661	146.249	7.567		56.786	49.152
Durchschnitt (7 Monate bzw. wie angegeben)	19,0	47,3	629	18,0	10,4	70,7	11,3	86,0	24.666	20.893	1.261	19,3	9.464	8.192
Mittelwerte nur Winter (März-Mai)								83,7	40.760	33.913	1.282	26,4		

Durchschnittswerte
13,0 m³/h
1,7 W
0,133 W/m³/h

historische Daten aus 7 Monaten

Wärmerückgewinnung (WRG):

Wärmeenergie aus der Abluft (Zustand T_{AB} , F_{AB}) wird auf die Zuluft (T_{ZU}) übertragen. Dabei wird Außenluft (Zustand T_{AU} , F_{AU}) erwärmt und die Fortluft kühlt sich gleichzeitig ab (Zustand T_{FO} , F_{FO})



Beispiel bluMartin, freeAir 100: technische Werte (4) Daten aus dem Wohnzimmer eines Kunden

Periode (alle Werte sind Mittelwerte)	Periode (als Tages-, hier: Monats-Mittelwert)	Temp. Abluft	rel. Feuchte Abluft	CO2-Wert Abluft	Temp. Zuluft	Wärmerückgewinnung	Entzogene Energie	zurückgewonnene Energie	el. Stromverbrauch	elektr. Wirkverhältnis	Luftvolumen ausgetauscht	Wasser abgeführt
ZEIT	TAB	FAB	CO2	TZU	WRP	ENE	ZGE	SVB	€	LAT	WEN	
	[°C]	[%]	[ppm]	[°C]	[%]	[Wh]	[Wh]	[Wh]	[-]	[m³]	[g]	
Dez.	16.12. 16:02	20	56	1.040	19	89	40.597	36.195	1.809	20,0	15.932	24.576
Jan.	15.01. 16:02	20	50	1.072	18	88	83.151	73.369	1.980	37,1	17.639	53.248
Febr.	14.02. 16:02	20	40	944	18	87	108.097	94.401	1.775	53,2	15.591	53.248
März	16.03. 16:02	21	38	1.024	18	87	117.390	102.227	1.900	53,8	16.842	53.248
April	15.04.2013 17:02	21	36	1.072	18	87	123.260	107.118	1.969	54,4	17.525	53.248
Mai	15.05.2013 17:02	20	35	928	18	86	99.782	86.086	1.843	46,7	16.273	40.960
Juni	14.06.2013 17:02	20	50	912	19	88	41.087	36.195	1.843	19,6	16.273	16.384
Juli	14.07.2013 17:02	20	54	880	19	87	37.174	32.282	1.741	18,5	15.249	16.384
Aug.	13.08.2013 17:02	22	54	848	22	85	13.206	11.250	1.843	6,1	16.273	20.480
Sept.	12.09.2013 17:02	23	52	704	20	83	2.935	2.446	1.843	1,3	16.273	12.288
Summe Dez.-Sept. (10 Monate):							666.679	581.569	18.547		163.872	344.064
Durchschnitt rechn.: (10 Monate Dez.- Sept. bzw. wie angegeben)		20,7	46,5	942,4	18,9	86,7	66.668	58.157	1.855	31,4	16.387	38.912
Mittelwerte nur Winter (Dez.-Mai)			42,5	1013	18,2	87,3	95.380	83.233	1.845	45,1	Durchschnittswerte	
											22,4 m³/h	
											2,5 W	
											0,113 W/m³/h	

+++ konstant behaglich ZUL-Temperaturen

(im Monatsmittel)

+++ hohe WRG-Werte

+++ sehr gutes Wirkverhältnis!

elektr. aufgewendete zu rückgewonnener Energie

+++ sehr geringe spezifische elektr. Stromaufnahme

1 : 54 (Max. Winter)

1 : 45 (Mittel Winter)

historische
Daten aus
10 Monaten



Beispiel bluMartin/freeAir: technische Werte (5) Daten aus dem Schlafzimmer eines Kunden

Periode (alle Werte sind Mittelwerte)	Periode (Tages-, Monats-Mittelwert)	Temp. Abluft	rel. Feuchte Abluft	CO2 Abluft	Temp. Zuluft	Temp. AussenL.	rel. Feuchte AussenL.	Wärmehückgewinnung	Entzogene Energie	zurückgewonnene Energie	el. Stromverbrauch	elektr. Wirkverhältnis	LuftVolumen ausgetauscht	Wasser abgeführt
Monat	ZEIT	TAB	FAB	CO2	TZU	TAU	FAU	WRP	ENE	ZGE	SVB	ε	LAT	WEN
Bezeichn.		[°C]	[%]	[ppm]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[Wh]	[Wh]	[Wh]	[-]	[m³]	[g]
Nov.	16.11.2012 15:59	17	50	944	16	7	81	87	42.554	37.174	1.478	25,1	12.177	12.288
Dez.	16.12.2012 15:59	17	43	1.040	15	2	84	88	71.901	63.097	1.542	40,9	12.973	24.576
Jan.	15.01.2013 15:59	18	42	1.040	16	3	86	85	69.945	59.673	1.597	37,4	13.656	16.384
Febr.	14.02.2013 15:59	17	39	1.024	15	1	85	86	72.880	62.608	1.451	43,2	11.835	20.480
März	16.03.2013 15:59	17	39	1.040	15	2	80	86	64.565	55.760	1.451	38,4	11.835	16.384
April	15.04.2013 16:59	17	39	1.056	15	3	74	85	63.097	53.804	1.533	35,1	12.859	16.384
Mai	15.05.2013 16:59	19	52	1.072	18	13	72	88	31.304	27.391	1.560	17,6	13.201	4.096
Juni	14.06.2013 16:59	18	57	992	17	13	77	88	27.880	24.456	1.524	16,1	12.746	4.096
Juli	14.07.2013 16:59	22	56	832	22	19	65	88	7.826	6.848	1.351	5,1	10.583	4.096
Aug.	13.08.2013 16:59	24	53	672	23	22	59	-	0	0	1.287	-	9.787	-
Sept.	12.09.2013 16:59	21	53	784	20	17	67	86	6.848	5.870	1.323	4,4	10.242	0
Summe Nov.-Sept. (11 Monate):										458.800	396.681	16.096	131.894	118.784
Summe Nov.-Sept. (11 Monate): (11 Monate bzw. wie angegeben)		18,8	47,5	954	17,5	9,3	75,5	86,7	41.709	36.062	1.498	24,6	11.990	17.749
Mittelwerte nur Winter (Nov.-Mai)			43,4	1.031	15,7	4,4	80,3	86,4	59.464	51.358	1.516	33,9	Durchschnittswerte	
													16,4 m³/h	
													2,1 W	
													0,125 W/m³/h	

Bei im SZ geringeren Ablufttemperaturen auch etwas niedrigere Zulufttemperatur

Wirkverhältnis! 1 : 34 (Mittel Winter)

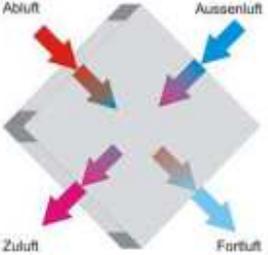
Bei geringstem elektr. Energieaufwand zur Förderung der Luft → sehr hohe zurückgewonnene Energiemenge

historische Daten aus 11 Monaten



bluMartin, FreeAir 100: hier Darstellung Gegenstrom-Wärmetauscher (GSWT) mit einer wirksamen Wärmeübertrager-Fläche von 4 m²

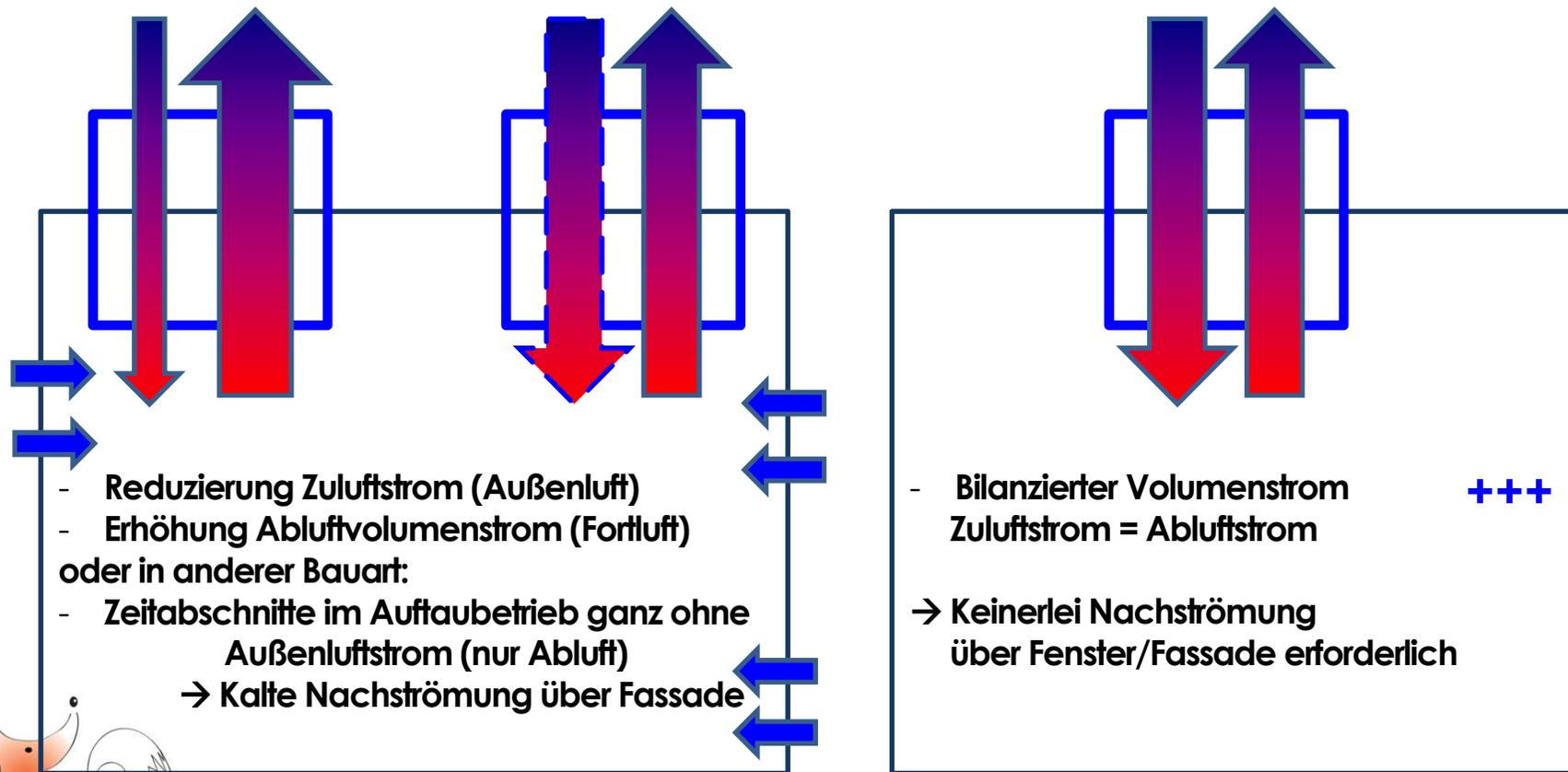
sehr hochwertige Wärmerückgewinnung: sehr große Übertragungsfläche Gegenstrom-Wärmeaustauscher, Lamellen stehend (auf liegenden Lamellen liegt/bremst Kondensat!)

Kreuzstromwärmetauscher mit meistens spürbar geringerer Übertragungsfläche in Lüftungsgeräten	Gegenstromwärmetauscher mit 4m² Aluminiumplatten +++
	
Max. theoretischer Wirkungsgrad: 70%	Max. theoretischer Wirkungsgrad: 95% +++
<ul style="list-style-type: none"> - ermöglicht kleinere bauliche Abmessungen von Lüftungsgeräten - Ermöglicht Reduzierung des Kondensat-anfalls (bei Verlust Latent-Energie) 	<ul style="list-style-type: none"> - Langlebige Komponenten - Hoher Wirkungsgrad +++ - Stetiger Luftaustausch



bluMartin, FreeAir 100: Frostschutz Volumenstrom-balanciert

unveränderte (balancierte!) Volumenströme im Frostfall: der präzise geregelte Volumenstrom über internen Bypass verhindert Einfrieren des Lüftungsgerätes – alle anderen dezentralen Geräte mit Wärmetauscher müssen den Volumenstrom verschieben oder schalten simpel ab, um den Frostfall zu vermeiden



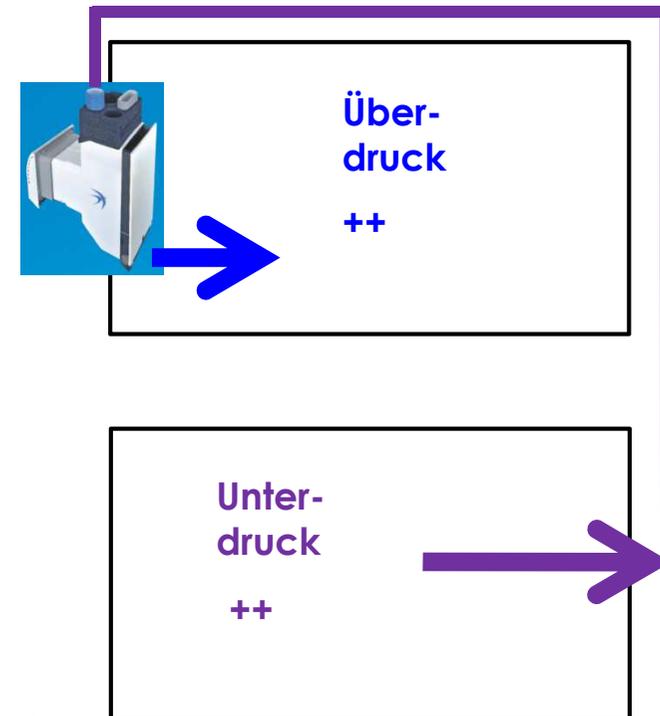
Zweiraumlösungen: Schaffung von definierten „Druck“verhältnissen (Über- und Unterdruck)

z.B. bei Radon-Problemen anwendbar (hier ist auch Variante mit generellem Zuluft-Überschuss lieferbar)

- Wird einem Raum ein Mehr an **Zuluft** zugeführt, aber wenig oder keine Abluft abgeführt, dann hat dieser Raum einen sog. **Zuluftüberschuss**.
- Je nach Dichtigkeit des Raumes kann ein (kaum messbarer) **kleiner Überdruck** entstehen
- Die Zuluft tritt direkt aus dem Gerät (hier dargestellt) oder könnte alternativ mittels Zuluft-Kanal einem Zweitraum zugeführt werden

- Wird aus einem Raum **Abluft** abgeführt, aber keine Zuluft zugeführt, dann hat dieser Raum einen sog. **Abluftüberschuss**.
- Es entsteht je nach den Umgebungsverhältnissen ein (kaum messbarer) **geringer Unterdruck**.

Der Planer ist mit diesem dezentralen Gerät relativ frei, ob (aus Grundriss- oder Schallgründen) das dezentrale Gerät eher im Zuluft Raum oder im Abluft Raum, jew. in die Außenwand eingebaut wird



bluMartin, FreeAir 100: Individuelle Raumgestaltung









Bauträger: „durch den Einsatz der Lüftungsanlagen von bluMartin erreichten wir eine enorme Kosteneinsparung im 6-stelligen Bereich aufgrund nicht notwendiger Brandschutzmaßnahmen“



Meinung des Installateurs: „die Mieter und der Bauherr sind hochzufrieden, daher wird das nächste Objekt wieder mit bluMartin durchgeführt.“



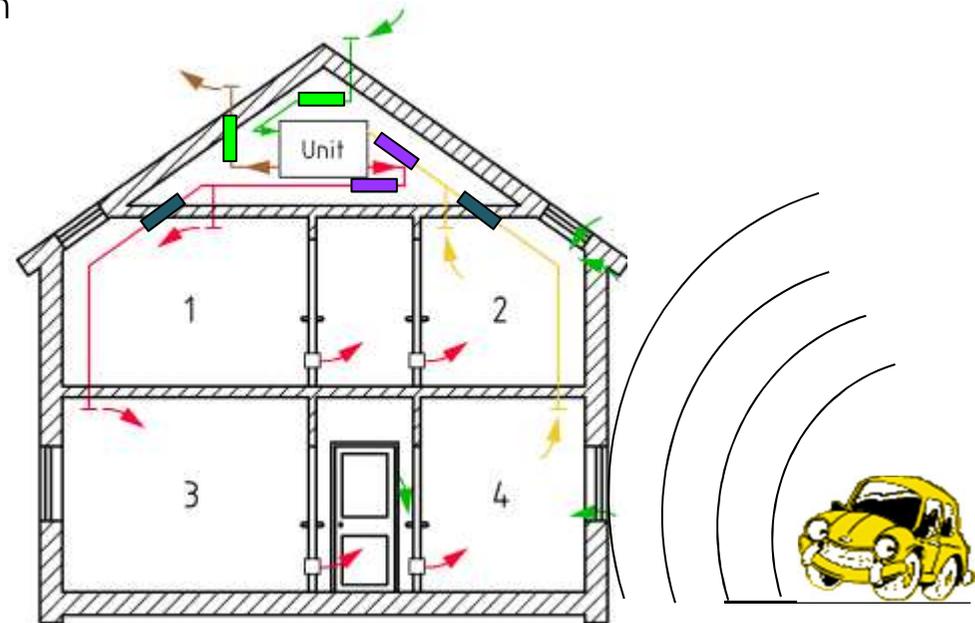
Kundenstimme: “man merkt sofort die gute Luft beim Eintreten. ... man muss nichts steuern oder schalten und die Geräte sind sehr leise. ...machen keine Fenster mehr auf.“

Wohnungslüftung, Grundbegriffe: Anforderungen Schallschutztechnik

Exkurs Schallschutz dezentrale - zentrale Anlagen:

Problemstellungen Schallschutz in **Zu-/Abluftsystemen, zentral im Vergleich zu dezentralen Lüftungs-Geräten:**

- höhere Volumenstrom => höherer Schallpegel der Ventilatoren verlangt den Einsatz von **Zu- und Abluft-Schalldämpfern**, \leftrightarrow dezentrale Geräte arbeiten leiser, sind aber im Raum
- Die Nachbarn oder eigenen Dachfenster erfordern **Außenluft- und Fortluft-SD**,
- eine verzweigende Verteilung zudem auch **Telefonie-Schalldämpfer** - zur Verhinderung „Telefonieschall“-Übertragung von Raum zu Raum bzw. eine **nicht** verzweigende Verteilung alternativ Bedämpfung der Verteiler
- Strömungsgeräusche auf dem Luftweg sind zu mindern (Dimensionierung Luftwege und Luftverteiler-Elemente mit Auslegung mäßiger Luftgeschwindigkeiten)



LüftungFuchs & Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Fuchs

Kompetenz in Wohnraumlüftung

- **Beraten:** System-offen und Hersteller-unabhängig rund um das Thema Wohnungslüftung und zu konkreten Bauvorhaben; dezentrale + zentrale Lüftung
- **Planen:** das passende Lüftungskonzept und -system für jedes Objekt
- **Realisieren:** Umsetzung Lüftungskonzept, Verkauf (und Montage) Komponenten und Systeme, Ausführungs- und Inbetriebnahme-begleitung, Qualitäts-Abnahme

- **LüftungFuchs** - Inh. Beate Fuchs
Ingeborgstr. 64 - 81825 München
Tel. 089 4536 4712, Fax: 089 4536 4711
Mobil: 0171 71 71 553
Email: info@lueftungsfuchs.de
Email: Reinhart.Fuchs@lueftungsfuchs.de
Web: www.lueftungsfuchs.de

Lüftungsmontage/Nachrüstung kWL:

Info + Einweisung kWL an bauseitige (Fach-)Handwerker (Elektro, Haustechnik und Bau), insbesondere bei energetischen Sanierungen



Ingenieurbüro Dipl.-Ing. (FH) Reinhart Fuchs
Versorgungstechnik/Techn. Gebäudeausrüstung + kWL
Radon-Fachperson (Fortbildung Bay. Landesamt für Umwelt)
Beraten – Planen – Realisieren – Optimieren – Begutachten
Tel. 089 439 888 61 / Fax: 089 4536 4711 / Mobil: 0171 71 14 920
Email: R.Fuchs.Ing@fuchseck.de



Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Fuchs Versorgungstechnik/TGA/kWL +
LüftungFuchs - Kompetenz in Wohnraumlüftung – Fa. Beate Fuchs

LüftungFuchs Kompetenz in Wohnraumlüftung

Firmierung

LüftungFuchs
(Inh. Beate Fuchs)

Planung + Montageberatung
(Dipl.-Ing. FH Reinhart Fuchs)

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Fuchs
Versorgungstechnik/TGA + kWL

Tätigkeit

Beratung, Auslegung und Planung (de-)zentrale Wohnraumlüftung (Gewerbliche + Endkunden)

Beratung, Planung, Gutachten kWL
(Gewerbliche + Private Kunden)

Ziel/Zweck

Verkauf dezentrale + zentrale kWL-Anlagen, Stützpunkt-Händler

vorb. Planung für
Selbstbauer von
kWL-Anlagen

Fachautor
Wohnungslüftung

TGA- Projektleiter/-Planer

Örtl. Beratung Großraum München
Planung + Verkauf in Bayern + bundesweit

Montageberatung
dez.+ zentrale Anl.
im Raum **München**

Beratung, Planung, Gutachten
Radon-Reduzierung/-Sanierung



LüftungFuchs incl. Montageberatung Kompetenz in Wohnraumlüftung

Mitwirkung an einem Fachbuch Wohnraumlüftung

- mit vielen Leitfäden, Mustern
- detaillierter Beschreibung der Systeme und Bauarten, Bewertung von Eigenschaften, Einsatzbereichen, konstruktive Einschränkungen und Mängel
- Behandlung Recht, Baubiologie ... Wirtschaftlichkeit im Zusammenhang kWL
- Praxis- & Anwendungs-Kapitel
- Aktuelle Fortschreibungen durch lfd. Ergänzungslieferungen

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. (FH) R. Fuchs
Versorgungstechnik/TGA + kWL

Seit 2014: Radon-Fachperson
(Fortbildung Bayer. Landesamt für Umwelt)

Fachbuchautor Artikel und
Fachbeiträge Sammel-werk
zur Wohnungslüftung

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. (FH) Reinhart Fuchs
Versorgungstechnik/Techn. Gebäudeausrüstung + kWL
Beraten – Planen – Realisieren – Optimieren – Begutachten
Tel. 089 439 888 61 / Fax: 089 4536 4711 / Mobil: 0171 71 14 920
Email: R.Fuchs.Ing@fuchseck.de



Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Fuchs Versorgungstechnik/TGA/kWL +
LüftungFuchs - Kompetenz in Wohnraumlüftung – Fa. Beate Fuchs