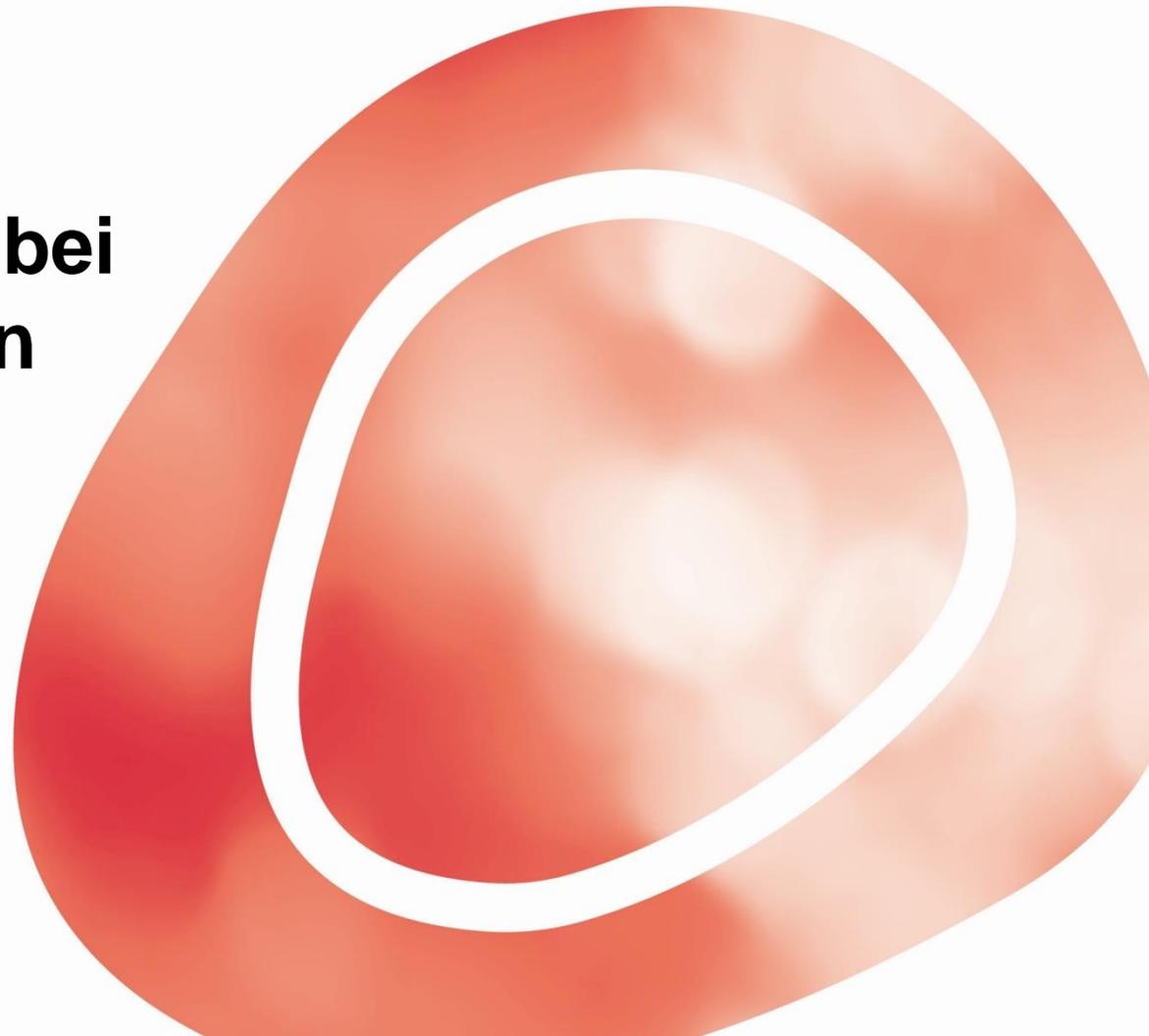


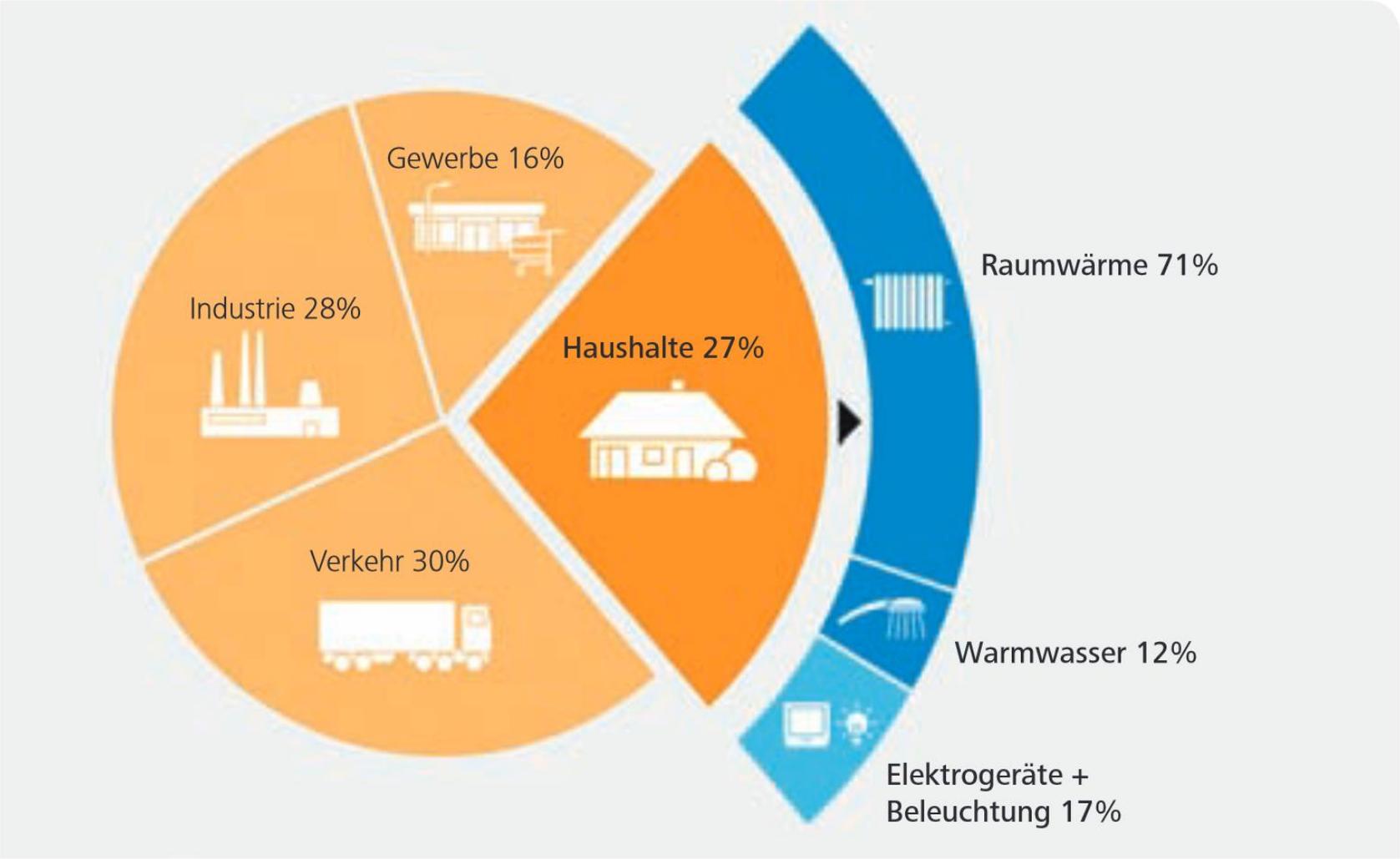
Energieinstitut Vorarlberg

Moderne Gebäudetechnik bei energieeffizienten Gebäuden

**Dipl.-Ing. (FH)
Michael Braun, M.Sc.**



Verteilung Energieverbrauch Gebäude



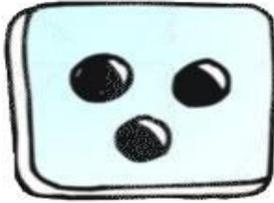
Quelle: Fraunhofer , Dena



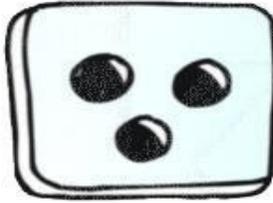
WIND



ATOM



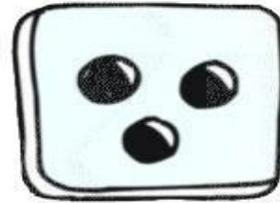
ÖL



WASSER



GAS



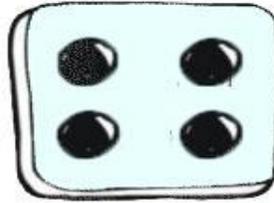
BENZIN



HOLZ



SONNE

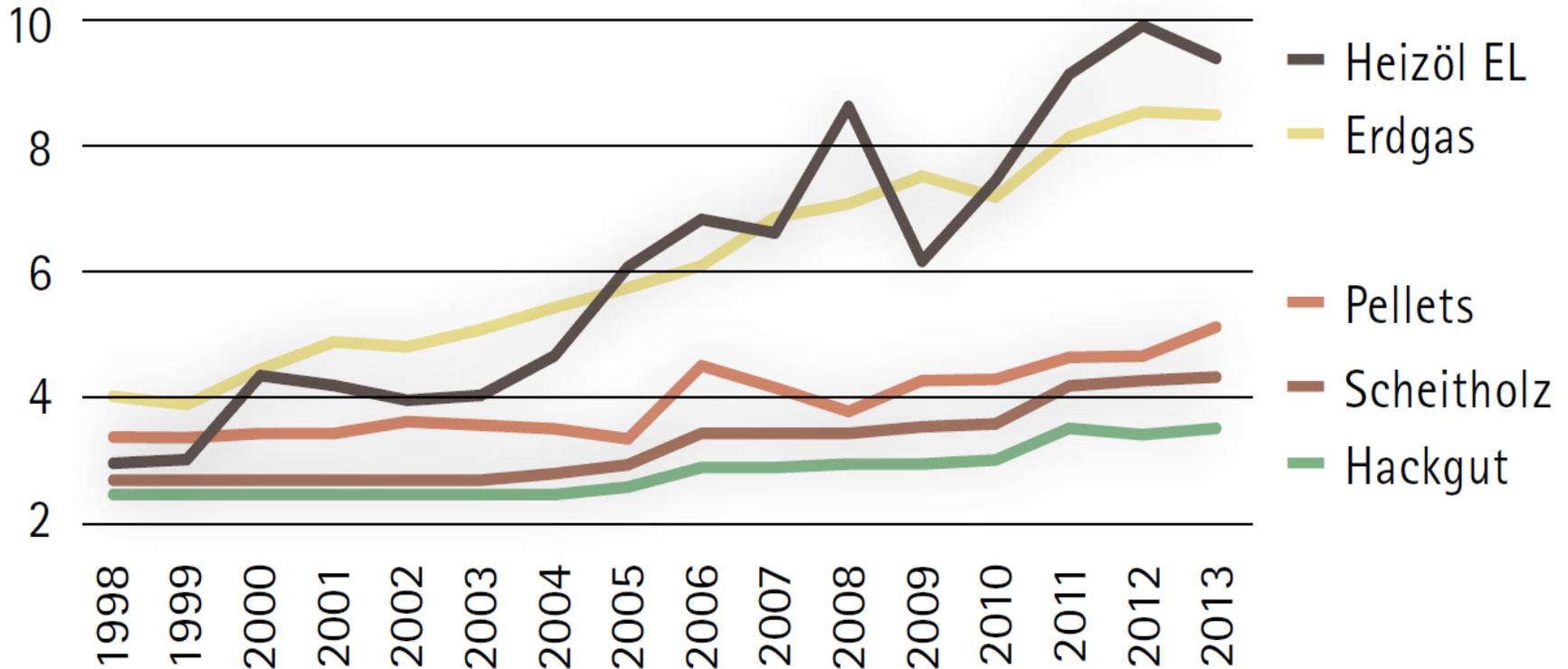


Die Qual...
der Wahl.



Preisentwicklung Brennstoffe 1998 bis 2013

Cent/kWh



Gebäude, thermische Qualität ?



Brennstoffkosten im Vergleich

Brennstoffart	Brennstoffkosten / Jahr		Energieinhalt	Brennstoffpreis	
	Haus unsaniert (3000 Liter Heizöl)	Haus saniert (1000 Liter Heizöl)			
Heizöl	4.277,-	1.109,-			9,98 Ct / kWh
Pellets	1.816,-	605,-	4900 kWh / Tonne	237 € / Tonne	4,84 Ct / kWh
Stückholz	2.308,-				5,00 Ct / kWh
Hackschnitzel	1.978,-	659,-	650 kWh / srm	30 € / srm	4,62 Ct / kWh
Strom Wärmepumpe	1.328,-	354,-	1kWh	0,124 € / kWh	12,39 Ct / kWh

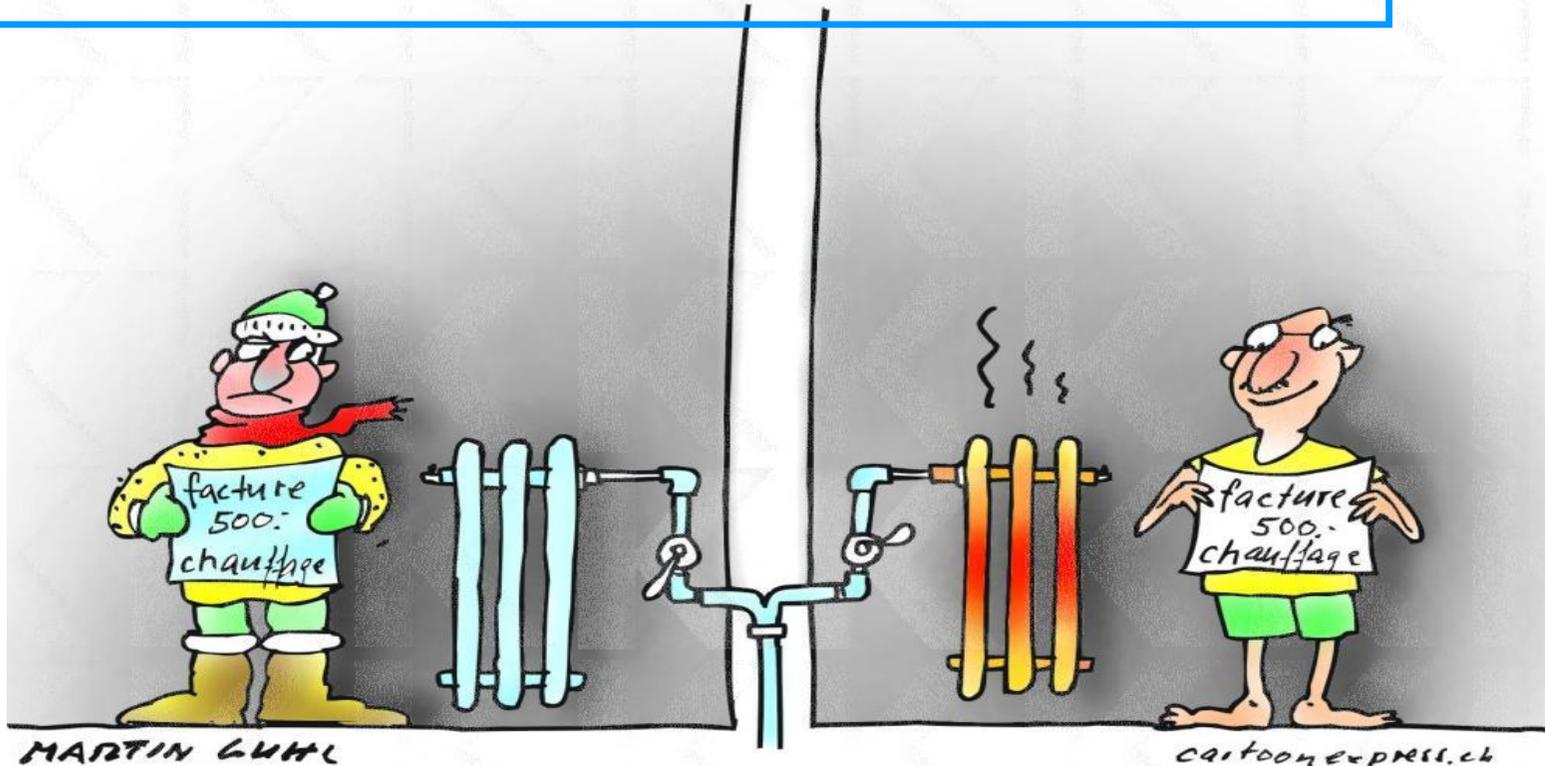
Reduktion durch Sanierung

Reduktion durch Brennstoff- / Kesseltausch



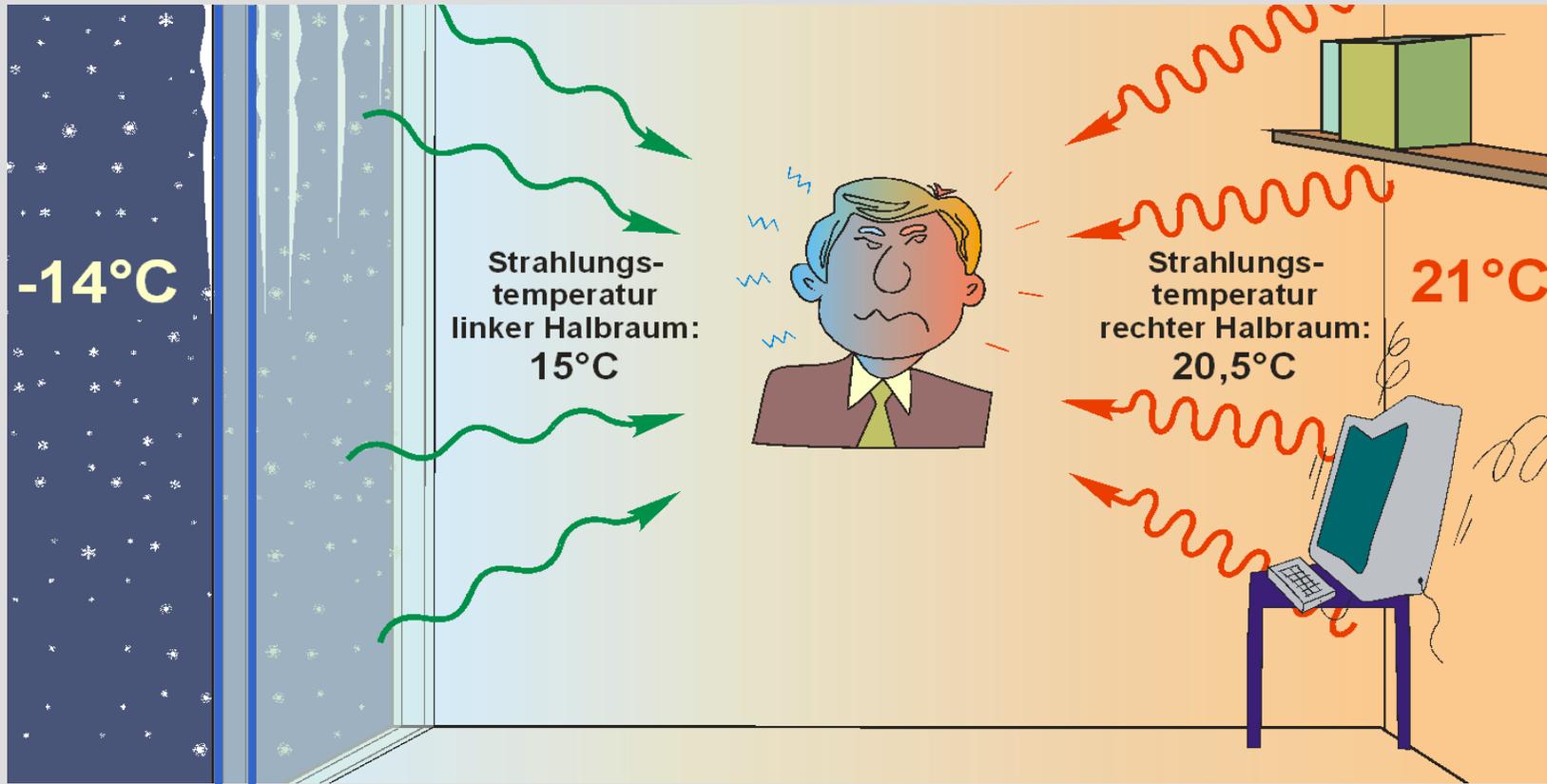
Die wichtigste Regel:

**Zuerst den Energieverbrauch senken –
dann an die Heizung denken.**



Strahlungstemperatur - Asymmetrie

2-Scheiben Wärmeschutzverglasung

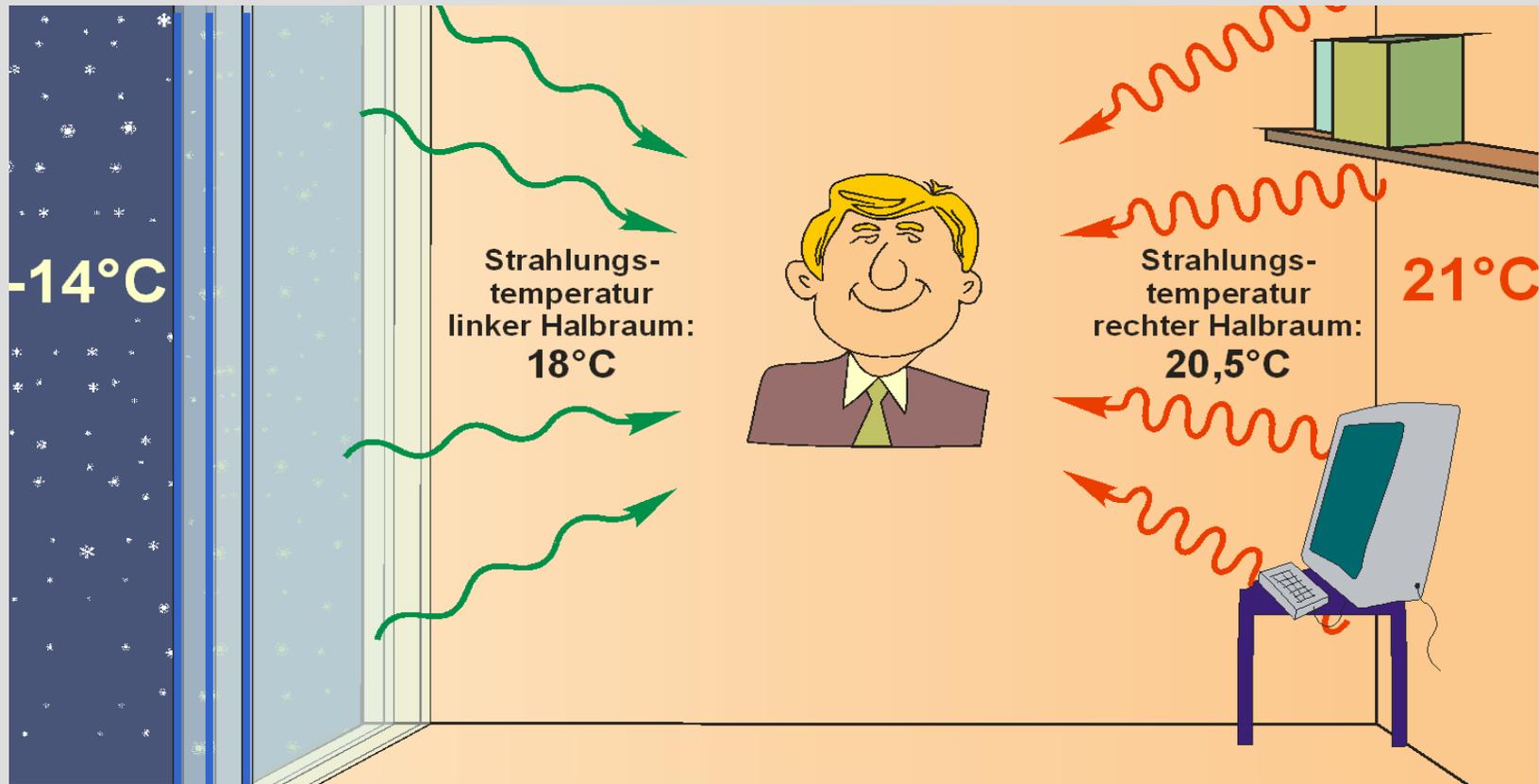


Quelle: Passivhaus Institut



Strahlungstemperatur - Asymmetrie

3-Scheiben Wärmeschutzverglasung



Quelle: Passivhaus Institut



Passivhäuser - Häuser ohne Heizung?

Zum Glück nicht!



max. Heizlast < 10 W/m²

Beispiel:

15 m² Kinderzimmer

benötigt

**150 W Heizlast im
Extremfall**

= 5 Teelichter



Bewertungsmatrix für klimaaktiv-Heizsysteme

BEWERTUNGSMATRIX klima:aktiv-HEIZSYSTEME

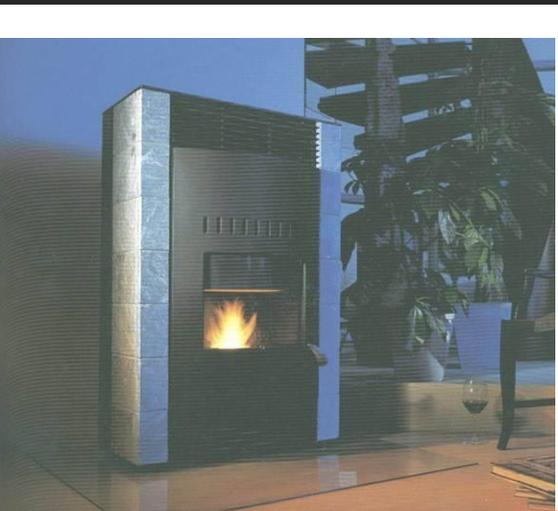
	Gebäudeklassen und Heizwärmebedarf in kWh pro m ² und Jahr				
	A++ / A+	A	B	C	D-G
	≤ 15	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100
Pellets-Wohnraum- / Pellets-Zentralheizung mit Solaranlage	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Kachelofen-Ganzhausheizung mit Solaranlage	gut	sehr gut	sehr gut	nicht verfügbar	nicht verfügbar
Stückholzvergaser-Zentralheizung mit Solaranlage	nicht verfügbar	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut
Erdreich-Wärmepumpe mit Erdkollektor und Solaranlage	sehr gut	sehr gut	gut	weniger gut	nicht geeignet
Grundwasser- und Erdreich-Wärmepumpe mit Erdwärmesonde und Solaranlage	gut	sehr gut	gut	weniger gut	nicht geeignet
Außenluft-Wärmepumpe und Solaranlage	gut	gut	weniger gut	nicht geeignet	nicht geeignet
Kompaktgerät mit Luftheizung und Solaranlage	gut	nicht geeignet	nicht verfügbar	nicht verfügbar	nicht verfügbar
Kompaktgerät mit Luftheizung und wassergeführtem System und Solaranlage	sehr gut	gut	nicht verfügbar	nicht verfügbar	nicht verfügbar

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Vorarbeiten von Energie Tirol

An Standorten, an denen eine thermische Solaranlage nicht möglich ist, bieten sich zur Warmwasserbereitung außerhalb der Heizperiode Luft-Wasser-Wärmepumpen an. Dabei wird mittels Umgebungswärme und elektrischer Energie Kaltwasser erwärmt.

Eignung:  sehr gut  gut  weniger gut  nicht geeignet  nicht verfügbar





Kachelofen-Ganzhausheizung, mit Pufferspeicher und Solaranlage

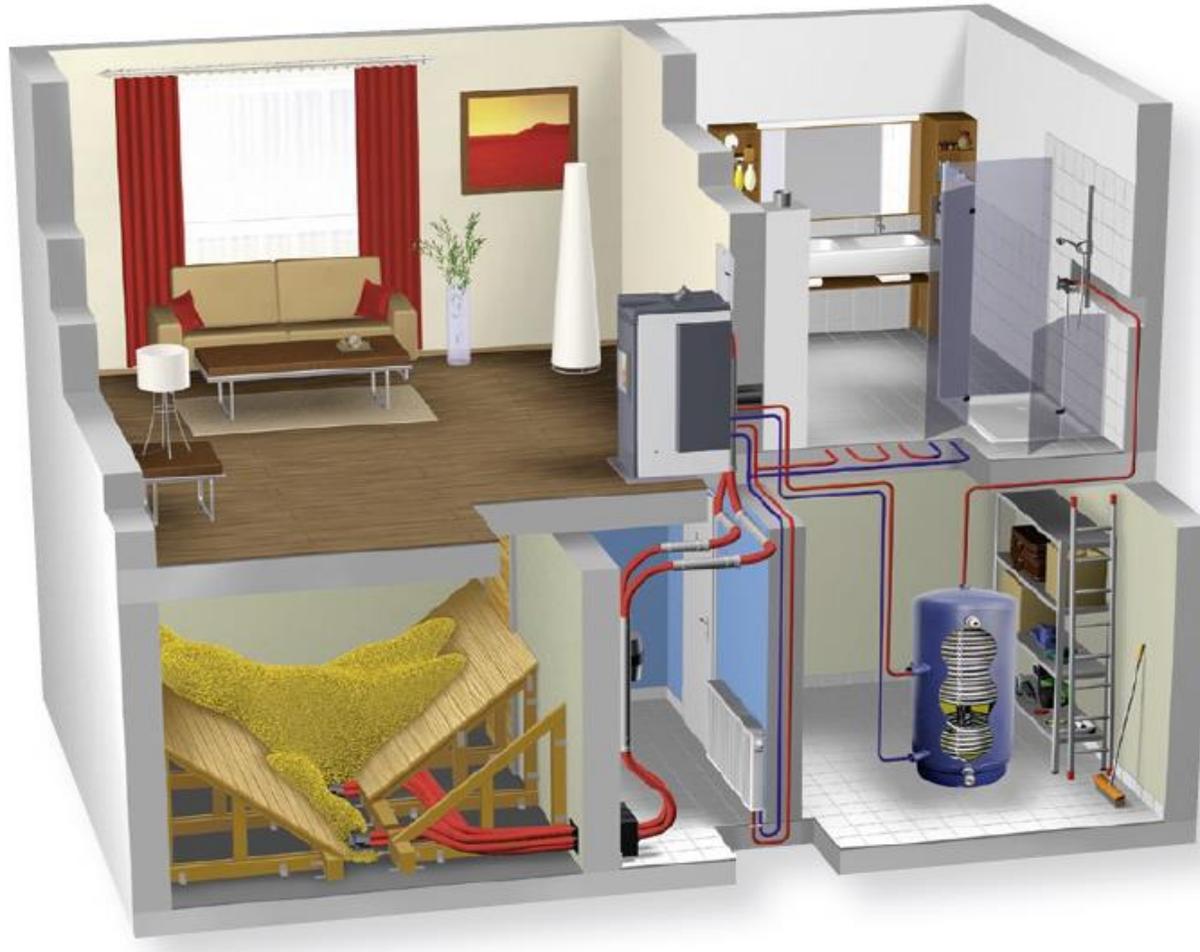
- Über einen Wärmetauscher oder Absorber wird Wärme an Wasser abgegeben
-> Pufferspeicher -> Wärmeverteilsystem
- Aufteilung Strahlungswärme zu Wasser rund 50/50
- Einbindung Solaranlage möglich
- Bis ca. 6 kW Gebäudeheizlast
- Die Gestaltungsfreiheit des Kachelofens kennt kaum Grenzen.



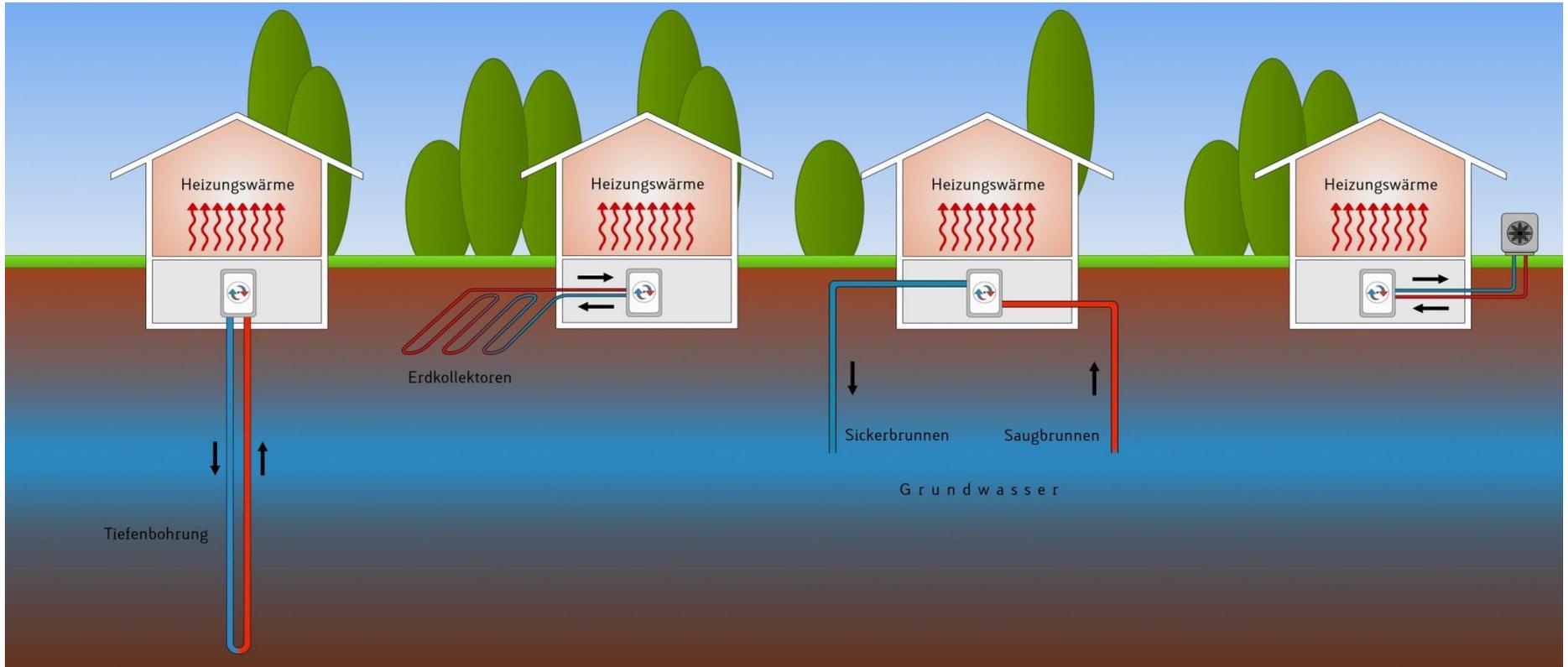
Pellets - Wohnraumheizung



Pellets Kaminofen mit Heizungseinbindung



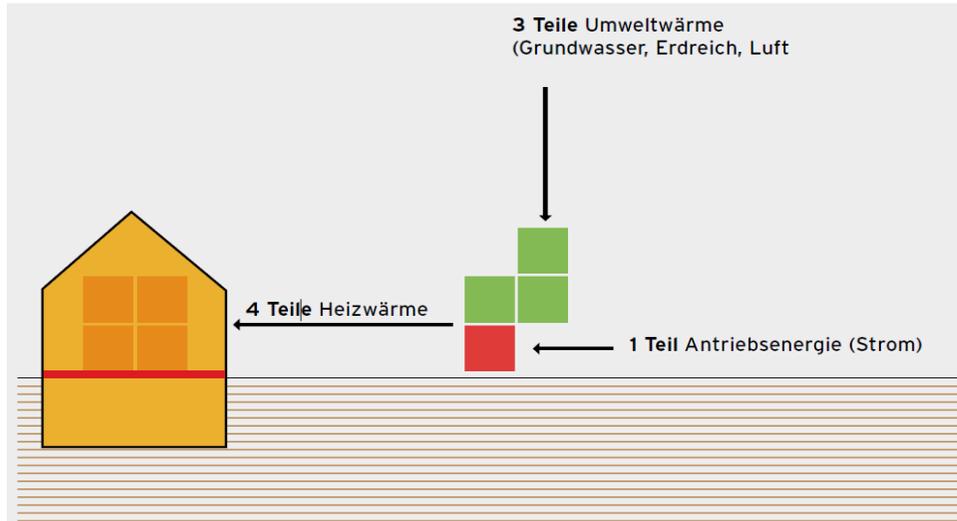
Die Wärmequellen – je wärmer desto besser



© Dirk Schumann - Fotolia.com



Eine Zahl sagt mehr als tausend Worte: Die Jahresarbeitszahl (JAZ)



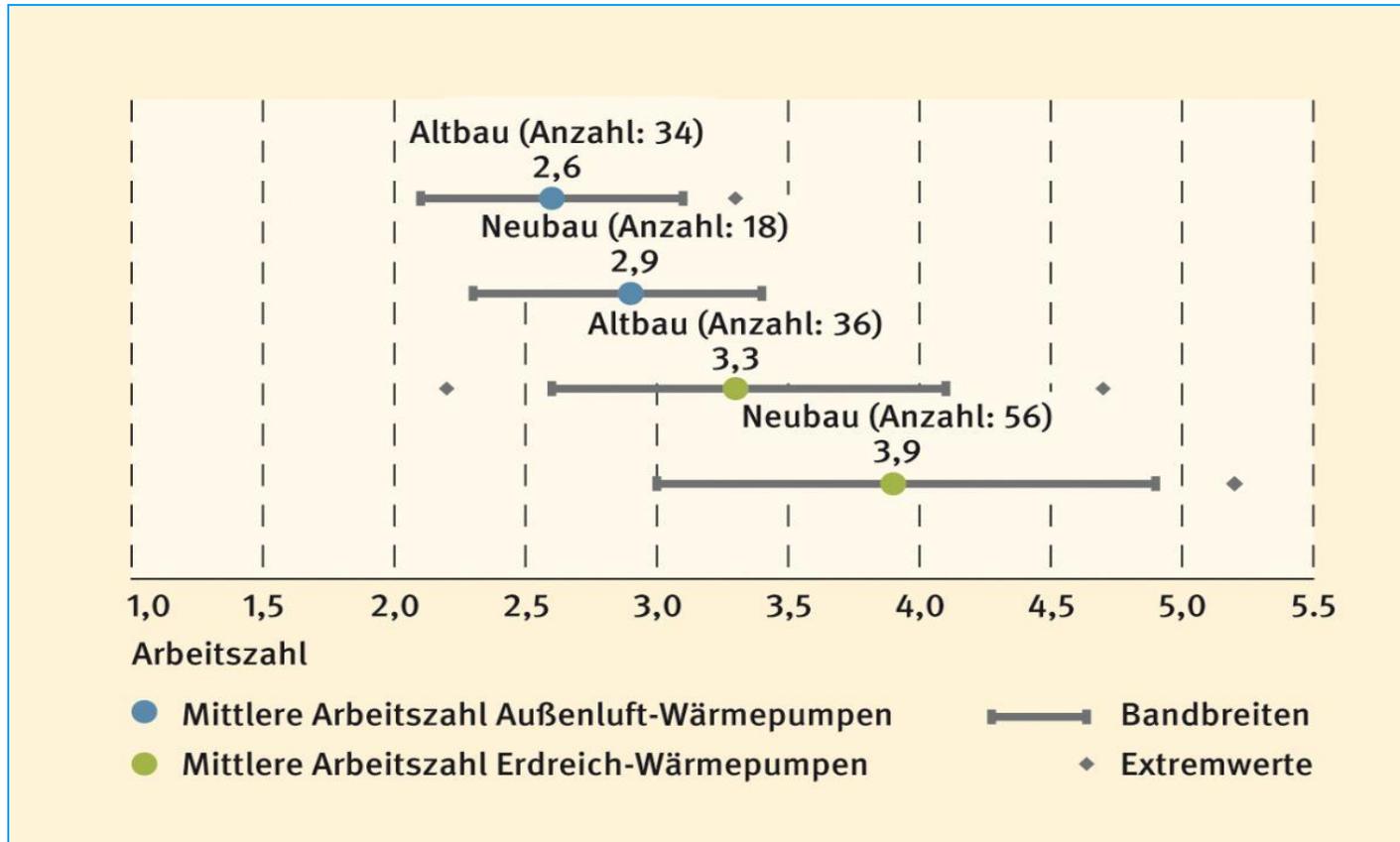
$$JAZ = \frac{\text{jährl. Heizenergie}}{\text{jährl. el. Energie}}$$

1 Teil **Strom** + 3 Teile aus **Umwelt** => **JAZ 4** => ökologisch

- Erst ab einer JAZ von größer 3 ist die CO₂-Bilanz einer Wärmepumpenheizung gegenüber einer Öl- oder Gasheizung signifikant besser.
- Achtung: JAZ nicht mit COP (aus Prospekten) verwechseln.



Welche JAZ werden real erreicht?



Ergebnisse aus den Monitoringprojekten des Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme

Bandbreiten der im Feldtest ermittelten Arbeitszahlen von Erdreich- und Außenluft-Wärmepumpen in Neu- und Altbauten. © FhG



Wärmepumpe: Begriffe

- Fall 1:

- Wärmequelle: Außenluft mit -10°C
- Heizung: Radiatoren mit 50°C Vorlauf

→ COP: 2,7

- Fall 2:

- Wärmequelle: Sole mit $+10^{\circ}\text{C}$
- Heizung: Radiatoren mit 50°C Vorlauf

→ COP: 4,0

- Fall 3:

- Wärmequelle: Sole mit $+10^{\circ}\text{C}$
- Heizung: Fußbodenheizung mit 35°C Vorlauf

→ COP: 6,2

Für alle Beispiele gilt: es handelt sich um die selbe Wärmepumpe mit einem Gütegrad von 0,5



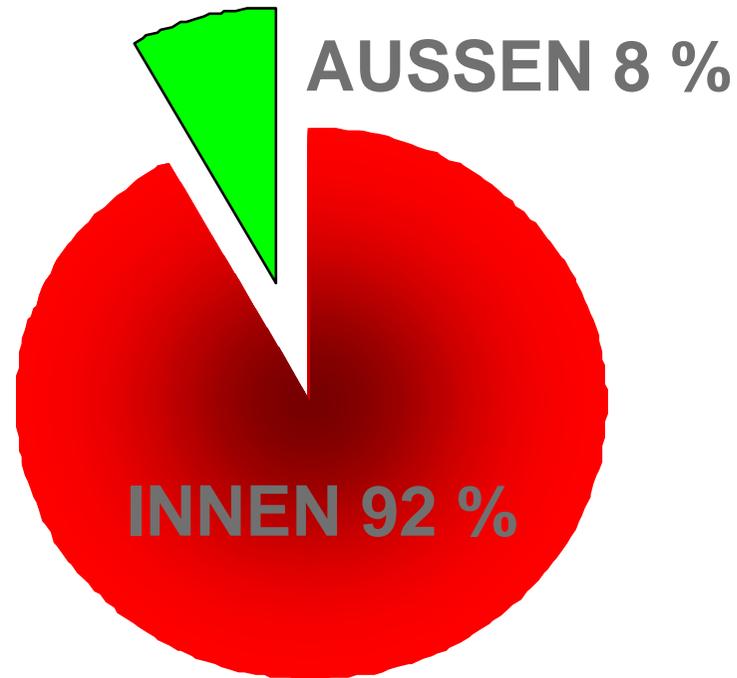
Luft – DAS Lebensmittel

	Nahrungsmittel	Wasser	Luft
Umsatz eines Menschenlebens	35.000 kg	70.000 kg	350.000 kg
max. Entzugsdauer	ca. 50-80 Tage	ca. 3-5 Tage	ca. 3 Minuten

Quelle: Energie Tirol, R. Kapferer



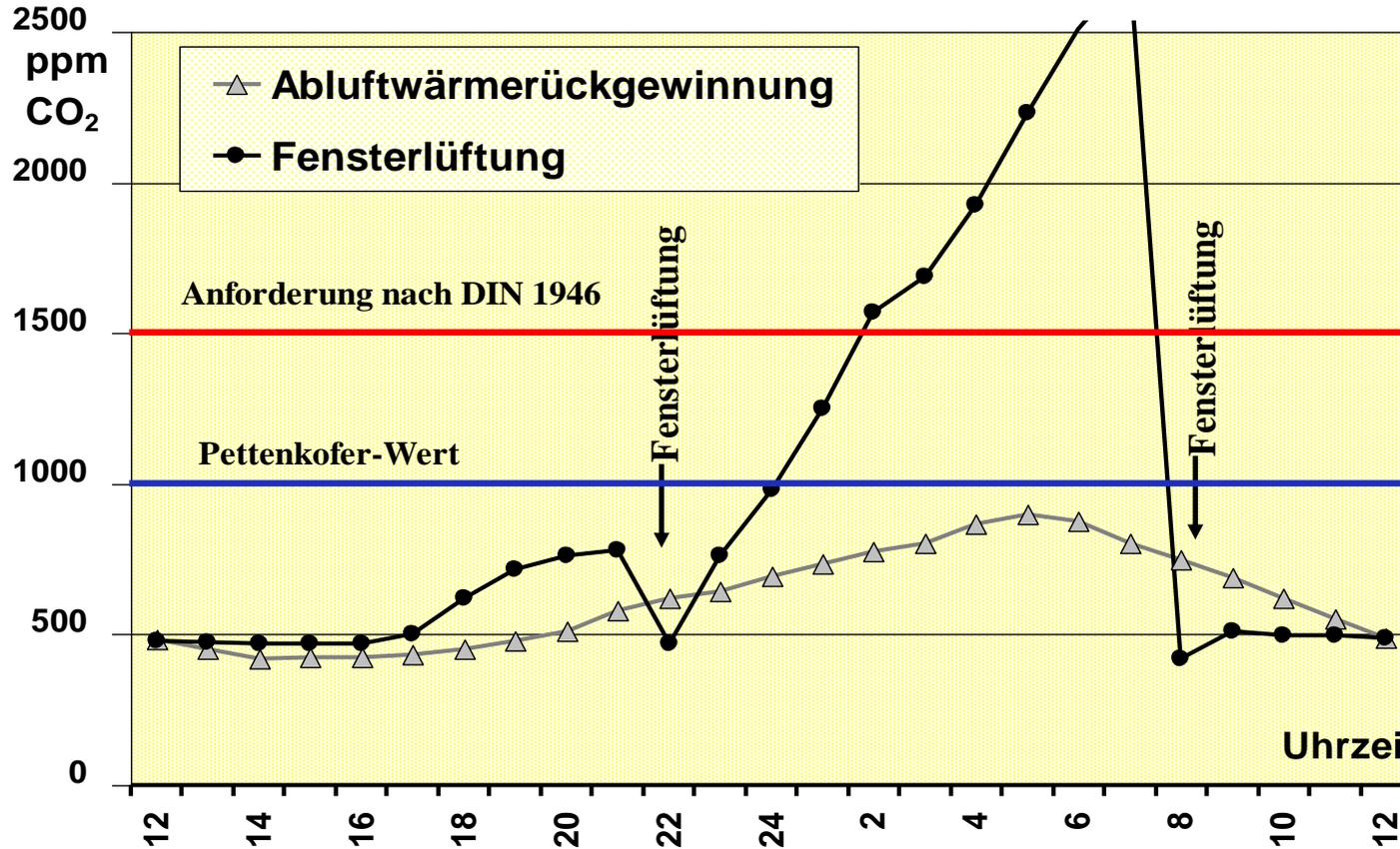
Durchschnittliche Aufenthaltszeit der Europäer



Quelle: Jantunen et al. EXPOLIS STUDY



CO₂-Gehalt bei Fenster- und mech. Lüftung



Quelle: B. Schulze-Darup



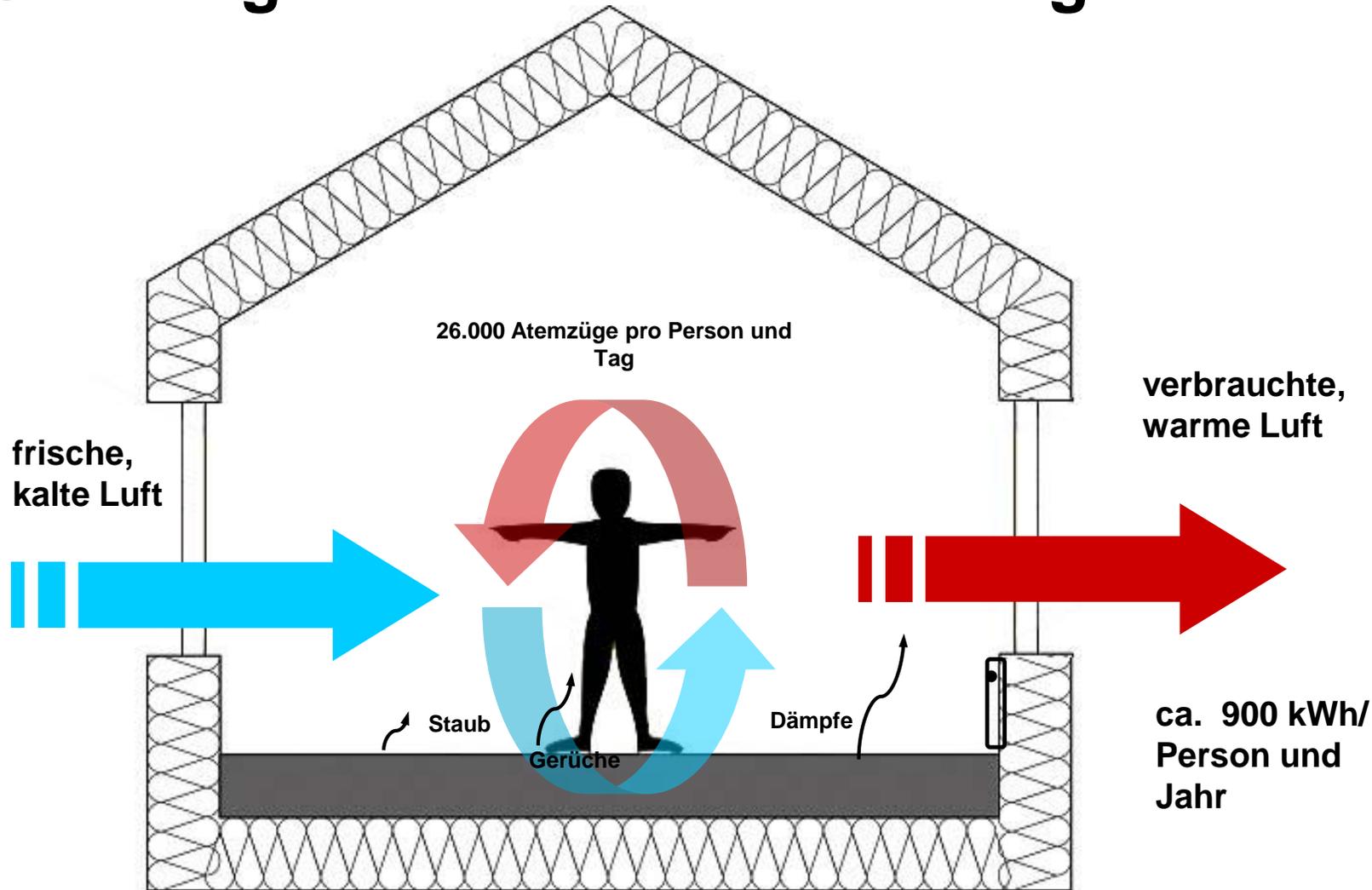
3742 MAL AUSGEATMET, 1 LITER TEEWASSER
GEKOCHT, BLUMEN GEGOSSEN, 3 MAL LEICHT
GENIESST, 2 PAAR SOCKEN GEWASCHEN UND
1,6 MINUTEN BEIM ZWIEBELSCHÄLEN AUF EINEM
AUGE GEWEINT... HMM... NACH MEINEN BE-
RECHNUNGEN KÖNNTE DAS FENSTER JETZT
FÜR 4,3 MINUTEN MIT GEGENZUG SO ETWA
2,5 CM WEIT GEÖFFNET WERDEN ...



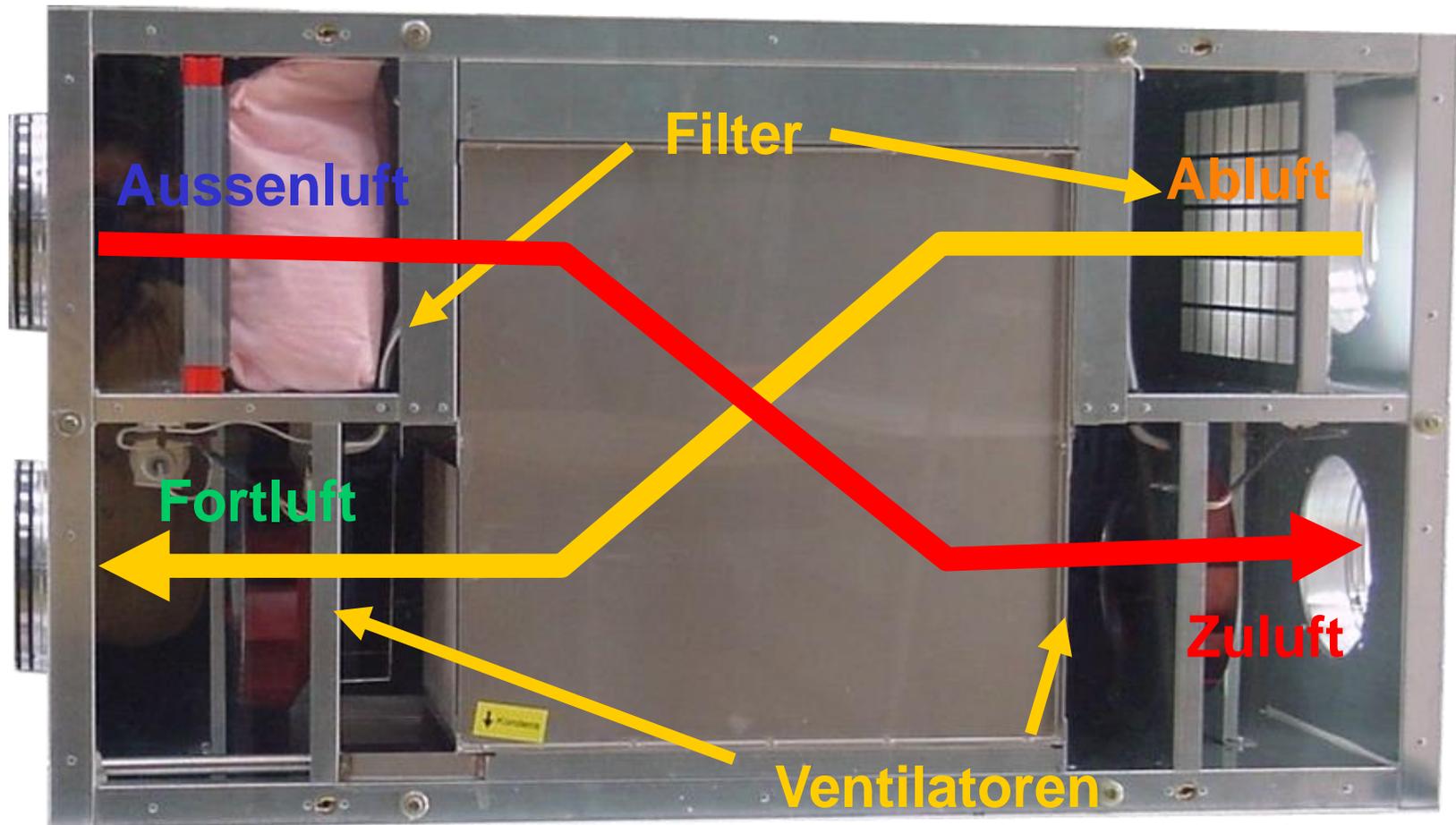
Quelle: K. Sedlbaur, Fraunhofer Institut für Bauphysik



Grundlagen der Wohnraumlüftung



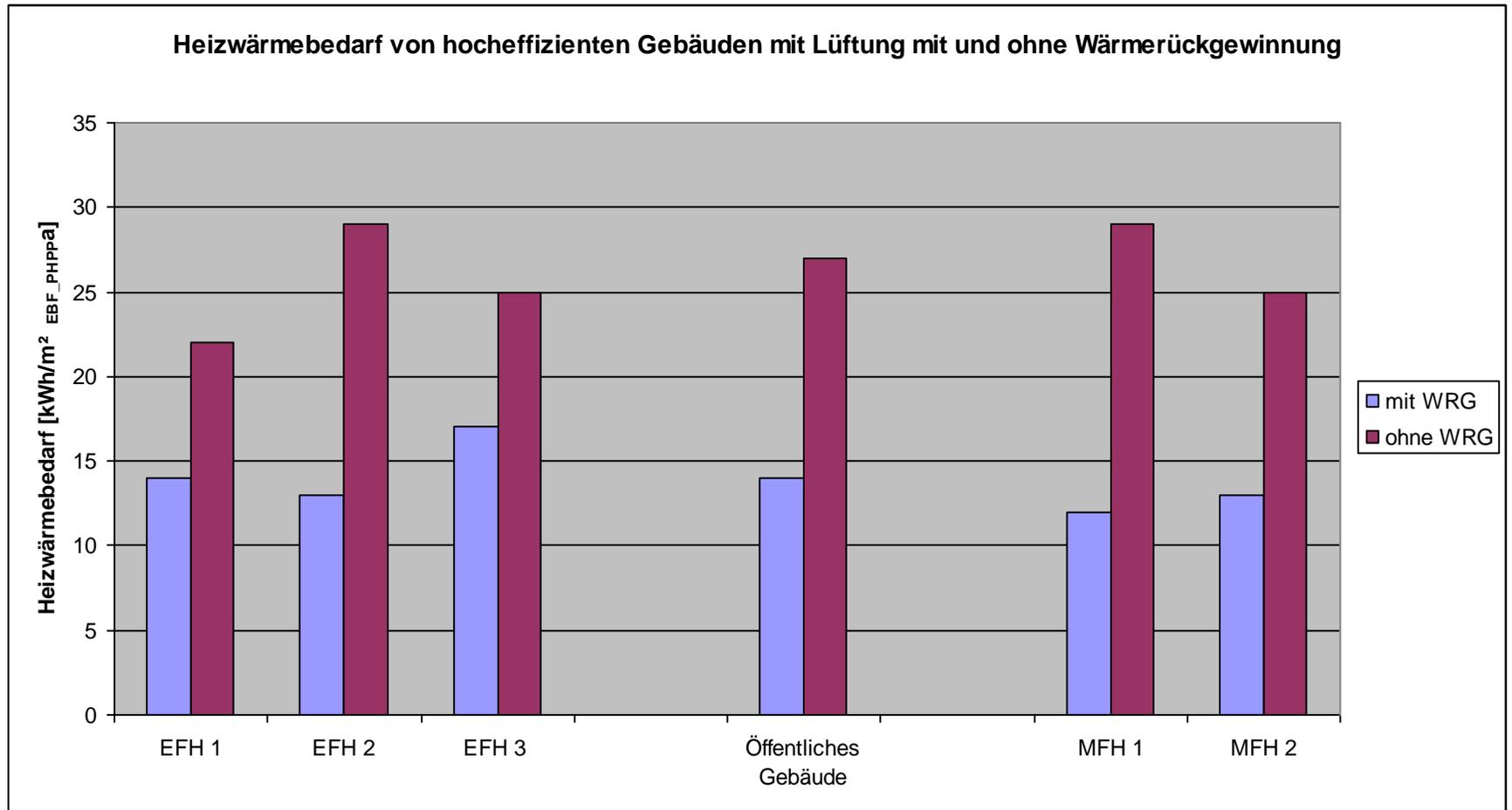
Funktion Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung



Quelle : Heinrich Huber HTA Luzern



Heizwärmeeinsparung durch Rückgewinnung



Quelle: M. Braun



Lüftungsfiter



Hier kommt die frische Luft.....



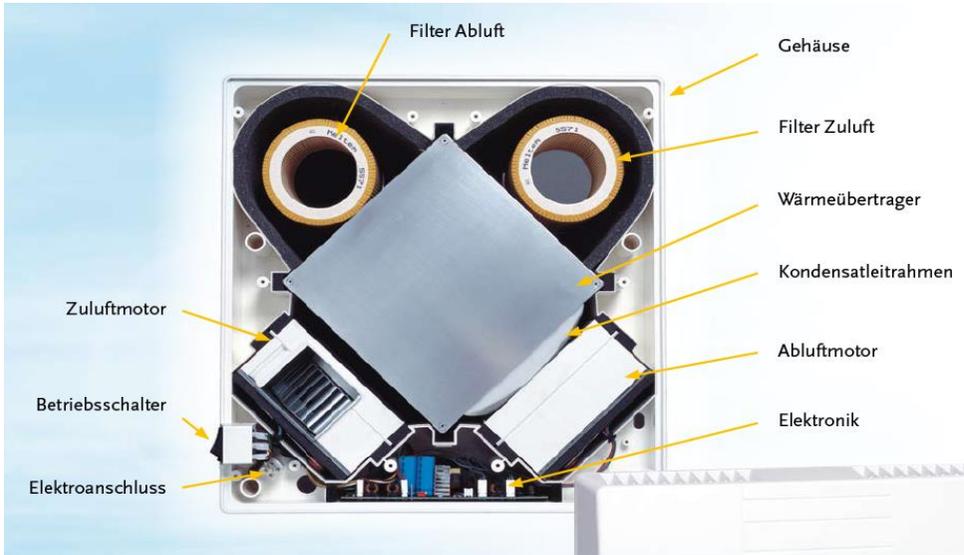
Dezentrales Lüftungsgerät



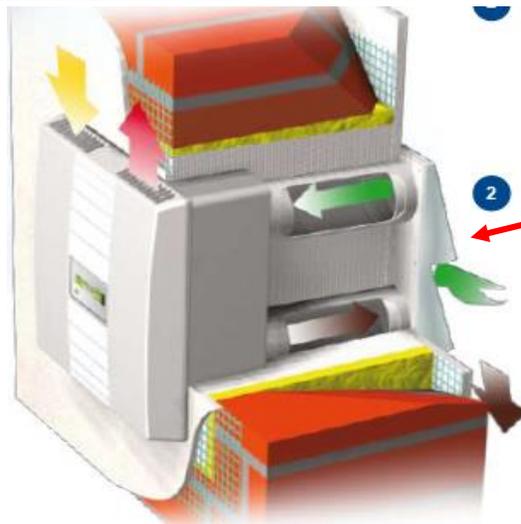
Quelle: www.oekotherm.ch



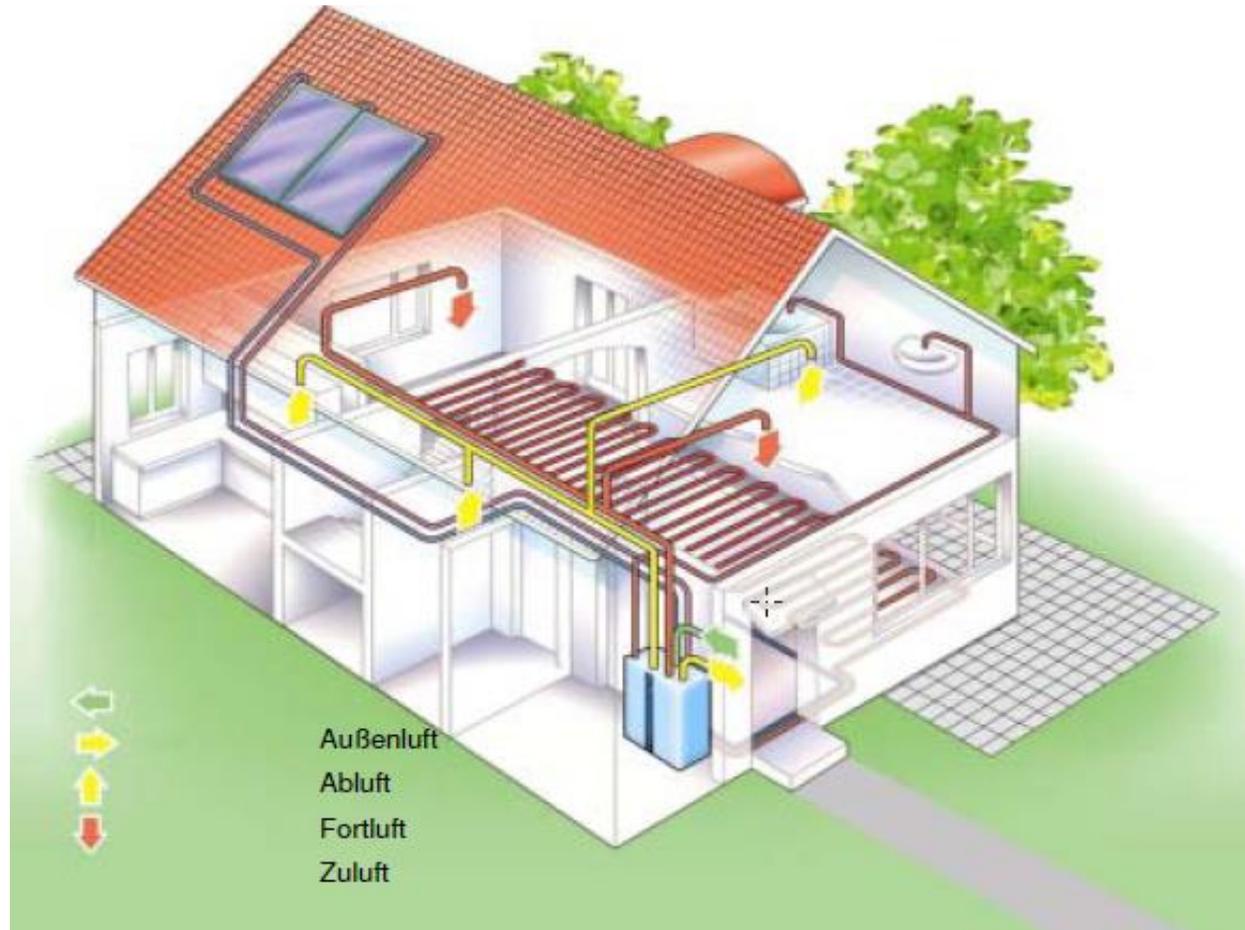
Beispiel 1 dezentral – zimmerweise



Position der Einzelgeräte in mehreren Zimmer erforderlich



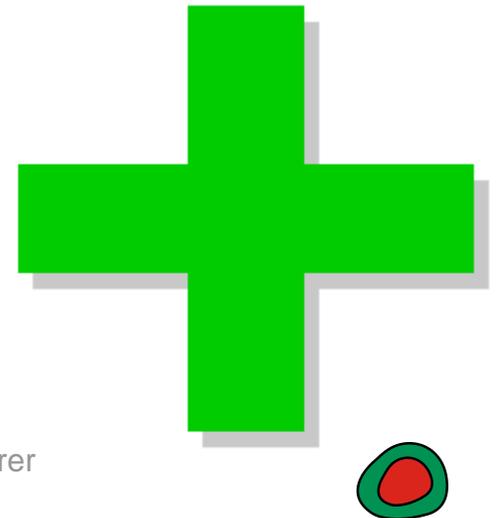
Kompaktgeräte: Lüftung + Heizung + Warmwasser, Solareinbindung



Komfortlüftung - Zu- und Abluftanlage mit WRG

Vorteile

- Funktion Witterungsunabhängig
- Lüftung Nutzerunabhängig (kein Fensteröffnen notwendig, jedoch problemlos möglich!!)
- Geringe Lüftungswärmeverluste bei hoher Wärmerückgewinnung und dichter Gebäudehülle
- Hoher thermischer Komfort durch geringe Temperaturunterschiede zwischen Zu- und Raumluft
- Hohe Filterstufen möglich (Pollenfilter)

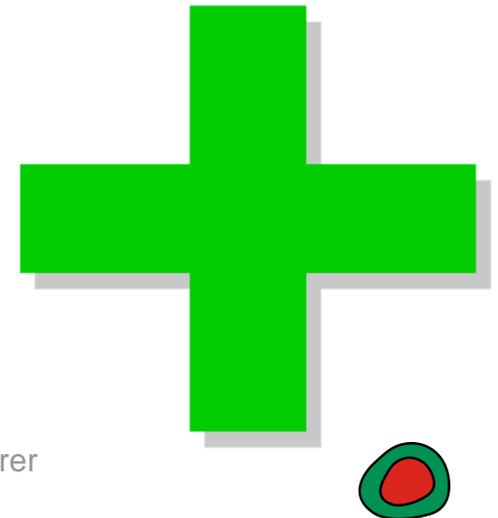


Quelle: Energie Tirol, Roland Kapferer

Komfortlüftung - Zu- und Abluftanlage mit WRG

Vorteile

- Positionierung der Zuluftauslässe nach Bedarf in den Räumen
- Schallschutz gegenüber außen gegeben
- Einfache und zentrale Wartung am Lüftungsgerät möglich
- Außenluftansaugung frei wählbar
(im Gegensatz bei Fensterlüftung,
Abluftanlagen und Einzelraumanlagen)



Quelle: Energie Tirol, Roland Kapferer

Komfortlüftung - Zu- und Abluftanlage mit WRG

Nachteile

- Die zwei Ventilatoren verursachen einen höheren Strombedarf, verringern aber durch die Wärmerückgewinnung den Heizenergiebedarf (mind. Faktor 1 : 5)
- Größerer Platzbedarf für die Lüftungsinstallationen
- Platzbedarf für Geräteaufstellung mit Zubehör
- Höhere Investitionskosten als bei Fensterlüftung und reinen Abluftanlagen
- Exakter und genauer Planungsbedarf
- Bei geringer Gebäudedichtheit sinkt der energetische Nutzen

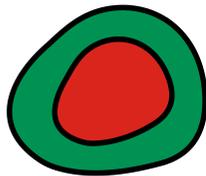


Quelle: Energie Tirol, Roland Kapferer



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Noch offene Fragen?



Energieinstitut Vorarlberg 

**Ingenieurbüro
Michael Braun**