

Vortrag  
Handwerkskammer Leipzig  
03.02.2011

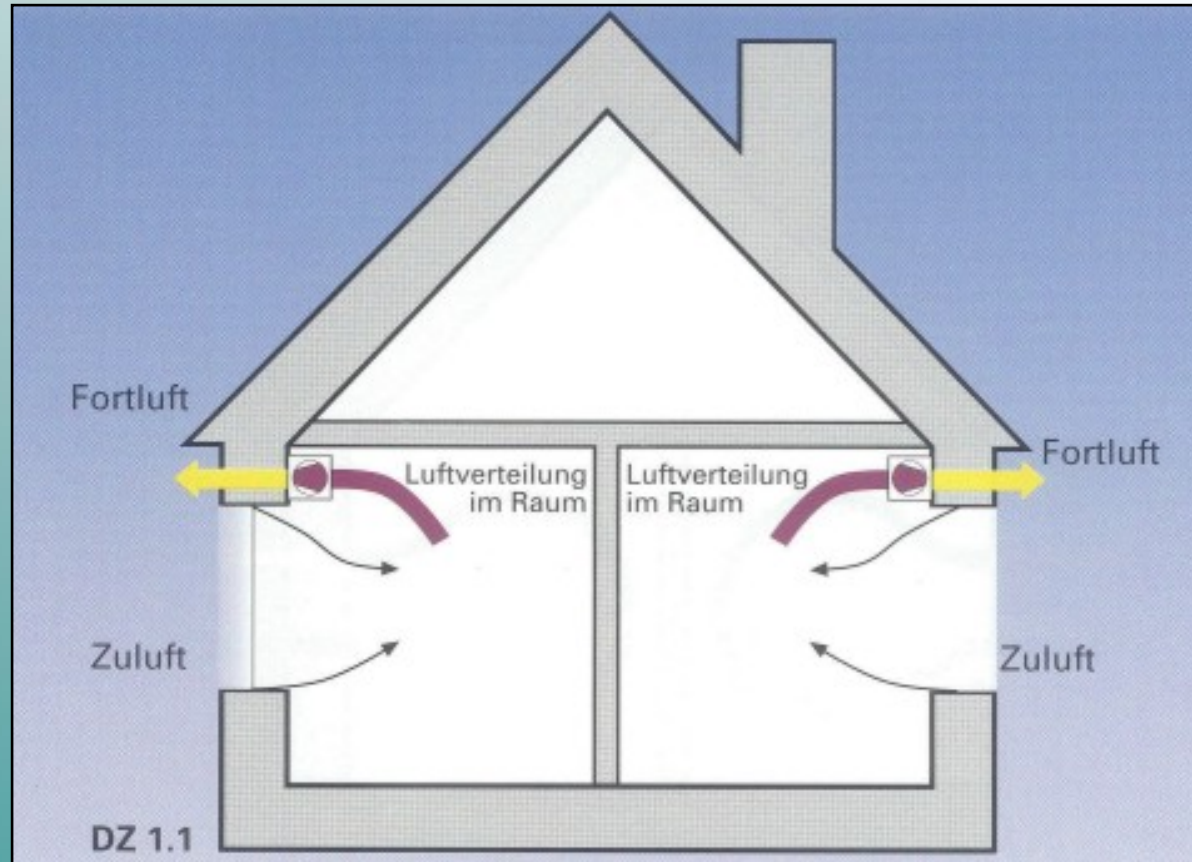
# Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung

- Lüftungsvarianten
- Effizienz
- Einsatzvielfalt
- Auslegungshinweise
- Passivhauslüftung und -heizung

# 1. Überblick

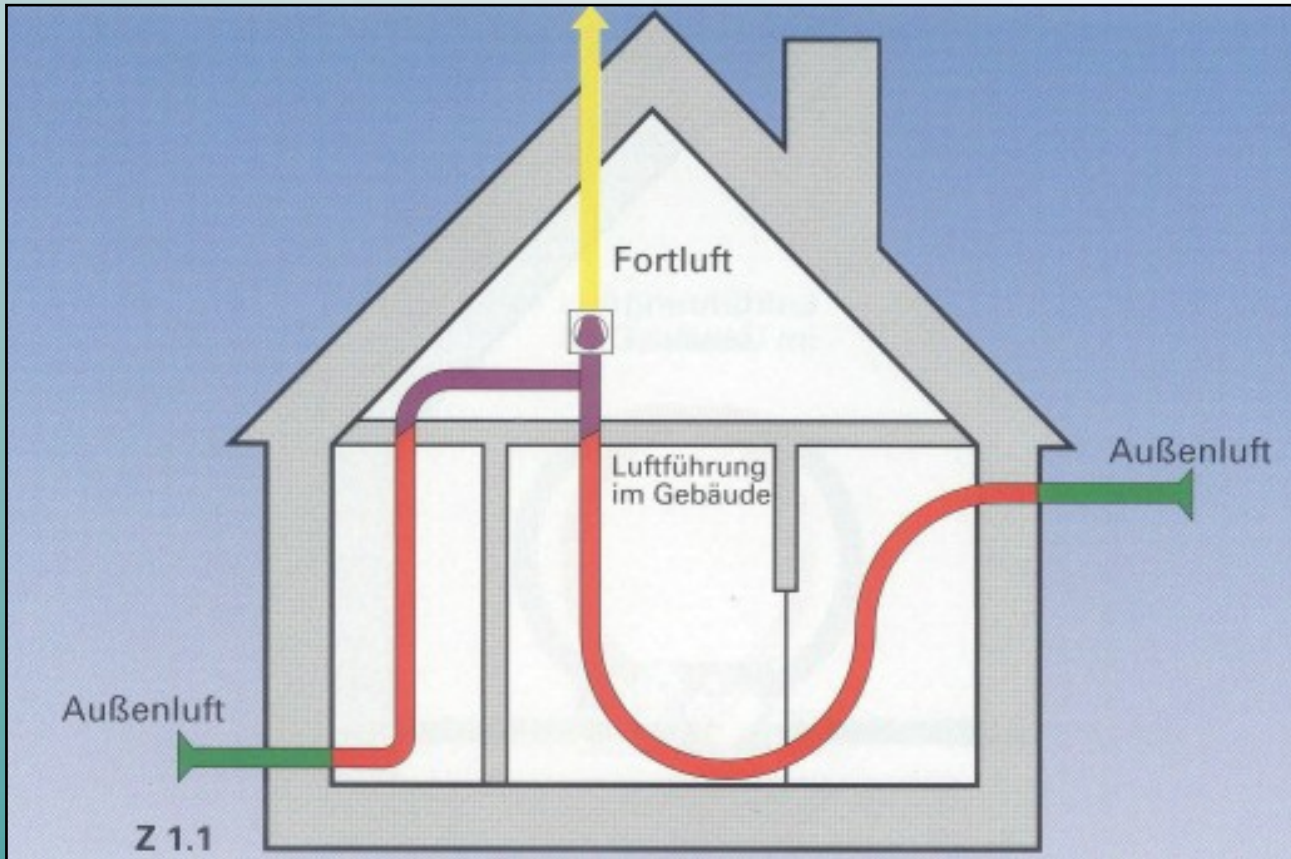
## Lüftungsvarianten

## Dezentrale Abluftanlage



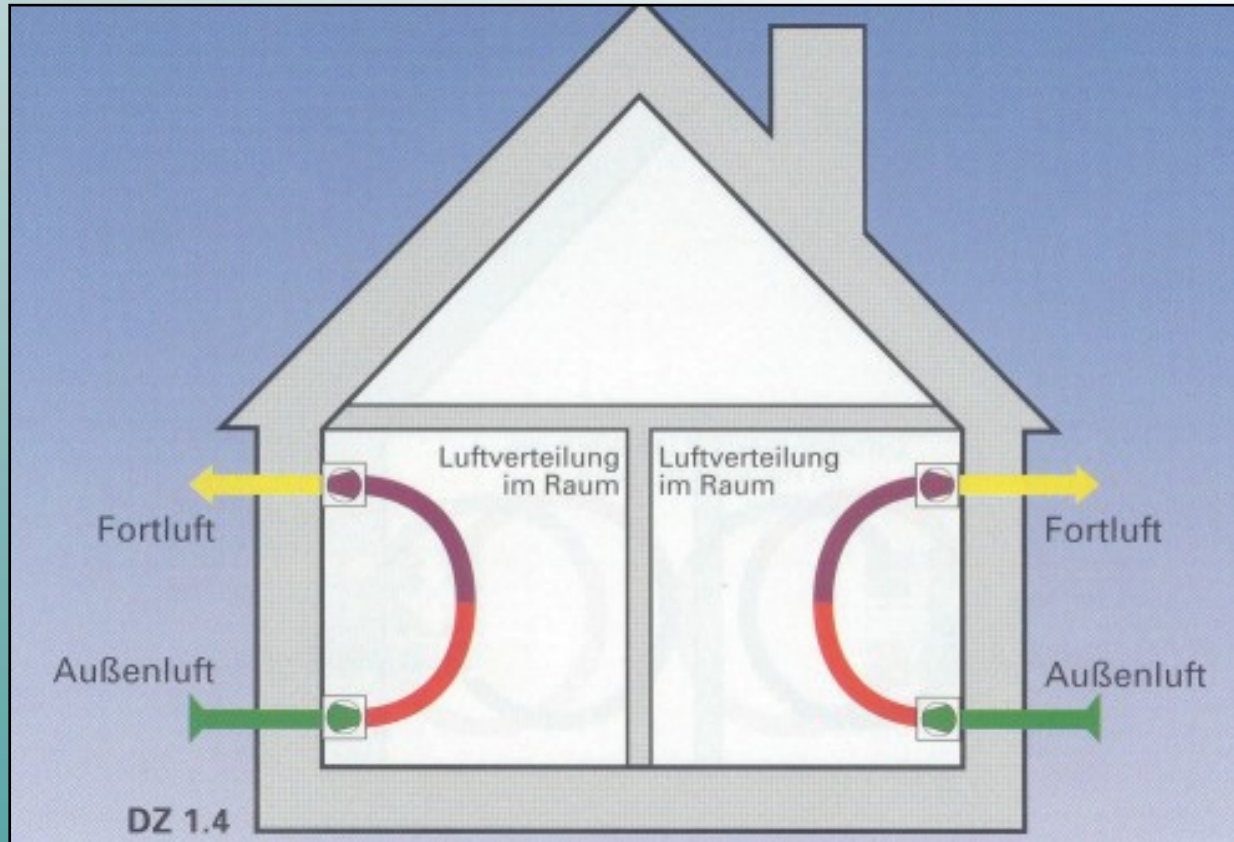
Mechanische Entlüftungsanlage für einzelne Räume ohne Wärmerückgewinnung mit undefinierter freier Außenluftnachströmung (Quelle: TZWL, Dortmund)

# Zentrale Abluftanlage



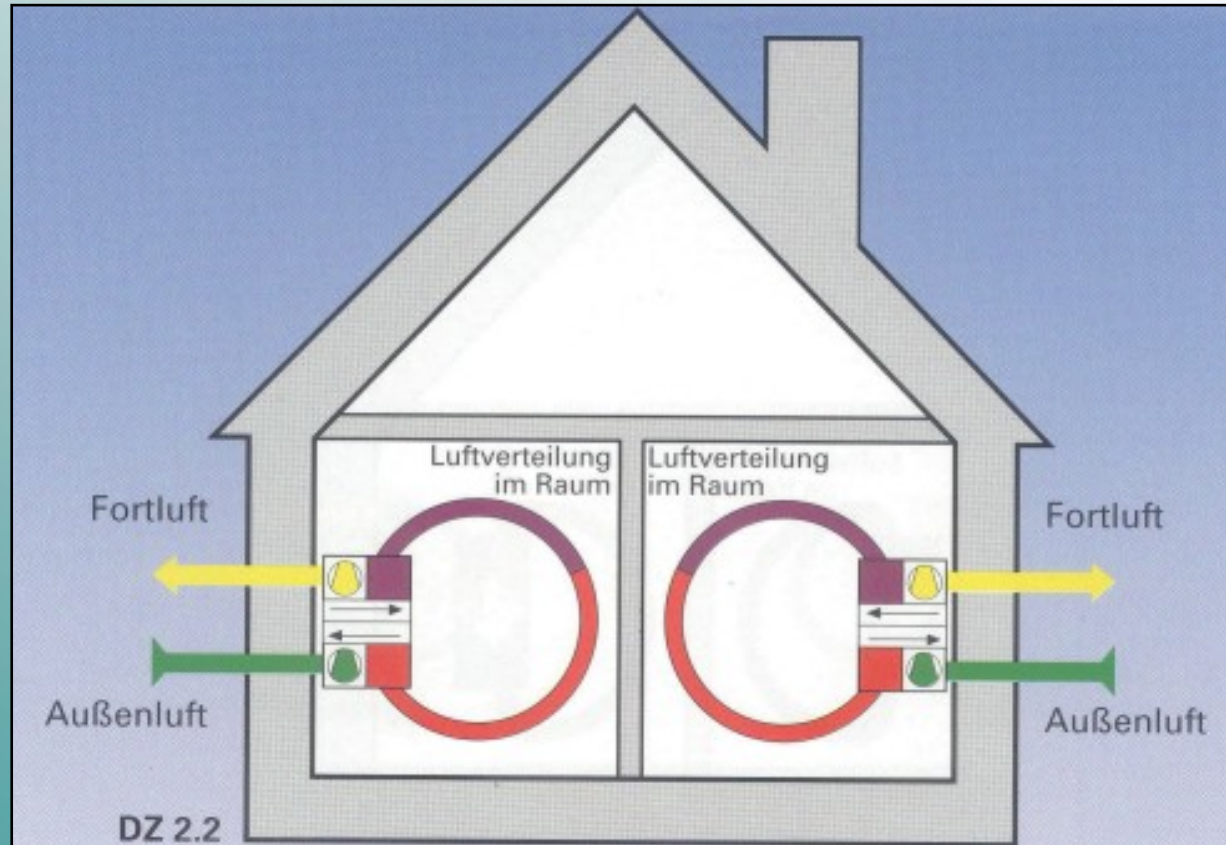
Mechanische Entlüftungsanlage mit freier Außenluftnachströmung  
(Quelle: TZWL, Dortmund)

# Zu- und Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung



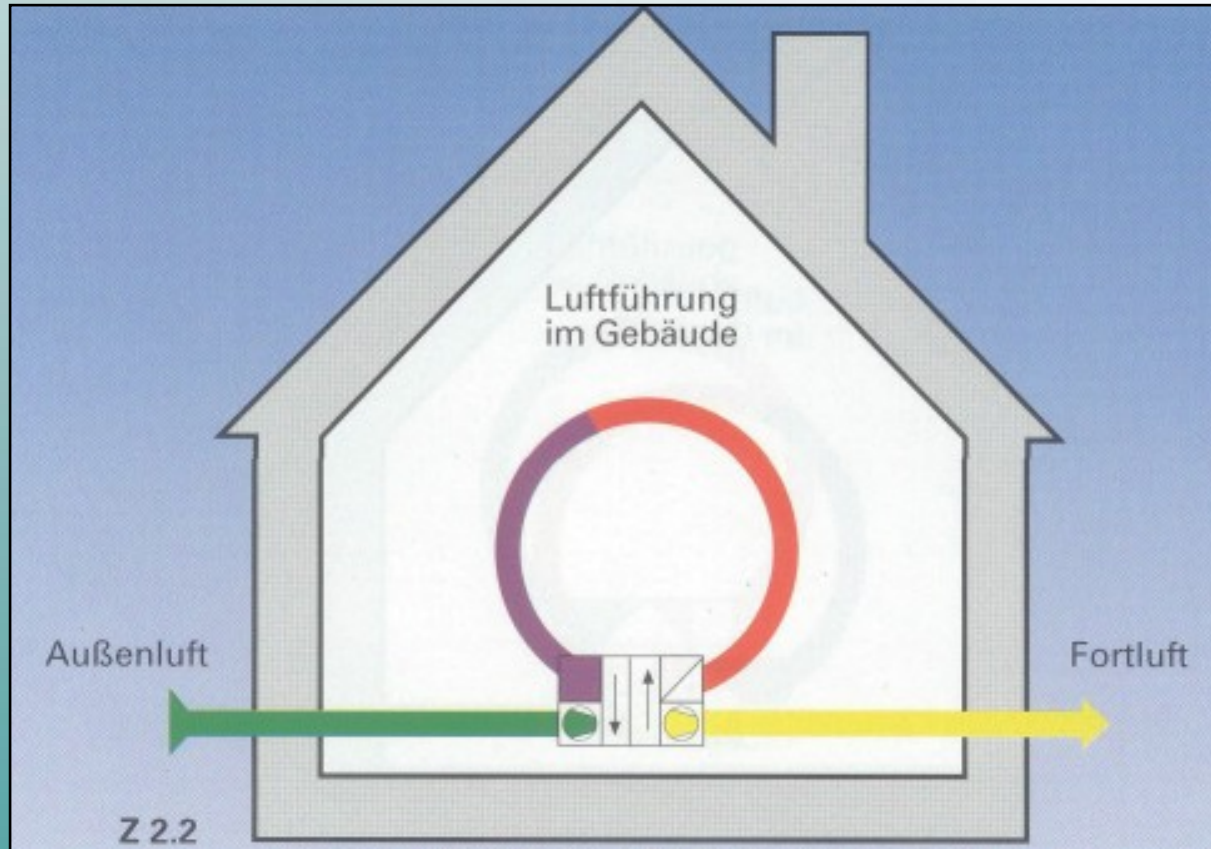
Mechanische Be- und Entlüftungsanlage für einzelne Räume ohne Wärmerückgewinnung mit geregelter Außenluftnachströmung (Quelle: TZWL, Dortmund)

# Dezentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung



Mechanische Be- und Entlüftungsanlage für einzelne Räume mit Gegenstrom-/Kreuzgegenstromwärmeaustauscher (Quelle: TZWL, Dortmund)

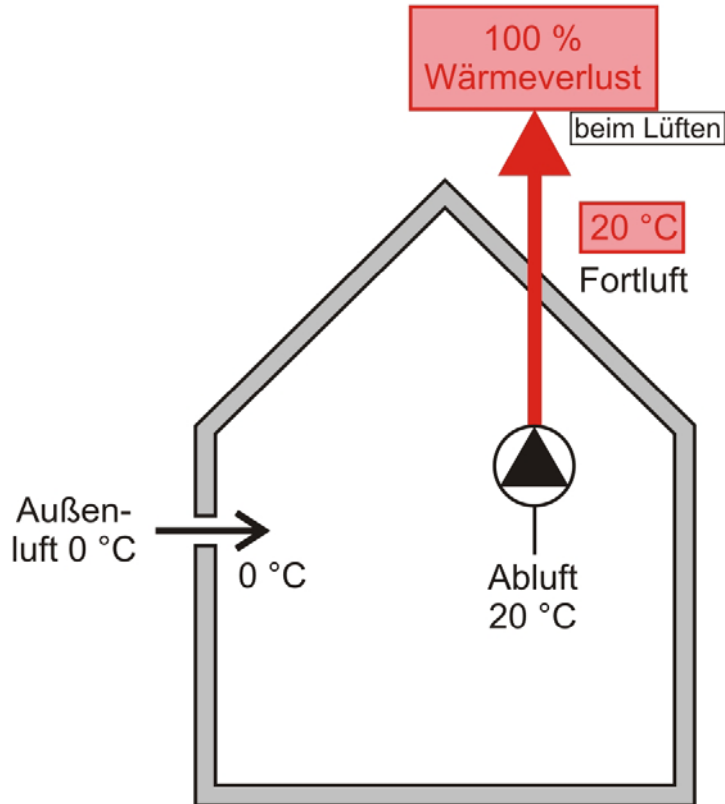
# Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung



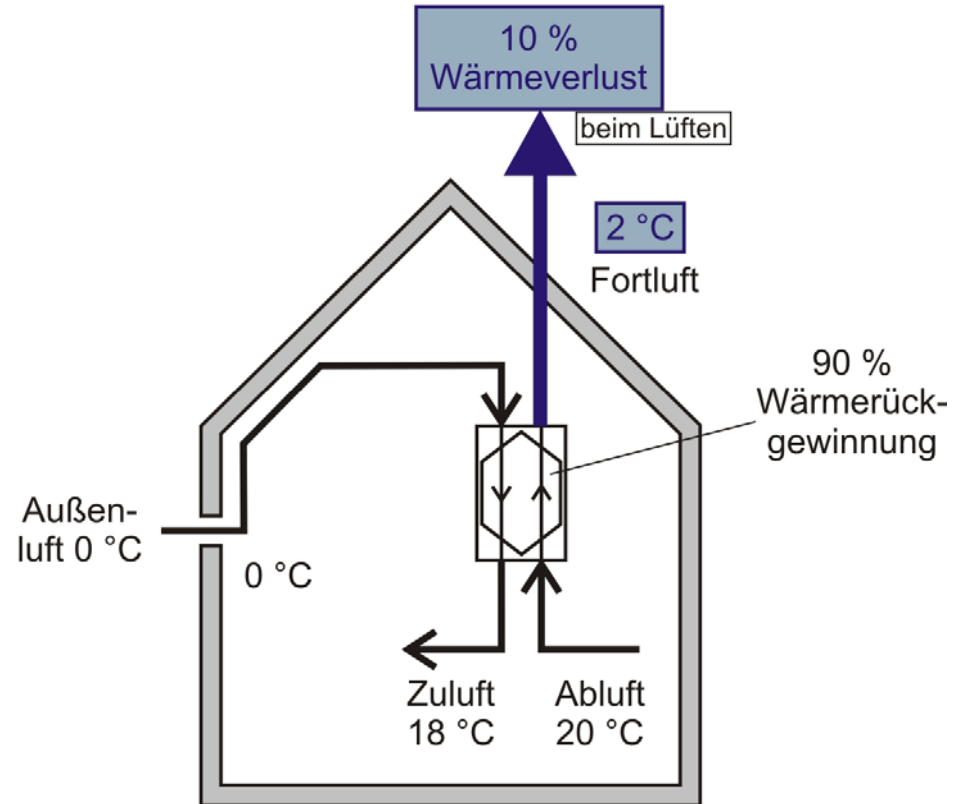
Mechanische Be- und Entlüftungsanlage mit Gegenstromwärmeaustauscher  
(Quelle: TZWL, Dortmund)

# Wärmeverluste vermeiden

## Abluftanlage

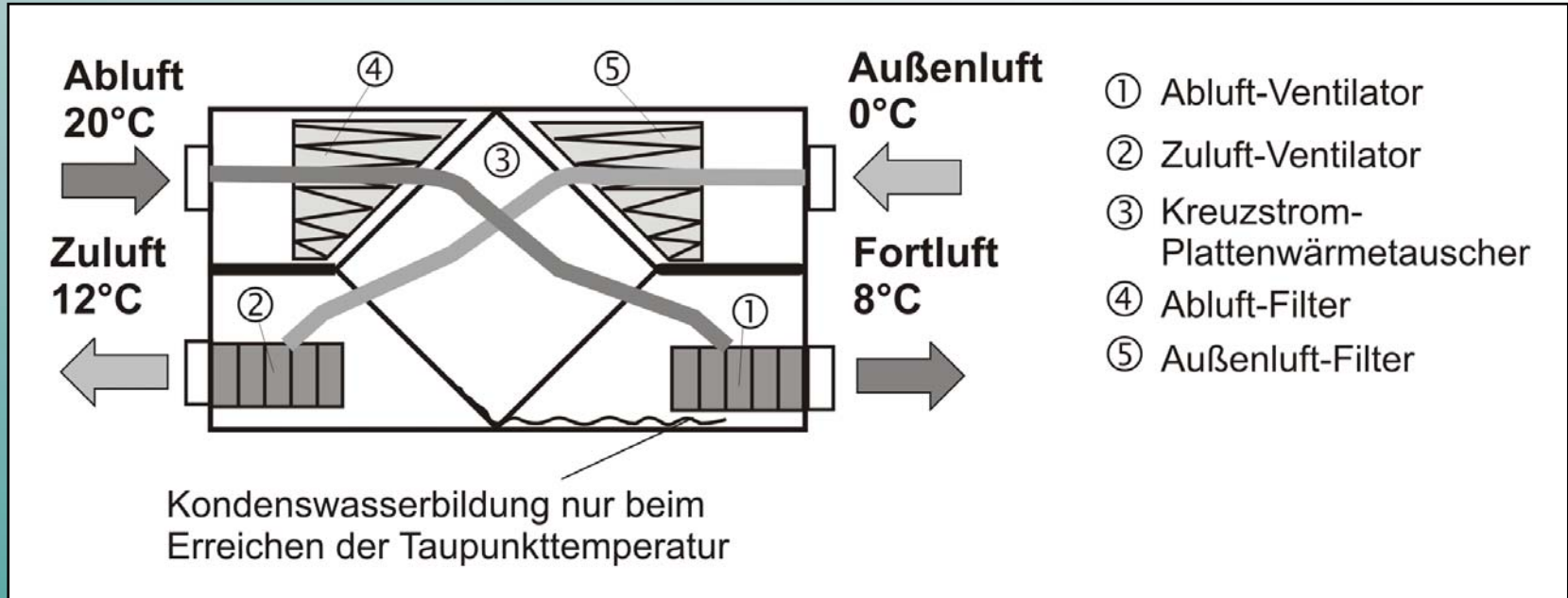


## Wärmerückgewinnung



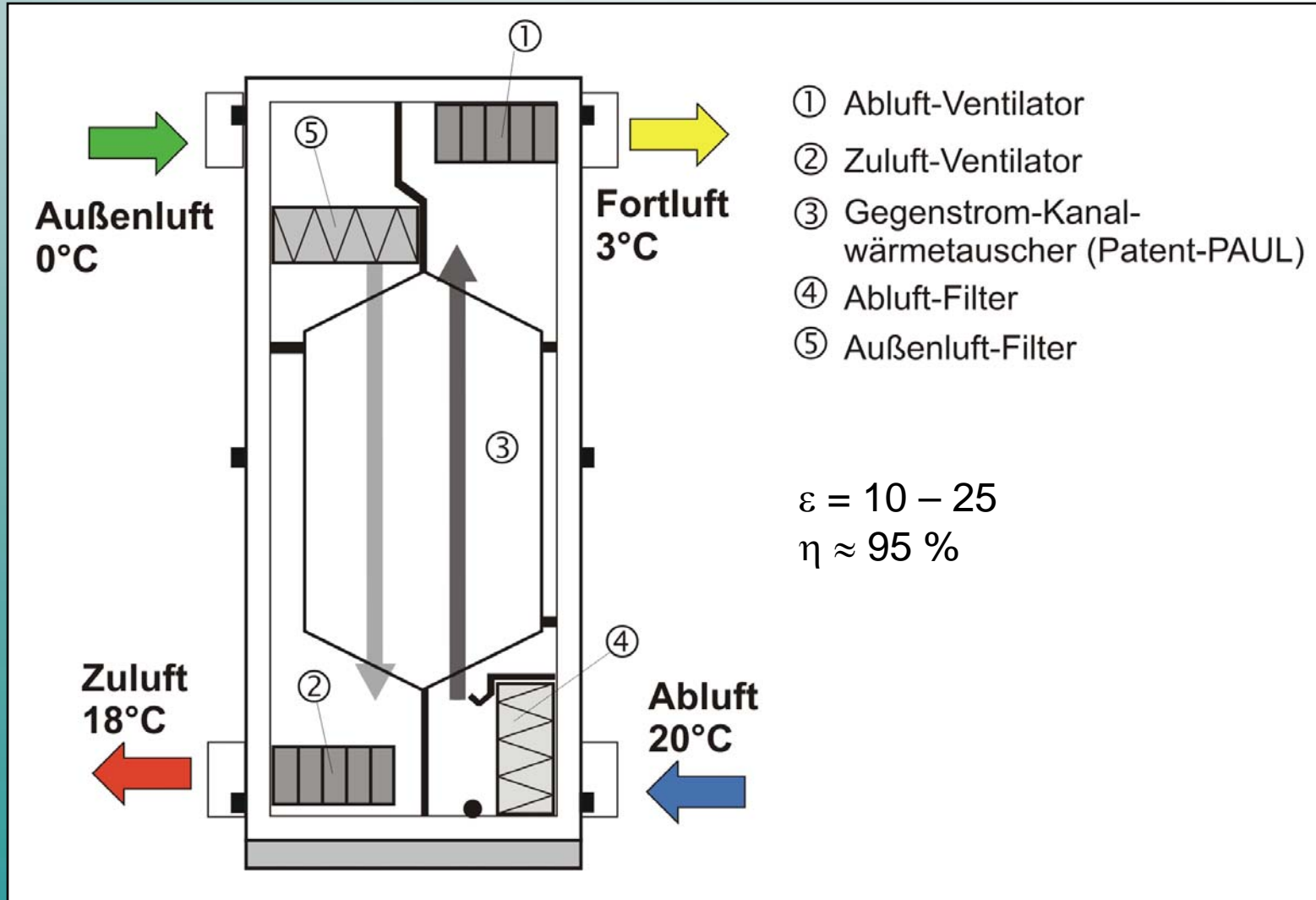
## 2. Wärmerückgewinnung Gerätetypen

# Zentralgerät mit Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher



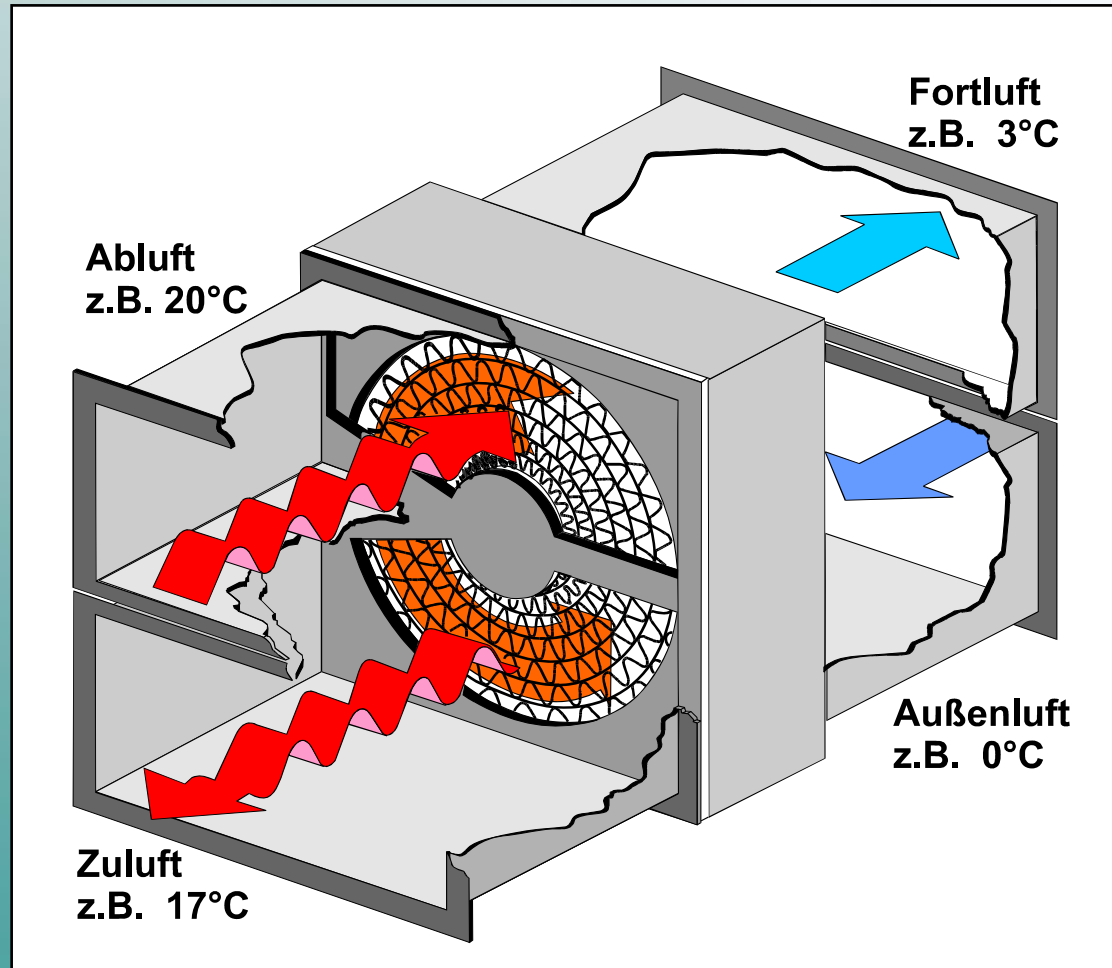
$$\varepsilon = \text{Nutzen} : \text{Aufwand} = 5 - 10$$
$$\eta = \text{Wirkungsgrad} = 50 - 70 \%$$

# Zentralgerät mit Gegenstrom-Kanalwärmetauscher



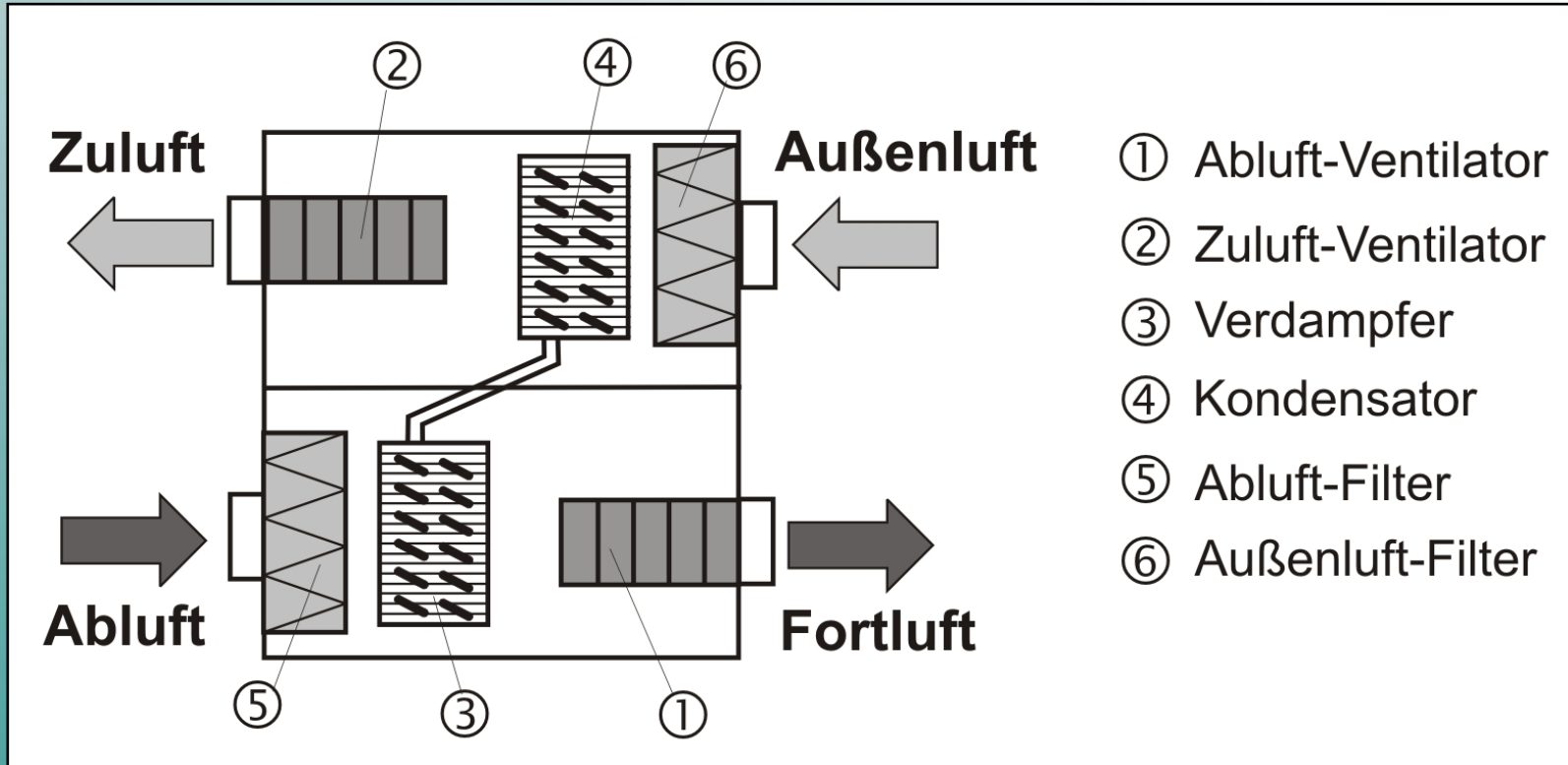
# Zentralgerät mit Rotationswärmetauscher

## Funktionsweise



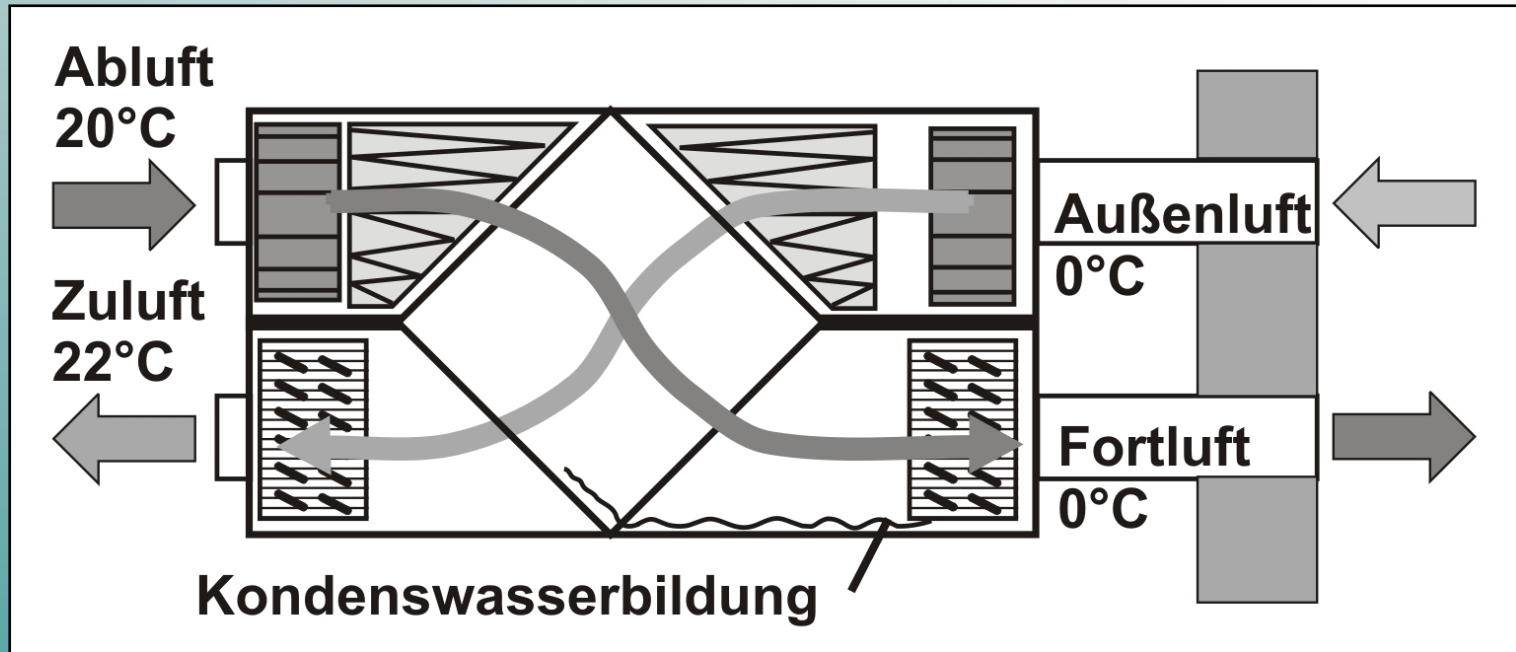
$$\eta \approx 83 \%$$

# Abluft-Zuluft-Wärmepumpe

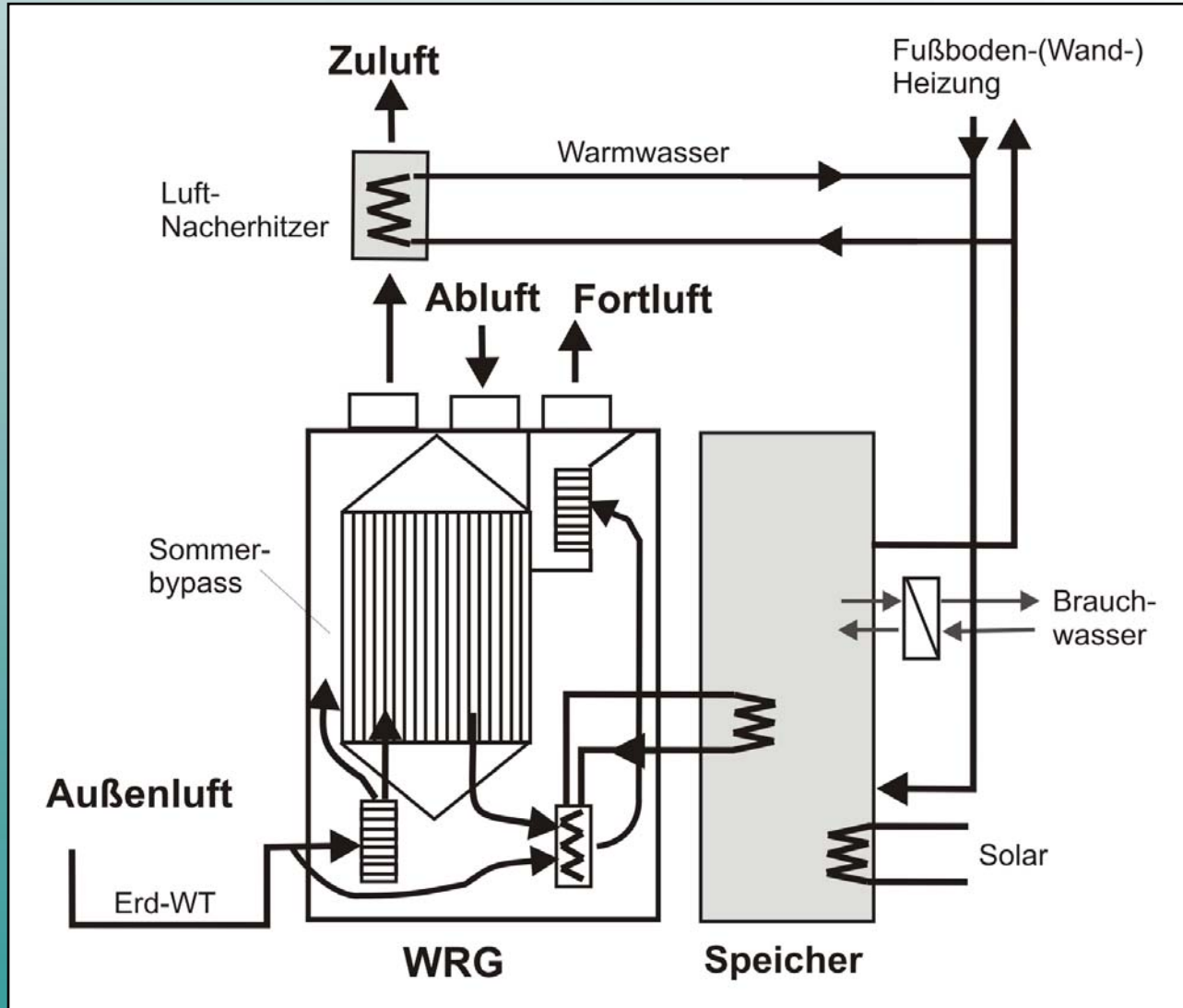


$$\varepsilon = 2 - 3$$

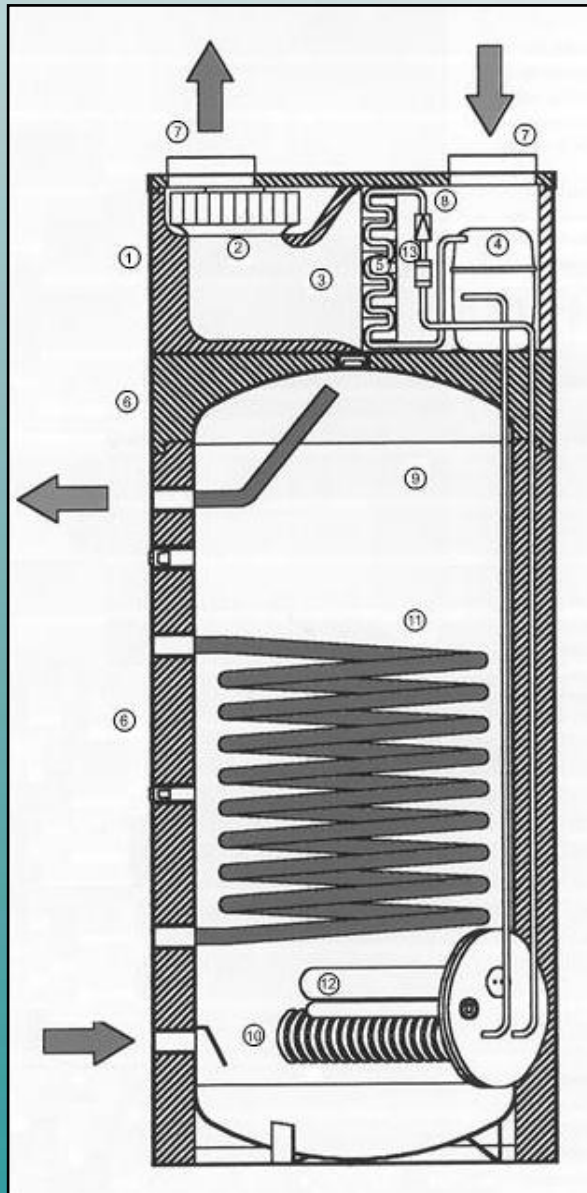
# WRG mit Wärmetauscher und Fortluft-Zuluft-Wärmepumpe



# WRG mit Fortluft-Wasser-Wärmepumpe



# Abluft-Warmwasser-Wärmepumpe mit Speicher



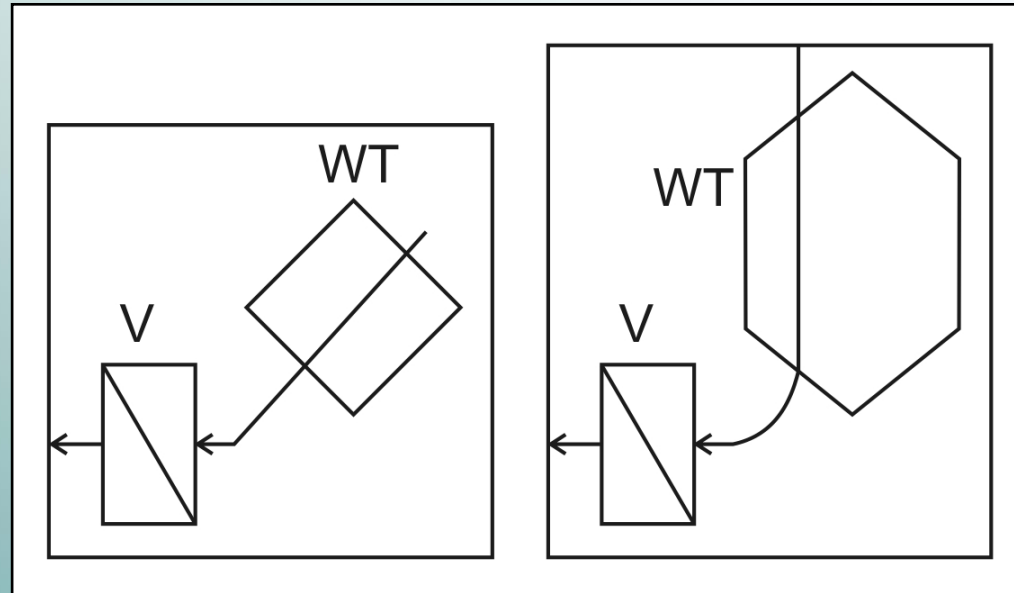
- 1 Wärmepumpenmodul
- 2 Radialventilator
- 3 Spiralgehäuse
- 4 Kompressor
- 5 Lamellenverdampfer
- 6 Speicherisolierung
- 7 Luftanschlüsse  $\varnothing$  150
- 8 Sicherheitsarbeitsmittel
- 9 Warmwasserspeicher
- 10 Kondensator
- 11 Heizregister
- 12 E-Heizstab
- 13 Heißgasabtauung

JAZ = 2,6 (laut Feldtests (Agendagruppe Lahr))  
 $\varepsilon = 3 \dots 3,5$

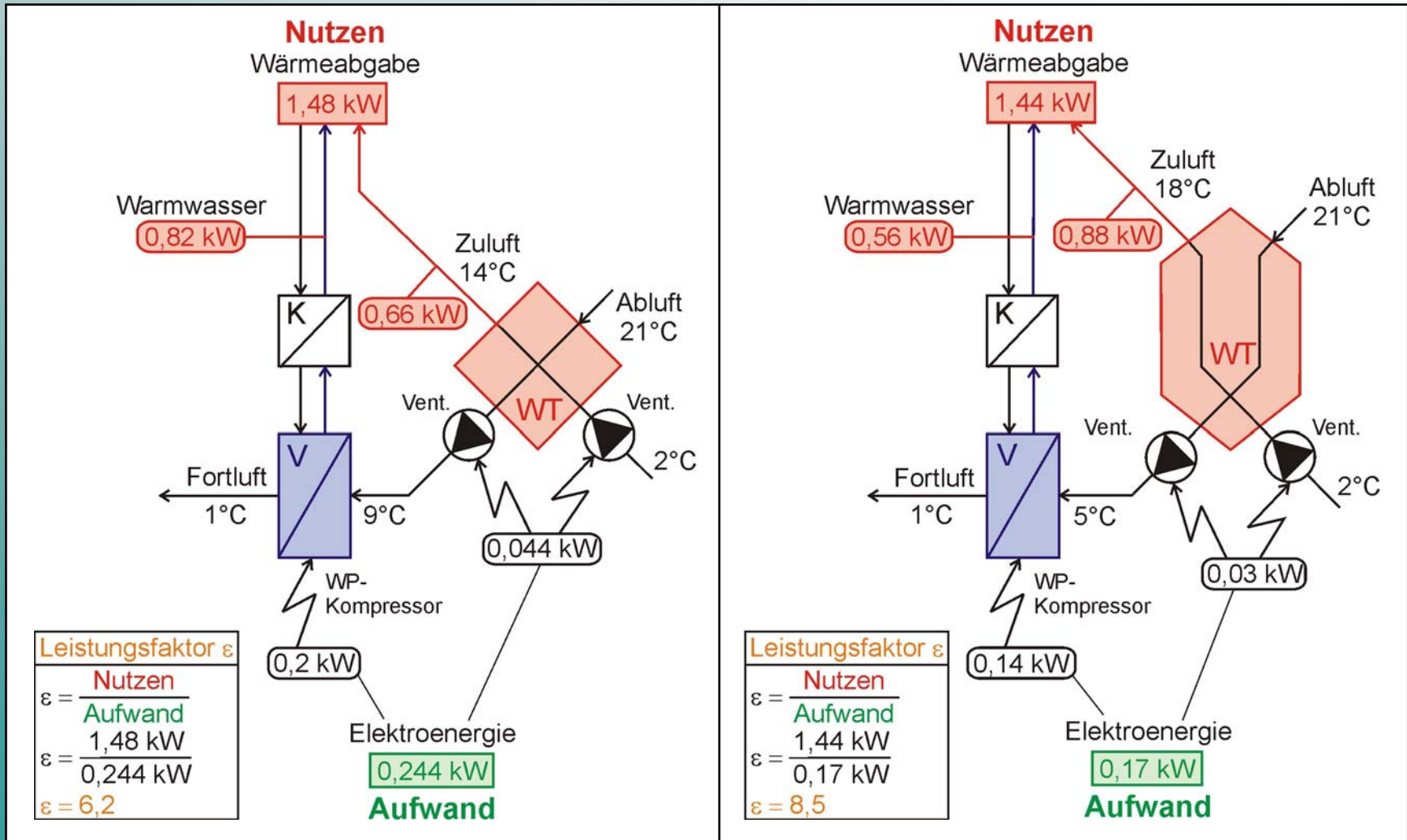
Mängel:  
siehe bei Frischluftmängel trotz Abluftanlage

# Kompaktgerät

a) WT-Größe }  
WP-Aufwand }  $\epsilon_{ges} \rightarrow$



# Kompaktgerät ...

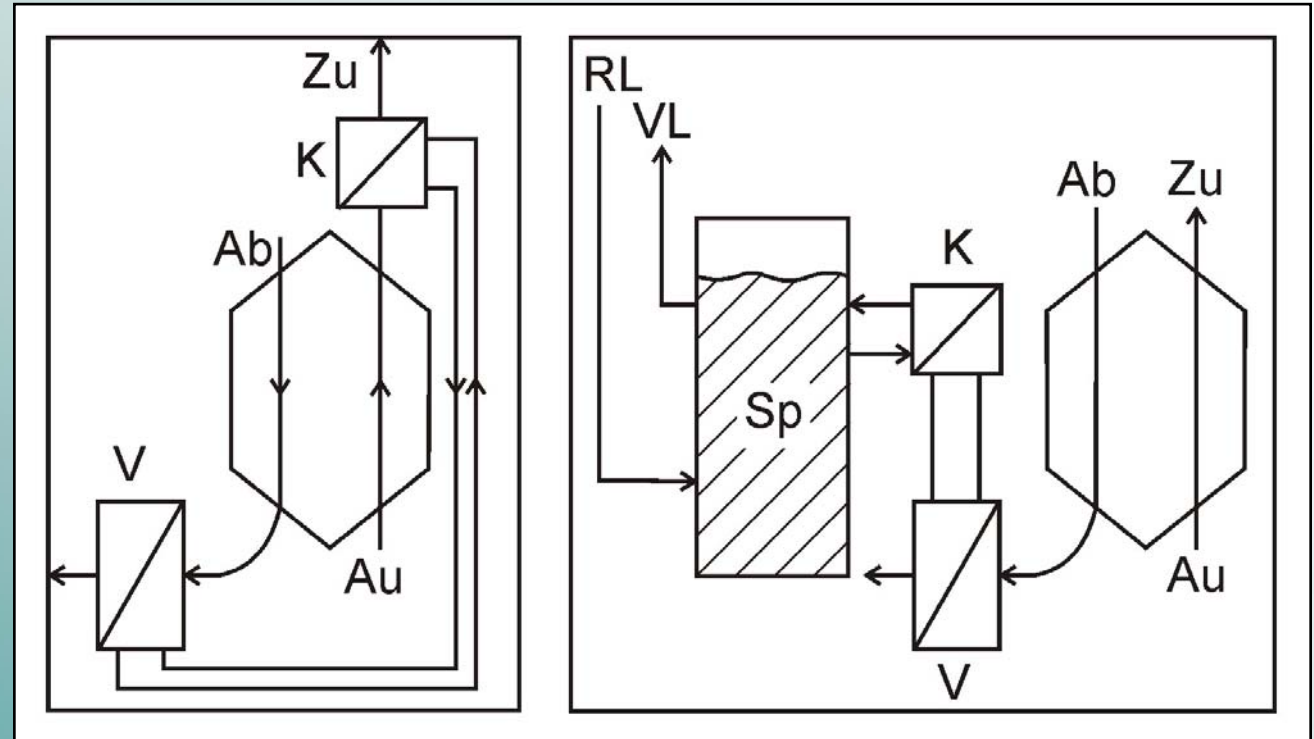


... mit Kreuzstrom-WT

... mit Gegenstrom-WT

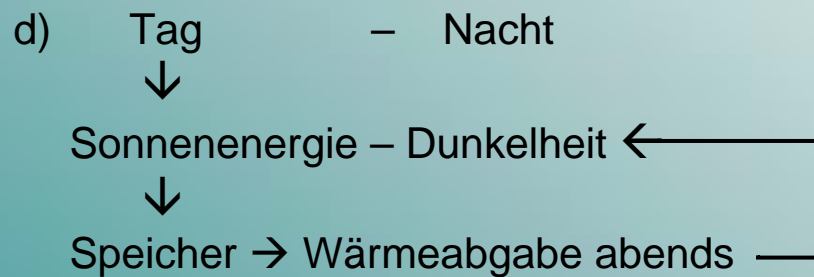
# Kompaktgerät

- b) Kondensator (K)
- in Zuluft oder
  - im Speicher



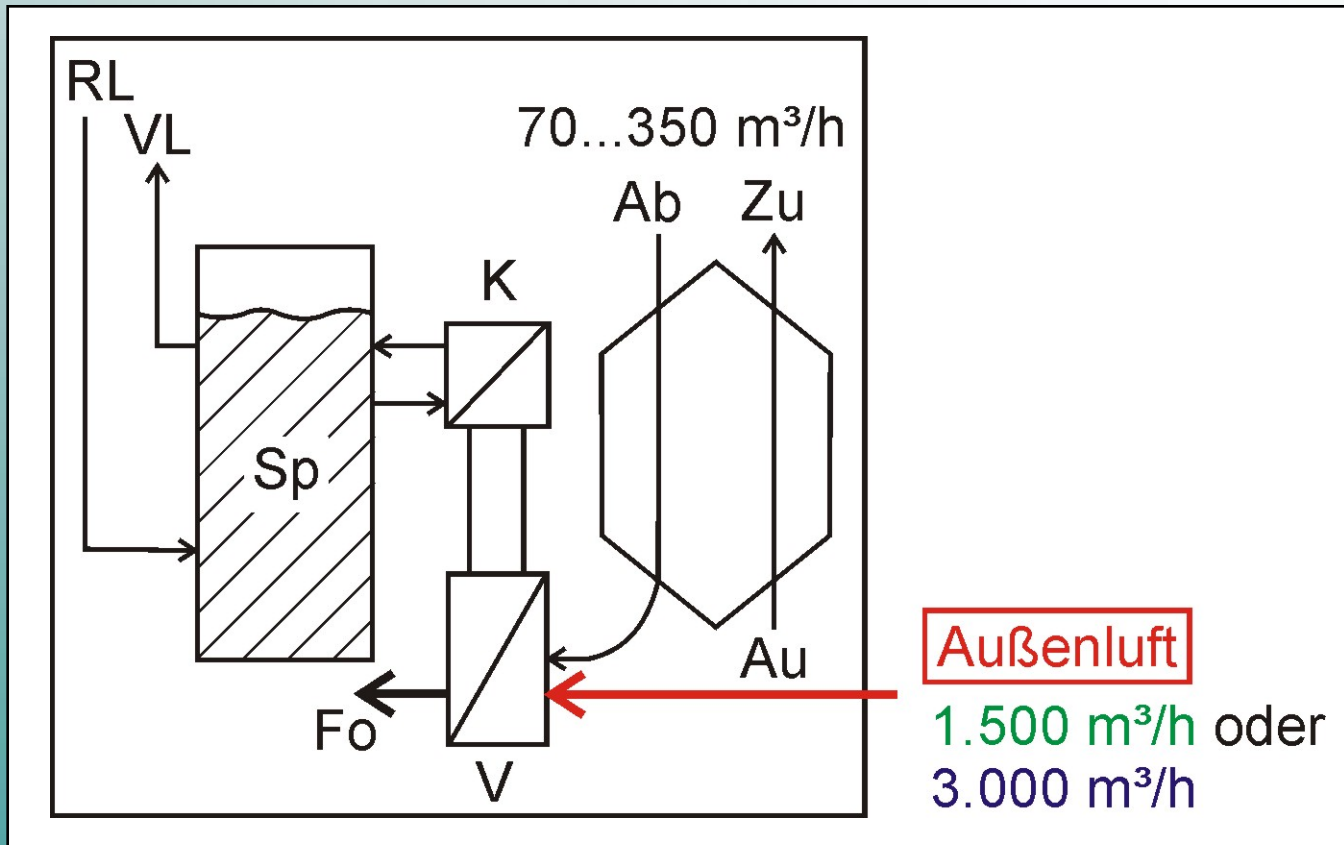
## Kompaktgerät

- c) Kondensator-Temperatur 50 °C → z. B. für Zuluft  
→  $\varepsilon \downarrow$   
35 °C → z. B. im Speicher für Flächenheizung  
→  $\varepsilon \uparrow$



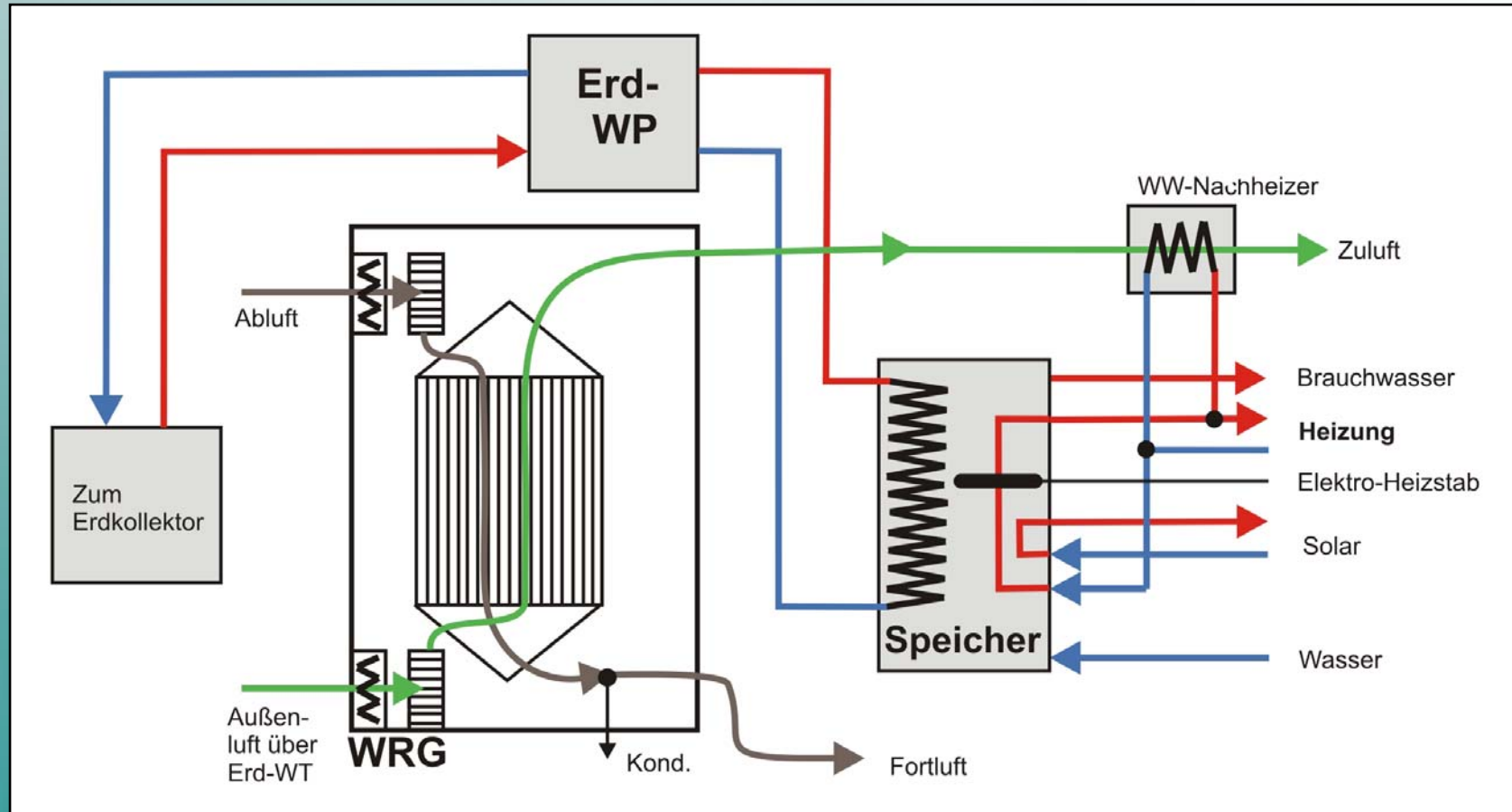
- e) Nutzung Solaranlage → Speicher (WP → AUS)

# Erhöhung der Wärmeleistung am Kompaktgerät



Erhöhung des Außenluftvolumenstromes zur Wärmepumpe (←)  
≙ Erhöhung der Heizleistung an der Wärmepumpe auf **4 kW** oder **8 kW**

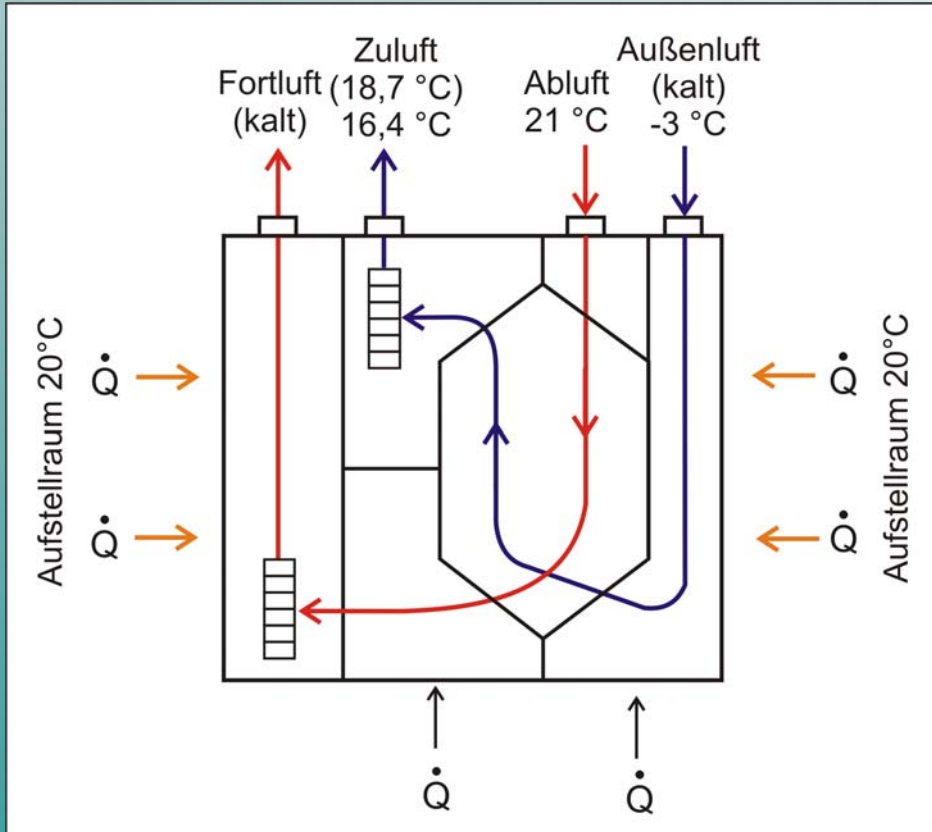
# WRG-Gerät + Erd-WP mit Speicher



# 3. Effizienz von Wärmereückgewinnungsgeräten

# 3.1. Wärmerückgewinnungs- grad $\eta$ , $\eta_{\text{eff}}$

# Wärmeübertragung vom Aufstellraum über die Gehäusewandung an die kalte Außenluft und Fortluft



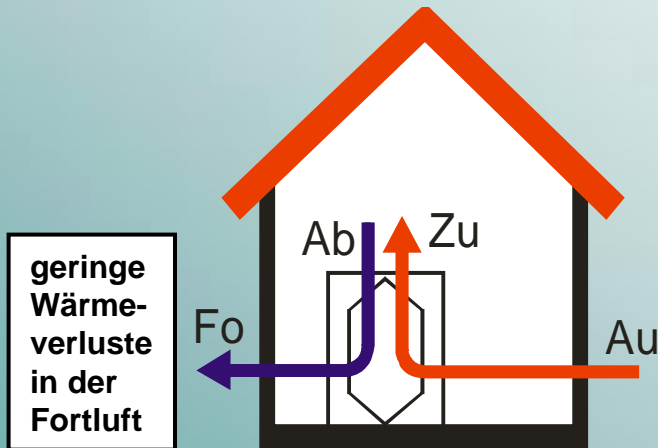
Wärmeübertragung  $\dot{Q}$  durch die Gehäusewandung bedeutet:

- Erwärmung der Außenluft, damit
  - höhere Eintrittstemperatur unmittelbar am Wärmetauscher
  - höhere Fortluft-Temperatur und damit höhere Wärmeverluste
  - höhere Zulufttemperatur und damit ein scheinbar! höherer Wirkungsgrad
- Erwärmung der Fortluft über das Gehäuse  
→ Wärmeentzug aus dem Haus
- Unter Zugrundelegung der Temperaturen gemäß Geräte-Prüfbericht (TZWL Dortmund) ergibt sich eine Wärmeaufnahme durch die Gehäusewandung von  $\dot{Q} = 143 \text{ W}$ . Ohne diesen Wärmeklau liegt die Zulufttemperatur statt bei  $18,7 \text{ °C}$  (= 90 % Temperaturwirkungsgrad) bei  $16,4 \text{ °C}$  (= 80 % Temperaturwirkungsgrad).
- Unter Beachtung weiterer Wirkungsgrad-Verfälschungen ergibt sich ein realer Wert von  $\eta = 68,9 \%$  → gemessen auf der Abluft-Fortluft-Seite (lt. Prüfwerten des TZWL)

$$\frac{\dot{Q}_{\text{Auf}}}{\dot{Q}_{\text{Ab}}} = 1 \pm 5 \% \text{ lt. EN 308}$$

↓  
25 % lt. Prüfbericht TZWL  
68 % lt. Prüfbericht TZWL ein anderes häufig verkauftes Gerät

# wenig Wärmeverluste




$$\eta_{Ab} = \frac{t_{Ab} - t_{Fo} + \frac{P_{el}}{\dot{m} \cdot c_p}}{t_{Ab} - t_{Au}}$$

$$\eta_{Zu} = \frac{t_{Zu} - t_{Au}}{t_{Ab} - t_{Au}} \text{ oder } \eta_{Zu} = \frac{h_{Zu} - h_{Au}}{h_{Ab}^* - h_{Au}}$$

$h_{Ab}^*$  = Abluft-Enthalpie bei Außenluftfeuchte  $h \downarrow$  niedriger als real, d. h.  $\eta_{Zu} \uparrow$  höher als real

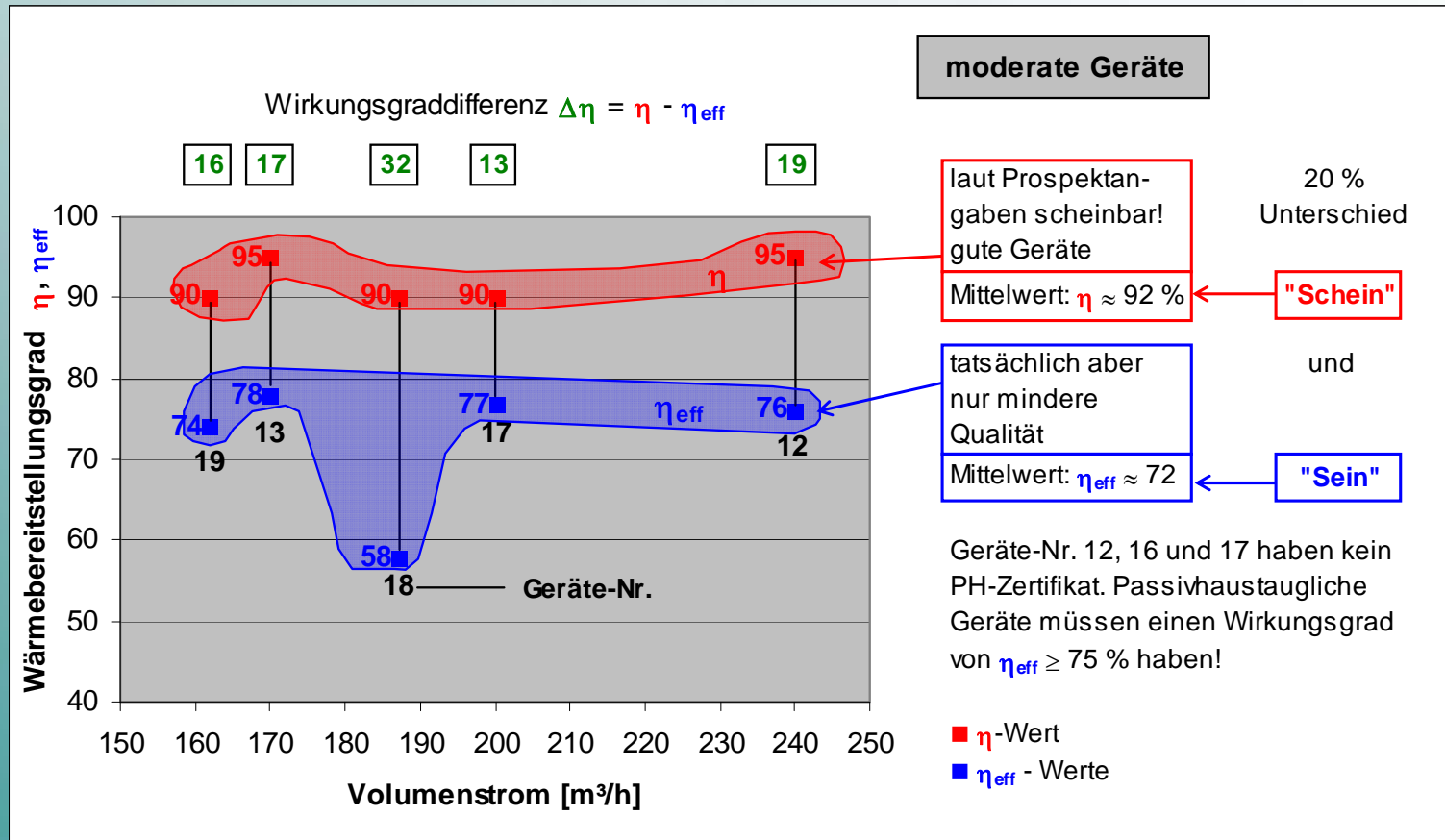
Hersteller	$\eta_{Ab}$	$\eta_{Zu}$
1	69,9 %	90 %
2	59,2 %	95 %
3	92,0 %	92 u. 99 %

sehr gut gedämmtes Gerät: geringer Unterschied zwischen  $\eta_{Ab}$  und  $\eta_{Zu}$

DE	Prüfmethode nach  Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist Rheinstr. 44/46 D-64283 Darmstadt PH-zertifizierte Geräte siehe <a href="http://www.passiv.de">www.passiv.de</a>
CH	HTA Luzern Prüfreglement für Energie-Etikette (ohne $P_{el}/\dot{m} \cdot c_p$ )

Prüfmethode nach:  
TÜV, VDI, TZWL  
 $\eta_{Zu}$  wird meistens verwendet bei Prospektangaben

# unterschiedliche Wärmebereitstellungsgrade

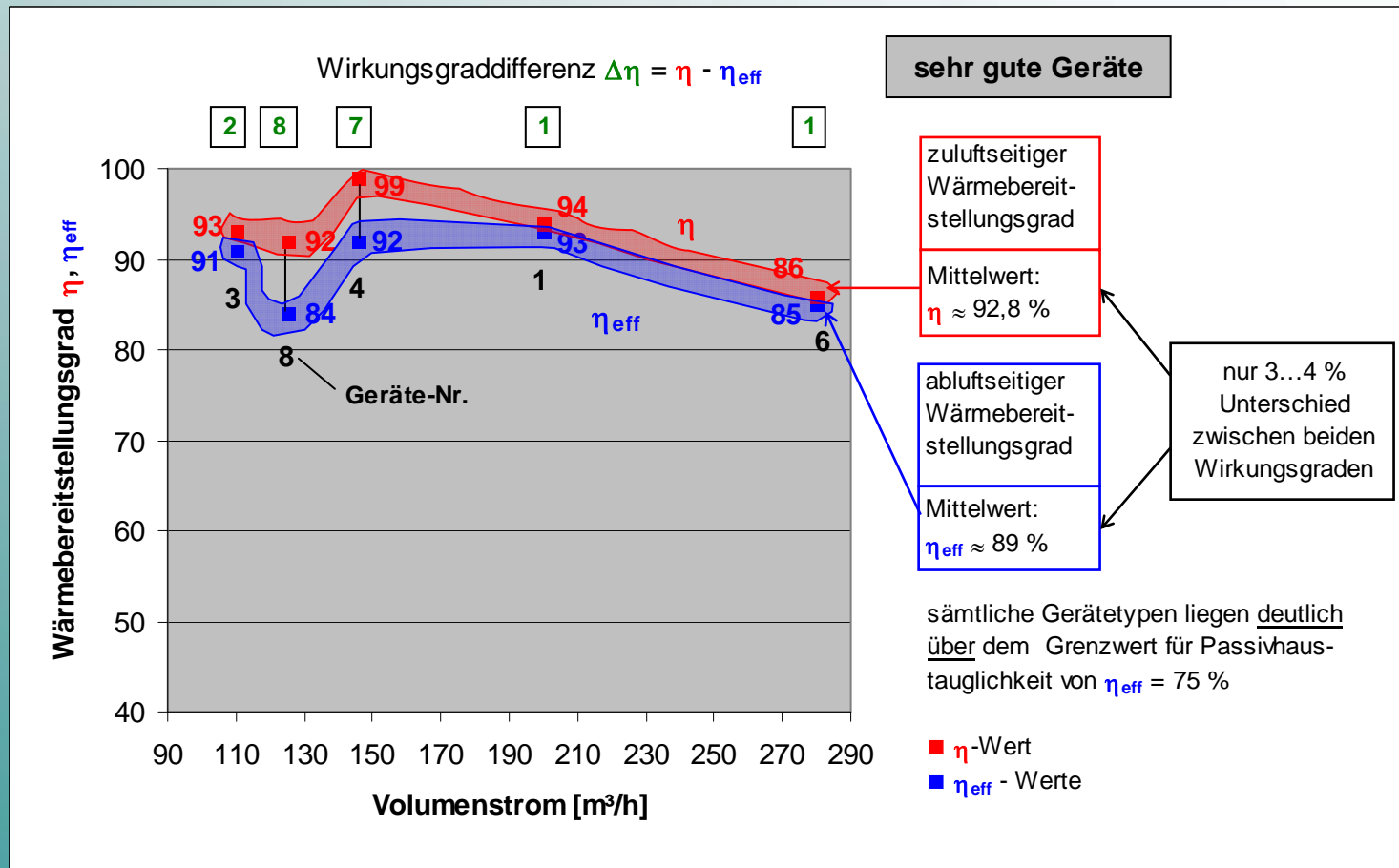


Bei weniger guten Wärmerückgewinnungsgeräten gemessene unterschiedliche Wärmebereitstellungsgrade:

$\eta$  – bezogen auf zuluftseitig gemessene Lufterwärmung

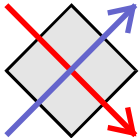
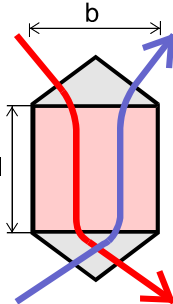
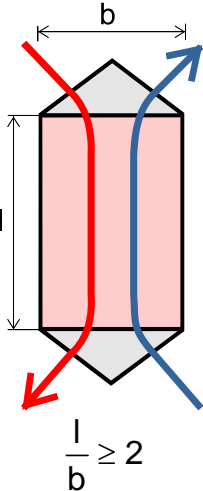
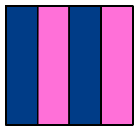
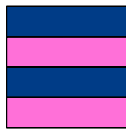
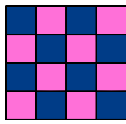
$\eta_{eff}$  – bezogen auf abluftseitig gemessene Luftabkühlung

# unterschiedliche Wärmebereitstellungsgrade

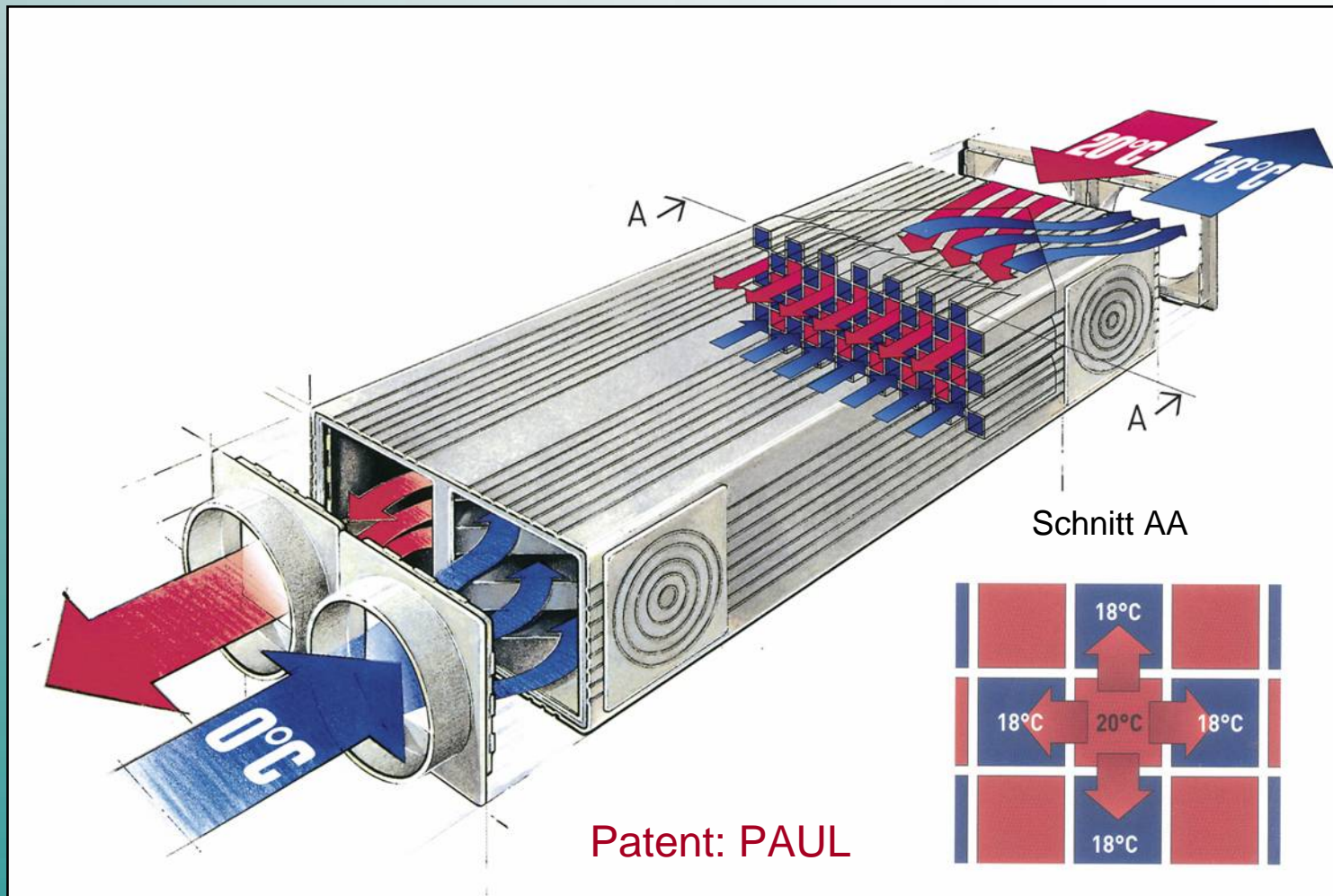


Bei guten Wärmerückgewinnungsgeräten gemessene Wärmebereitstellungsgrade ( $\eta$ ,  $\eta_{eff}$ ) mit nur geringfügigen Unterschieden

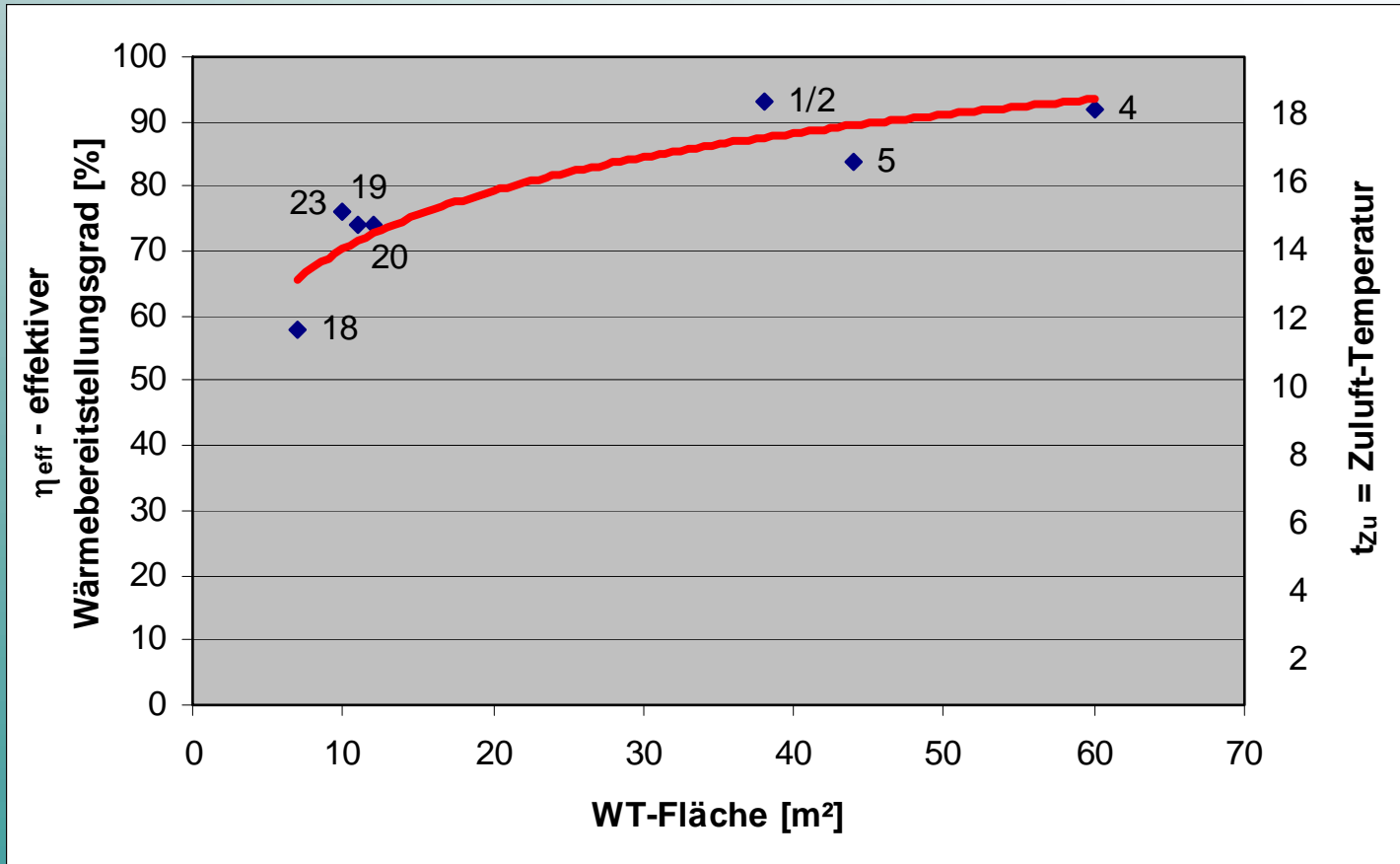
# Wärmetauscher-Typen

Prinzipskizze				<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></div> <span>Kreuzstrom</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #ffcccc; margin-right: 5px;"></div> <span>Gegenstrom</span> </div> </div>
	Kreuzstrom-WT	Kreuz-Gegenstrom-WT	Gegenstrom-WT	
Wärmetauscher-Fläche [m <sup>2</sup> ]	4 – 10	6 – 14	17 – 60	
Strömungsprofil				
Wärmerückgewinnung [%] effektiv wie in PHPP	50 – 70	70 – 80	85 – 99 (92)	

# Aufbau des Kanalwärmetauschers

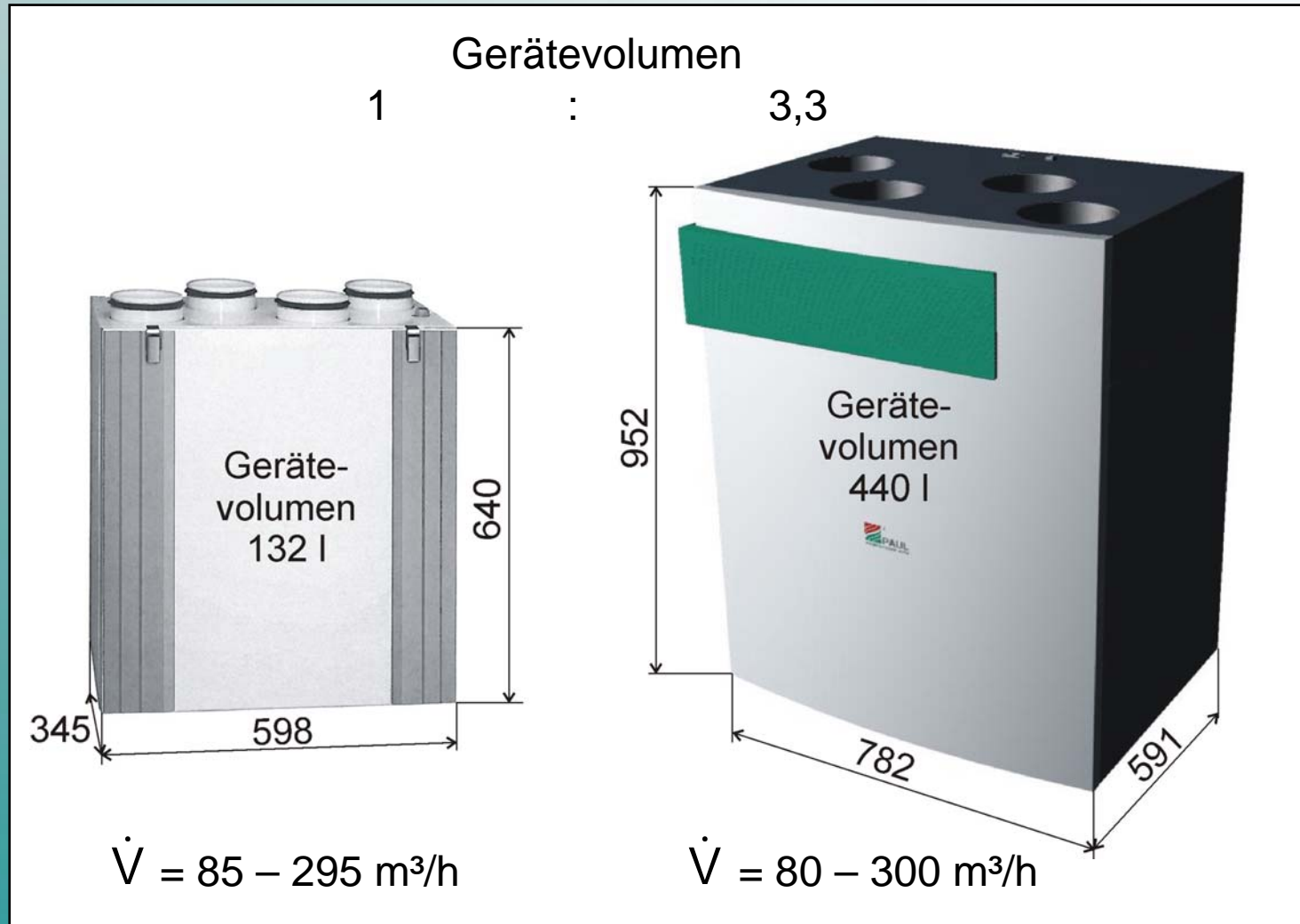


# Abhängigkeit des effektiven Wärmebereitstellungsgrades von der WT-Fäche

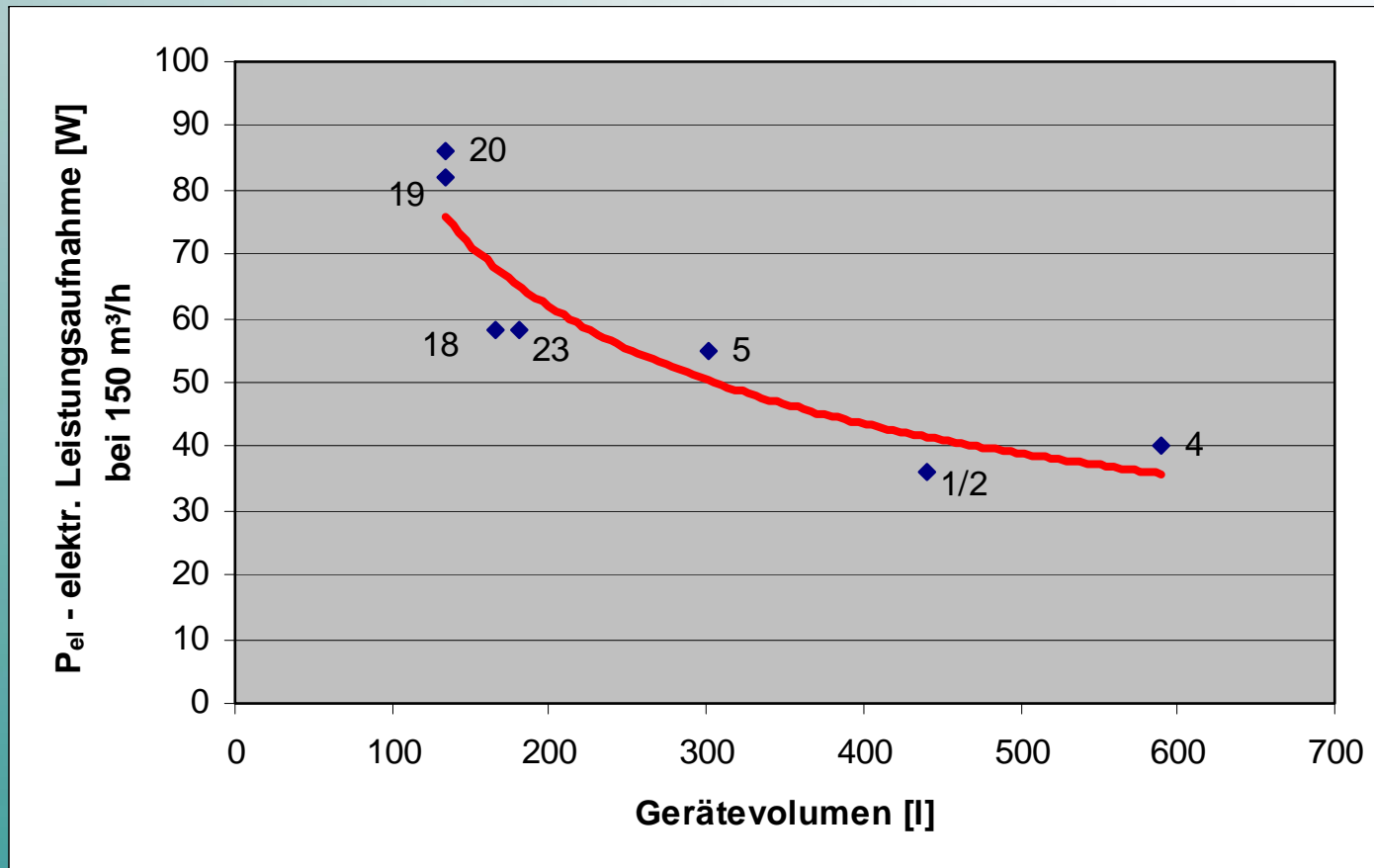


Ein Beispiel:

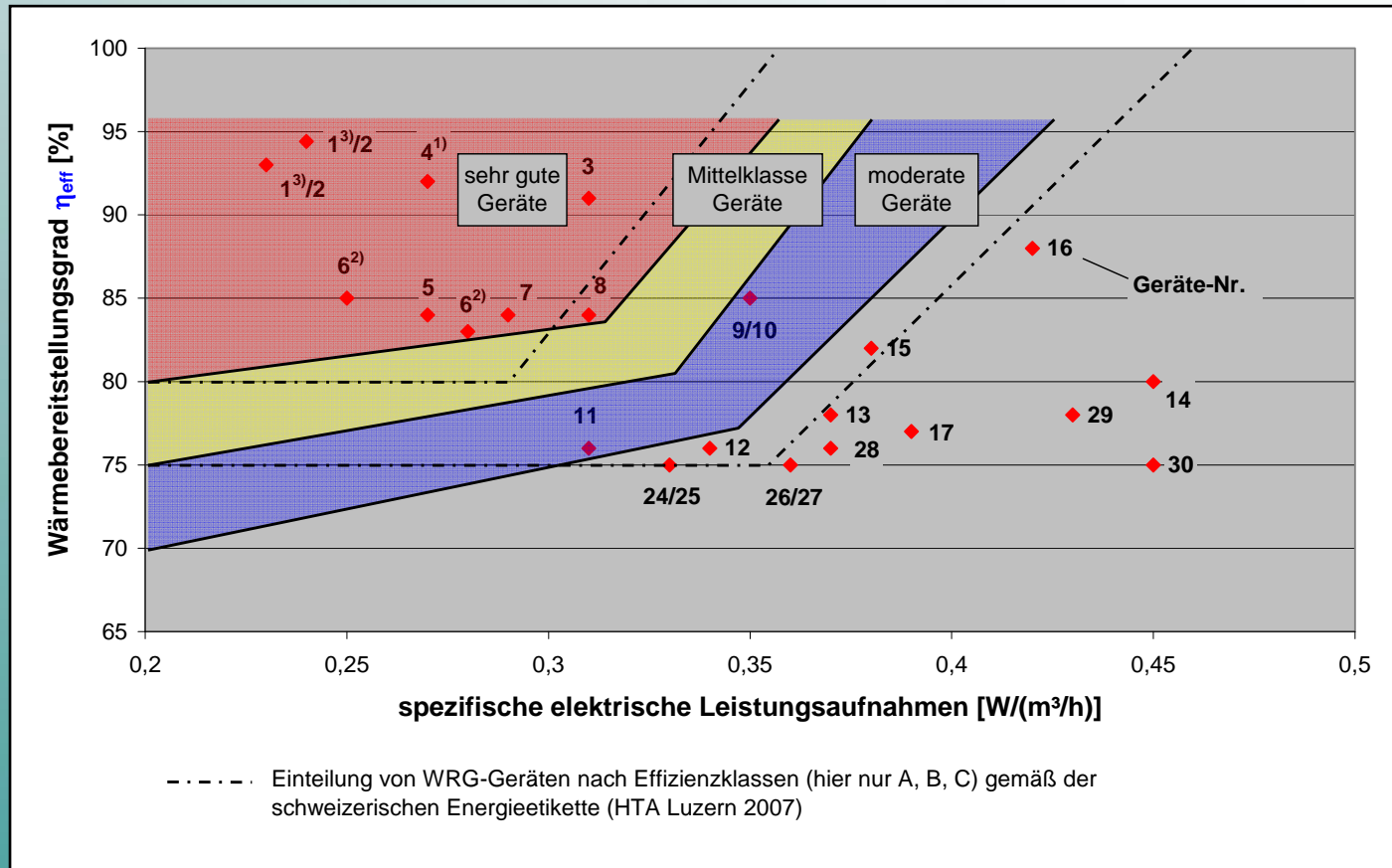
Zwei Geräte für den gleichen Einsatzzweck:



## Abhängigkeit der Leistungsaufnahme vom Gerätevolumen



# Effizienzklassen-Einteilung



Geräte 1 bis 8 mit Gegenstrom-Kanalwärmetauscher (Patent Paul Wärmerückgewinnung GmbH)

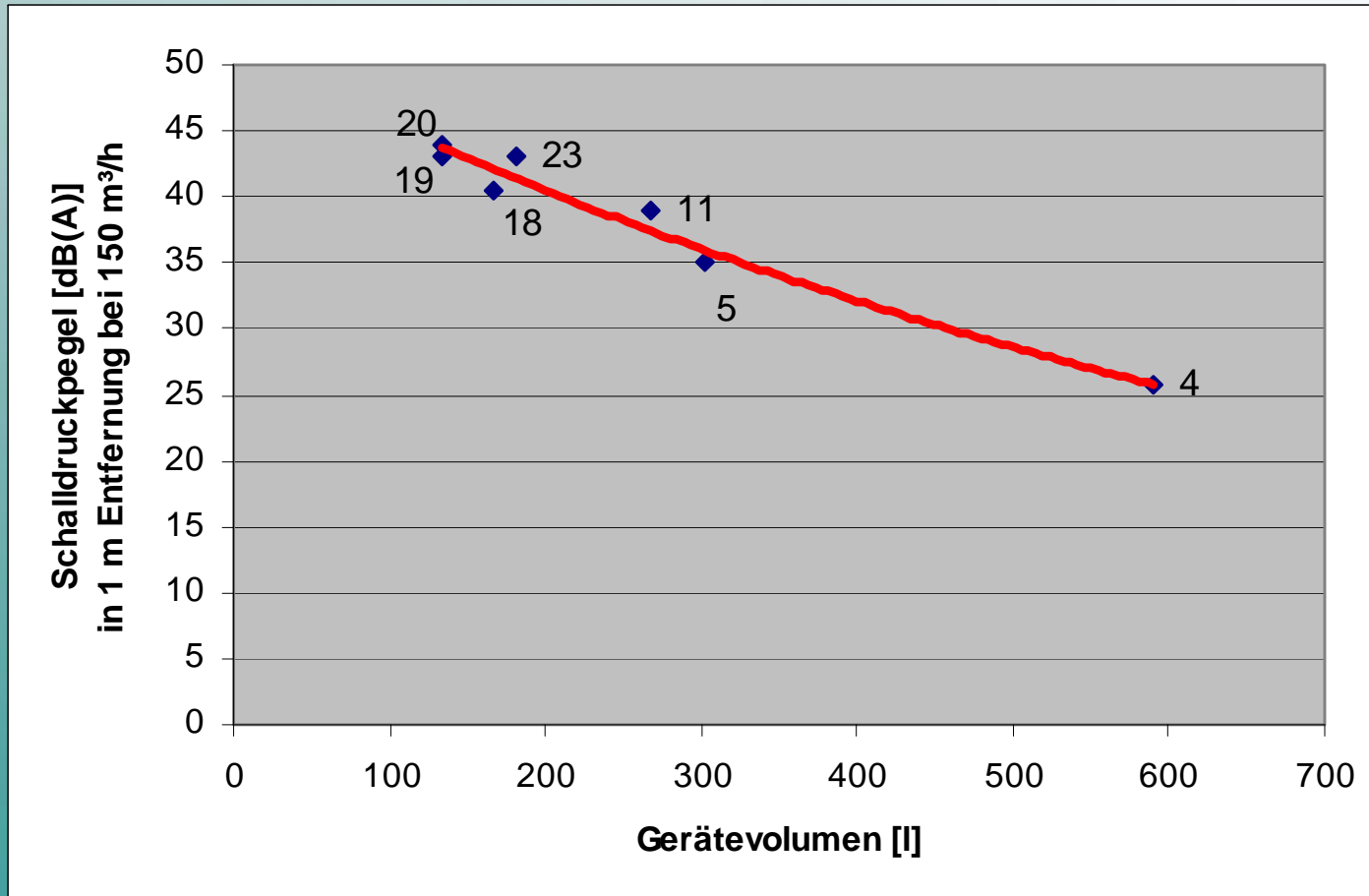
1) Gerätetyp "thermos" von Fa. Paul mit verbessertem Ventilator

2) Gerätetyp "campus" von Fa. Paul: bei 280 m<sup>3</sup>/h:  $p_{\text{el}} = 0,25 \text{ W/m}^3/\text{h}$ ,  $\eta_{\text{eff}} = 85 \%$ , bei 400 m<sup>3</sup>/h:  $p_{\text{el}} = 0,28 \text{ W/m}^3/\text{h}$ ,  $\eta_{\text{eff}} = 83 \%$

3) Gerätetyp "novus 300" von Fa. Paul: bei 145 m<sup>3</sup>/h:  $p_{\text{el}} = 0,24 \text{ W/m}^3/\text{h}$ ,  $\eta_{\text{eff}} = 94,4 \%$ , bei 200 m<sup>3</sup>/h:  $p_{\text{el}} = 0,23 \text{ W/m}^3/\text{h}$ ,  $\eta_{\text{eff}} = 93 \%$

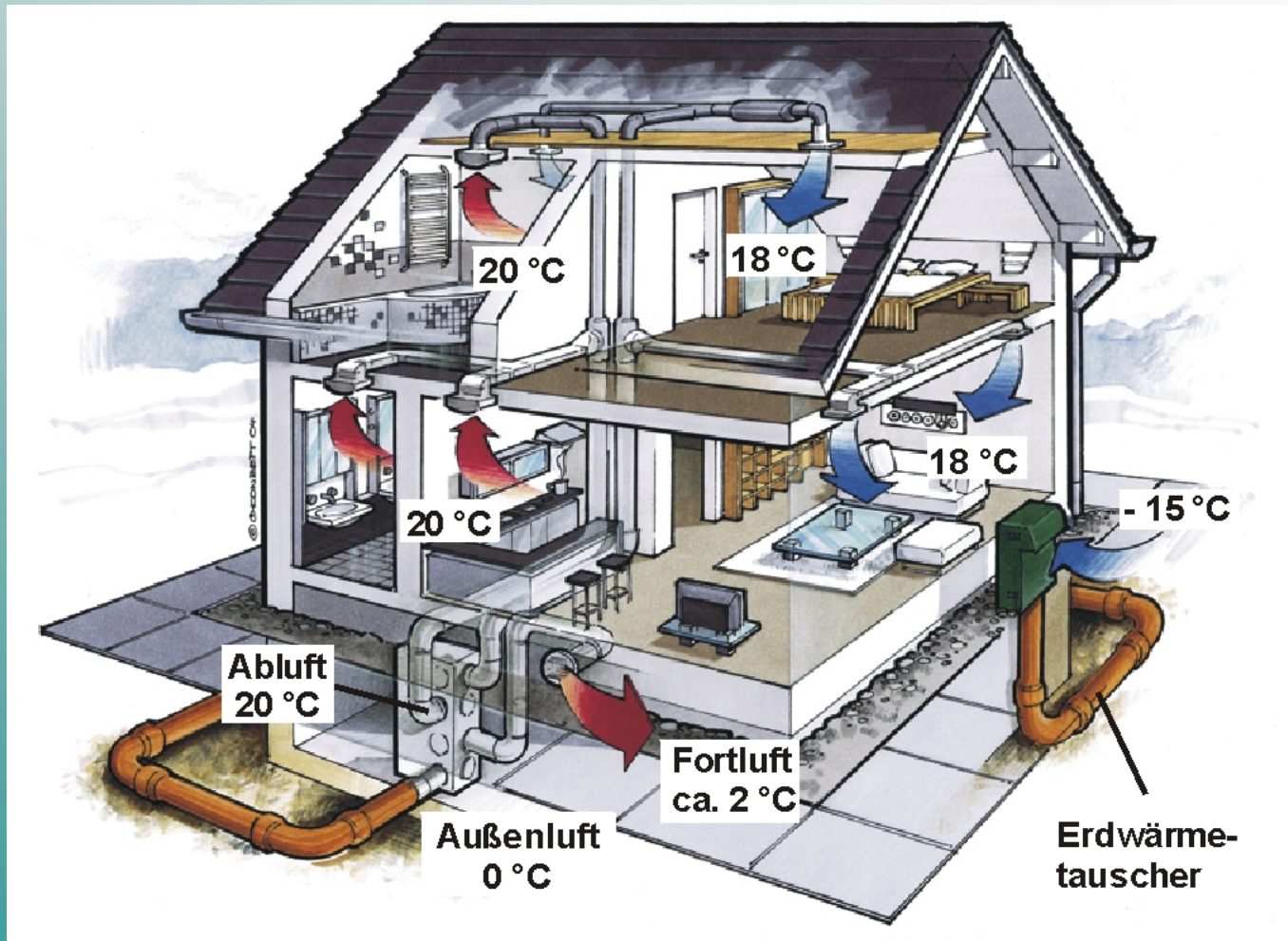
Übersicht passivhauszertifizierter WRG-Geräte > 130 m<sup>3</sup>/h – ohne Kleingeräte (Stand 23.09.10)  
(Quelle: www.passiv.de)

## Abhängigkeit des Schalldruckpegels vom Gerätevolumen



## 4. Funktion einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

# Haus mit zentraler Lüftungsanlage und Wärmerückgewinnung



# 5. Einbau-Varianten

# 5.1. dezentrale Geräte

# Dezentrales WRG-Gerät „luxor 30 DC“



Außenansicht



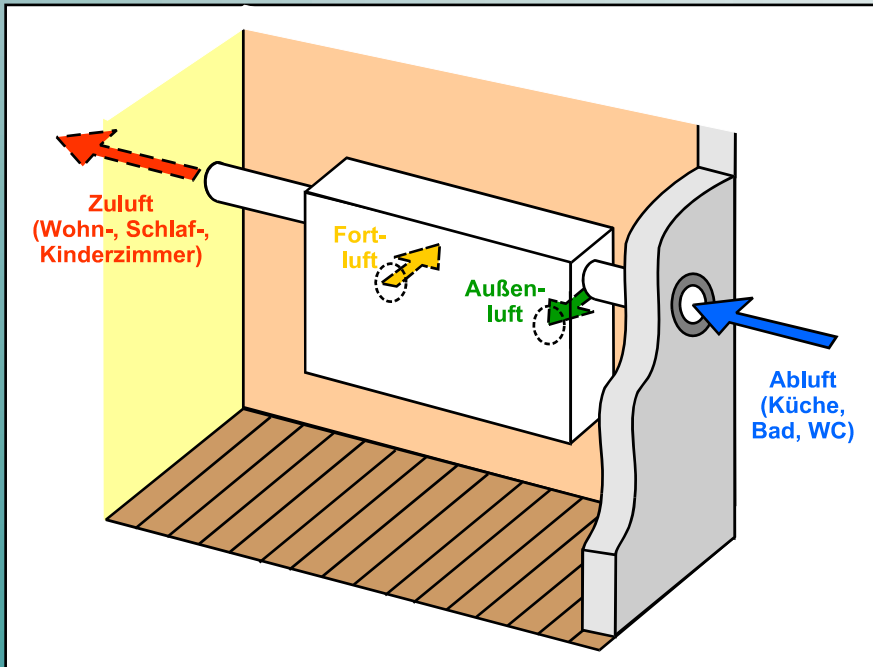
Innenansicht

Platzierung des Lüftungsgerätes „ventos“  
neben dem Heizkörper

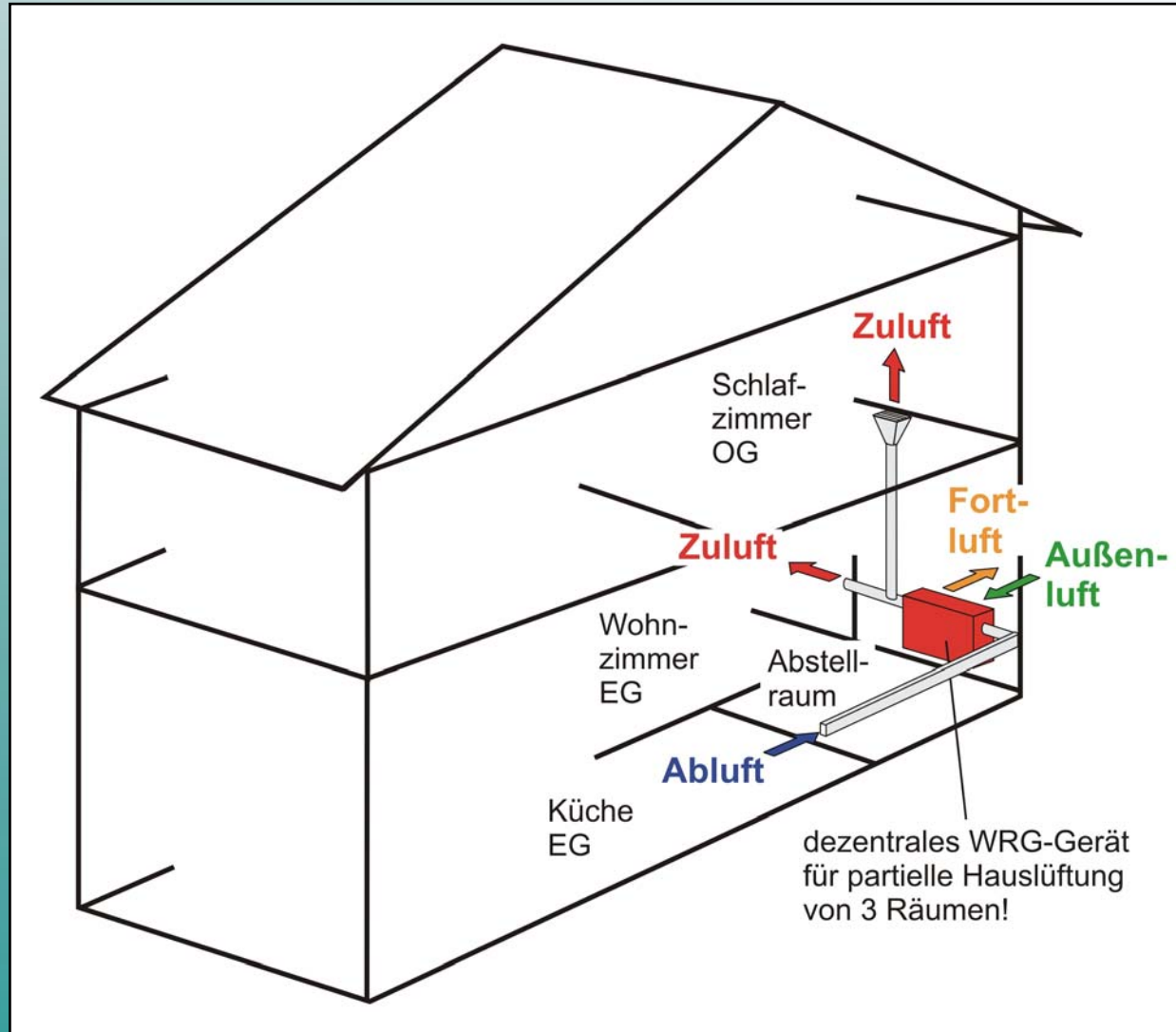


## 5.2. Insellösung

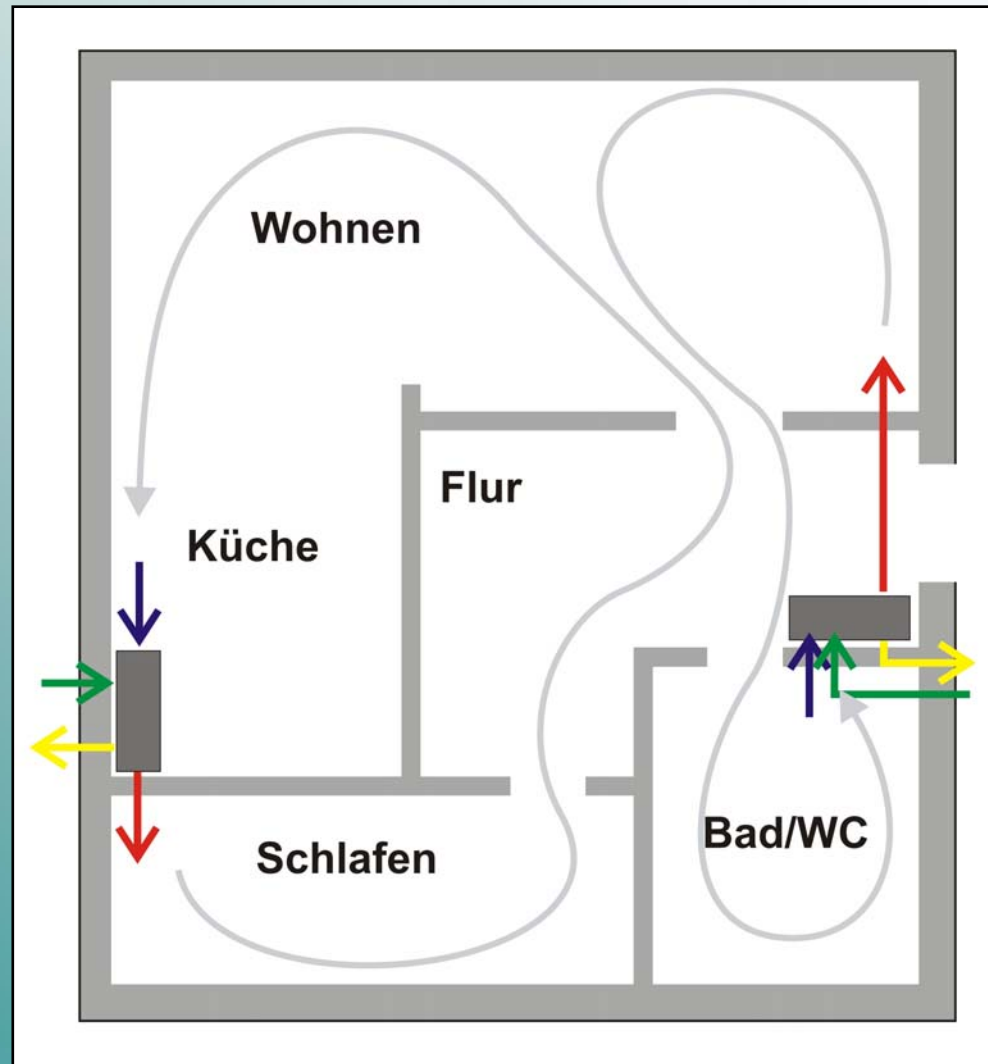
## „ventos“-Gerät eingebaut



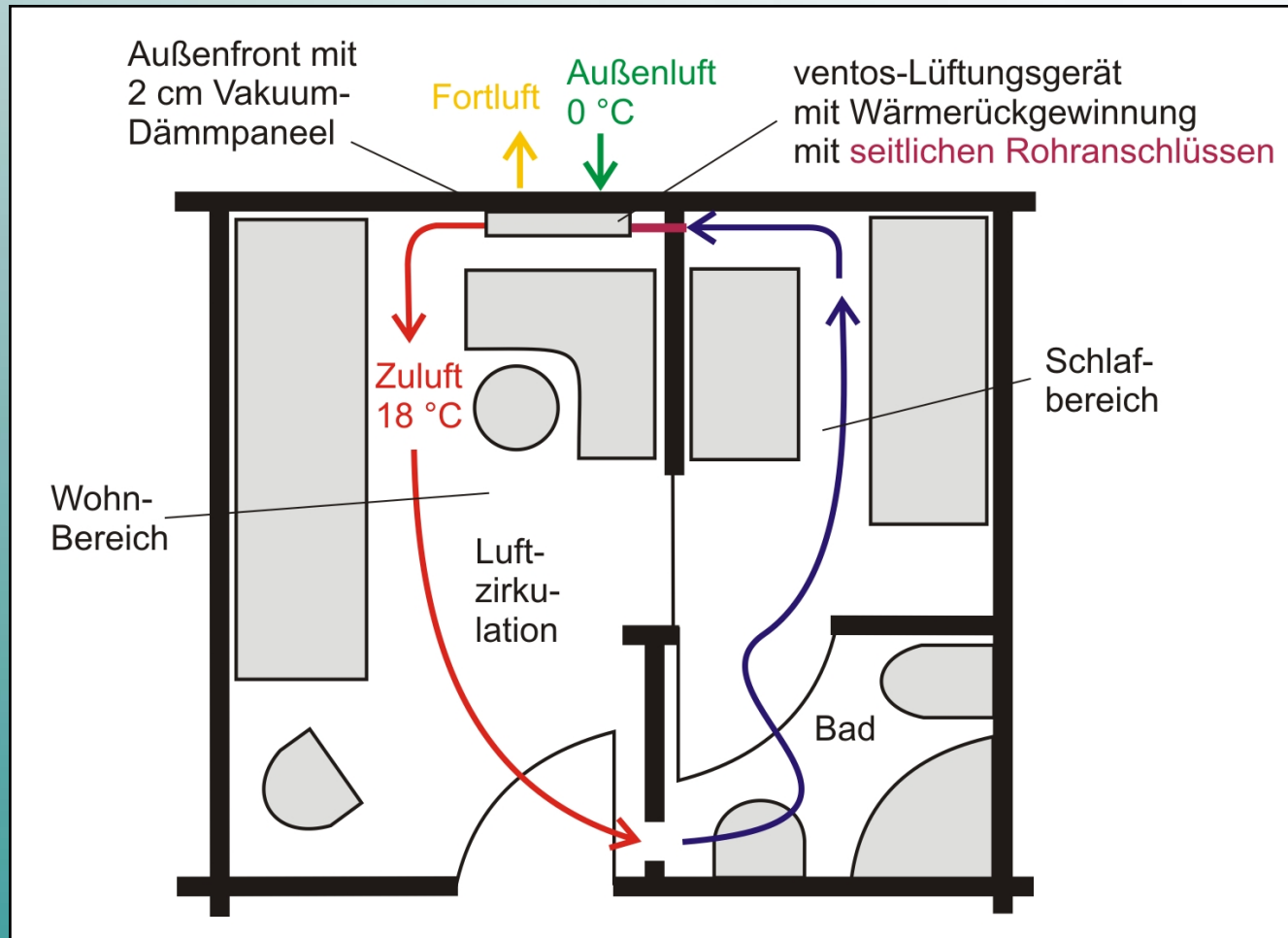
# Insellösung im Einfamilienhaus zur partiellen Hauslüftung mit super kurzen Leitungen



# Insellüftung

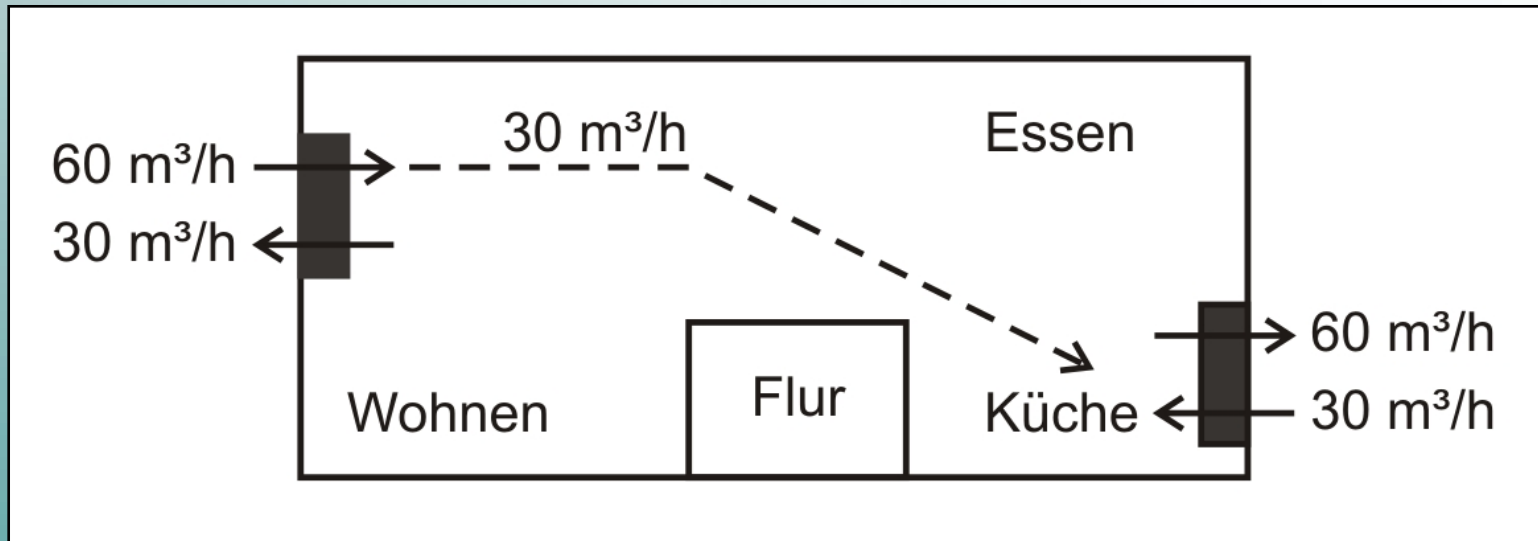


# Appartement mit Wärmerückgewinnung „ventos“ und guter Luftzirkulation (Insellösung)



## 5.3. Querlüftung

## Querlüftung einer Wohnetage mit 2 Geräten und gezielter Disbalance

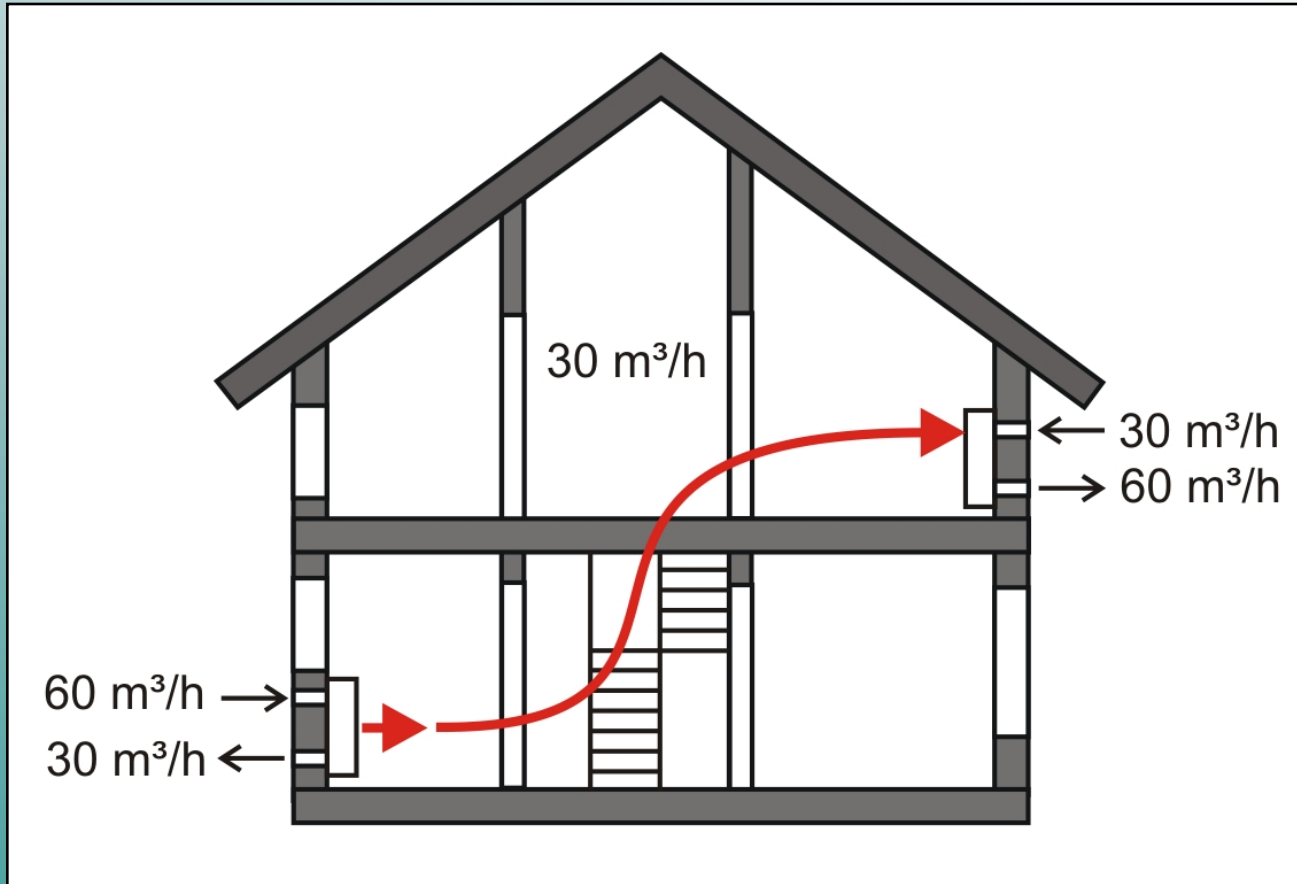


Zuluftraum (Wohnzimmer):  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  Zuluft,  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  Abluft

Abluftraum (Küche, WC):  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  Zuluft,  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  Abluft

Summe:  $90 \text{ m}^3/\text{h}$  Zuluft,  $90 \text{ m}^3/\text{h}$  Abluft

## Querlüftung über 2 Etagen

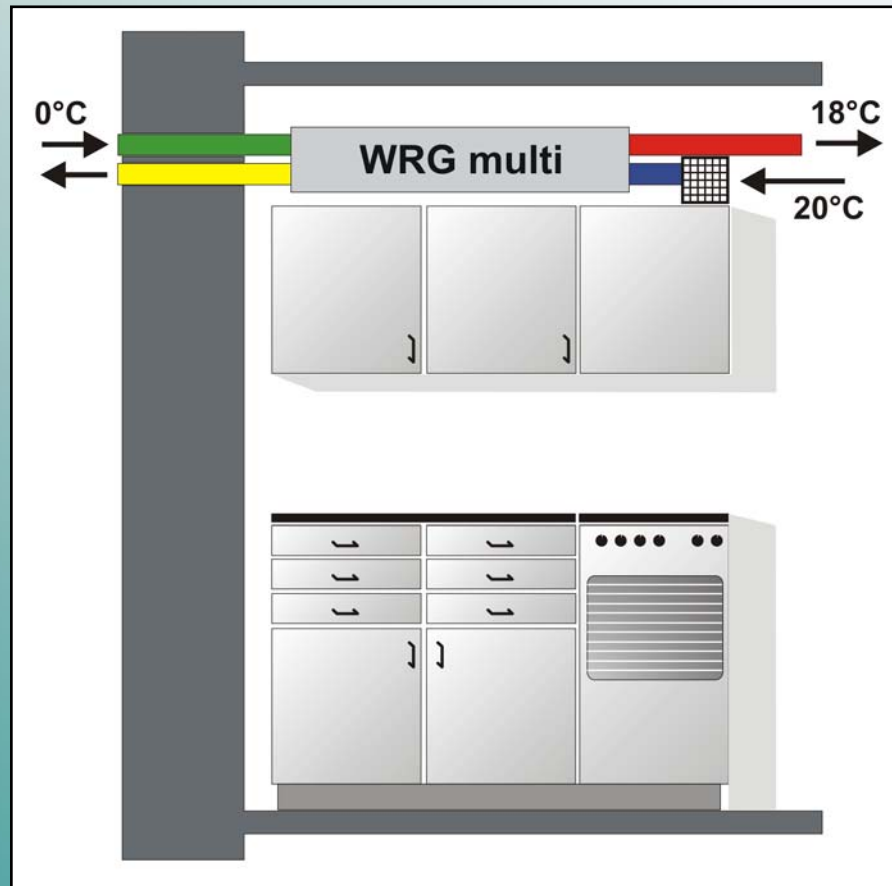


## 5.4. Zwischendeckengerät

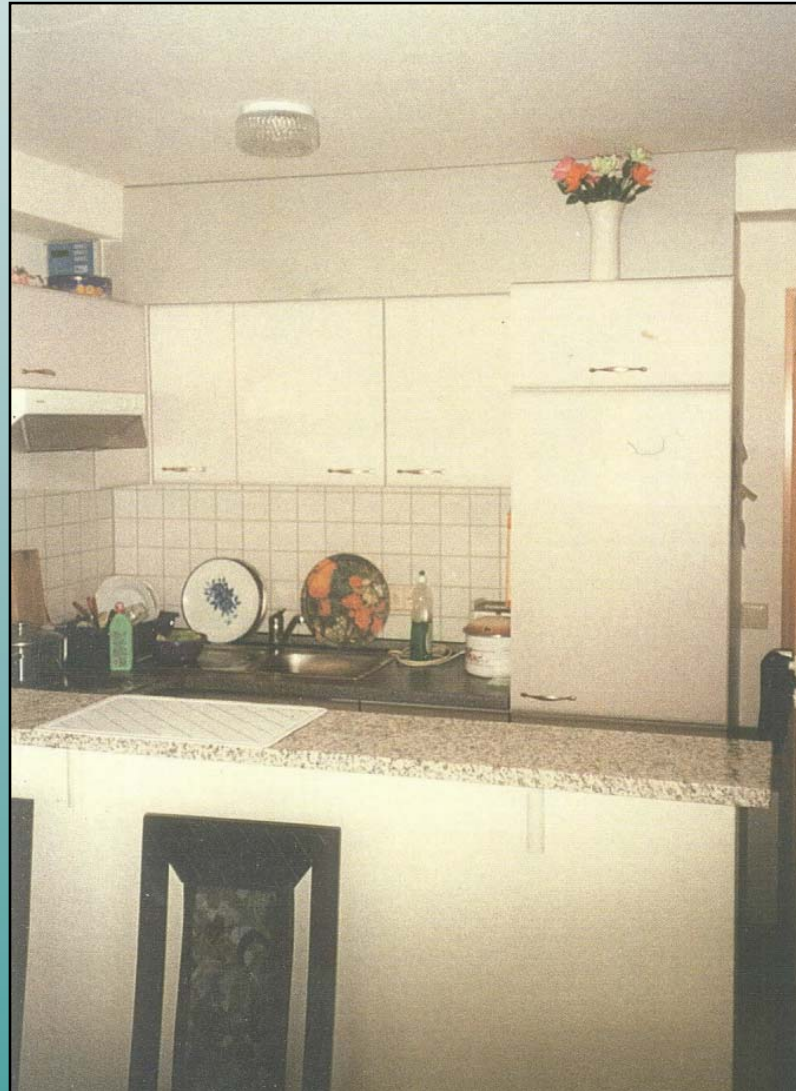


## 5.5. über dem Küchenschrank

# Wärmerückgewinner (Typ „multi“) über dem Küchenschrank (hinter der Verblendung)

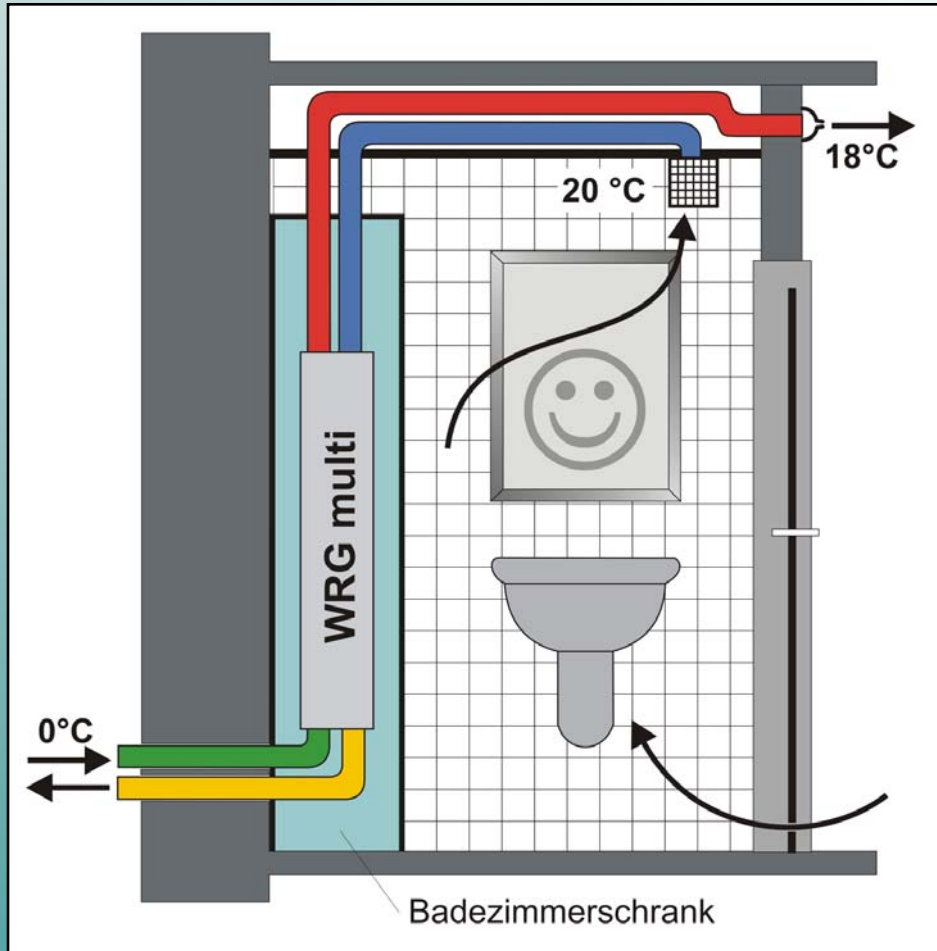


## Gerät über Küchenschrank in einer sanieren Wohnung



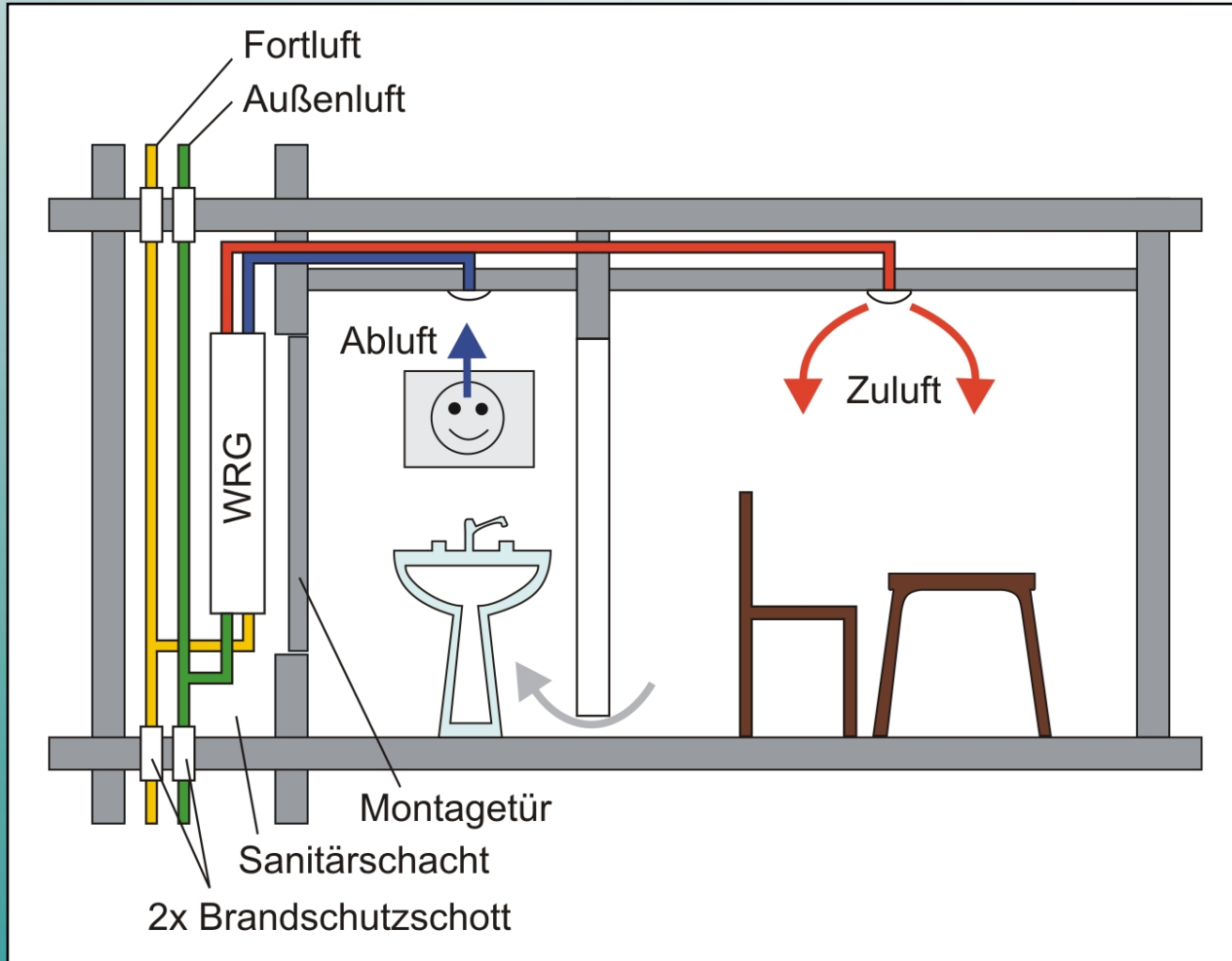
## 5.6. im Badezimmerschrank

# Wärmerückgewinner (Typ „multi“) im Badezimmerschrank

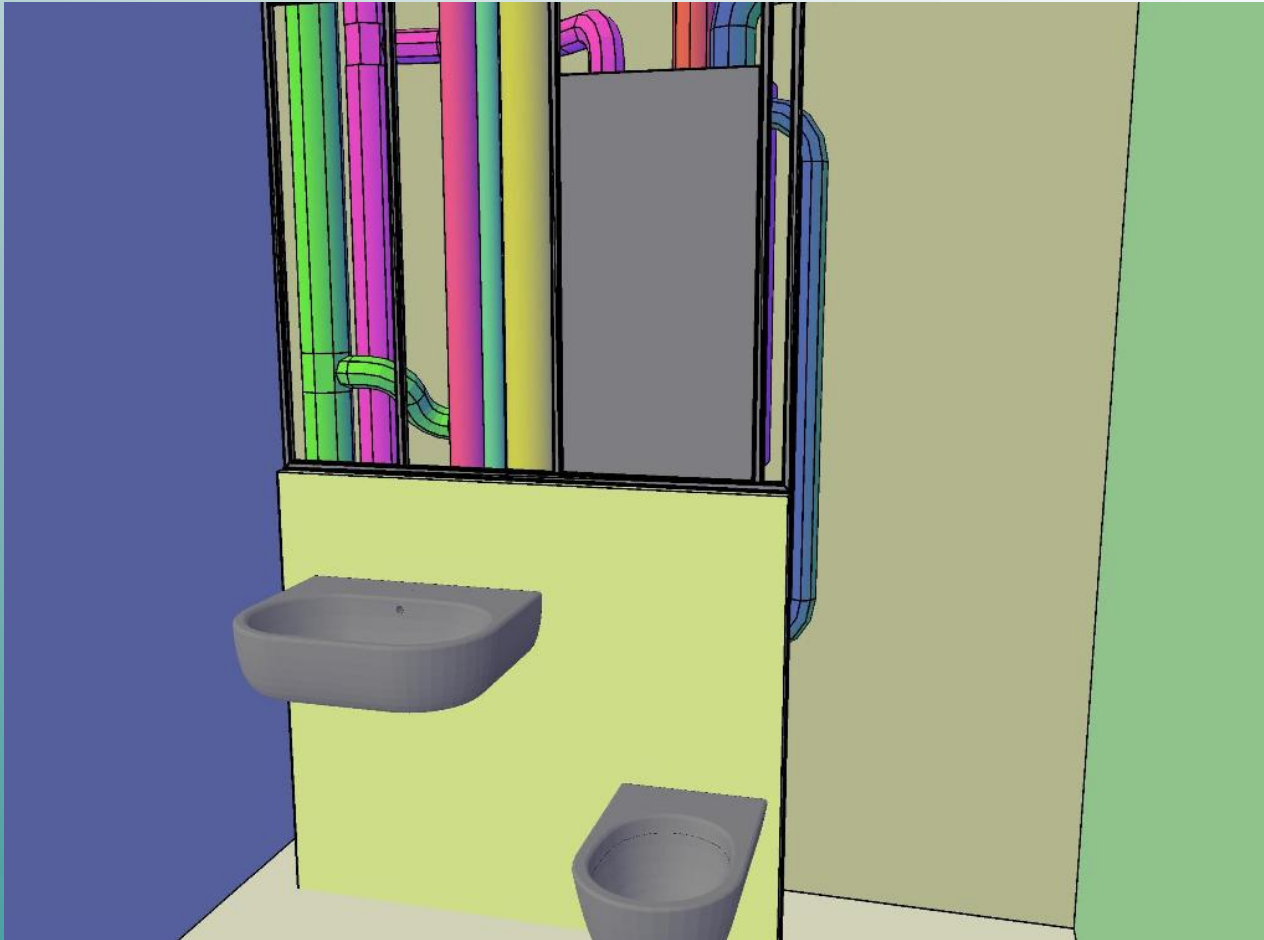


## 5.7. im Sanitärschacht

# „multi“ im Sanitärschacht



# Wärmerückgewinnungsgerät im Sanitärschacht oberhalb des Spülkastens

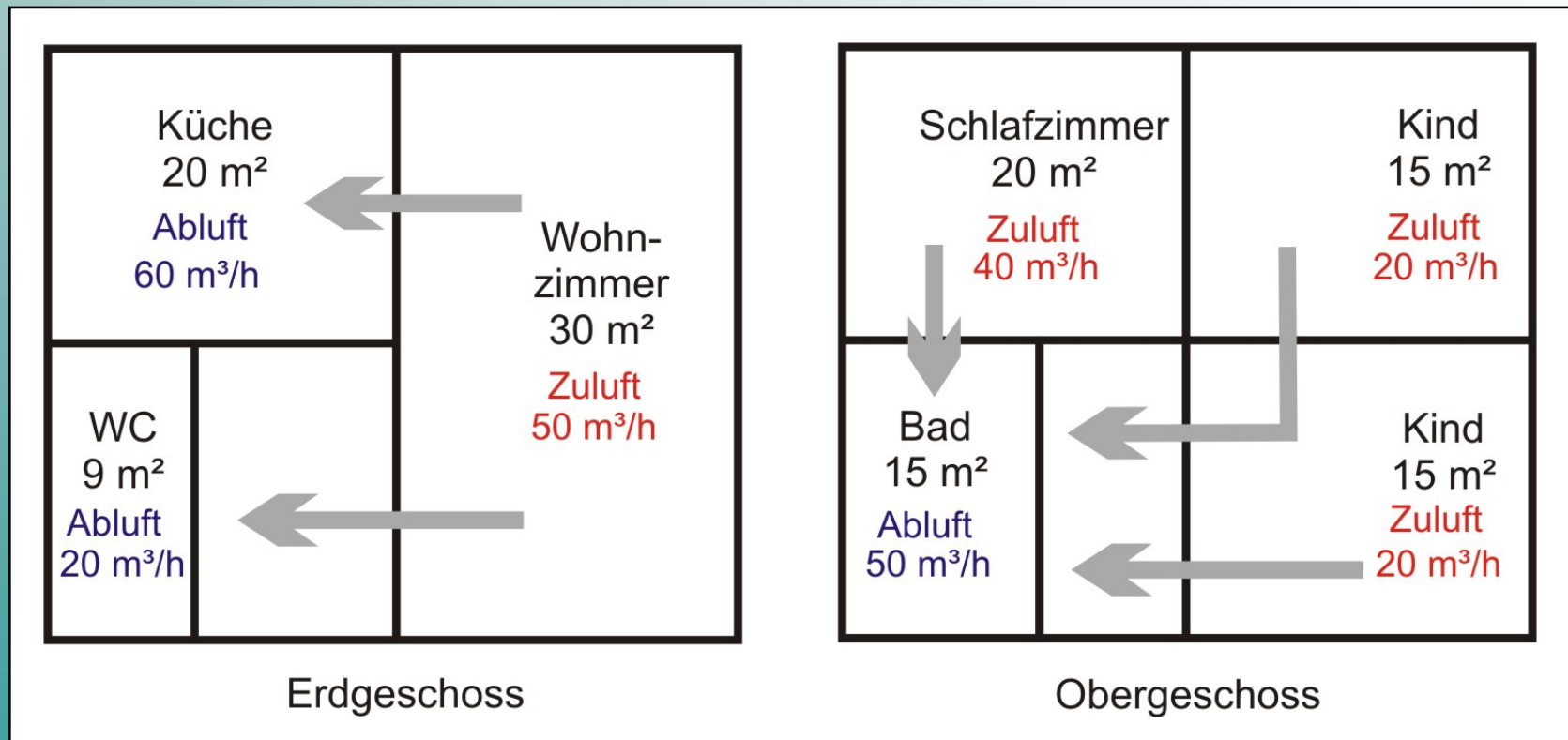


## 6. Einsatz im ...

# 6.1. Einfamilienhaus

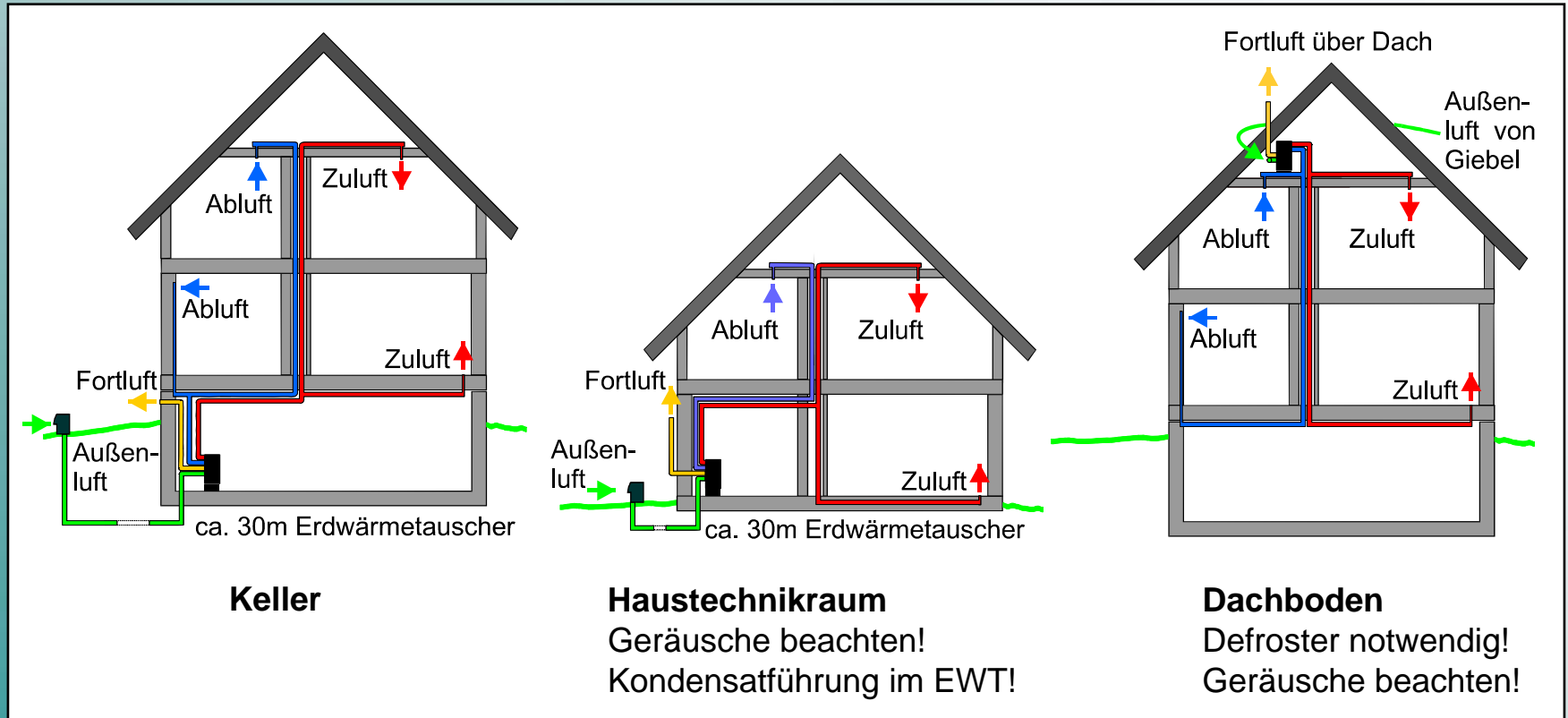
## Volumenströme ausbalancieren

Grundriss Einfamilienhaus 150 m<sup>2</sup>

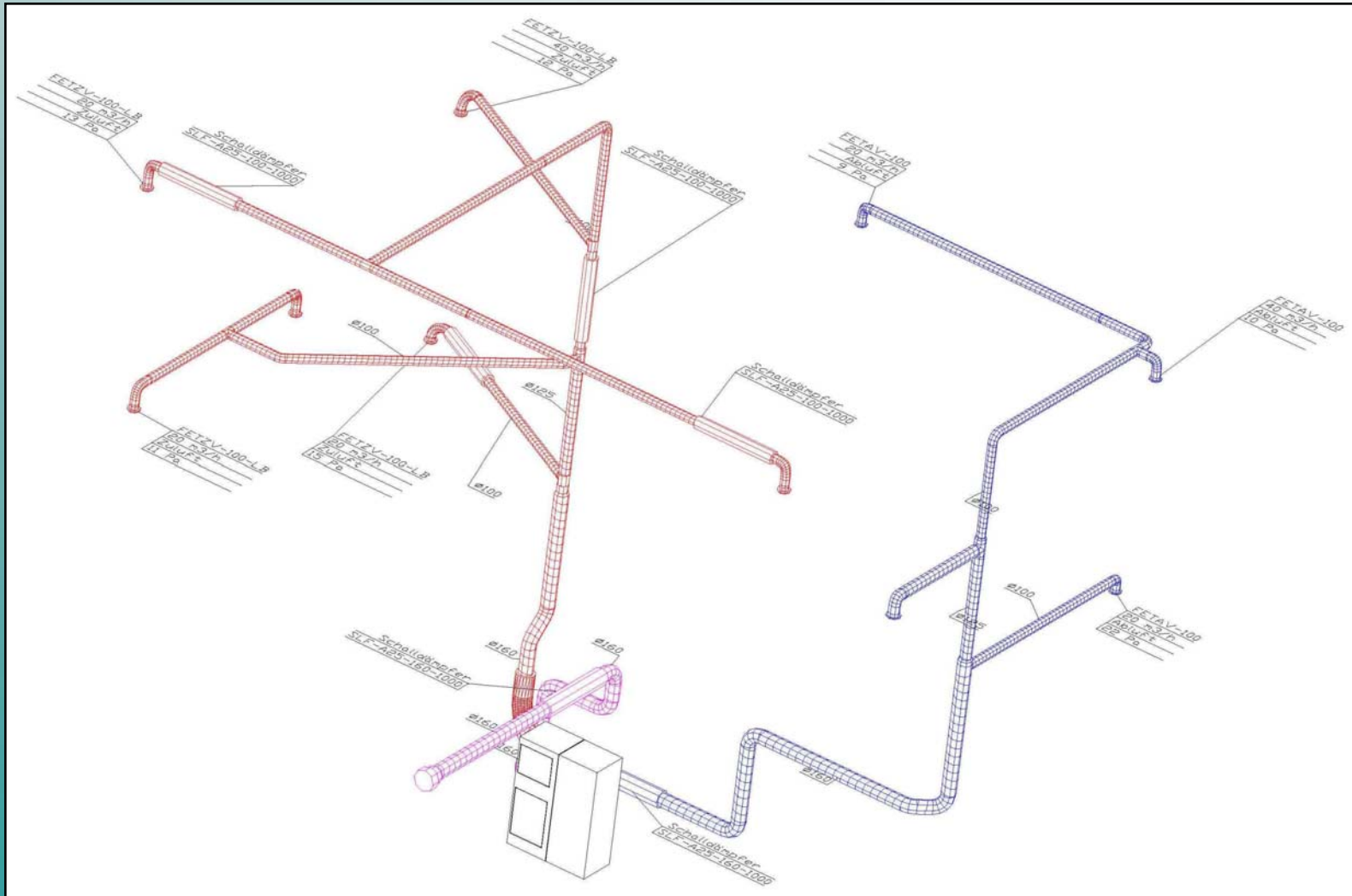


Zuluft: 130 m<sup>3</sup>/h = Abluft: 130 m<sup>3</sup>/h

# Aufstellungsort der Zentralgeräte im Einfamilienhaus

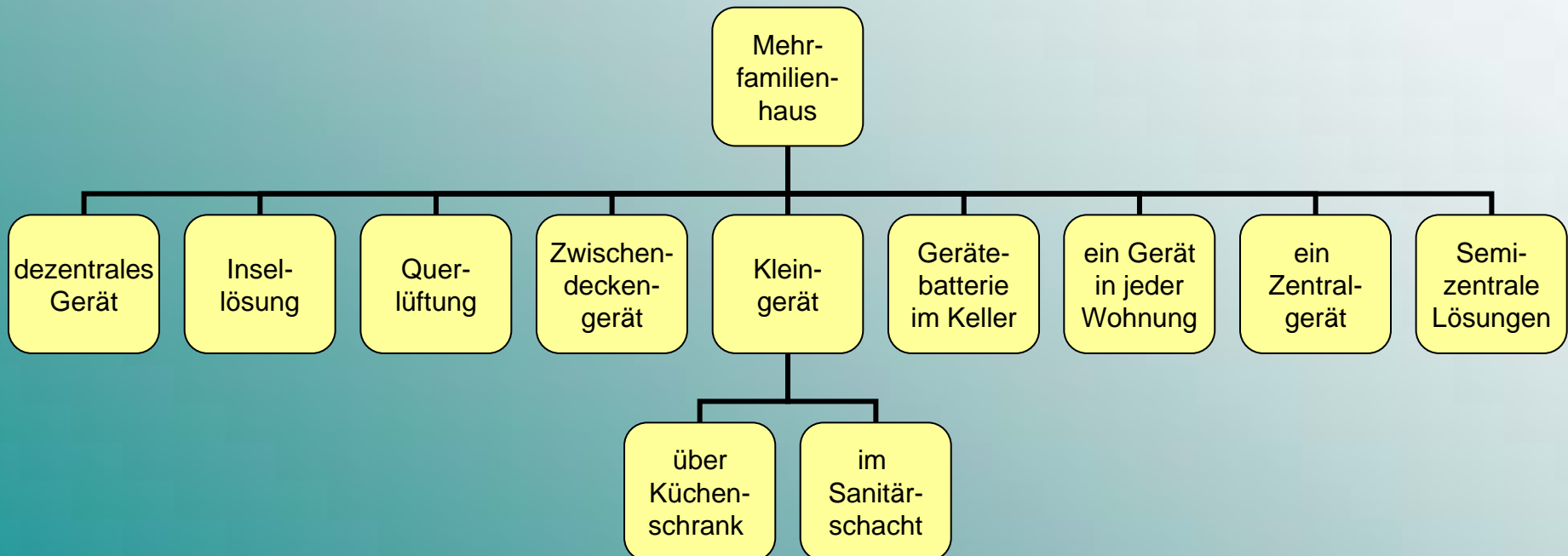


# Astsystem: Strangschema isometrisch



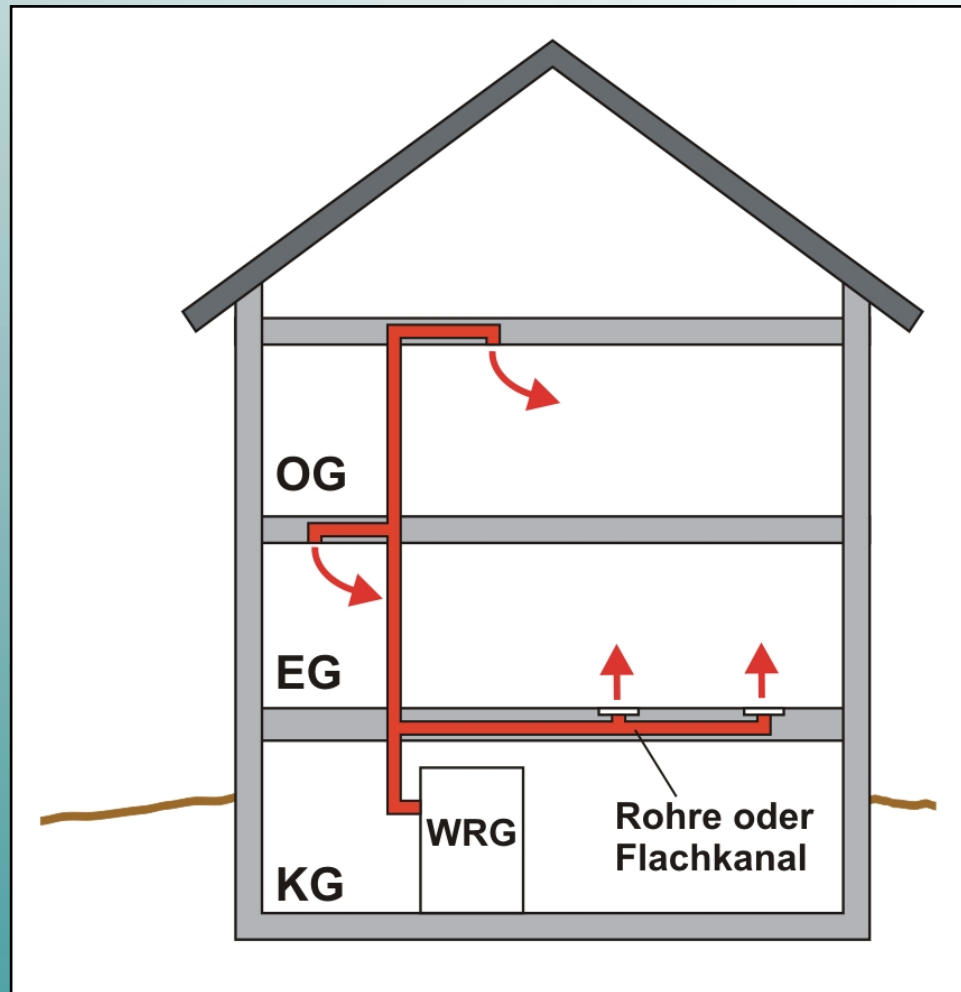
## 6.2. Mehrfamilienhaus

# Lösungsvarianten im Mehrfamilienhaus



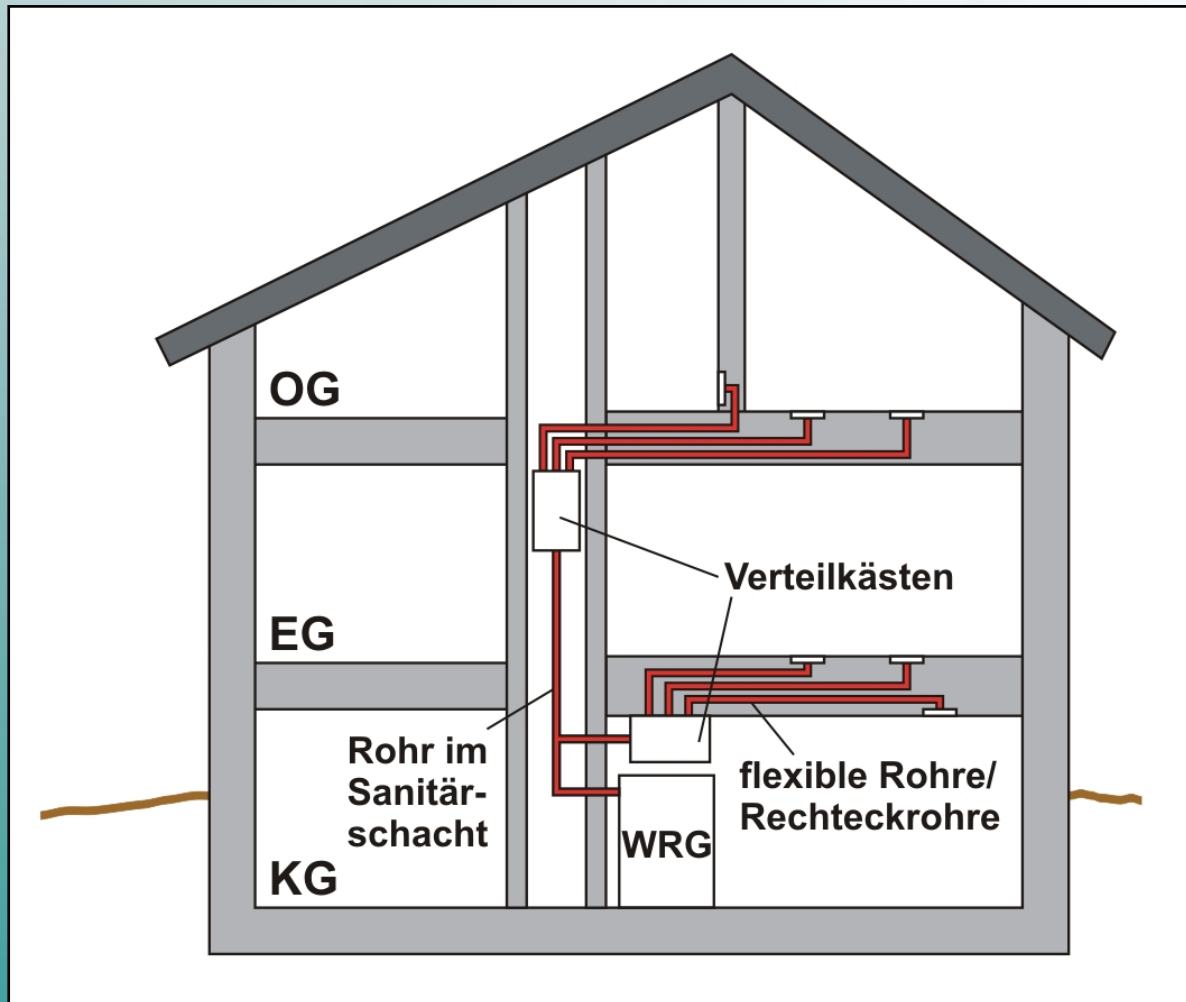
# 7. Leitungssystem

## Astsystem (Zuluftsystem)

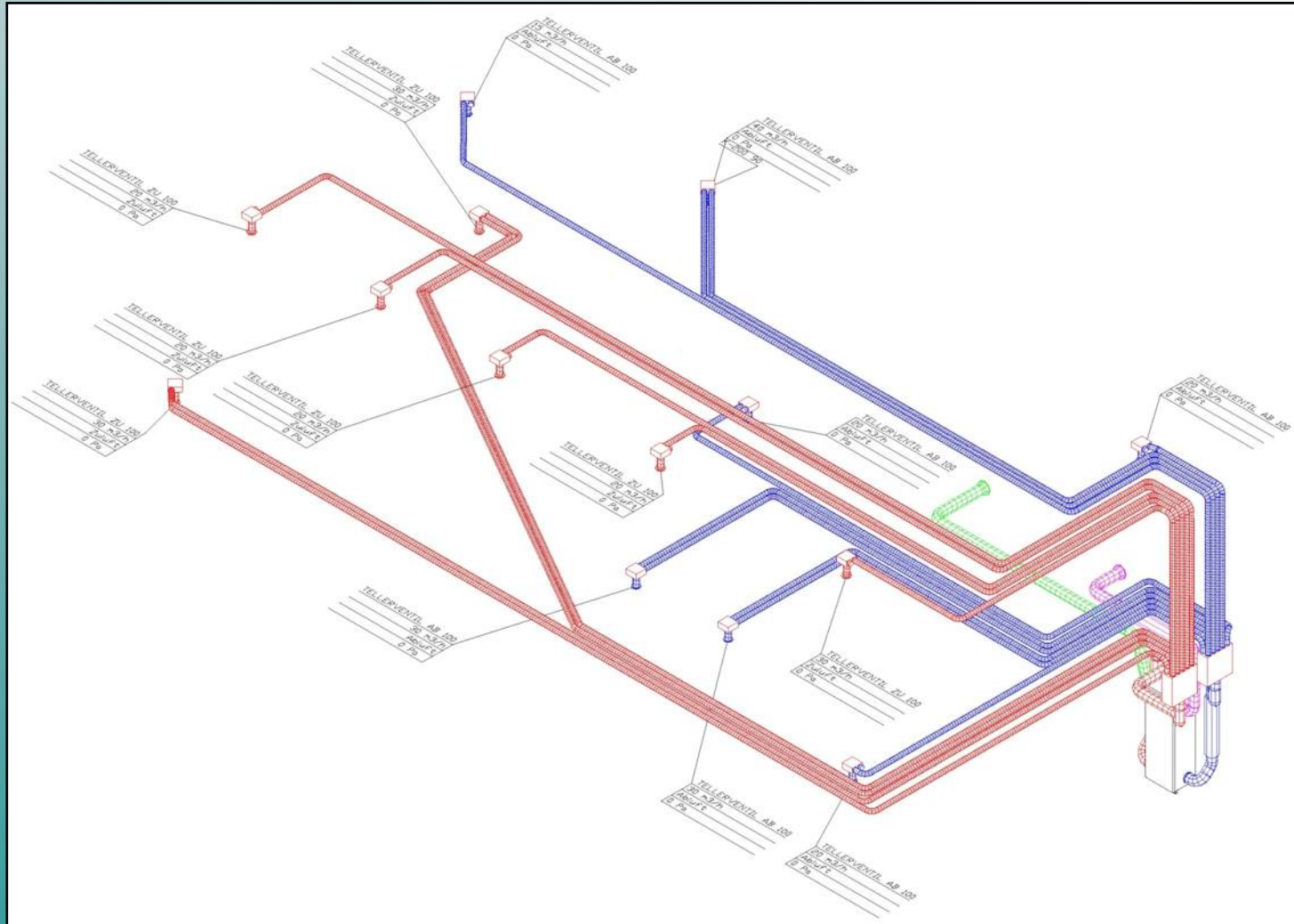




# Spaghettisystem (Zuluftsystem) octopus



# octopus-Luftverteilsystem: Strangschema isometrisch



# „octopus“-Luftverteilsystem



Easy-Flex-Schlauch



Verbindungs-muffe



Verschlusskappe für  
Easy-Flex-Schlauch



Luftmengendrossel



Verteilkasten  
DN 160 10fach



Montageplatte  
10fach



Verteilkasten  
DN 125 6fach



Montageplatte  
6fach

## Vergleich der Luftverteilsysteme

<b>Spaghetti-System (octopus)</b>	<b>Ast-System</b>
wenig Aufwand bei der Planung und Einregulierung	aufwändige Planung – individuell an den Grundriss angepasst → Stückliste aufstellen ist sehr zeitaufwendig
ohne <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bogenstücke</li> <li>• Verteiler (T-Stücke)</li> <li>• Reduzierungen</li> </ul>	viele verschiedene Formstücke, Rohre, Flachkanäle, Übergangsstücke usw.
glatte Rohre mit seichten Bögen, dadurch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• gut reinigbar</li> <li>• geringer Druckverlust</li> <li>• geringere Geräusche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schlecht reinigbar durch T-Stücke und enge Bogenradien</li> <li>• höhere Geräusche, vor allem bei T-Stücken kurz vor dem Luftauslass</li> </ul>
weniger Bauteile – Montage ohne Unterbrechung (keine nachzukaufenden Teile) schnelle Montage	viele Bauteile, von denen evtl. auf der Baustelle fehlende Teile festgestellt und nachgekauft werden müssen → Montageunterbrechung, Zeitverlust, Kostenerhöhung

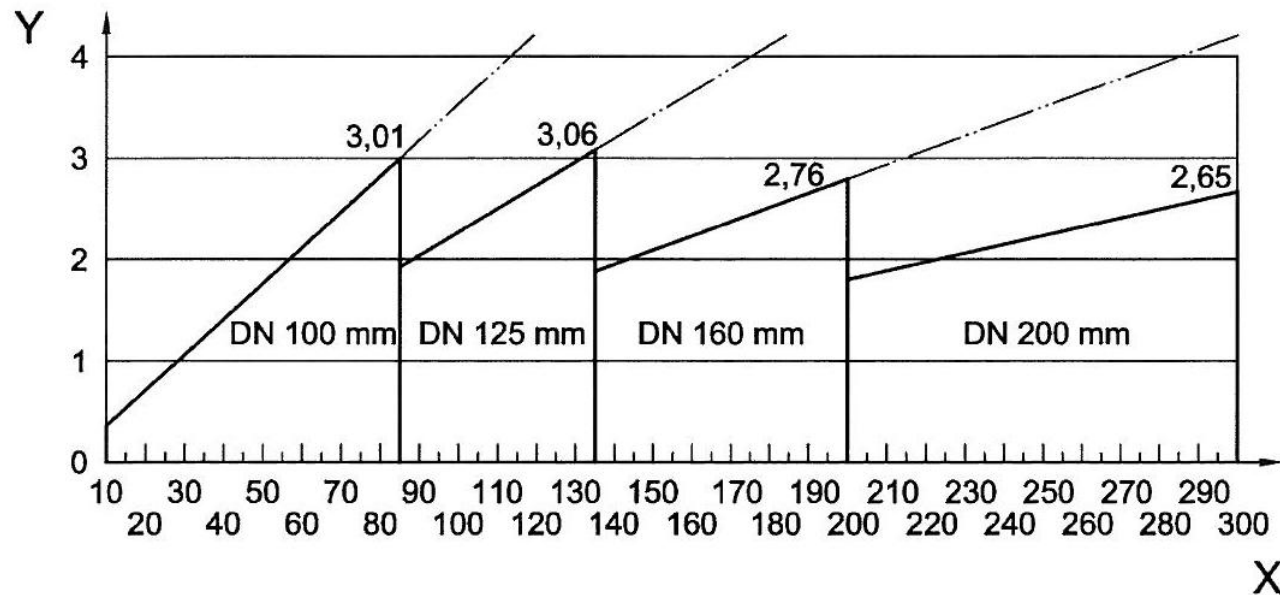
## Vergleich der Luftverteilsysteme

<b>Spaghetti-System (octopus)</b>	<b>Ast-System</b>
endlos verlegbar durch Schnellverbinder	Stangenware mit Nippeln verbindbar
in Rollenware – unproblematisch für Transport (robust)	leicht deformierbar beim Transport (Transportschäden – Reklamationen)
zweischichtiger Aufbau	einschichtig
geringes Gewicht	höheres Gewicht (verzinktes Stahlrohr)
hohe Ringsteifigkeit – dennoch flexibel	nicht flexibel
Verlegung auf dem Rohfußboden / in der Betondecke	durch große Durchmesser und leichte Deformierbarkeit kaum geeignet für Integration im Betonfußboden
trittstabil beim Verlegen und Vergießen im Betonfußboden	Flachkanäle (Kunststoff und Blech) kaum trittstabil bei robustem Baustellenalltag
dieses System liegt im „Trend der Zeit“	

## Rohrdurchmesser-Richtlinien

max. Volumenstrom [m <sup>3</sup> /h]	Abmessung der Luftleitungen	
	Rohr Durchmesser [mm]	Flachkanal Breite x Höhe [mm]
270	160	-
130	125	205 x 60 220 x 55
60	100	110 x 55 110 x 54
20	63 (Innendurchmesser)	← octopus-Luftverteilsystem

## Auslegung von Luftleitungen



### Legende

- X Luftvolumenstrom (m<sup>3</sup>/h)
- Y Luftgeschwindigkeit (m/s)

Überschlägige Auslegung von Luftleitungen in Anhängigkeit vom Luftvolumenstrom  
nach DIN 1946-6:2009-05

# 8. Luftvolumenströme

# Volumenströme

Raum	Art der Lüftung (AB, ZU, ÜB)	Luft- wechsel [h <sup>-1</sup> ]	Volumen- strom [m <sup>3</sup> /h]	korrigierter Vol. strom [m <sup>3</sup> /h]	Bilanz	
					Abluft [m <sup>3</sup> /h]	Zuluft [m <sup>3</sup> /h]
					<b>160</b>	<b>160</b>
<b>Erdgeschoß</b>						
Wohnen	zu	0,8	30	30		30
Essen	zu	0,8	30	30		30
Kochen	ab	1,5	60	60	60	
WC	ab	3	21	20	20	
HWR	ab	1	22	20	20	
<b>Obergeschoß</b>						
Schlafen	zu	1	37	40		40
Kind1	zu	0,6	19	20		20
Kind2	zu	0,8	19	20		20
Arbeiten	zu	1	21	20		20
Bad	ab	2	45	40	40	
Flur	ab	1	19	20	20	

## Volumenströme für hygienischen Luftbedarf

1 Person	30 m <sup>3</sup> /h
1 Person schlafend	20 m <sup>3</sup> /h

### Zuluft:

Schlafzimmer / Eltern	40 m <sup>3</sup> /h
Kinderzimmer	20 m <sup>3</sup> /h
Gästezimmer	20 m <sup>3</sup> /h

### Abluft:

Küche	40 m <sup>3</sup> /h	lt. DIN 1946/6 <sup>1)</sup>
Bad	40 m <sup>3</sup> /h	lt. DIN 1946/6 <sup>1)</sup>
WC	20 m <sup>3</sup> /h	

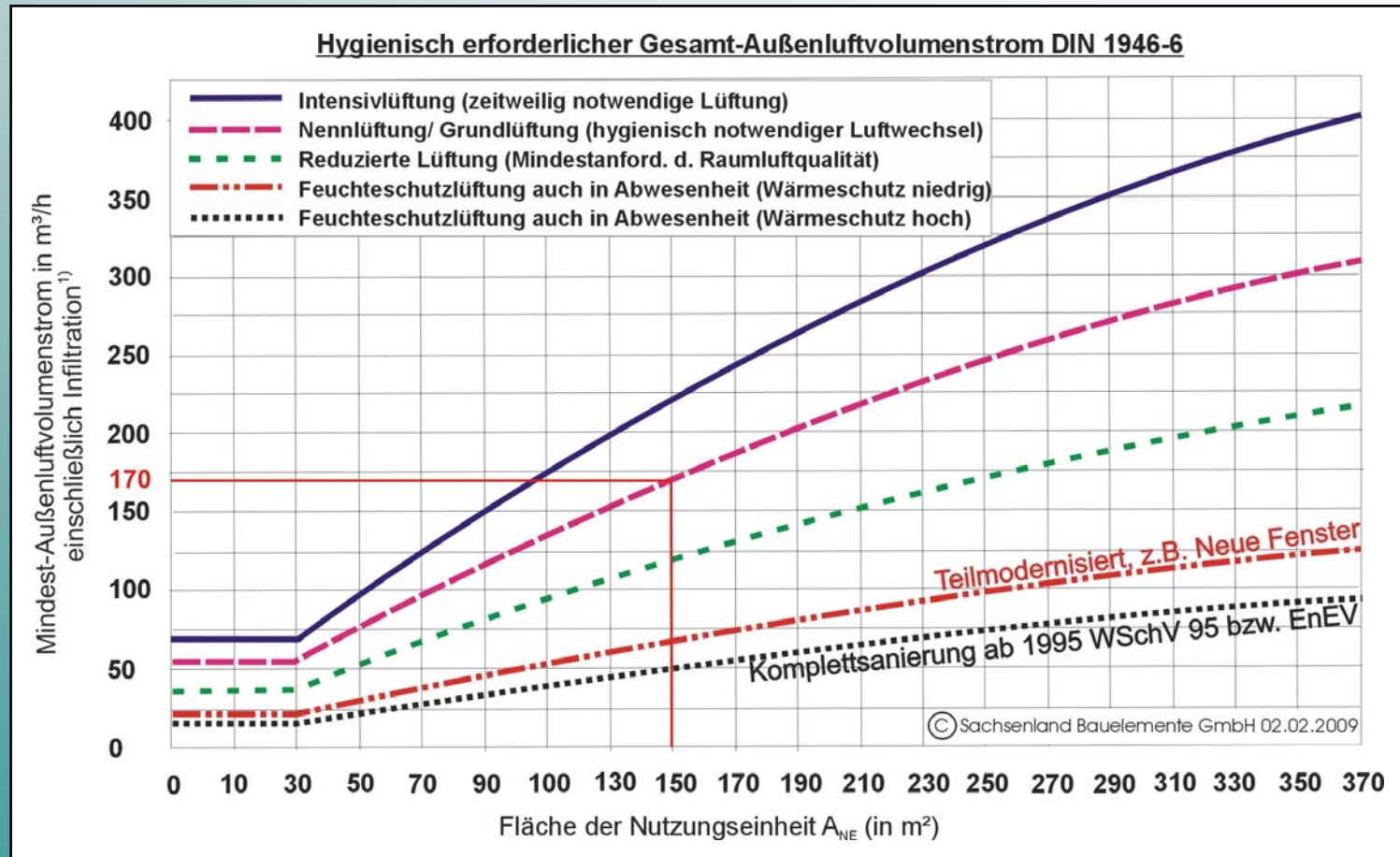
<sup>1)</sup> empfohlen: 60 m<sup>3</sup>/h

**Tabelle 5 — Mindestwerte der Gesamt-Außenluftvolumenströme<sup>h</sup>  $q_{v,ges,NE}$  in  $m^3/(h \cdot NE)$  für Nutzungseinheiten (NE)**

Fläche der Nutzungseinheit $A_{NE}^a$ (in $m^2$ )	≤ 30	50	70	90	110	130	150	170	190	210
Lüftung zum Feuchteschutz Wärmeschutz hoch <sup>c</sup> $q_{v,ges,NE,FLh}$	15	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Lüftung zum Feuchteschutz Wärmeschutz gering <sup>d</sup> $q_{v,ges,NE,FLg}$	20	30	40	45	55	60	70	75	80	85
Reduzierte Lüftung <sup>e</sup> $q_{v,ges,NE,RL}$	40	55	65	80	95	105	120	130	140	150
Nennlüftung <sup>f, b</sup> $q_{v,ges,NE,NL}$	55	75	95	115	135	155	170	185	200	215
Intensivlüftung <sup>g</sup> $q_{v,ges,NE,IL}$	70	100	125	150	175	200	220	245	265	285

- <sup>a</sup> beheizte Fläche  $A_{NE}$  innerhalb der Gebäudehülle, die im Rahmen des Lüftungskonzeptes zu berücksichtigen ist, bei Flächen der NE  $A_{NE} < 30 m^2$  (je Wohnung bzw. Nutzungseinheit) wird  $A_{NE} = 30 m^2$  gesetzt, bei Flächen der NE  $A_{NE} > 210 m^2$  (je Wohnung bzw. Nutzungseinheit) sind die planmäßigen Außenluftvolumenströme in geeigneter Weise (z. B. mit Gleichung nach Fußnote f) an die geplante Nutzung (Belegungsdichte) anzupassen.
- <sup>b</sup> Die für Nennlüftung angegebenen Gesamt-Außenluftvolumenströme gelten für den Fall, dass bei der planmäßig anzunehmenden Personenzahl je Nutzungsfläche mindestens  $30 m^3/h$  je Person zur Verfügung stehen. Den Werten ist eine Raumhöhe von 2,5 m zugeordnet. Bei erhöhten Anforderungen (z. B. bei über die üblichen Werte hinausgehenden, hohen Schadstofflasten) können die Außenluftvolumenströme erhöht werden. Bei einer höheren als der nicht planmäßigen Personenzahl je Nutzungsfläche kann der spezifische Luftvolumenstrom von  $30 m^3/(h \cdot Person)$  verringert werden, jedoch nicht unter mindestens  $20 m^3/(h \cdot Person)$ .
- <sup>c</sup> Wärmeschutz hoch:  
Neubau nach 1995 oder Komplett-Modernisierung mit entsprechendem Wärmeschutzniveau (mindestens nach WSchV 95, schließt EnEV ein)  
 $q_{v,ges,NE,FL} = 0,3 \cdot q_{v,ges,NE,GL}$
- <sup>d</sup> Wärmeschutz gering:  
nicht oder teilmodernisierte (z. B. nur Fensterwechsel, dadurch Erhöhung der Dichtheit der Gebäudehülle bei niedrigem Wärmedämmstandard), alle vor 1995 errichtete Gebäude  
 $q_{v,ges,NE,FL} = 0,4 \cdot q_{v,ges,NE,NL}$
- <sup>e</sup>  $q_{v,ges,NE,RL} = 0,7 \cdot q_{v,ges,NE,NL}$ , eine Reduzierung des Wertes für den Luftvolumenstrom für die Reduzierte Lüftung ist nur zulässig, wenn dies aufgrund der Nutzung der Räume entsprechend begründet werden kann.
- <sup>f</sup>  $q_{v,ges,NE,NL} = -0,001 \cdot A_{NE}^2 + 1,15 \cdot A_{NE} + 20$  (Nutzungsfläche  $A_{NE}$  in  $m^2$ , Außenluftvolumenstrom  $q_{v,ges}$  in  $m^3/h$ )
- <sup>g</sup>  $q_{v,ges,NE,IL} = 1,3 \cdot q_{v,ges,NE,NL}$
- <sup>h</sup> einschließlich Infiltration

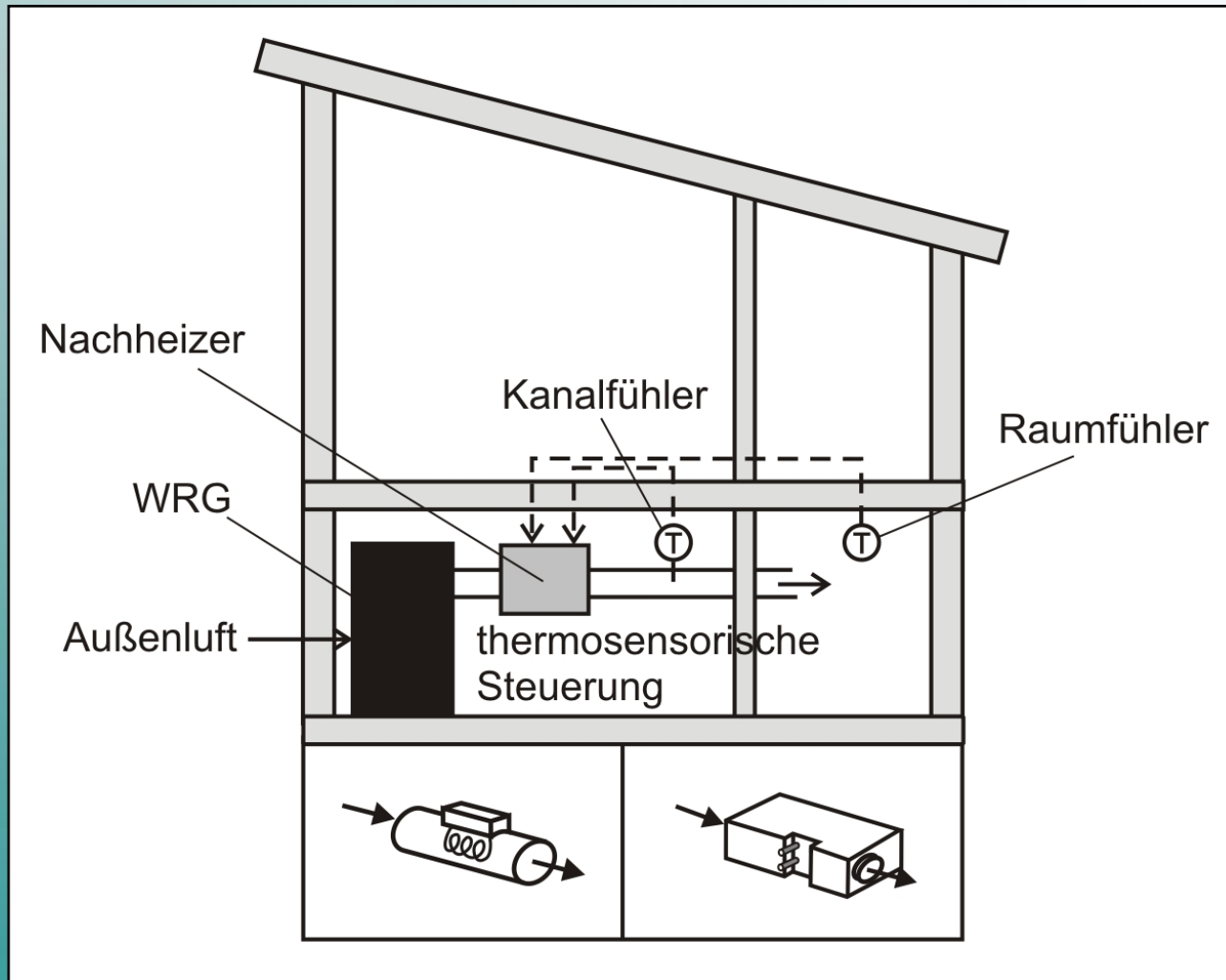
# Hygienisch erforderlicher Gesamt- Außenluftvolumenstrom gemäß DIN 1946-6



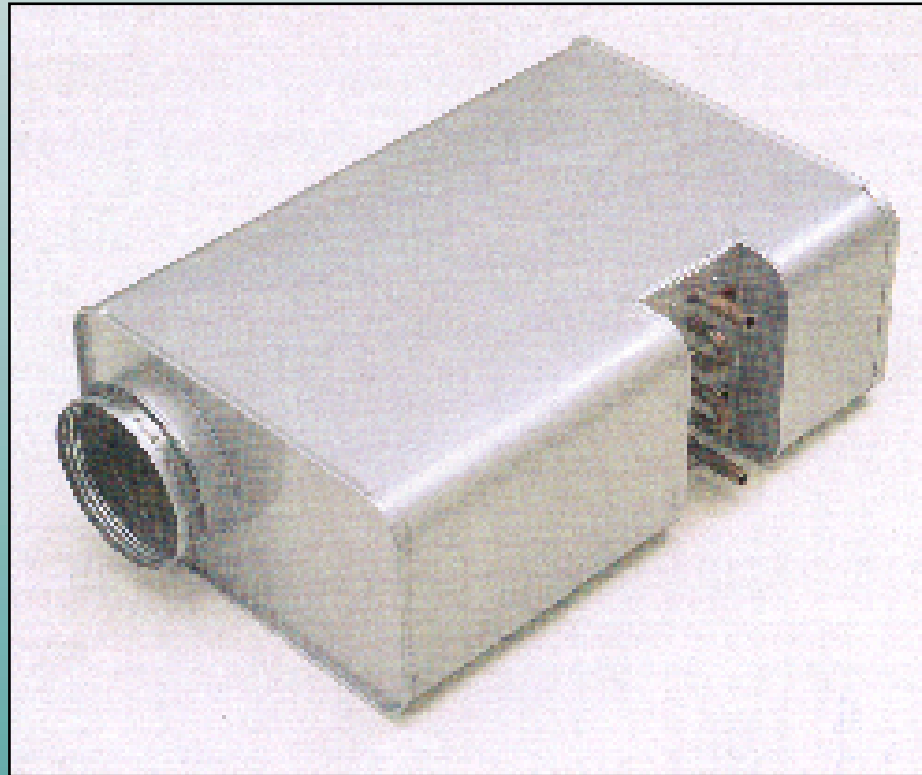
- 1) Infiltrationsvolumenstrom  $q_{V,Inf,wirk} \approx 0,13 \cdot A_{NE} \rightarrow$  z. B.  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  bei  $A_{NE} = 150 \text{ m}^2$   
 $q_{V,LtM} = q_{V,ges} - q_{V,Inf,wirk}$   
 z. B. bei  $A_N = 150 \text{ m}^2$ :  $q_{V,LtM} = 170 - 20 = 150 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$  für Auslegung Lüftungsanlage

# 9. Passivhauslüftung und -heizung

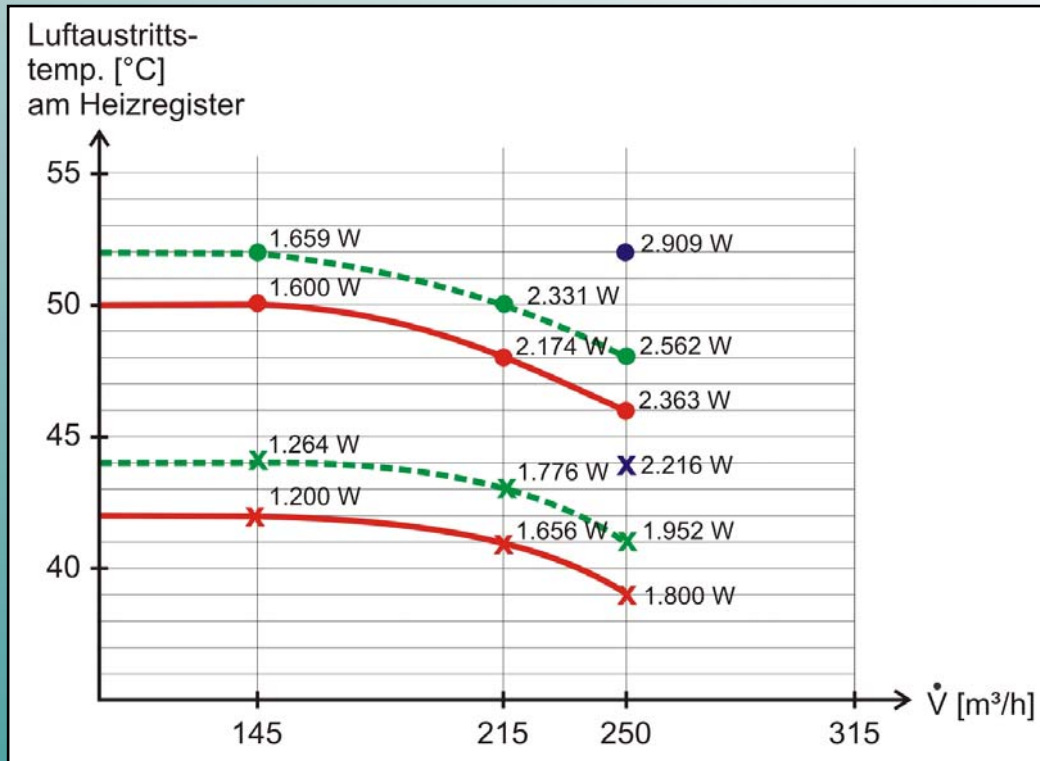
# Elektronachheizer (PAUL) und Warmwassernachheizer (PAUL)



# Warmwasser-Nachheizregister

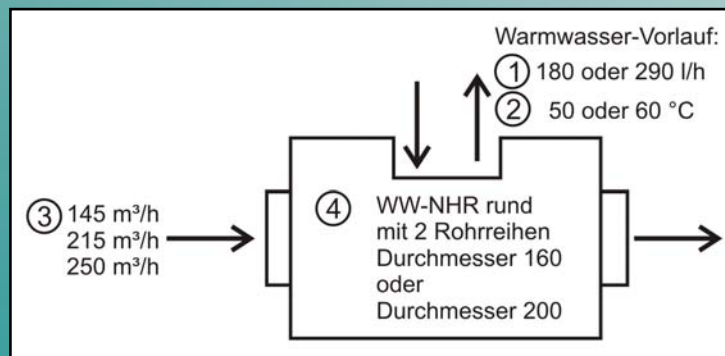


# Luftaustrittstemperatur am Heizregister



Temp.	↓ $\dot{V}$	Typ	↓
— x —	= 50 °C	180 l/h	Typ Ø 160-2R
— ● —	= 60 °C	180 l/h	Typ Ø 160-2R
— x —	= 50 °C	290 l/h	Typ Ø 160-2R
— ● —	= 60 °C	290 l/h	Typ Ø 160-2R
x	= 50 °C	290 l/h	Typ Ø 200-2R
●	= 60 °C	290 l/h	Typ Ø 200-2R

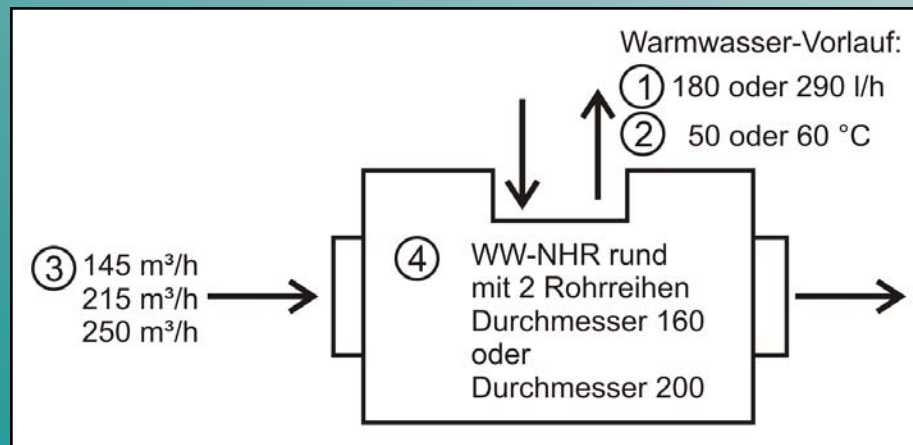
Heizregister  
Ø 160 und Ø 200



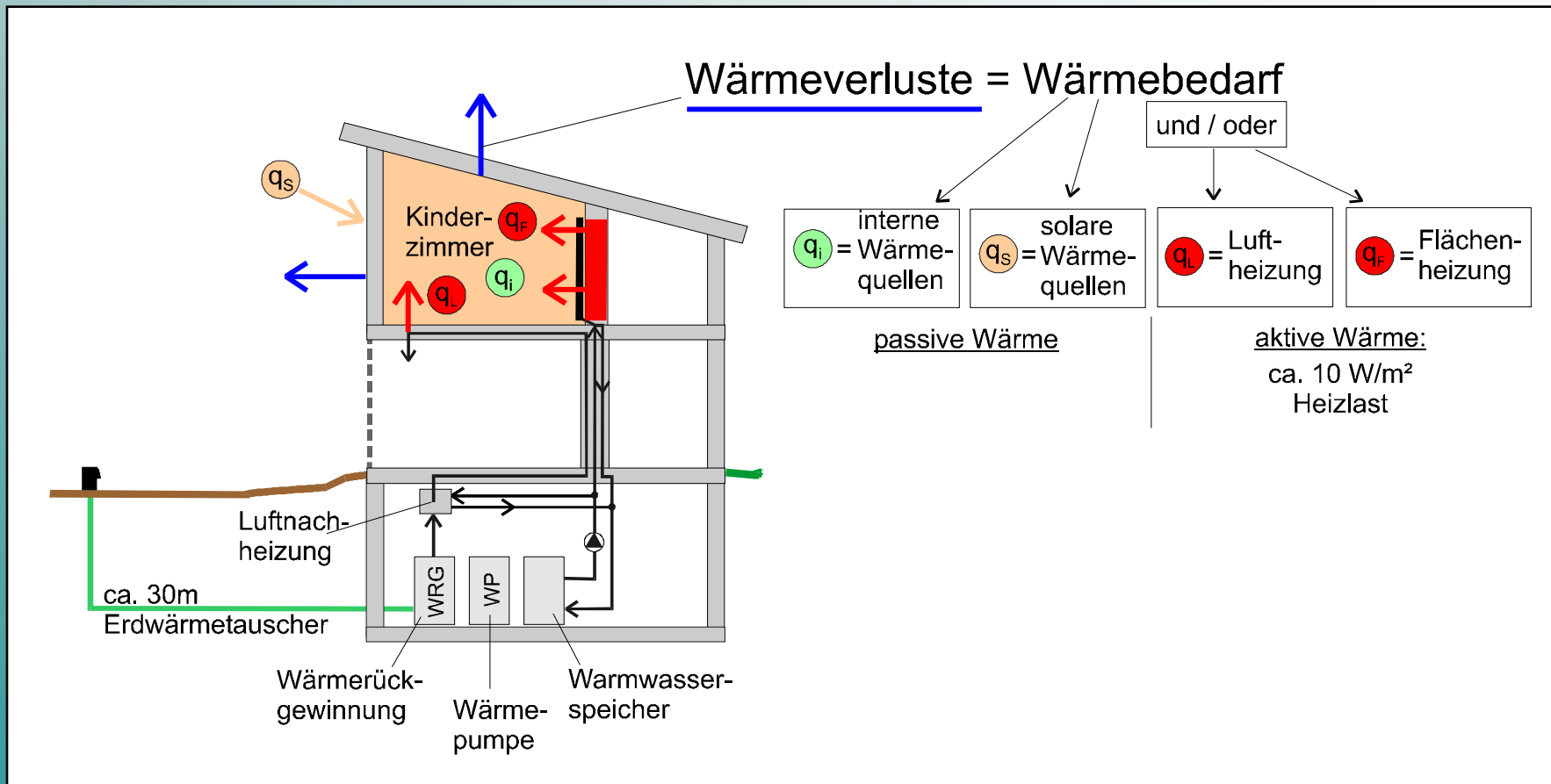
- Randbedingungen:  
Luft Eintrittstemperatur 18 °C
- hygienisch erforderlicher Luftvolumenstrom:  $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$   
 $\rightarrow |\dot{V}| \equiv |Awf| \rightarrow \text{z.B. } 215 \text{ m}^3/\text{h}$   
für 215 m²
- heizlastig erforderlicher Volumenstrom; Heizlast z.B.: 10 W/m²  
 $\rightarrow$  aus b) resultiert: 215 m², d. h. 2.150 W bei 215 m²

## Variationsgrößen 1 bis 4 um die Heizleistung zu steigern

	Heizleistungssteigerung [W]	Folgerscheinung
① Warmwasser-Volumenstrom 180 → 290 l/h	50 bis 200	
② Warmwasser-Vorlauftemperatur 50 → 60 °C	400 bis 560	schlechter Leistungsfaktor an WP → uneffizient → hoher Stromverbrauch
③ Luftvolumenstrom: 145 → 250 m³/h	400 bis 900	zu trockene Raumluft
④ Heizregistergröße Ø 160 → Ø 200	260 bis 350 (bei 250 m³/h)	örtliche Luftüberhitzung (> 50 °C) wäre zu befürchten



# Einzelraum-Berechnung für Heizwärmebedarf



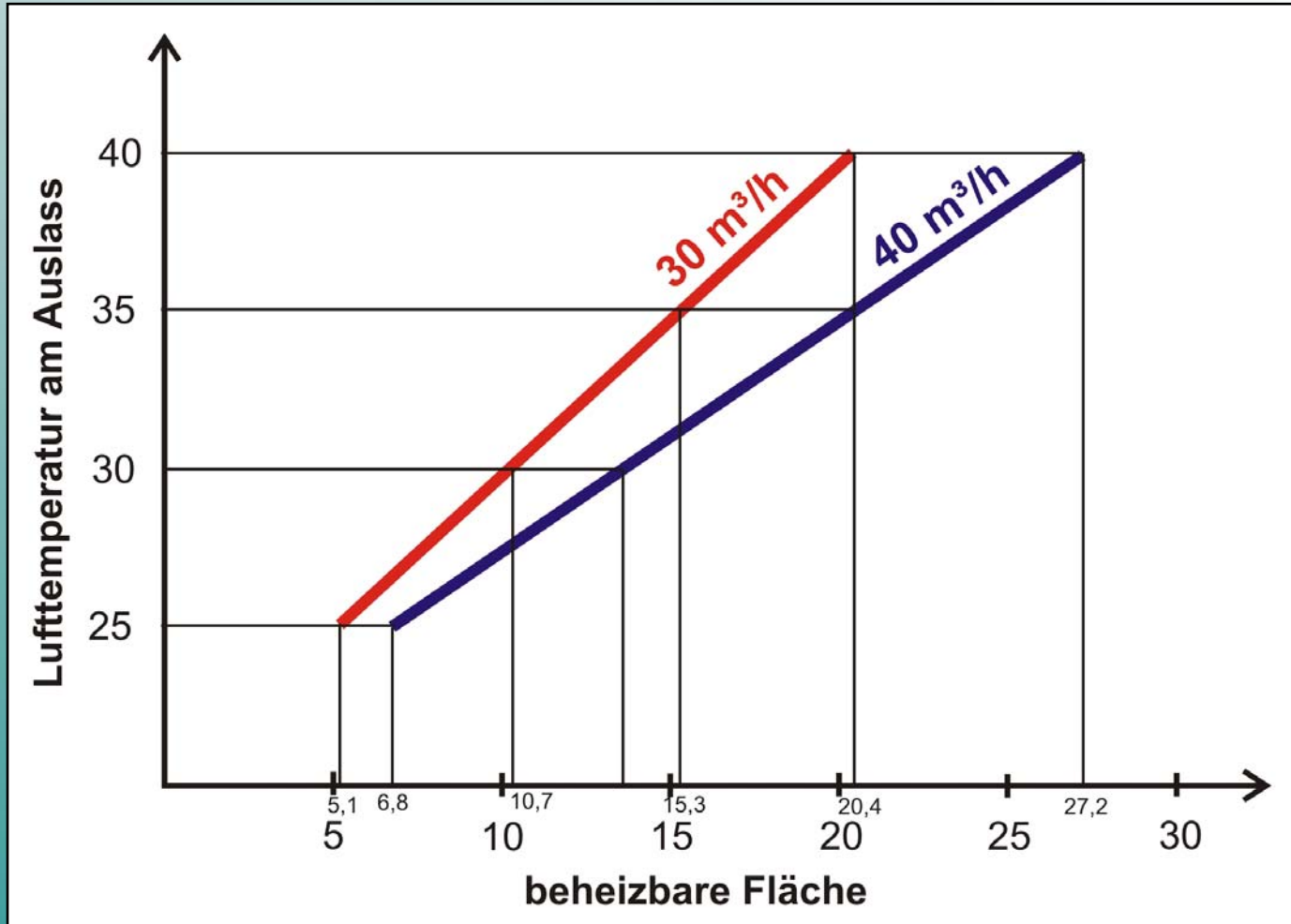


## Heizleistung mit Warmluft

Luft-temperatur [°C]	Wärmeinhalt der Luft [W/m <sup>3</sup> ]	Wärmestrom <sup>2)</sup> am Luftauslass [Wh/h]	beheizbare Fläche <sup>3)</sup> [m <sup>2</sup> ]
40 <sup>1)</sup>	6,8	204	20,4
Luft-Abkühlung in Luftleitung auf ...			
35	5,1	153	15,3
30	3,4	102	10,2
25	1,7	51	5,1

- 1) Lufttemperatur nach dem Warmwasser-Heizregister (50 °C Warmwasser-Temperatur)
- 2) bei 30 m<sup>3</sup>/h Luftstrom
- 3) bei 10 W/m<sup>2</sup> Heizlast

## Beheizbare Fläche mit Warmluft



Paul Wärmerückgewinnung GmbH  
August-Horch-Straße 7  
08141 Reinsdorf

Tel.: +49 (0)375 303505-0

Fax: +49 (0)375 303505-55

E-Mail: [info@paul-lueftung.de](mailto:info@paul-lueftung.de)

Internet: <http://www.paul-lueftung.net>

**Ich danke für Ihre  
Aufmerksamkeit.**