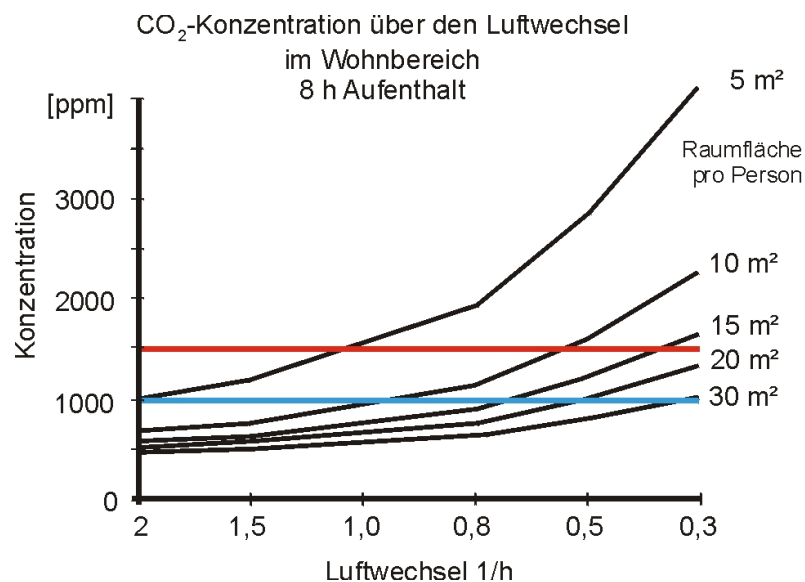
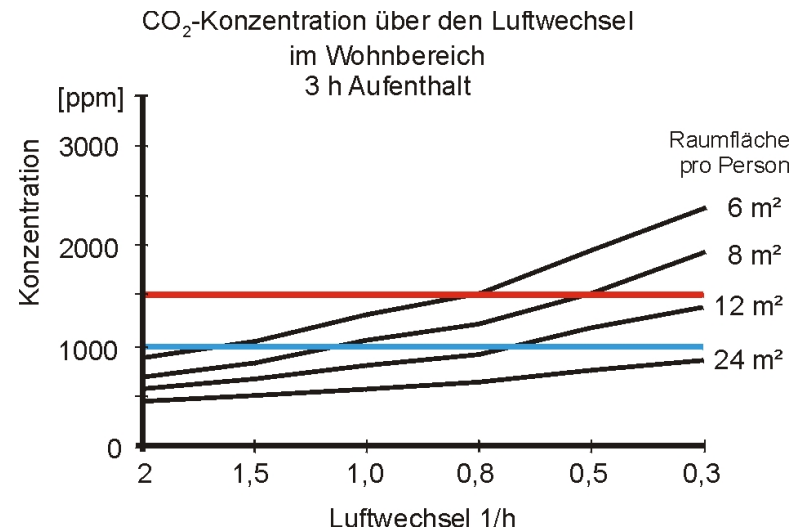
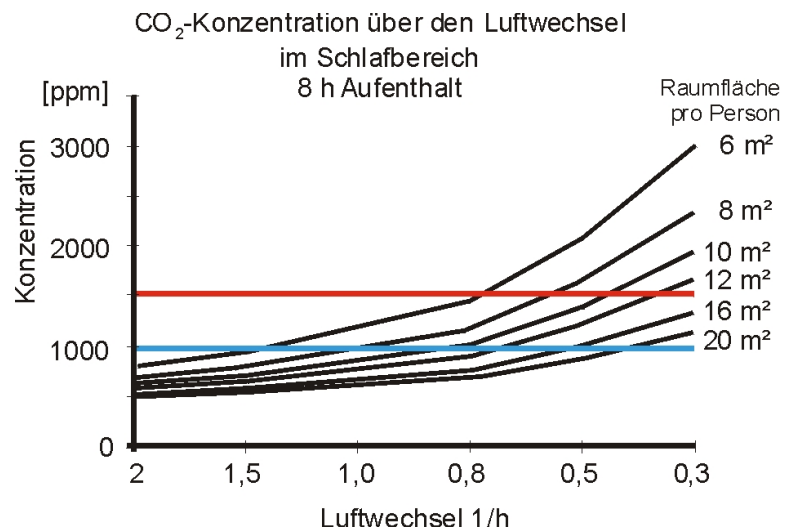


Prezračevanje stanovanja z rekuperacijo toplote

1. Izračun volumenskega pretoka

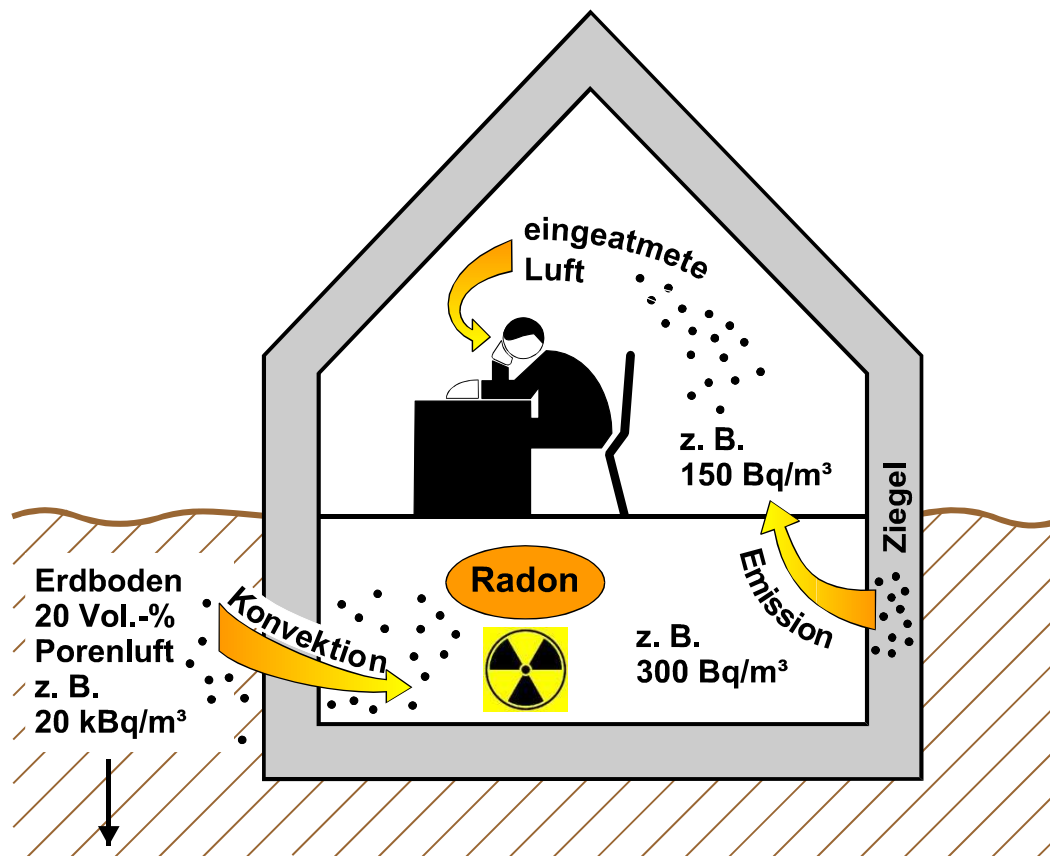
Škodljive snovi v zraku – CO₂-Vsebnost



— Grenzwert DIN 1946/2
— Petterkofer Grenzwert

Izvor: Oliver Eckart

Radon v zraku v prostoru zaradi konvekcije in emisije



Zrak por vsebuje večinoma $\geq 20 \text{ kBq/m}^3$ radona

→ glej: zemljevid

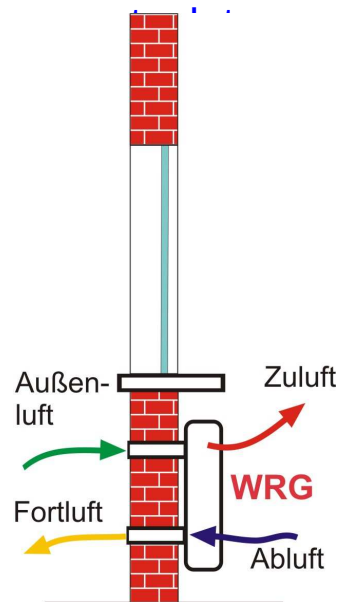
→ prizadene 75 % površine Nemčije

→ to pomeni zvišana koncentracija radona v zraku v prostoru!!

2. Metode prezračevanja

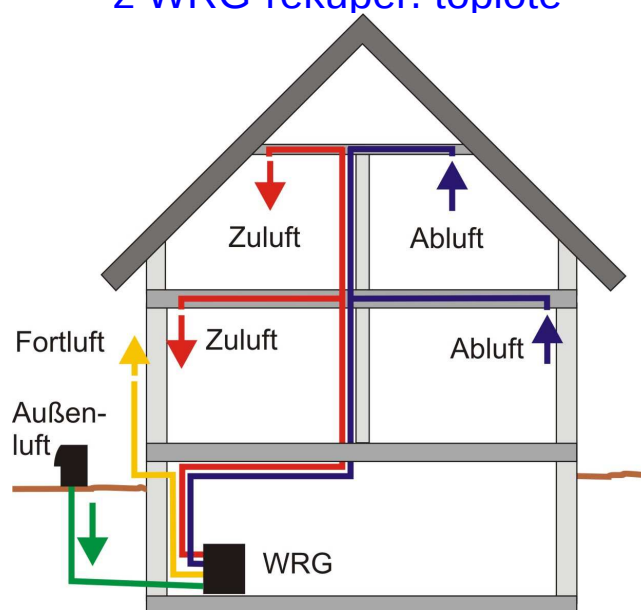
Prezračevalni sistemi

Decentralno prezračevanje z WRG-rekuper.



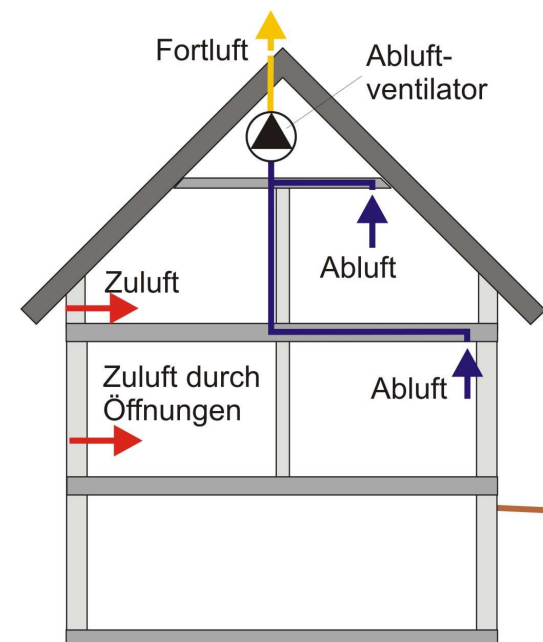
- Posluževanje za vsak prostor
- Izmenjava zraka omejena
- Ventilatorji v prostoru
- Ni dolgih cevi
- Rekuperacija toplote, s tem: topel dovajani zrak

Komfortno prezračevanje = kontrolirano prezračevanje in odzračevanje z WRG-rekuper. toplote



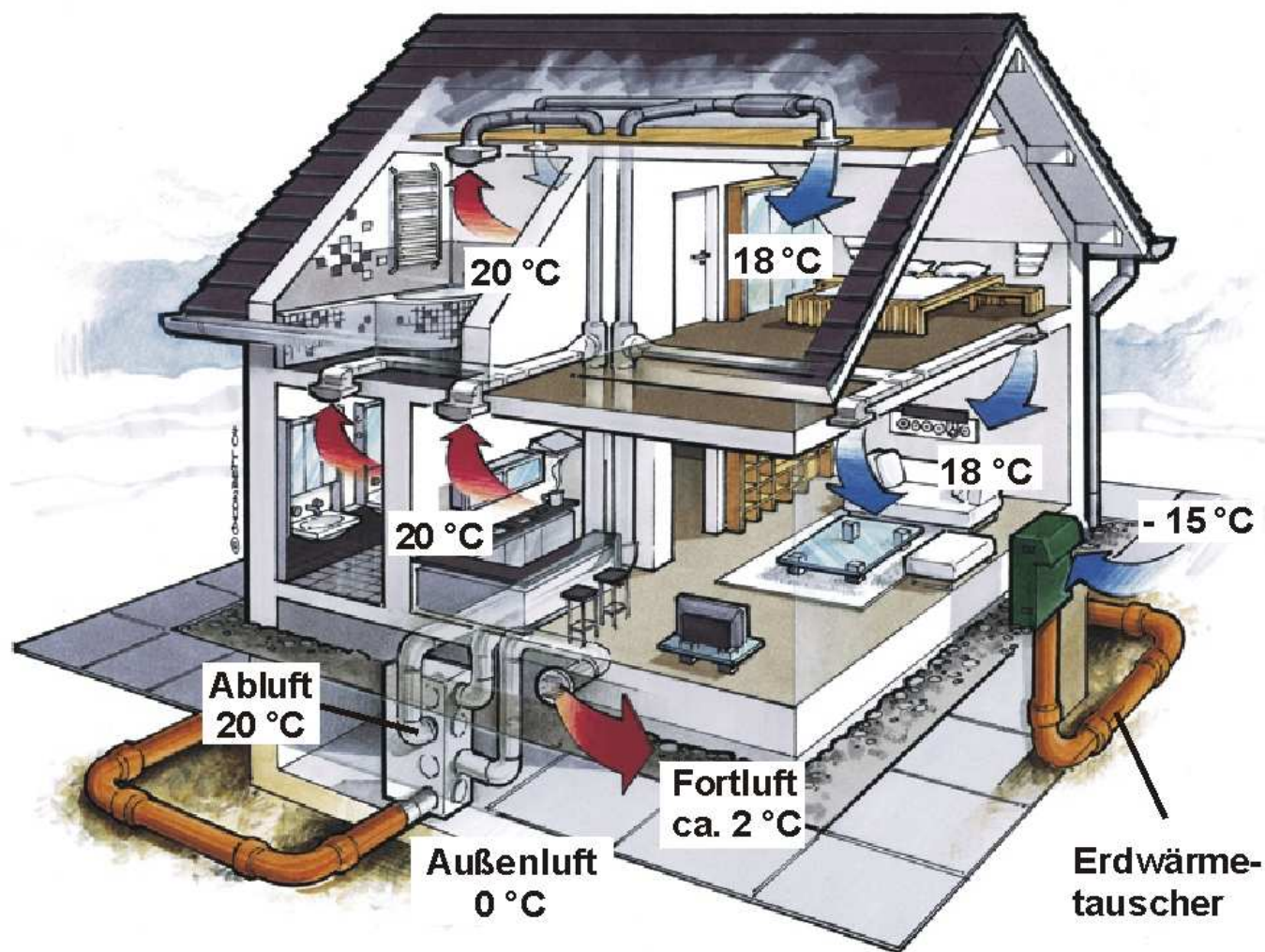
- Kontroliran izpust škodljivih snovi
- Kontrolirana oskrba s svežim zrakom
- Svež zrak - Filter do F8
- Možnost doziranja je zelo dobra
- Rekuperacija toplote, s tem: topel dovajani zrak, veliko udobje

Naprava za odpadni zrak = kontrolirano odzračevanje

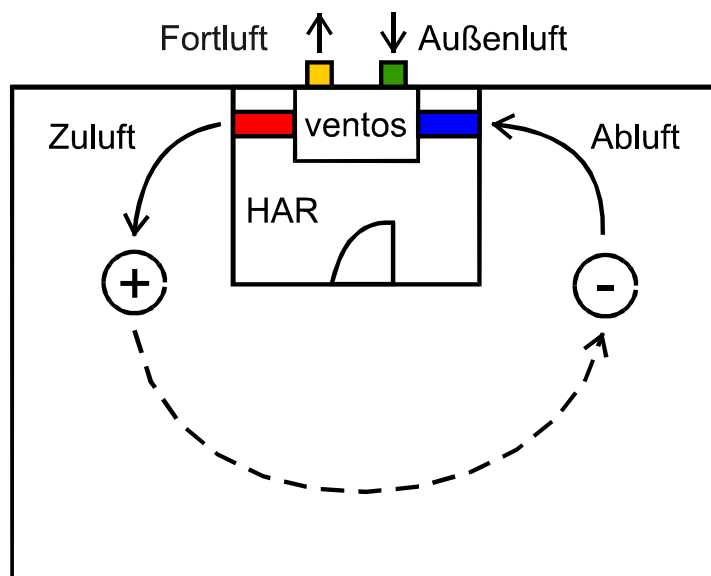


- Kontroliran izpust škodljivih snovi
- Oskrba s svežim zrakom nezadostna (odvisno od vetra)
- Svež zrak – veliko filtrov
- Možnost doziranja le pogojno
- Ni rekuperacije toplote hladen dovajani zrak, možnost pojave vleka

Kontrolirano prezračevanje in
odzračevanje
z rekuperacijo toplote

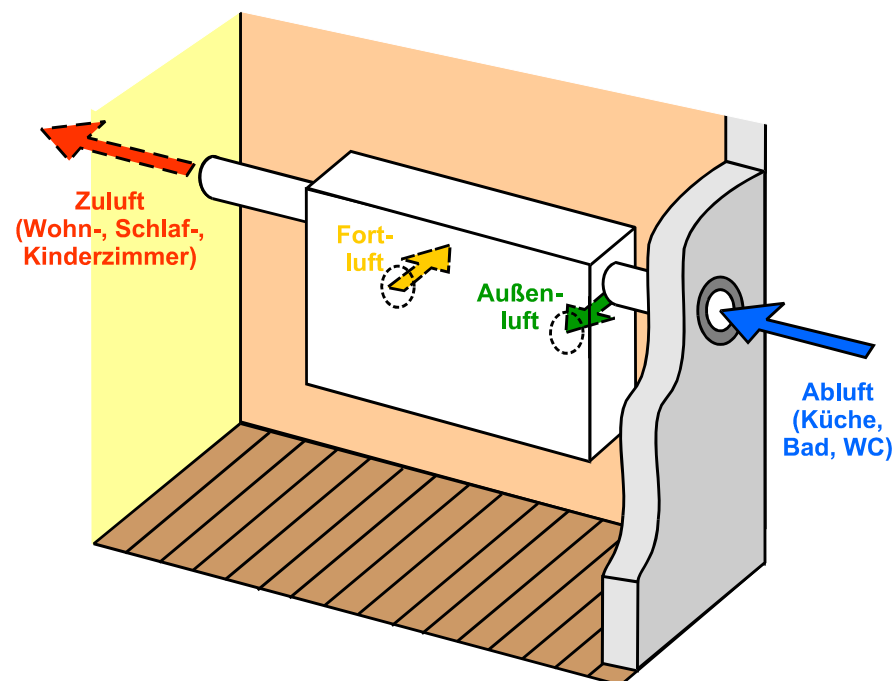


Otokasta rešitev



⊕ - Überdruck ⊖ - Unterdruck

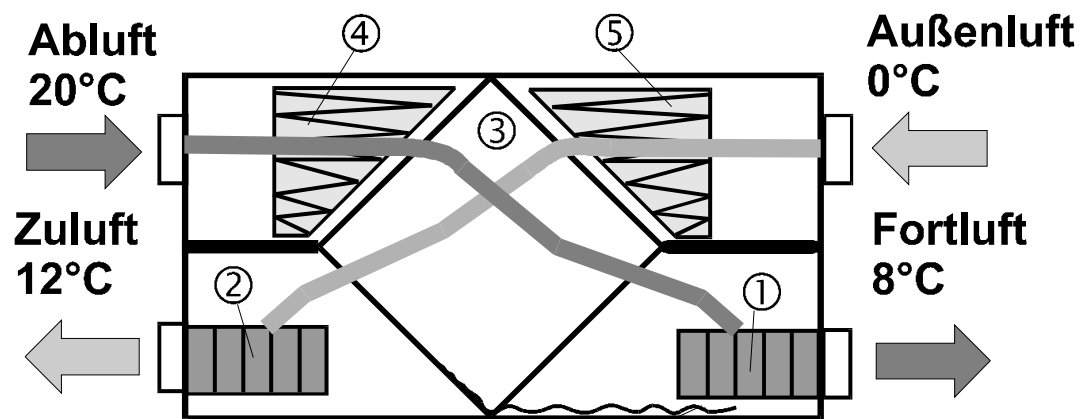
HAR = Hausanschlussraum



- Kontrolliran izpust škodljivih snovi
- Kontrollirana oskrba s svežim zrakom
- Filter za svež zrak
- Zelo dobra možnost doziranja za zaprte prostore
- Rekuperacija toplote, s tem topel dovajani zrak, veliko udobje

3. Sestava naprave/ Tipi toplotnih izmenjevalnikov

Centralna naprava s ploščnim toplotnim izmenjevalnikom na križni pretok



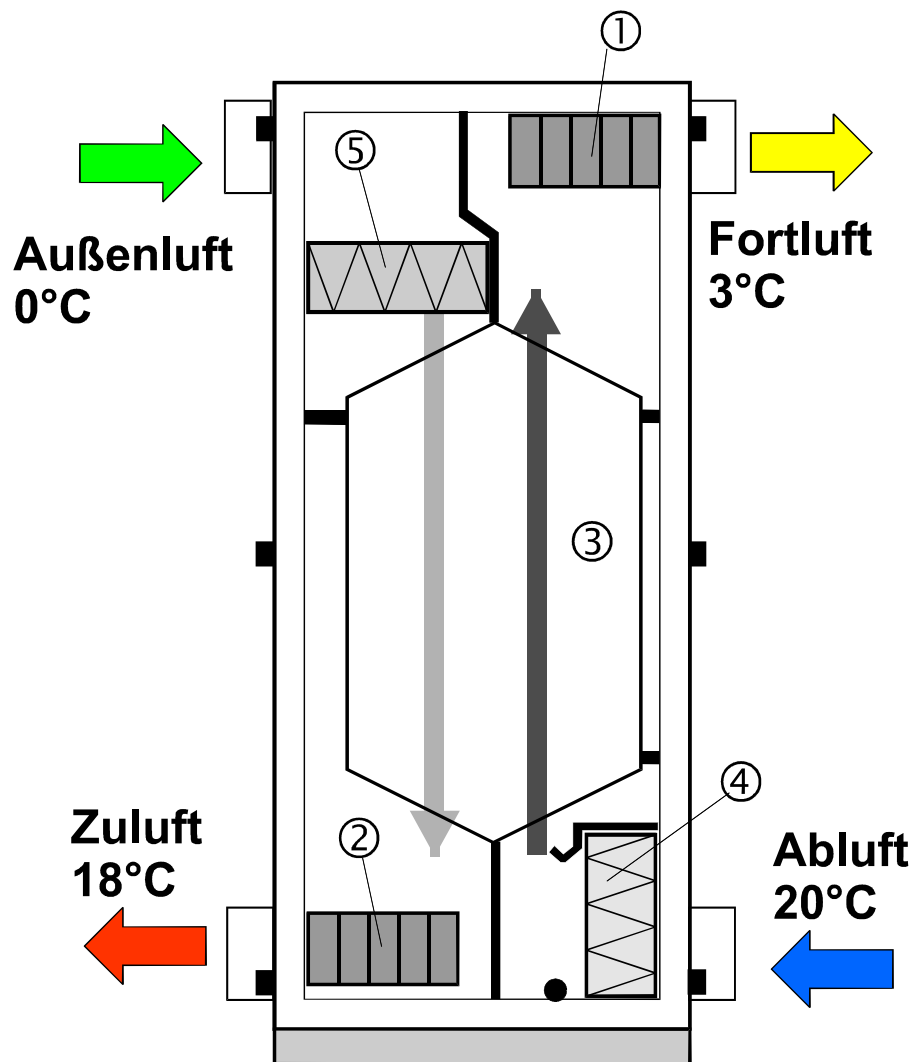
- ① Abluft-Ventilator
- ② Zuluft-Ventilator
- ③ Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher
- ④ Abluft-Filter
- ⑤ Außenluft-Filter

Kondenswasserbildung nur beim Erreichen der Taupunkttemperatur

ε = Koristnost : Poraba = 5 – 10

η = Izkoristek = 50 – 70 %

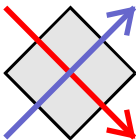
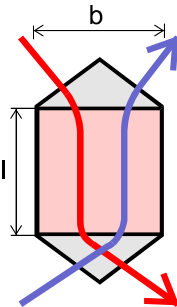
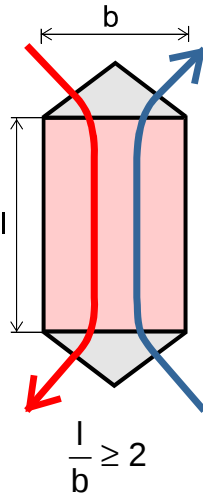
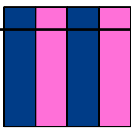
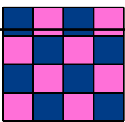
Centralna naprava s kanalskim toplotnim izmenjevalnikom na protitok



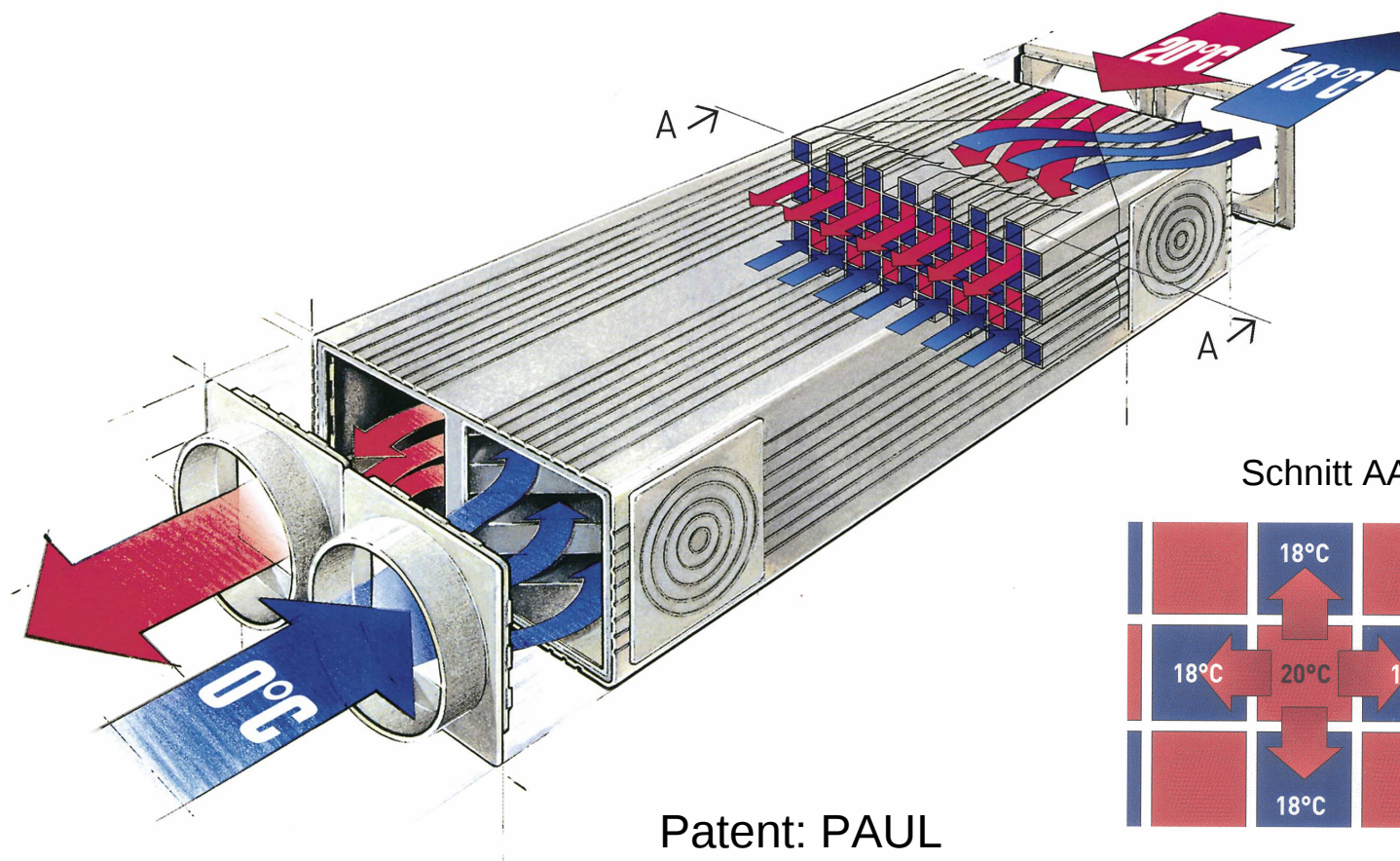
- ① Abluft-Ventilator
- ② Zuluft-Ventilator
- ③ Gegenstrom-Kanalwärmetauscher (Patent-PAUL)
- ④ Abluft-Filter
- ⑤ Außenluft-Filter

$\varepsilon = 10 - 25$
(atmos-naprava, Fa. PAUL $\varepsilon = 22$)
 $\eta \approx 95 \%$

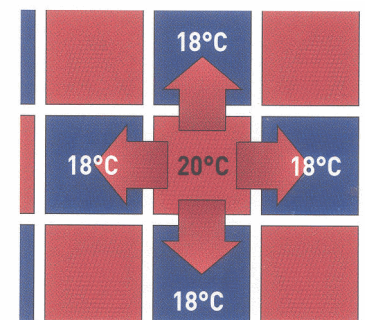
Toplotni izmenjevalniki-Tipi

Shematska skica				 Križni pretok  Protitok
	Križni pretok-WT	Križni-Protitok-WT	Protitok-WT	
Toplotni izmenjevalnik-Površina [m ²]	4 – 10	6 – 14	17 – 60	
Pretočni profil				
Rekuperacija toplote [%] efektivno kot v PHPP	50 – 70	70 – 80	85 – 99 (92)	

Zgradba kanalskega toplotnega izmenjevalnika

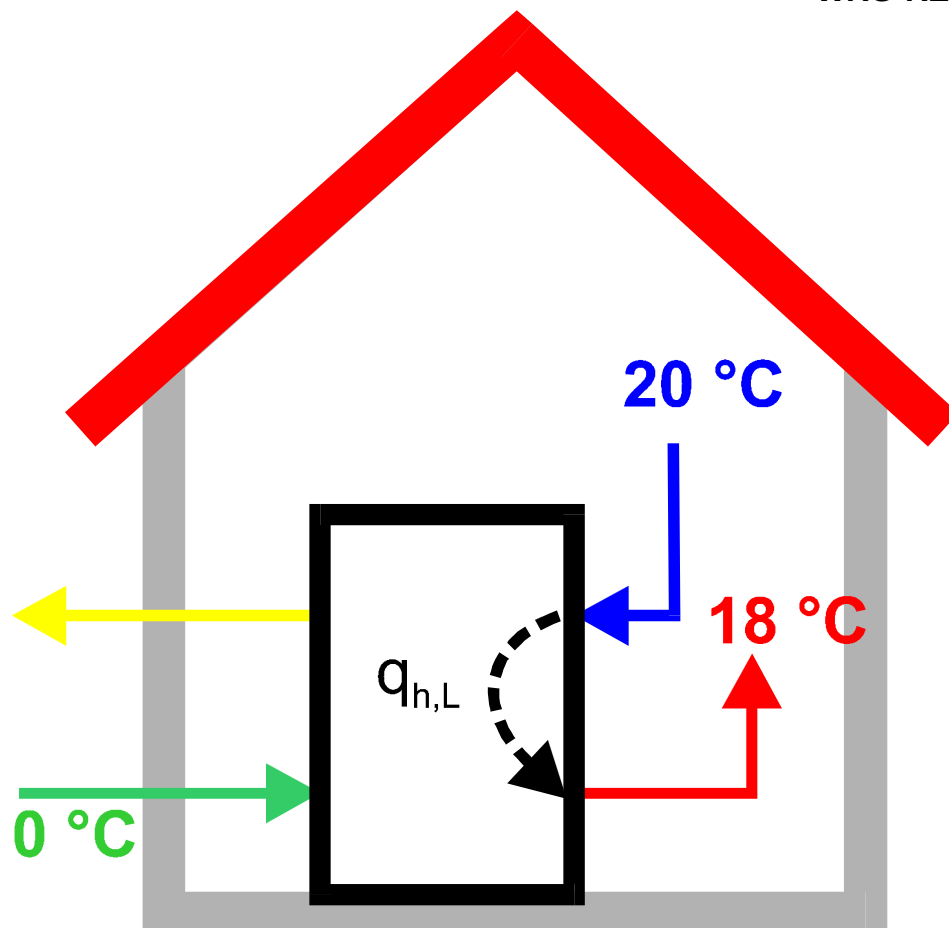


Schnitt AA



4. Stopnja rekuperacije - vračanja toplote

Stopnja zagotavljanja toplote $\eta'_{\text{WRG-REKUPER. TOPLOTE}}$



$$\eta'_{\text{WRG}} = \frac{\Delta t}{\Delta t_{\text{max}}} = \frac{18 - 0}{20 - 0}$$

$$\eta'_{\text{WRG}} = \frac{18 \text{ K}}{20 \text{ K}} = 0,9$$

↓
90 %

5. Velikost naprave in učinkovitost naprave

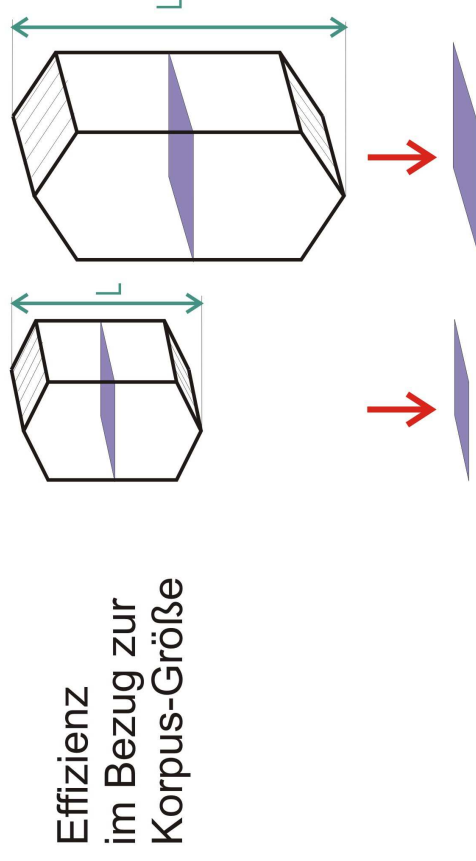
Primerjava toplotno relevantnih veličin



	Plattenwärmetauscher Kreuzgegenstrom	Kanalwärmetauscher Gegenstrom
	baugleicher Typ von vielerlei Anbietern	Patent: Fa. PAUL Typ „thermos 200 DC“
Korpusgröße V des WT markt- üblicher Geräte	15,1 l	107 l
realistische Wärmetauschflä- che F marktüblicher Geräte	7 m ²	60 m ²
Wärmedurchgangszahl k	10,1 W/m ² K	14 W/m ² K
theoretisch berechneter Wär- metausch	$\Delta \dot{Q} = k \cdot F \cdot \Delta t_m^{1)}$ $\Delta \dot{Q} = 10,1 \cdot 7 \cdot 8,7 \approx 615 \text{ W}$ $\Delta \dot{Q} = \text{zurückgewonnene Wärme}$ $\Delta t_m = \text{mittlere Temperaturdifferenz } ^{1)}$	$\Delta \dot{Q} = k \cdot F \cdot \Delta t_m^{1)}$ $\Delta \dot{Q} = 14 \cdot 60 \cdot 1,18 \approx 991 \text{ W}$
Wärmebereitstellungsgrad (Temperaturwirkungsgrad)	$\eta = 59 \%$	$\eta = 94 \%$

¹⁾ Δt_m = Srednja vrednost iz Δt_1 in Δt_2 , srednja temperaturna razlika

$\Delta \dot{Q}$ = Wärmeeaufnahme	klein	groß
t = Aufenthaltsdauer	kurz	lang
l = Strömungslänge	klein	groß

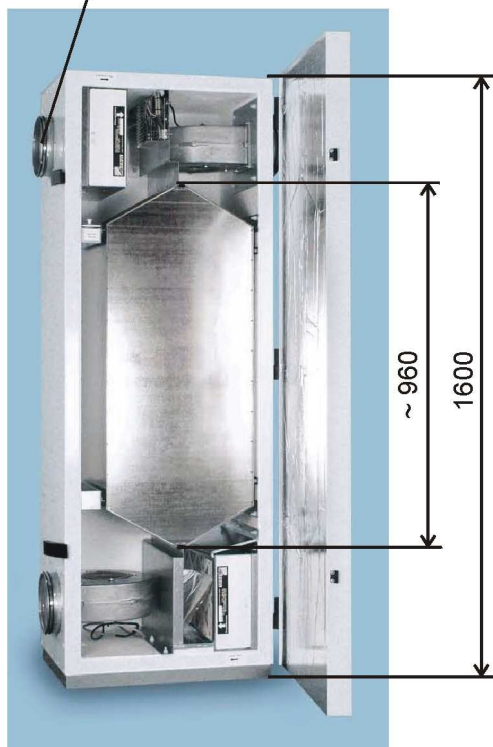


$A/2$ = freier Querschnitt	klein	groß
$w = \frac{\dot{V}}{A}$ Strömungs- geschwindigkeit	groß	klein
$\Delta p = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2$ Druckverlust	groß	klein
P_{el} = elektrische Leistungsaufnahme	groß	klein
t = Aufenthaltsdauer	kurz	lang
$\Delta \dot{Q}$ = Wärmeeaufnahme	klein	groß

Primer:

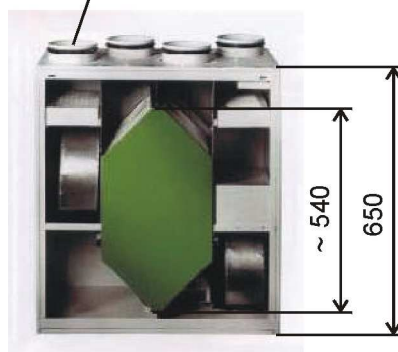
Trije toplotni izmenjevalniki za enak namen uporabe:

Luftanschlüsse
Ø 160

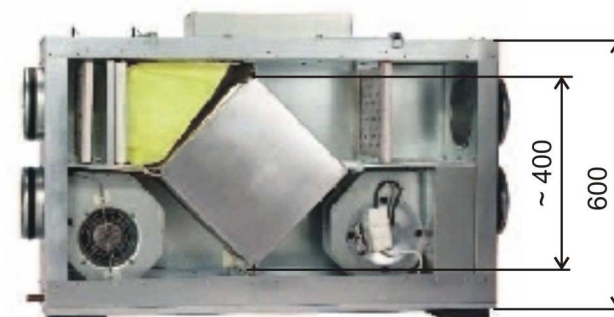


Kanalstriemwärmtauscher
izmenjevalnik na protitok
(PAUL)
 $\dot{V} = 100 - 300 \text{ m}^3/\text{h}$

Luftanschlüsse
Ø 125

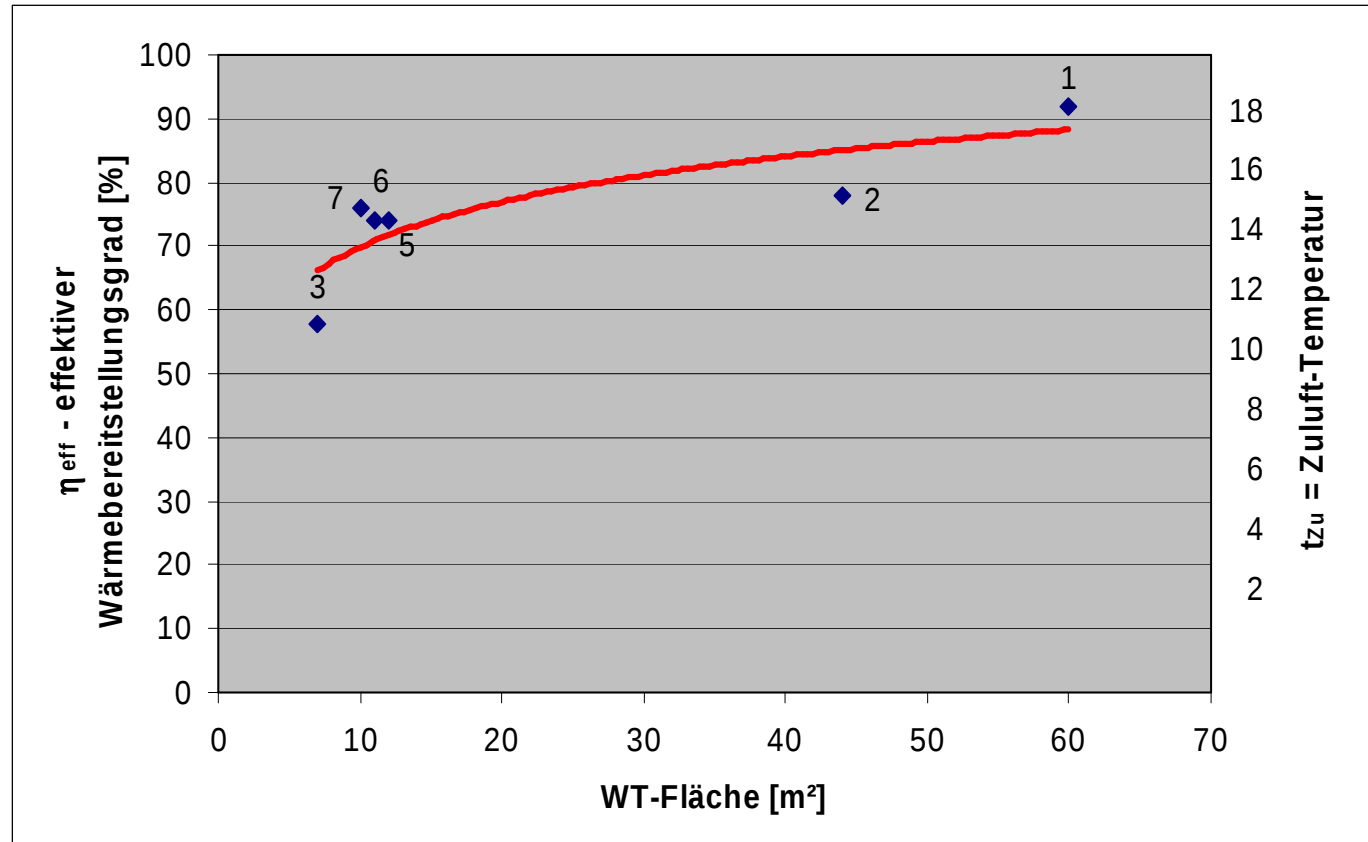


Kreuzstrom-Plattenwärmtauscher
izmenjevalnik
 $\dot{V} = 85 - 295 \text{ m}^3/\text{h}$

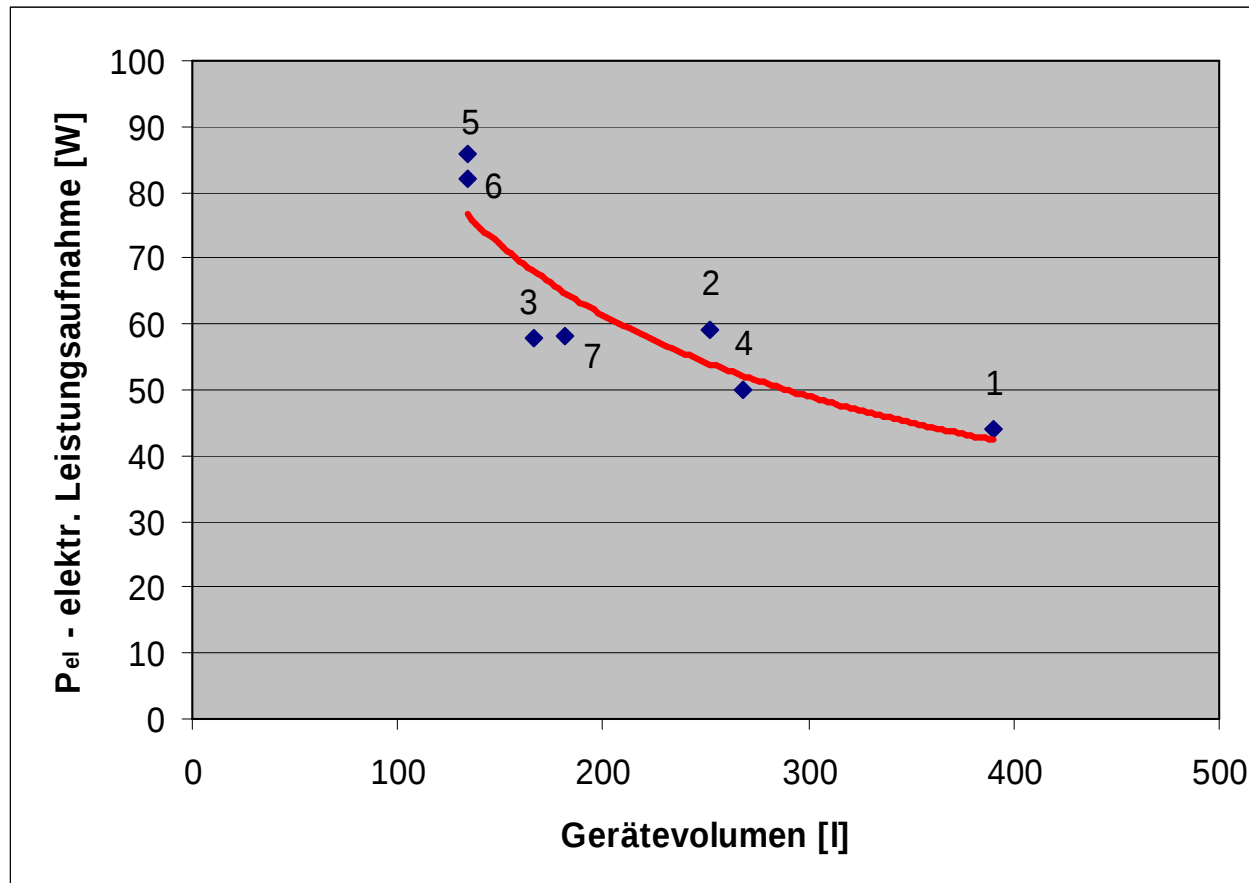


Plattenwärmtauscher
izmenjevalnik na križni
pretok
 $\dot{V} = 120 - 350 \text{ m}^3/\text{h}$

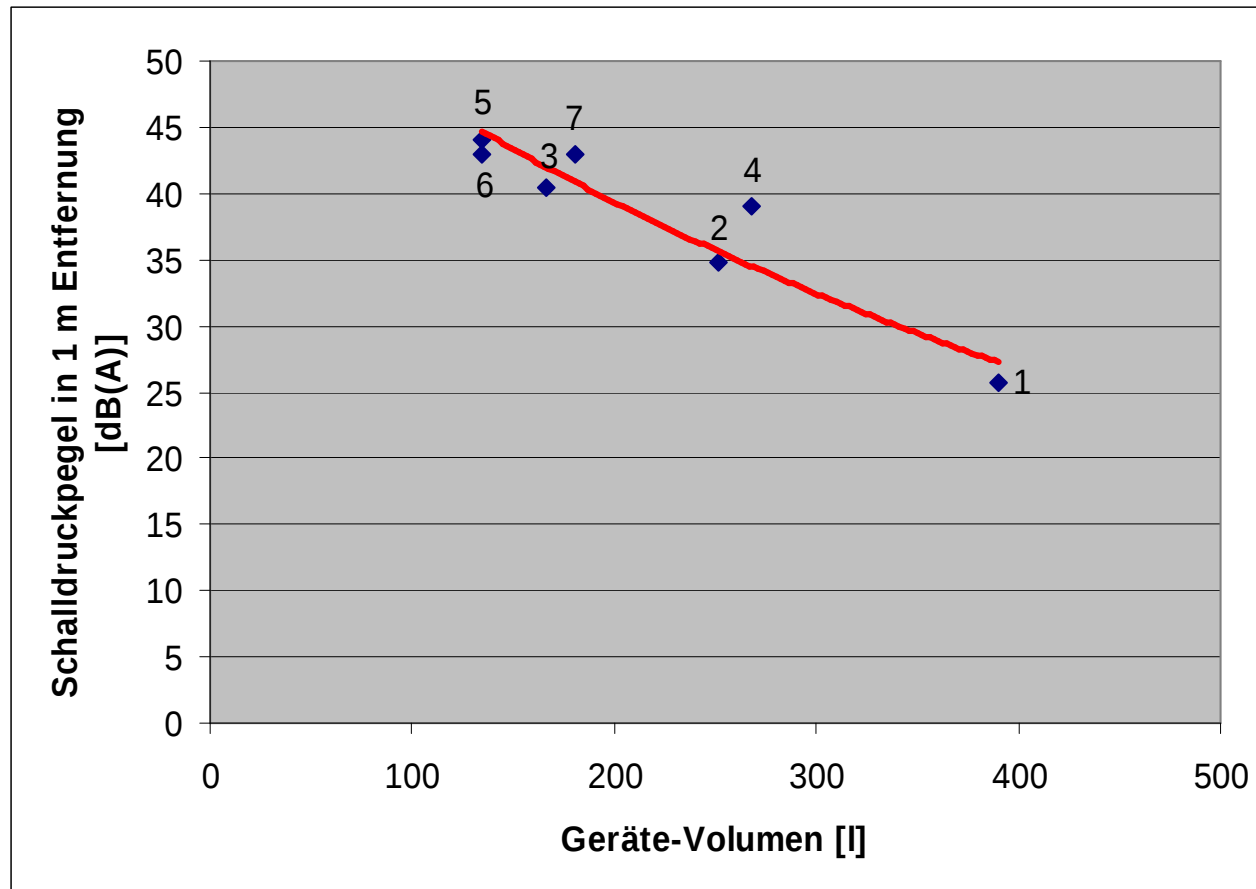
Odvisnost stopnje zagotavljanja toplote od WT-površine toplotnega izmenjevalnika



Odvisnost porabe moči od volumna naprave



Odvisnost nivoja zvočnega tlaka od volumna naprave



6. Tipi naprav in primeri uporabe

6.1. Lokalna naprava

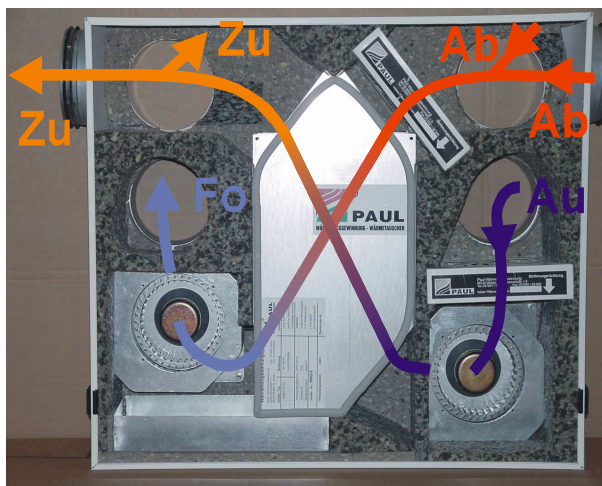
Decentralna naprava za WRG-Rekuper. toplote „ventos“



Pogled od spredaj

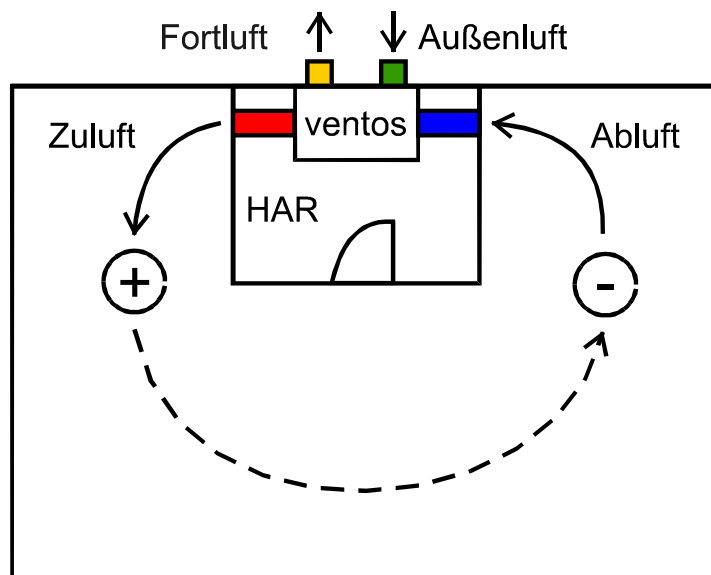


S stranskimi priključki



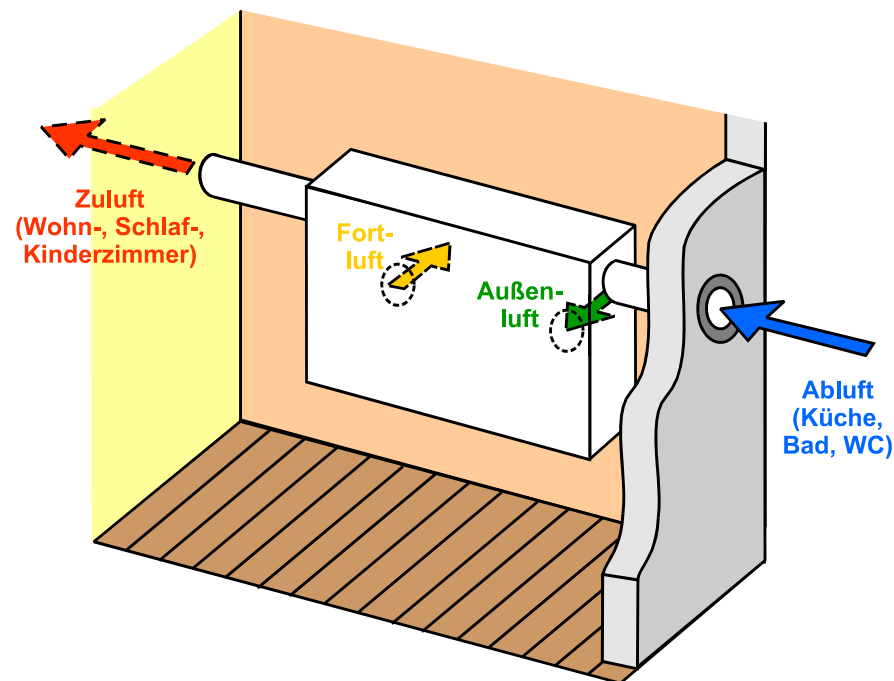
Zgradba

Otokasta rešitev



⊕ - Überdruck ⊖ - Unterdruck

HAR = Hausanschlussraum

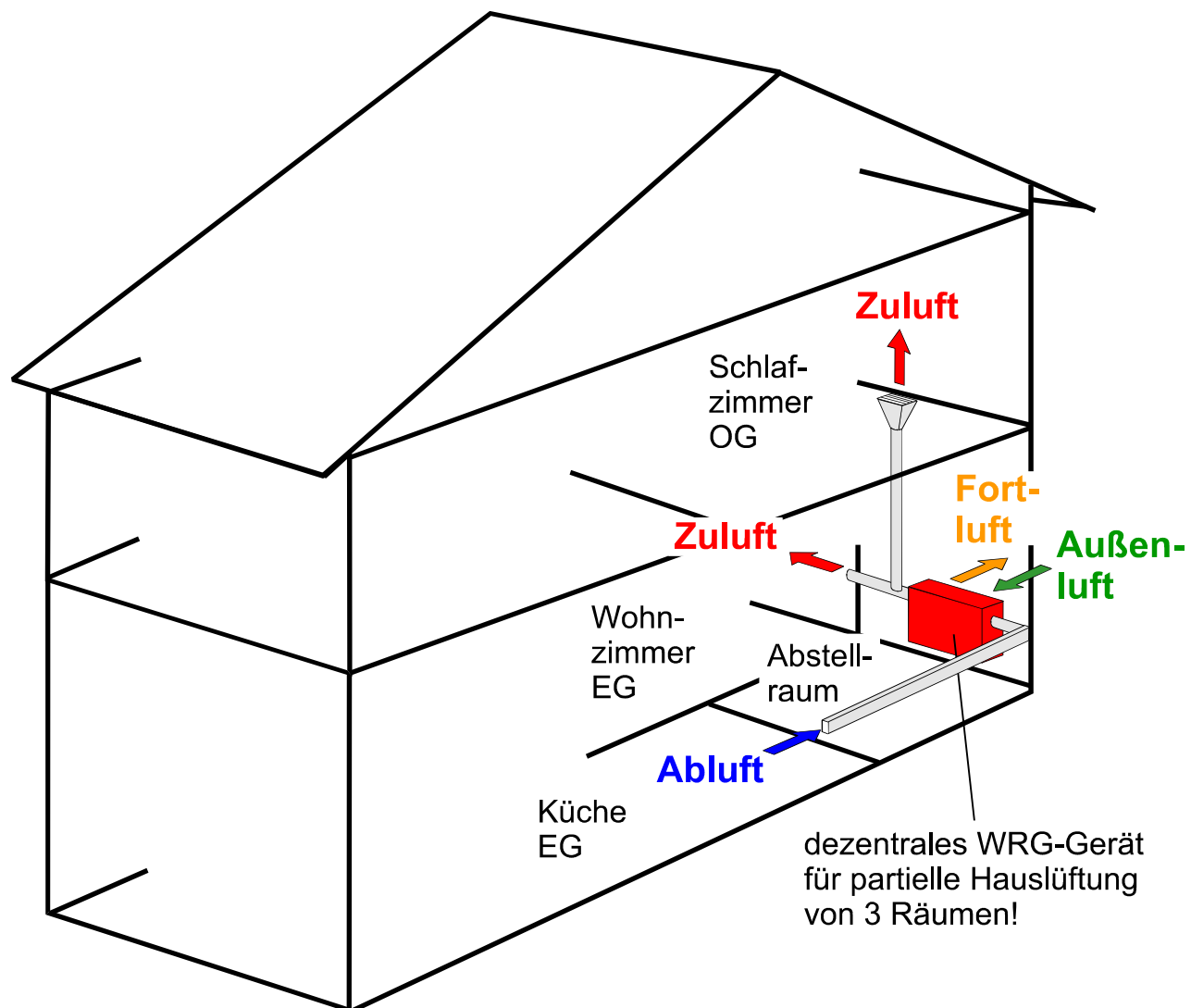


- Kontrolliran izpust škodljivih snovi
- Kontrollirana oskrba s svežim zrakom
- Filter za svež zrak
- Zelo dobra možnost doziranja za zaprte prostore
- Rekuperacija toplote, s tem topel dovajani zrak, veliko udobje

„ventos“- Naprava vgrajena

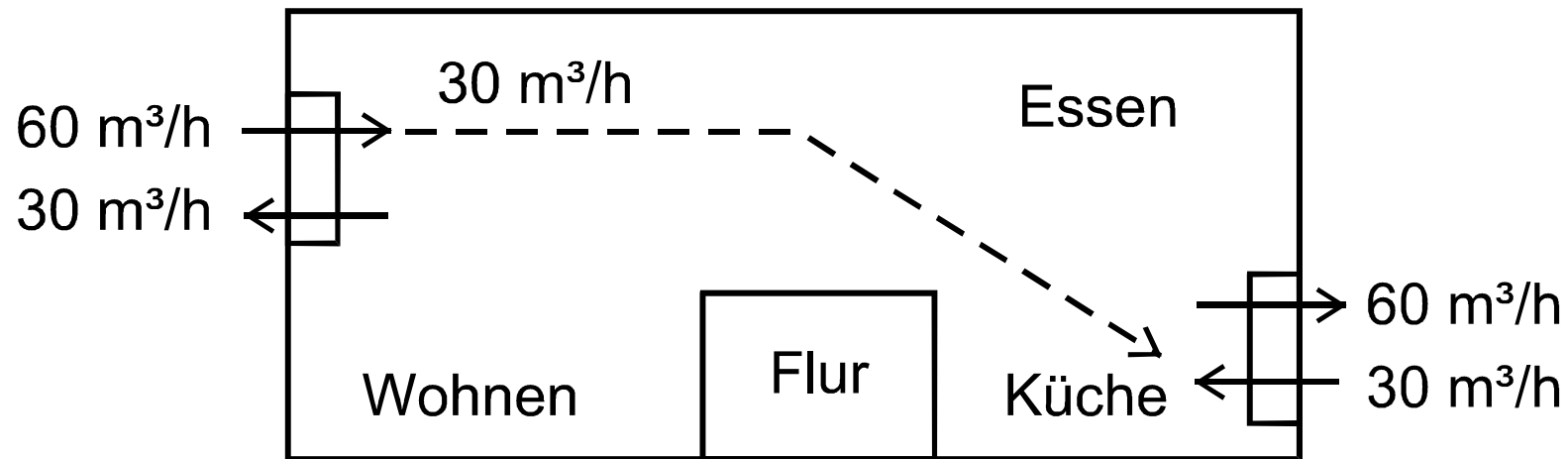


Otokasta rešitev v enodružinski hiši za parcialno prezračevanje hiše s super kratko napeljavo



6.2. Prečno prezračevanje

Prečno prezračevanje stanovanjske etaže z
2 napravama in namenskim
neuravnoteženjem

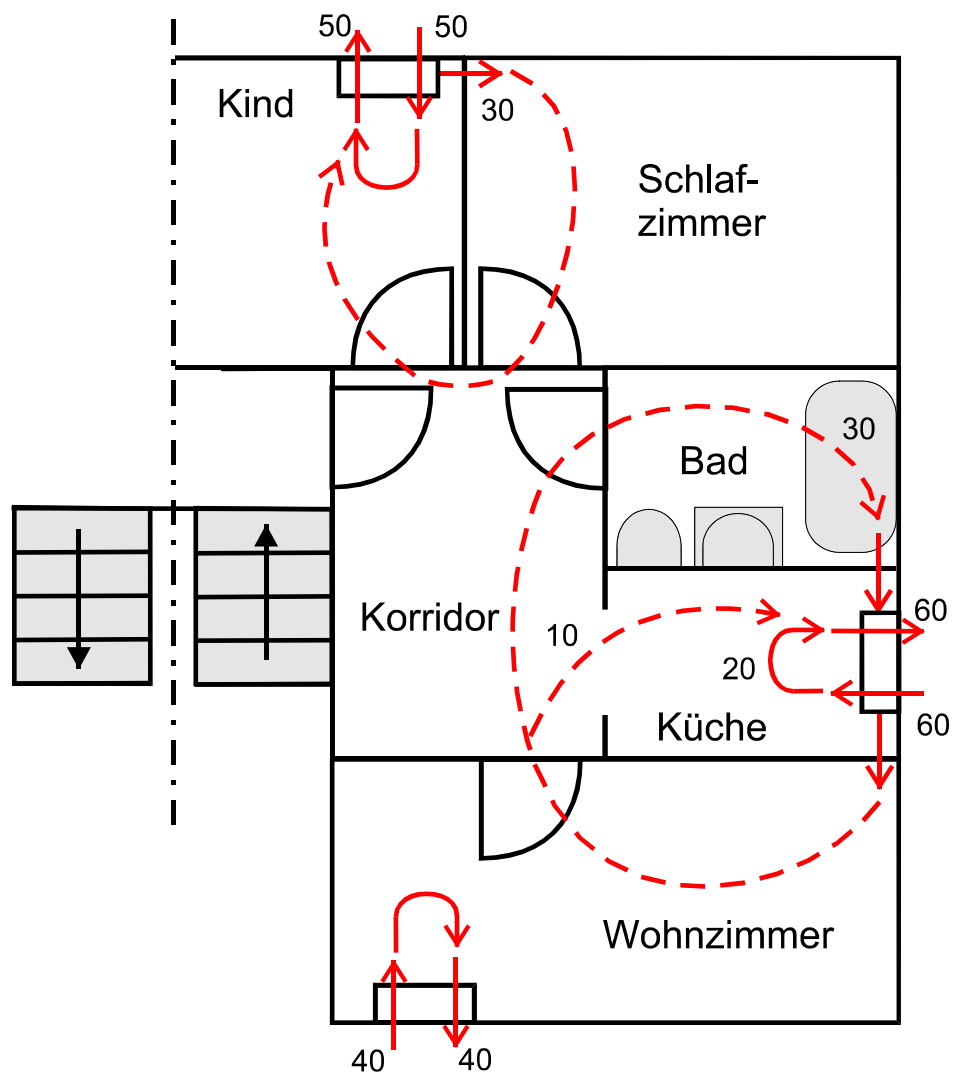


Prostor za dovajani zrak (dnevna soba): 60 m³/h dovajani zrak, 30 m³/h odpadni zrak

Prostor za odpadni zrak (kuhinja, WC): 30 m³/h
dovajani zrak, 60 m³/h odpadni zrak

Vsota: 90 m³/h dovajani zrak, 90 m³/h odpadni zrak

Prečno prezračevanje v večdružinski hiši (napr. v večdružinski hiši tipa WBS 70)



6.3. Centralna prezračevalna naprava

Centralna naprava za WRG-Rekuperacijo toplote



Stropna naprava climos 100 / 150 DC

Volumenski pretok pri 100 Pa
do 110 m³/h (climos 100 DC)
do 150 m³/h (climos 150 DC)



multi 100 / 150 DC

Volumen. pretok pri 100 Pa
do 100 m³/h (multi 100 DC)
do 150 m³/h (multi 150 DC)



atmos 175 DC

Volumenski pretok pri 150 Pa
do 300 m³/h
2 izvedbi



thermos 200 / 300 DC

Volumenski pretok pri 100 Pa
do 200 m³/h (thermos 200 DC)
do 380 m³/h (thermos 300 DC)



**santos 250 DC
santos F 250 DC**

Volumenski pretok pri 100 Pa
do 260 m³/h (santos)
do 280 m³/h (santos F)



campus 500 DC

Volumenski pretok pri 100 Pa
do 600 m³/h



maxi 800 do 6000 DC

Volumenski pretok pri 100 Pa
do 800 m³/h (maxi 800 DC)
do 1200 m³/h (maxi 1200 DC)
do 2000 m³/h (maxi 2000 DC)
do 3000 m³/h (maxi 3000 DC)
do 4000 m³/h (maxi 4000 DC)
do 6000 m³/h (maxi 6000 DC)



rotorsystem

Volumenski pretok 2.000
do 20.000 m³/h



WÄRMERÜCKGEWINNUNG



Passivhaus
Institut
Dr. Wolfgang Feist
Rheinstraße 44/46
D-64283 Darmstadt

Zertifikat

gültig bis 31.12.2007

Passivhaus
geeignete
Komponente: **Wärmerückgewinnungsgerät**
Hersteller: **Paul Wärmerückgewinnung GmbH**
Produktname: **climos 100 DC**

Folgende Kriterien wurden für die Zuerkennung des Zertifikates geprüft:

- 1) Passivhaus-Behaglichkeitskriterium:**
Eine minimale Zulufttemperatur von 16,5 °C wird bei -10 °C Außenlufttemperatur erreicht.
Begründung: In Passivhäusern sind keine Heizflächen an Außenbauteilen erforderlich. Um unbeaglichen Kaltluftentfall zu vermeiden, muß die Zulufttemperatur nach unten hin begrenzt werden.
- 2) Effizienz-Kriterium (Wärme):**
Der effektive trockene Wärmerückstellungsgrad muß mit balancierten Massenströmen bei Außentemperaturen zwischen -10 und 10 °C (bei einer Zulufttemperatur von 16,5 °C) $\eta_{WRG,eff} \geq 75\%$ sein (hier: 82 %).
- 3) Effizienz-Kriterium (Strom):**
Die gesamte spezifische elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes darf in den für Passivhäuser vorgesehenen Betriebszuständen (bei Einsatz-Massenstrom) **0,45 W/(m³/h) geforderter Zuluftvolumenstrom** nicht überschreiten (hier 0,41 W/(m³/h), Randbed. s. Anlage).
- 4) Dichtheit und Wärmedämmung:**
Der Jährliche und der ständige Leckluftstrom des Gerätes dürfen jeweils 2% des Norm-Abluftstromes nicht übersteigen. (Anforderungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen).
- 5) Abgleich und Regelbarkeit:** siehe Anlage: Einsatzbereich des Gerätes bei Normallüftung von 66 bis 100 m³/h
- 6) Schallschutz:**
Schalldruckpegel im Aufstellraum überschreitet 35 dB(A) bei äquivalenten Raumabsorptionsflächen von 4 m², das Gerät ist, daher in einem separaten Technikraum mit ausreichender Schallentkopplung zu den Wohnräumen aufzustellen. (Erläuterungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen).
- 7) Raumlufthygiene:**
Bei Einbau und Betrieb des Gerätes und der übrigen Anlagenkomponenten gem. den vom Hersteller beiliegenden Unterlagen sorgt das Gerät für hygienisch einwandfreie Qualität der Zuluft. (Erläuterungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen).
- 8) Frostschutzschaltung:** (Zusatzanordnung nicht im Gerät integriert, siehe Anlage zu diesem Zertifikat)

Das Zertifikat ist wie folgt zu verwenden:

**PASSIV
HAUS
geeignete
KOMponente**
Dr. Wolfgang Feist



Wärmerückgewinnung:
Wärmebereitstellungsgrad
(effektiv): 82 %
Elektroeffizienz: 0,41 Wh/m³



Passivhaus
Institut
Dr. Wolfgang Feist
Rheinstraße 44/46
D-64283 Darmstadt

Zertifikat

gültig bis 31.12.2007

Passivhaus
geeignete
Komponente: **Wärmerückgewinnungsgerät**
Hersteller: **Paul Wärmerückgewinnung GmbH**
Produktname: **climos 150 DC**

Folgende Kriterien wurden für die Zuerkennung des Zertifikates geprüft:

- 1) Passivhaus-Behaglichkeitskriterium:**
Eine minimale Zulufttemperatur von 16,5 °C wird bei -10 °C Außenlufttemperatur erreicht.
Begründung: In Passivhäusern sind keine Heizflächen an Außenbauteilen erforderlich. Um unbeaglichen Kaltluftentfall zu vermeiden, muß die Zulufttemperatur nach unten hin begrenzt werden.
- 2) Effizienz-Kriterium (Wärme):**
Der effektive trockene Wärmerückstellungsgrad muß mit balancierten Massenströmen bei Außentemperaturen zwischen -10 und 10 °C (bei einer Zulufttemperatur von 16,5 °C) $\eta_{WRG,eff} \geq 75\%$ sein (hier: 82 %).
- 3) Effizienz-Kriterium (Strom):**
Die gesamte spezifische elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes darf in den für Passivhäuser vorgesehenen Betriebszuständen (bei Einsatz-Massenstrom) **0,45 W/(m³/h) geforderter Zuluftvolumenstrom** nicht überschreiten (hier 0,41 W/(m³/h), Randbed. s. Anlage).
- 4) Dichtheit und Wärmedämmung:**
Der Jährliche und der ständige Leckluftstrom des Gerätes dürfen jeweils 2% des Norm-Abluftstromes nicht übersteigen. (Anforderungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen).
- 5) Abgleich und Regelbarkeit:** siehe Anlage: Einsatzbereich des Gerätes bei Normallüftung von 88 bis 138 m³/h
- 6) Schallschutz:**
Schalldruckpegel im Aufstellraum überschreitet 35 dB(A) bei äquivalenten Raumabsorptionsflächen von 4 m², das Gerät ist, daher in einem separaten Technikraum mit ausreichender Schallentkopplung zu den Wohnräumen aufzustellen. (Erläuterungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen).
- 7) Raumlufthygiene:**
Bei Einbau und Betrieb des Gerätes und der übrigen Anlagenkomponenten gem. den vom Hersteller beiliegenden Unterlagen sorgt das Gerät für hygienisch einwandfreie Qualität der Zuluft. (Erläuterungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen).
- 8) Frostschutzschaltung:** (Zusatzanordnung nicht im Gerät integriert, siehe Anlage zu diesem Zertifikat)

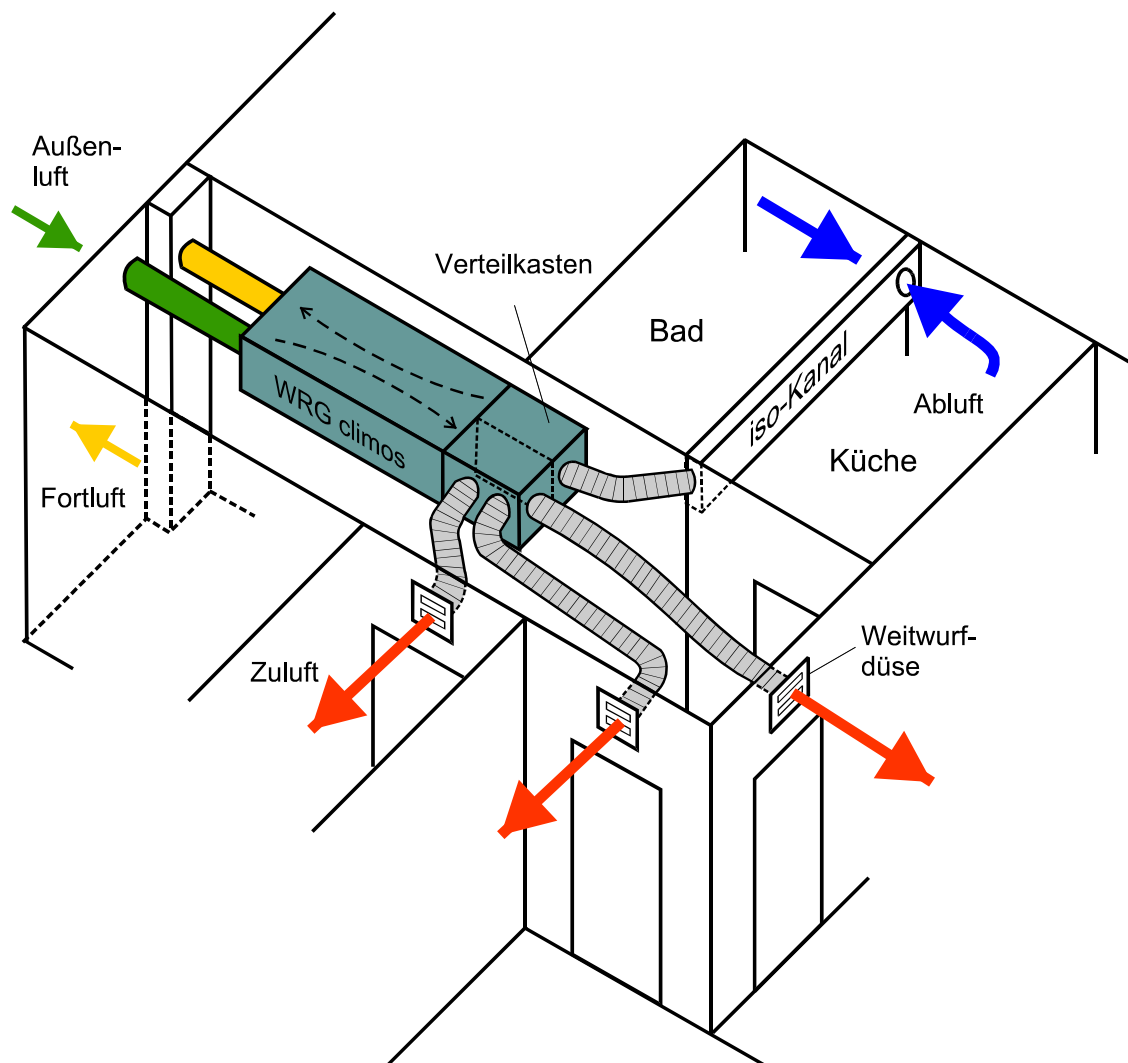
Das Zertifikat ist wie folgt zu verwenden:

**PASSIV
HAUS
geeignete
KOMponente**
Dr. Wolfgang Feist



Wärmerückgewinnung:
Wärmebereitstellungsgrad
(effektiv): 82 %
Elektroeffizienz: 0,41 Wh/m³

Naprava za vmesni strop z razdelilnimi cevmi za vsako sobo



Našim napravam za WRG-Rekuperacijo toplote

climos 100 DC / climos 150 DC

multi 100 DC / multi 150 DC

atmos 175 DC

thermos 200 DC

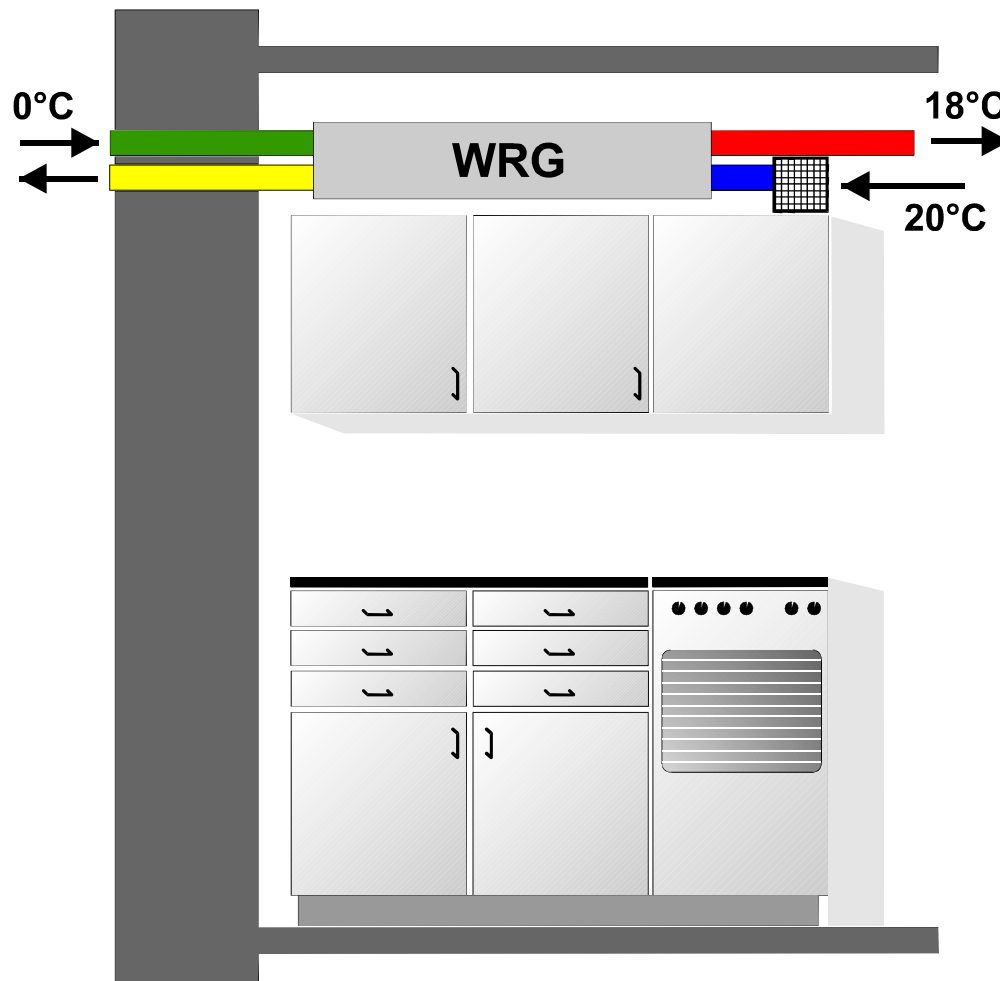
campus 500 DC

je bil podeljen certifikat

„Pasivna hiša – primerne komponente“

od strani inštituta za pasivno hišo.

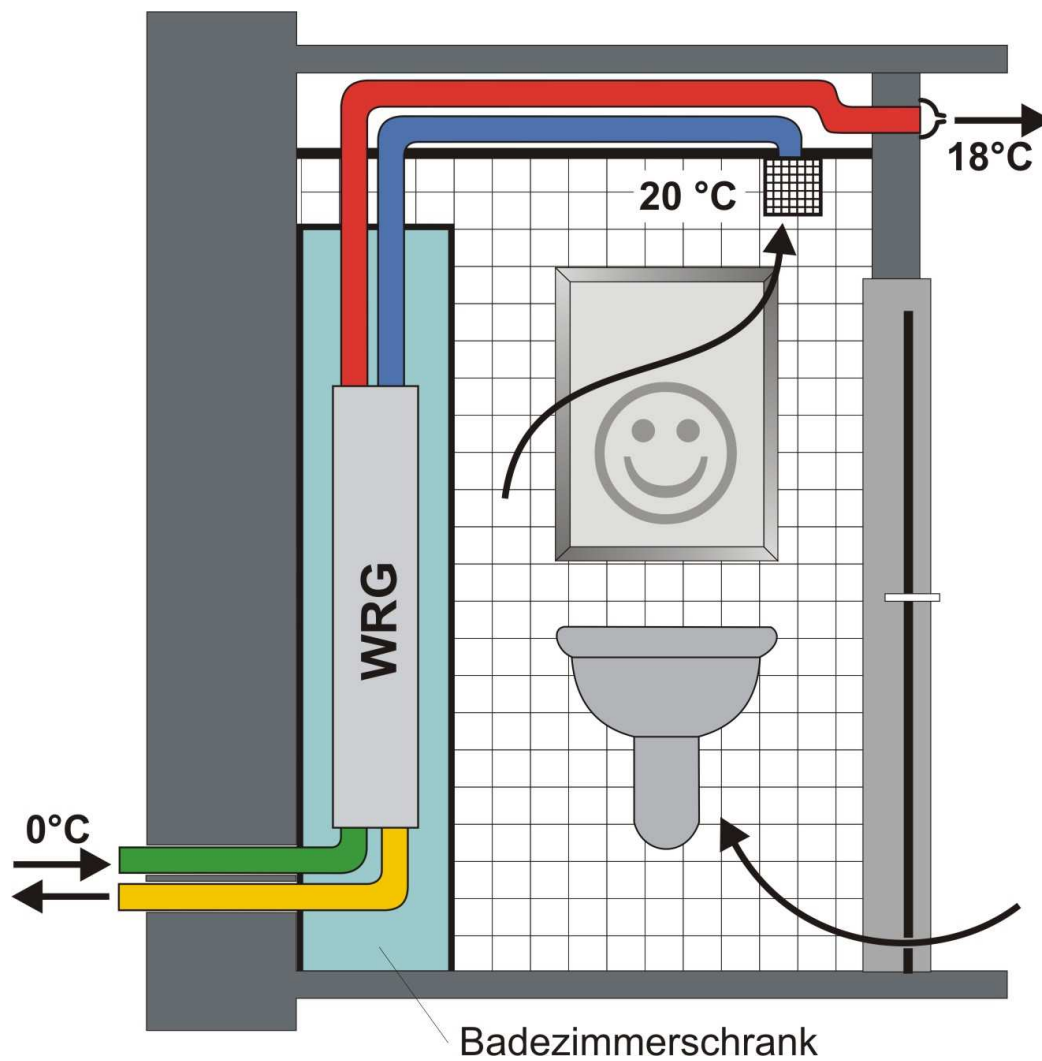
Rekuperator toplote (Tip „multi“) nad
kuhinjsko omaro (zadaj za obzidavo)



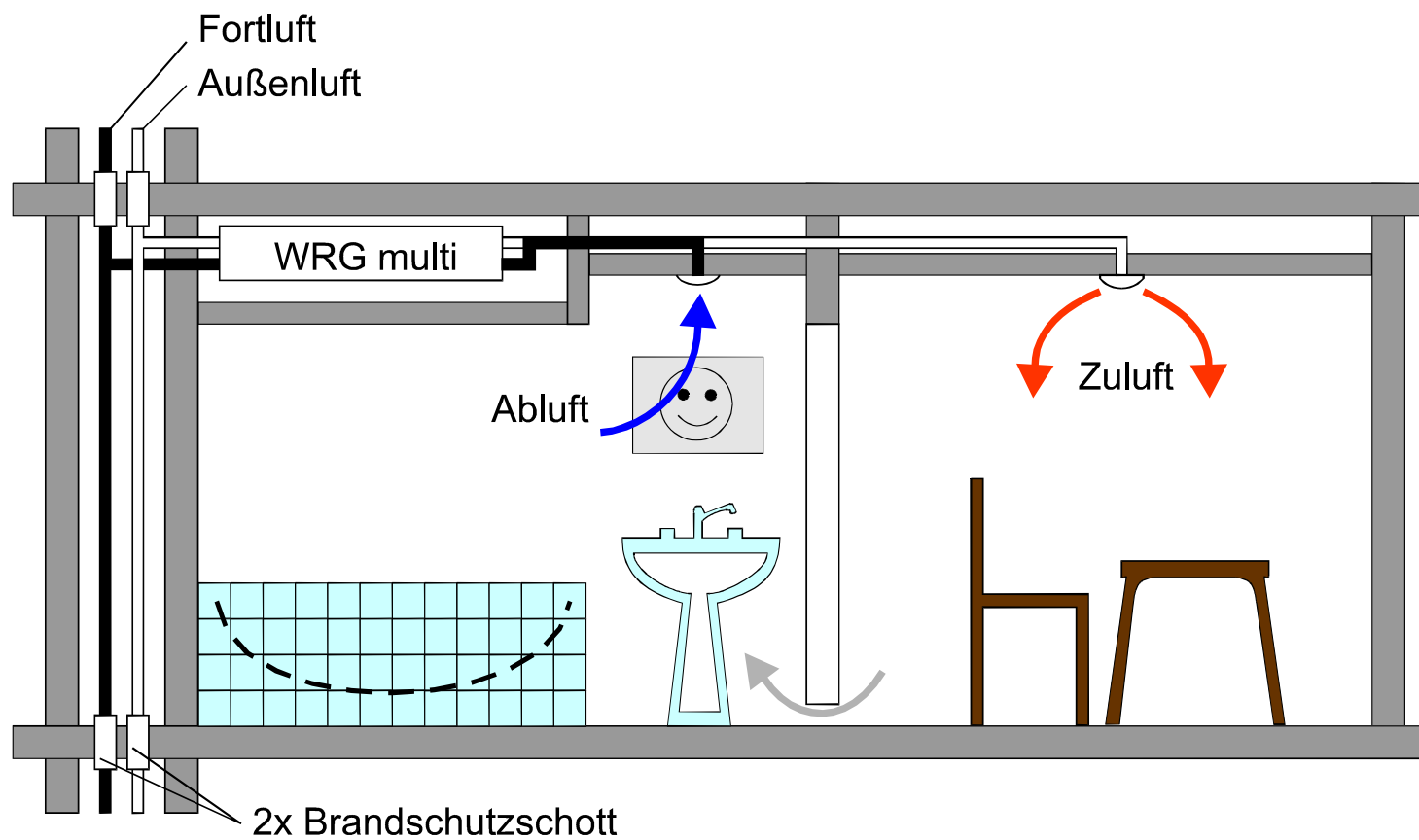
Naprava nad kuhinjsko omaro v sanitarnem stanovanju



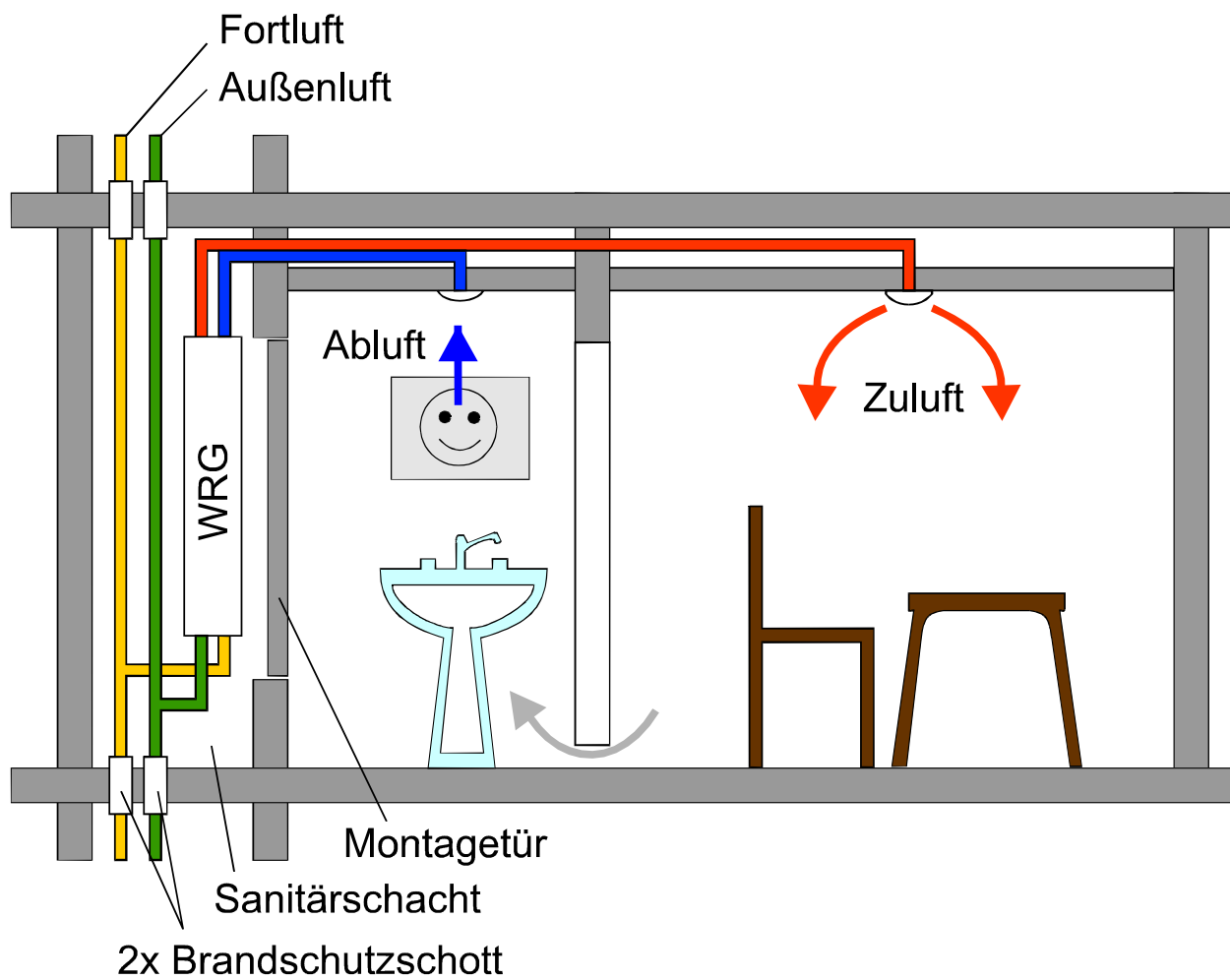
Rekuperator toplote (Tip „multi“) v kopalniški omari



„multi“ nad kopalno kadjo (obloženo s pohištvenimi ploščami)



„multi“ v sanitarnem jašku



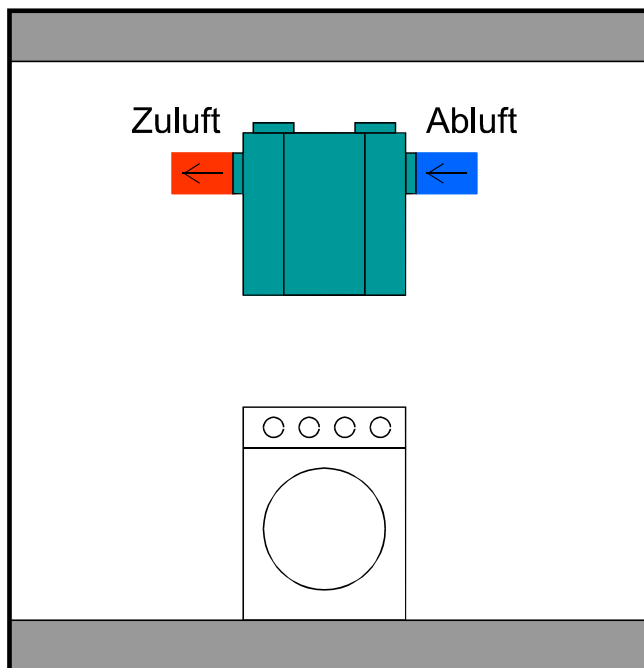
thermos 200 / 300 DC



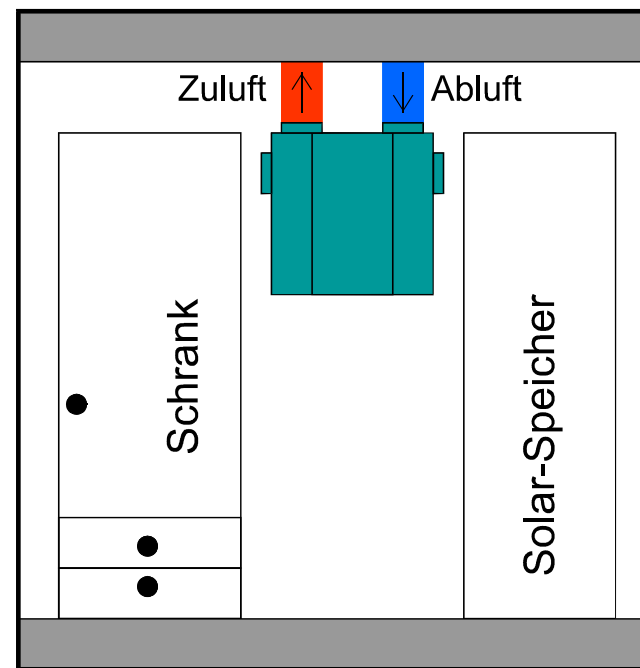
atmos 175 DC



Vgradne variante „santos“



Vodoravno vodenje napeljave
Naprava pod stropom



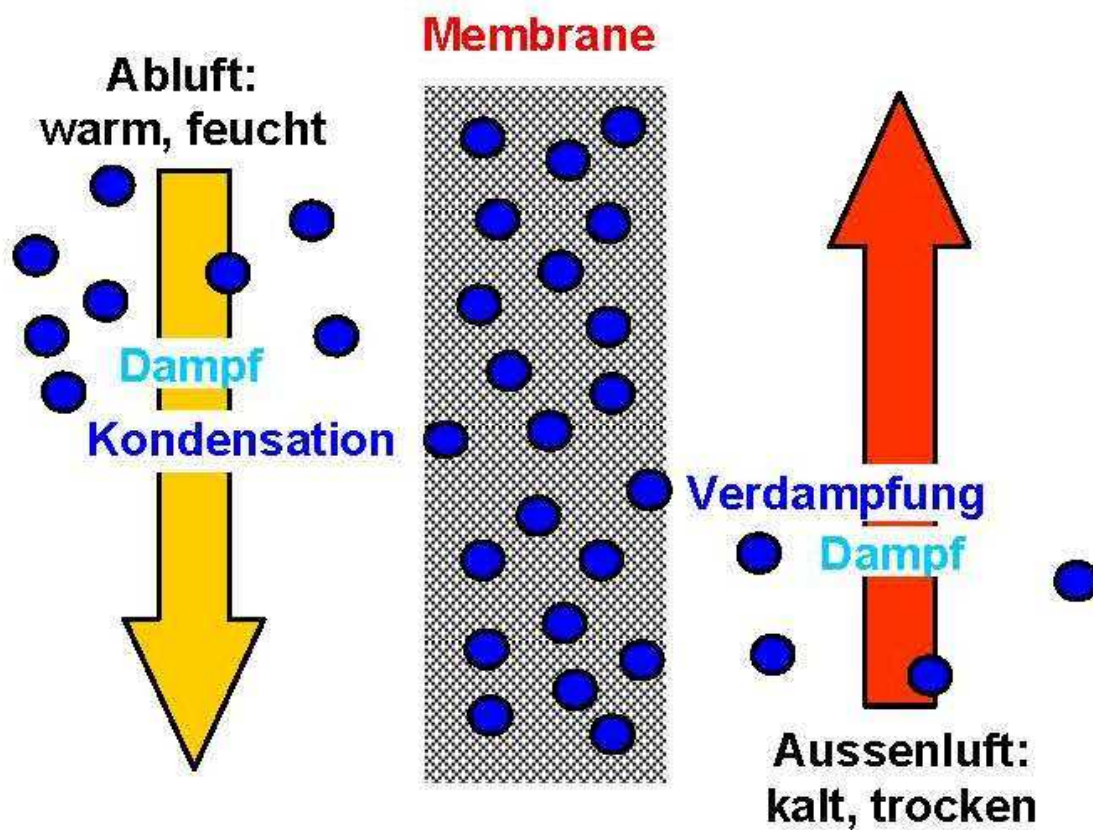
Navpično vodenje napeljave
Naprava med omaro in akumulatorjem

Značilnosti vlažnih toplotnih izmenjevalnikov:



- poleg toplote se dobi nazaj tudi vlaga – to zviša udobje
- Stopnja zagotavljanja toplote do 127 %
- higiensko neoporečen ploščni izmenjevalnik
- malo gibljivih delov, zelo malo potrebnih popravil
- nekritično delovanje tudi pri slabem vzdrževanju
- ni nevarnosti zamrznitve pri $t_{Au} \geq -10\text{ °C}$; Odmrznitveno ogrevanje ali zemeljski toplotni izmenjevalnik lahko odpade
- ni prenosa smradu tudi po mnogih letih obratovanja
- ugodno vzdrževane (Filtrski par 16,00 €, plus DDV)
- dobro razmerje cena-zmogljivost

Fizika transporta vlage skozi membrano
vlažnega toplotnega izmenjevalnika



maxi 800 ... 6000 DC



Fotografija: WRG-Rekuperacija toplote maxi 2000

Kompaktna naprava (Toplotni izmenjevalnik s toplotno črpalko)

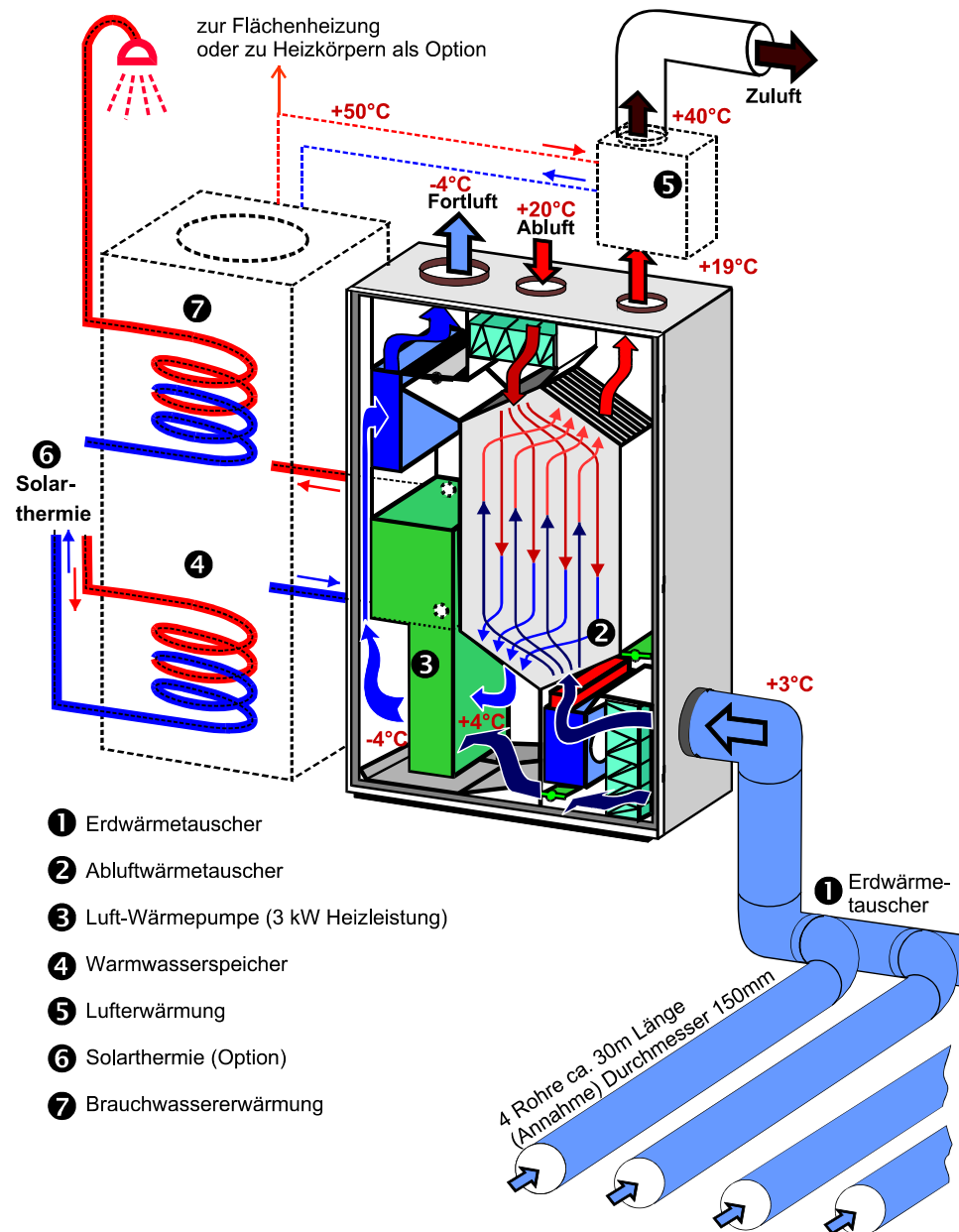


za pasivno hišo in 3-liter – hiše

kompakt 350 DC
(celotna naprava do 4,5 KW ogrevalne
moči) za

- Prezračevanje
- Ogrevanje
- Toplo vodo

Winter: Lüftung, Wärmerückgewinnung,
Warmwasserbereitung, Luftheizung



Kompaktna
naprava za
pasivno hišo



Prezračevalna
naprava
atmos
.. sta kot brat in sestra



Zemeljska toplotna
črpalka
terrasol



Grelna moč:

terrasol 40 3,5 kW (B0/W35)
 2,7 kW (B0/W55)

terrasol 60 6,5 kW (B0/W35)
 5,5 kW (B0/W55)

6.4. Pribor

Prezračevalne komponente



Zračni filtrski boks tip E



Zračni filtrski boks tip E dvojen



iso-zračni filtrski blok



iso-odmrznitveno ogrevanje

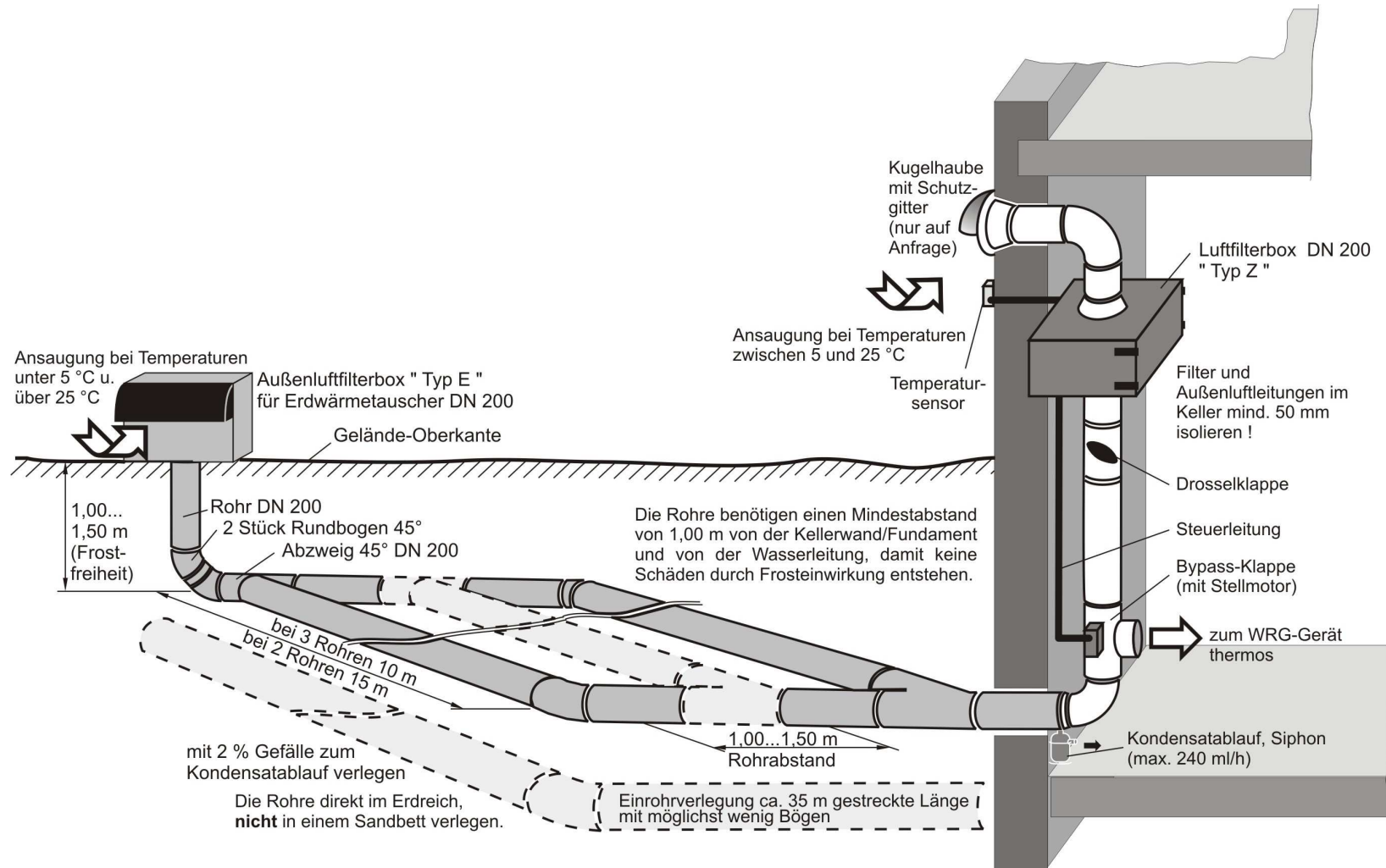


Odmrznitveno
ogrevanje z
avtarkičnim
krmiljenjem

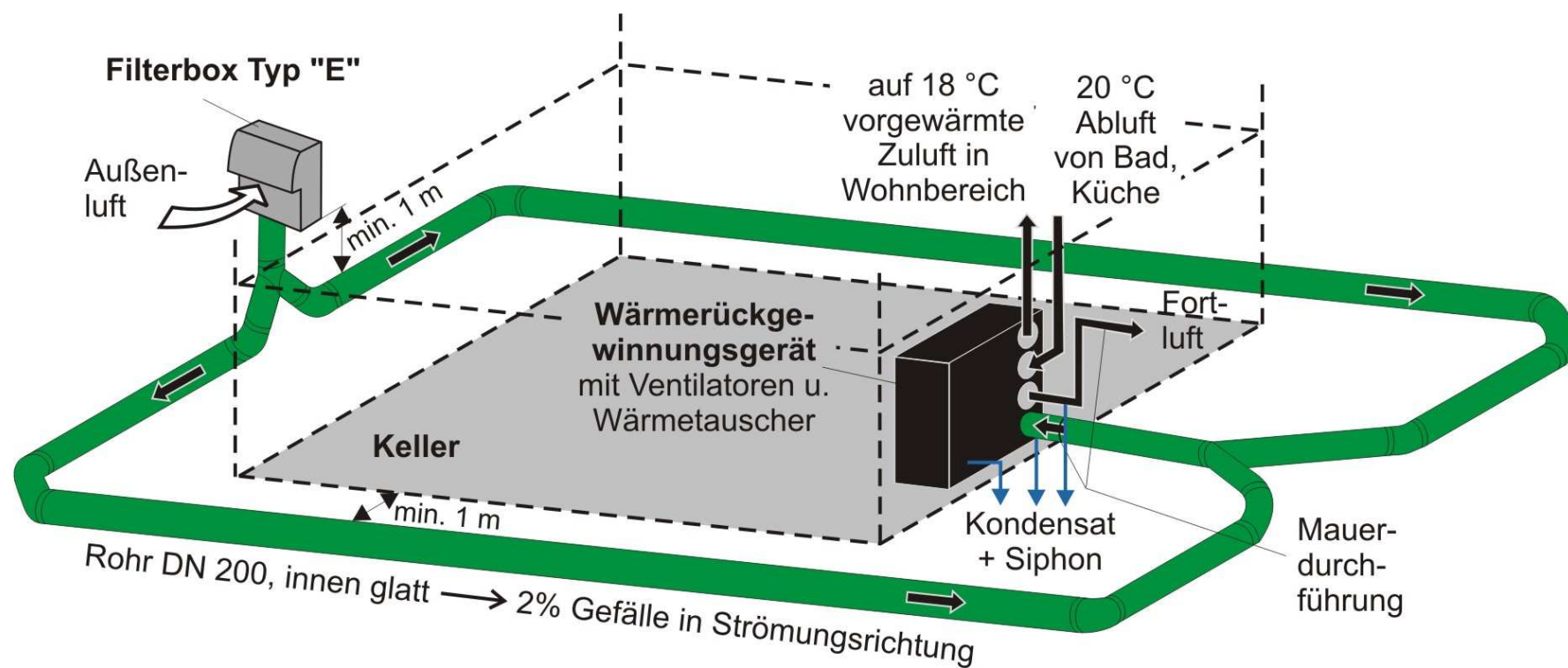


Odmrzovalnik s slanico

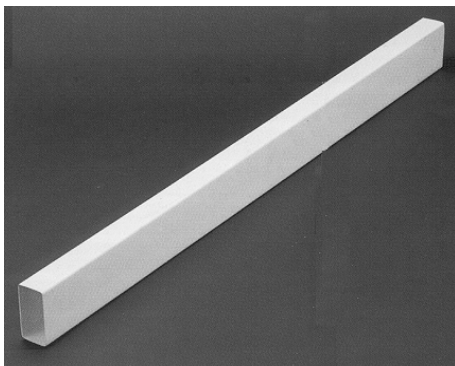
Pregled sistema za zemeljski toplotni izmenjevalnik



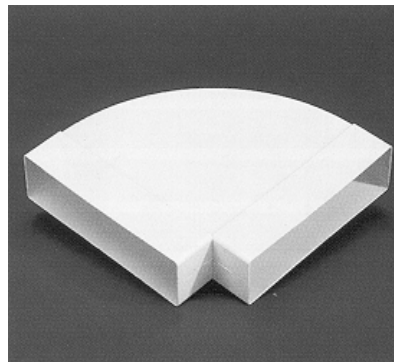
Zemeljski toplotni izmenjevalnik položen okrog hiše



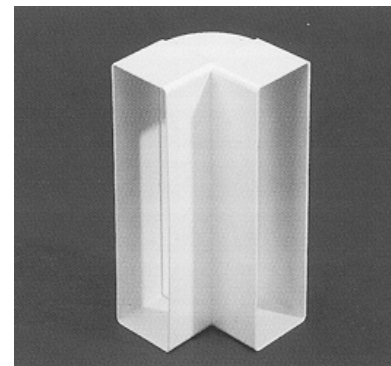
Ploščati kanali (plastika)



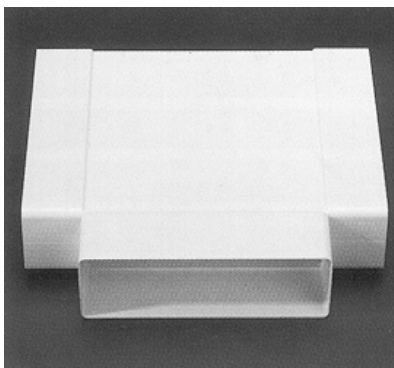
Ploščati kanal



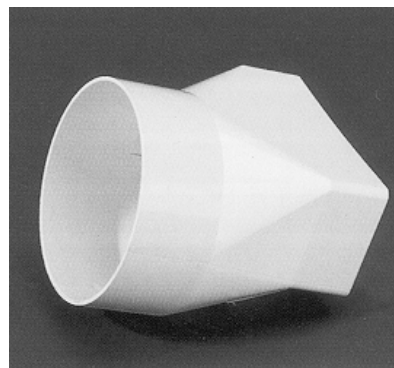
Cevno koleno 90°
vodoravno



Cevno koleno 90°
navpično



T-kos



Prehodni kos
okrogel-oglat

Cevi in ploščati kanali (pocinkana pločevina)



Kotna prepogibna cev



Cevno koleno 90°



T-kos



Pločevinasti kanal
Cevno koleno 90°

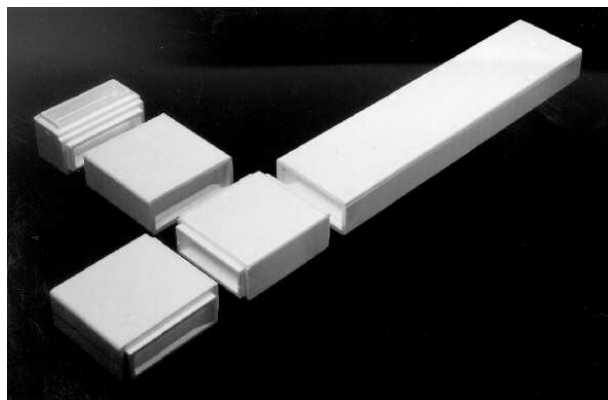


Pločevinasti kanal - prehodni kos
okrogel-oglat

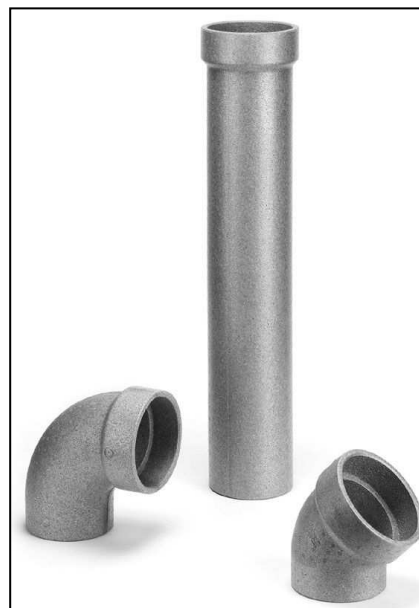
Valovita cev (plastika) in iso-kanal



Comfotube – bela, znotraj gladka in zunaj rebrasta cev iz novega, čistega HDPE-ja



iso-prezračevalni kanal
(Zaščiten registrirani
patent)



iso-cev iz
parotesnega EPP-ja

„octopus“ ali “pahljačasti”-
razdelilni sistem



Fleksibilni vodnik



Razdelilna
škatla



Montažna
plošča

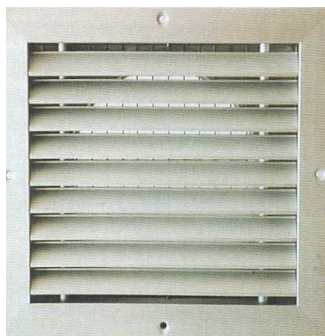


Spojni kos

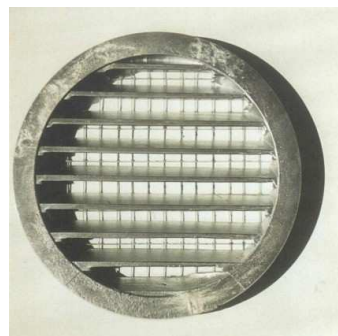


Zapiralo

Dovodi in odvodi zraka



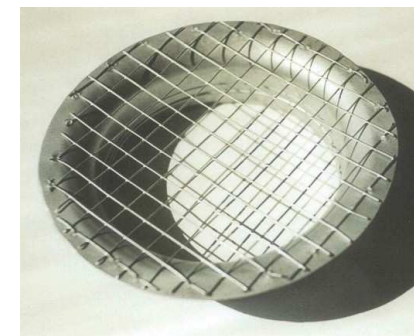
Svež zrak/Rešetka za nadaljnji zrak



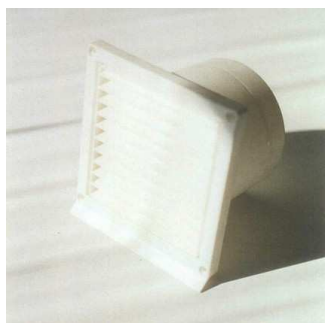
Svež zrak/Rešetka za nadaljni zrak okrogla



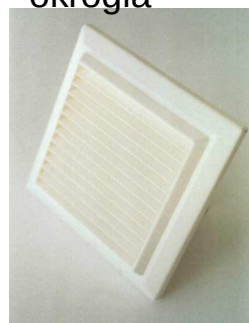
Svež zrak/rešetka za nadaljnji zrak



Vtočna šoba



Rešetka za svež zrak z mrežo proti insektom

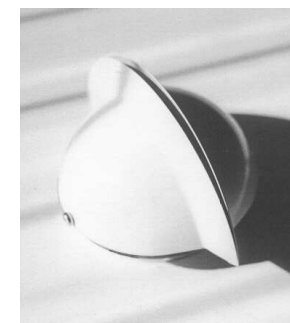


Rešetka za zunanji zrak



okrogla z avbo

Prehod za dovajani zrak (širokometalna šoba)

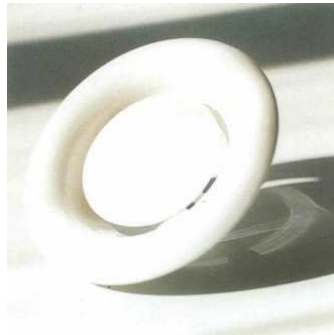


Kljunasta šoba (širokometalna šoba)

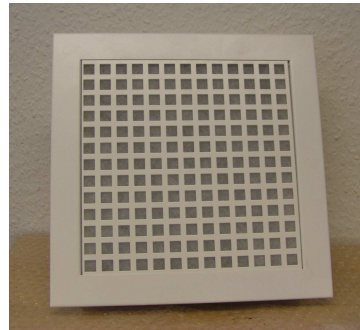
Dovodi in odvodi zraka



Ventil za
dovajani zrak z
vgradnim
okvirjem



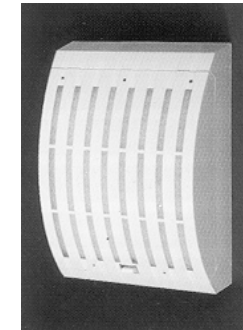
Krožnikasti ventil za
odpadni zrak
z vgradnim okvirjem



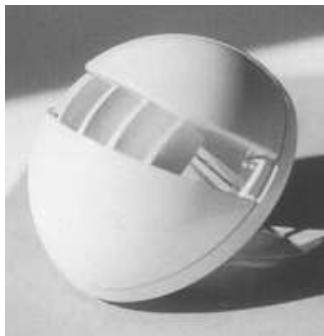
Predvklopni ventil
za krožnikaste
ventile



Predfilter z
izbočeno zaslonko
iz legiranega jekla



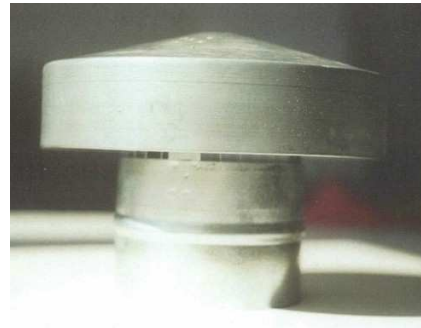
Ventil za
odpadni zrak
s filtrom



Bio-šoba



Strešno prekritje
z avbo



Strešna
avba



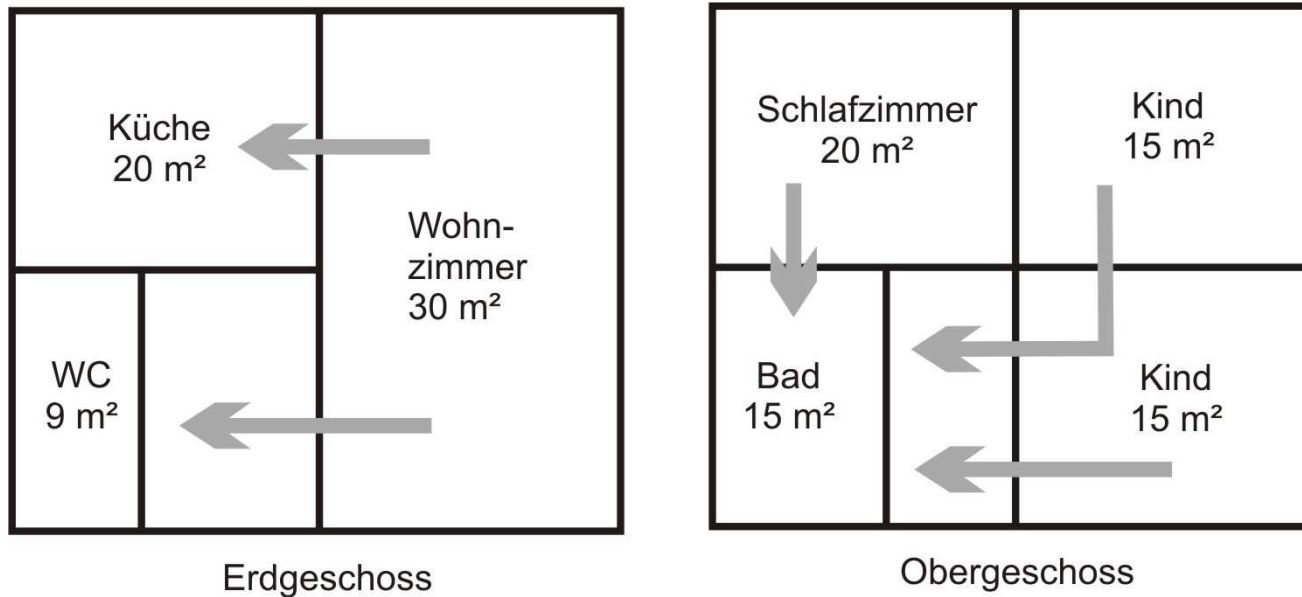
Talna izpustna
rešetka

7. Načrtovanje

Menjalna stopnja zraka, smer
zračnega pretoka, volumenski
pretok zraka – prostorsko ugodno
izračunavanje

Smer zraka Volumen zraka in menjalna stopnja zraka

Tloris enodružinske hiše 150 m²



Odpadni zrak: 44 m² · 2,5 m = 110 m³

Območje svežega zraka: 80 m² · 2,5 m = 200 m³

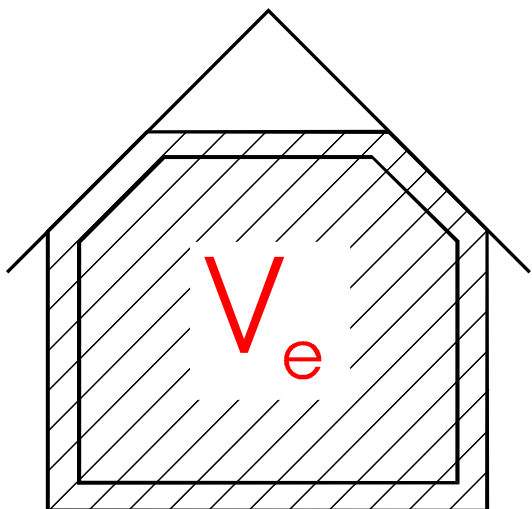
$$n = \frac{120 \text{ m}^3/\text{h}}{110 \text{ m}^3} = \mathbf{1,1 \text{ h}^{-1}}$$

$$\dot{V} = V \cdot n = 200 \text{ m}^3 \cdot \mathbf{0,6 \text{ h}^{-1}} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$$

Celotna hiša: $n = \frac{\dot{V}}{V} = \frac{120 \text{ m}^3/\text{h}}{(110 + 200) \text{ m}^3} \approx \mathbf{0,4 \text{ h}^{-1}}$

3 različne menjalne stopnje zraka **n**

Menjalna stopnja zraka n



$$V_e = \frac{A_N}{0,32}$$

V_e – ogrevan volumen zgradbe, ki je obdan z zunanjimi izmerami zgradb

V – ogrevan volumen zraka

$V = 0,76 \cdot V_e$ pri zgradbah z do 3-mi popolnimi etažami

$V = 0,8 \cdot V_e$ pri vseh ostalih zgradbah

A_N – Koristna površina po EnEV

$\dot{V}$ = Volumenski pretok zraka za prezračevanje [m^3/h]

n = Menjalna stopnja zraka [h^{-1}]

$n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$ Menjava zraka naprave po DIN V 4701-10

$\dot{V} = n \cdot V = |A| \rightarrow$ pri $n = 0,4 \text{ h}^{-1}$ in $h = 2,5 \text{ m}$

$$n = \frac{\dot{V}}{V} = \frac{\dot{V}}{0,8 \cdot V_e}$$

pri sobi:

$$n = \frac{\dot{V}}{V} = \frac{\dot{V}}{A \cdot h} = \frac{\dot{V}}{A \cdot 2,5}$$

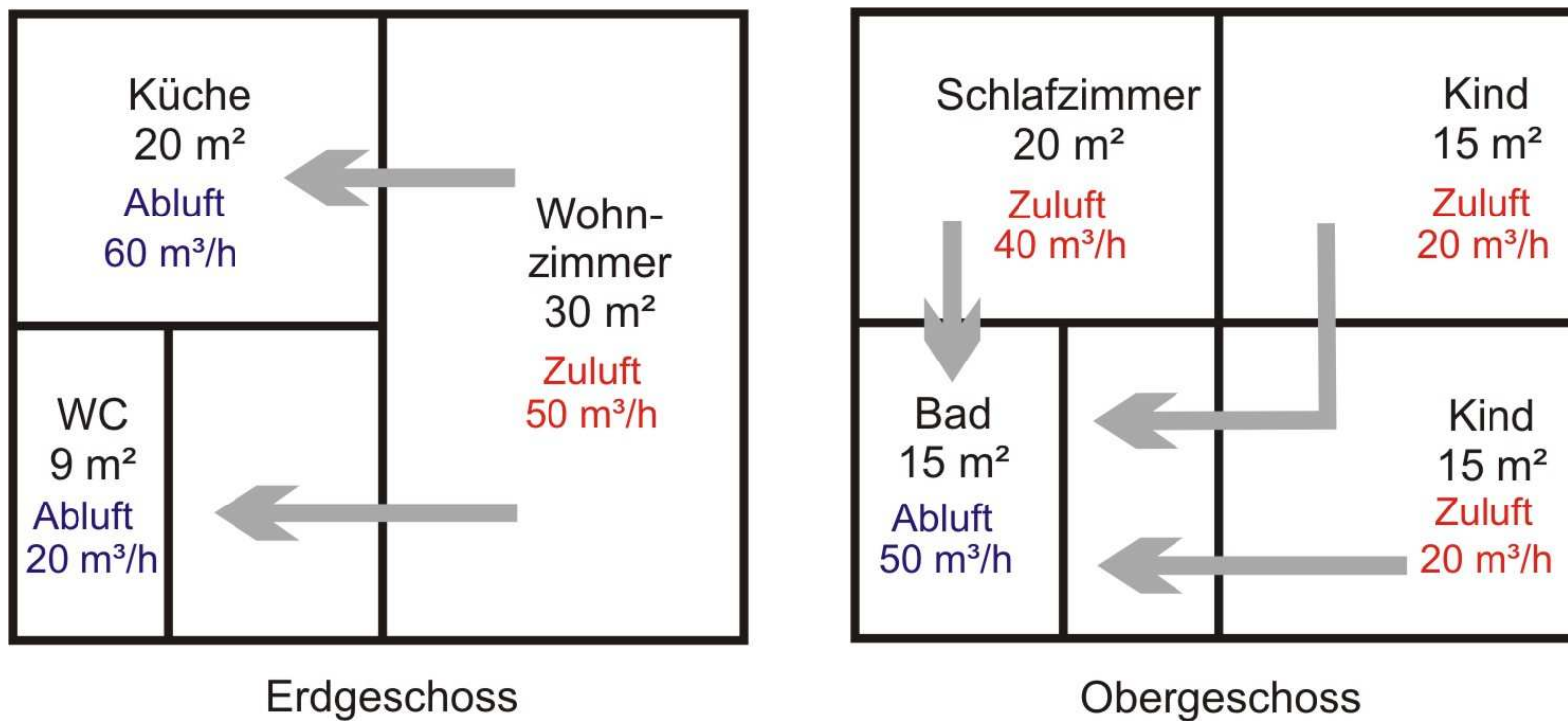
Projektni volumenski pretoki



Prostor	Priporočene stopnje zunanjega zraka [m ³ /h]	Opomba
Bivalni prostori	40...70	Dovajani zrak: 0,5...0,9-kratna menjava zraka
Starši/Spanje	40	20 m ³ /(h*Oseba) Sprejem: 2 osebi
Otroška soba	20	20 m ³ /(h*Oseba) Sprejem: 1 oseba
Gost	20	20 m ³ /(h*Oseba) Sprejem: 1 oseba
Pisarna	20	20 m ³ /(h*Oseba) Sprejem: 1 oseba
Kuhinja	60	DIN 18017 del 3
Kopalnica	40	DIN 18017 del 3
WC	20	DIN 18017 del 3
HWR	20...30	

Volumenski pretoki – uravnoteženje

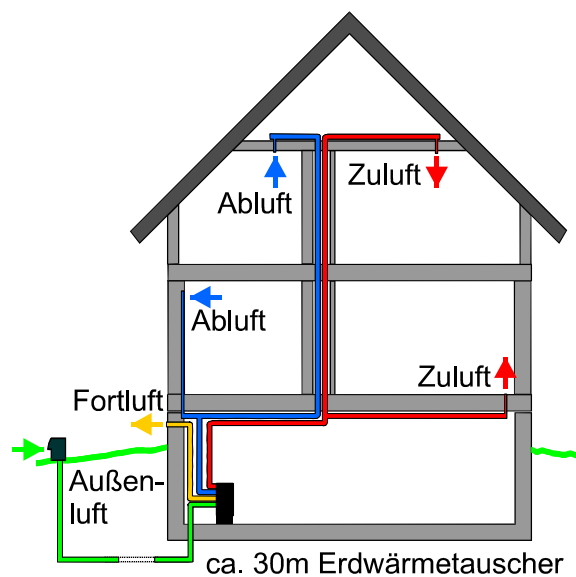
Tloris enodružinske hiše 150 m²



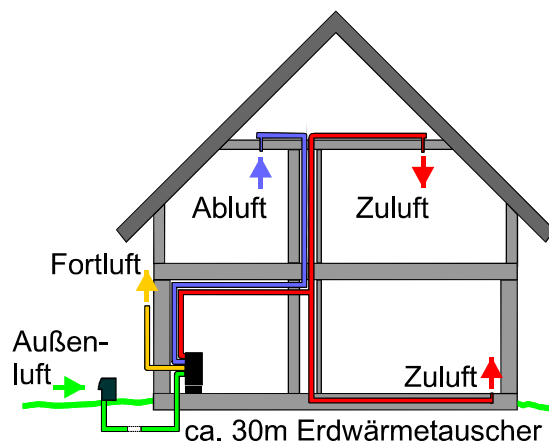
Dovajani zrak: 130m³/h = Odpadni zrak: 130m³/h

Lokacija postavitve prezračevalne
naprave in vodenje zraka v hišo

Lokacija postavitve centralne naprave

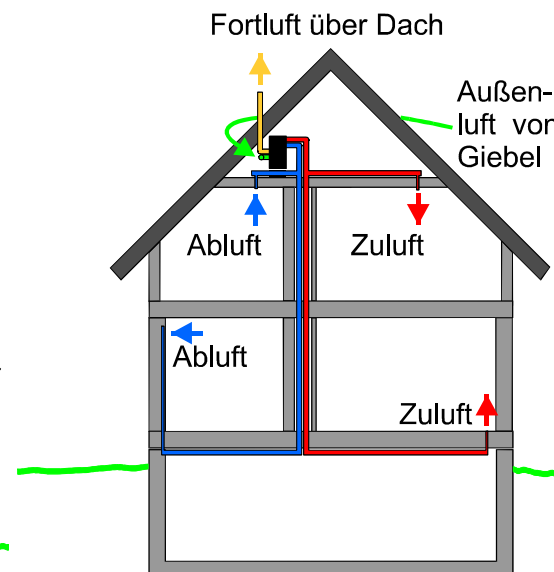


Klet



Tehnični prostor hiše

Upoštevajte hrupe!
Vodenje kondenzata v EWT-
zemeljski toplotni
izmenjevalnik!



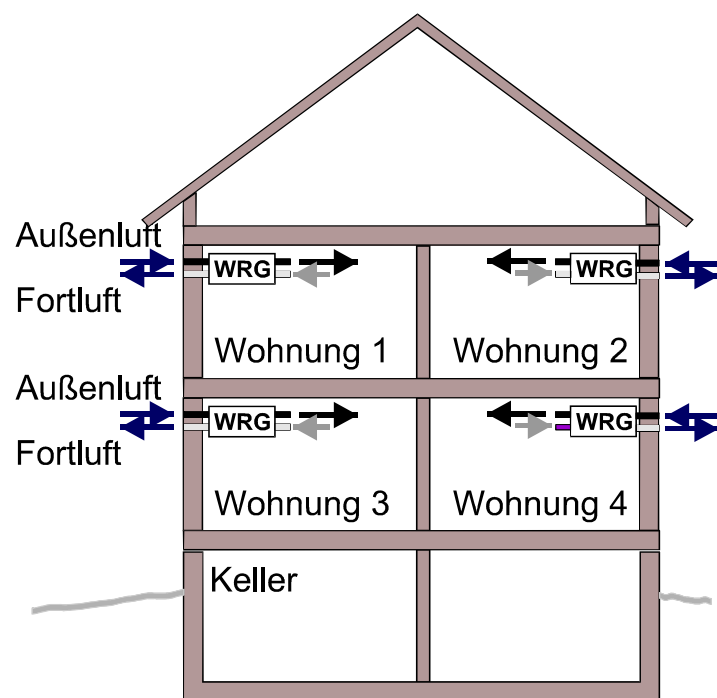
Podstrešje

Potreben je
odmrzovalnik!
Upoštevajte hrupe!

Rekuperacija toplote v večdružinski hiši

Varianta 1:

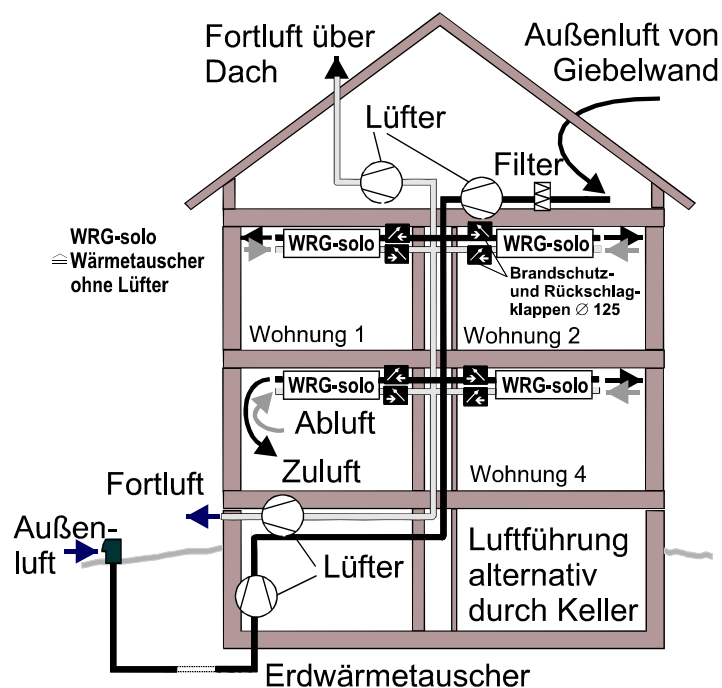
Zgradba z eno napravo za rekuperacijo toplote na eno stanovanje



Rekuperacija toplote v večdružinski hiši

Varianta 5:

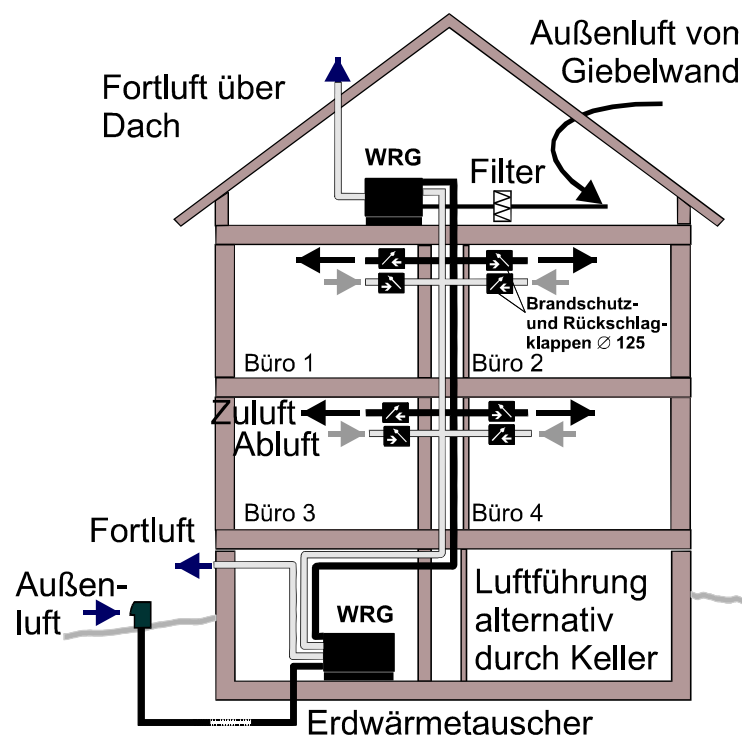
Zgradba s centralnim vodenjem zunanjega zraka in nadaljnjega zraka, loputami za protipožarno zaščito in protipovratnimi loputami, centralnimi ventilatorji, filtrom za zunanji zrak in enim toplotnim izmenjevalnikom na eno stanovanje



Rekuperacija toplote v večdružinski hiši

Varianta 7:

Zgradba s centralnim vodenjem zunanjega zraka in nadaljnega zraka, loputami za protipožarno zaščito in protipovratnimi loputami in centralno napravo za rekuperacijo toplote



Prednosti:

1. Naprava za rekuperacijo toplote z ventilatorji ni nameščena v bivalni enoti
→ Prihranek na prostoru, ni sevanja hrupa v stanovanje

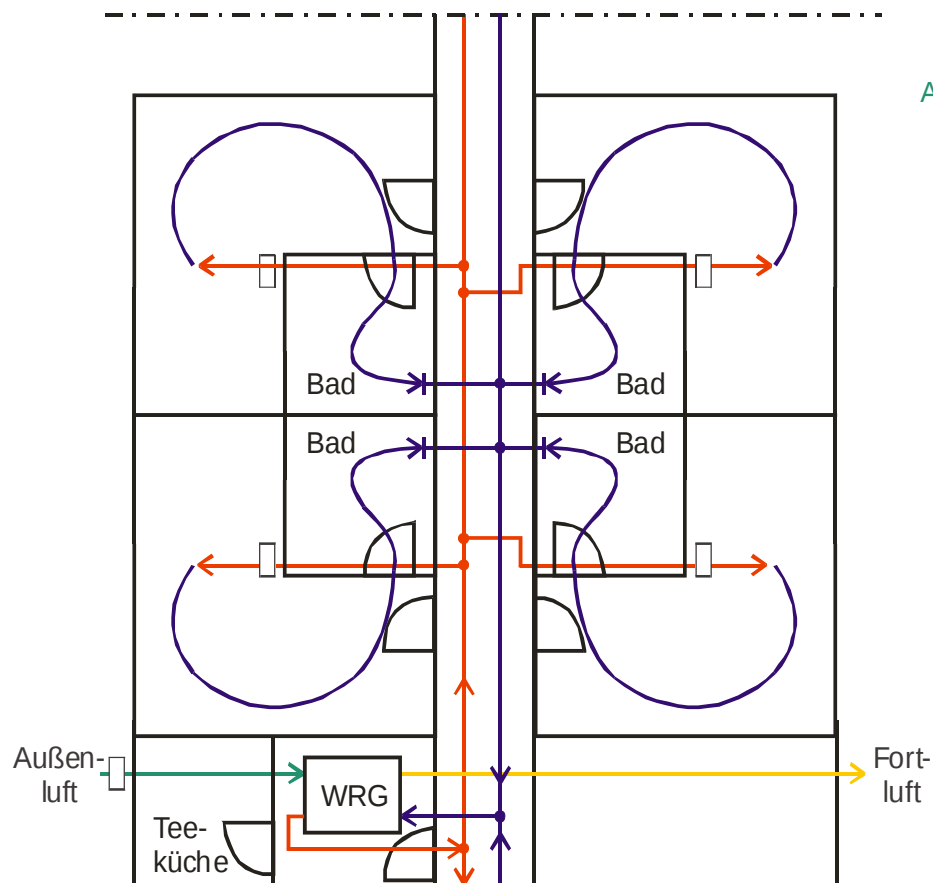
Pomanjkljivost:

1. Pomanjkljivost 1 variante 6

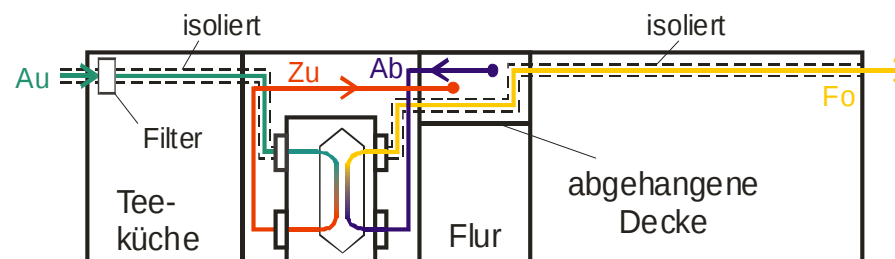
Prezračevanje čez hodnike za pisarne, hotele, domove za ostarele itd. z WRG-rekuperacijo toplote „campus“



Tloris

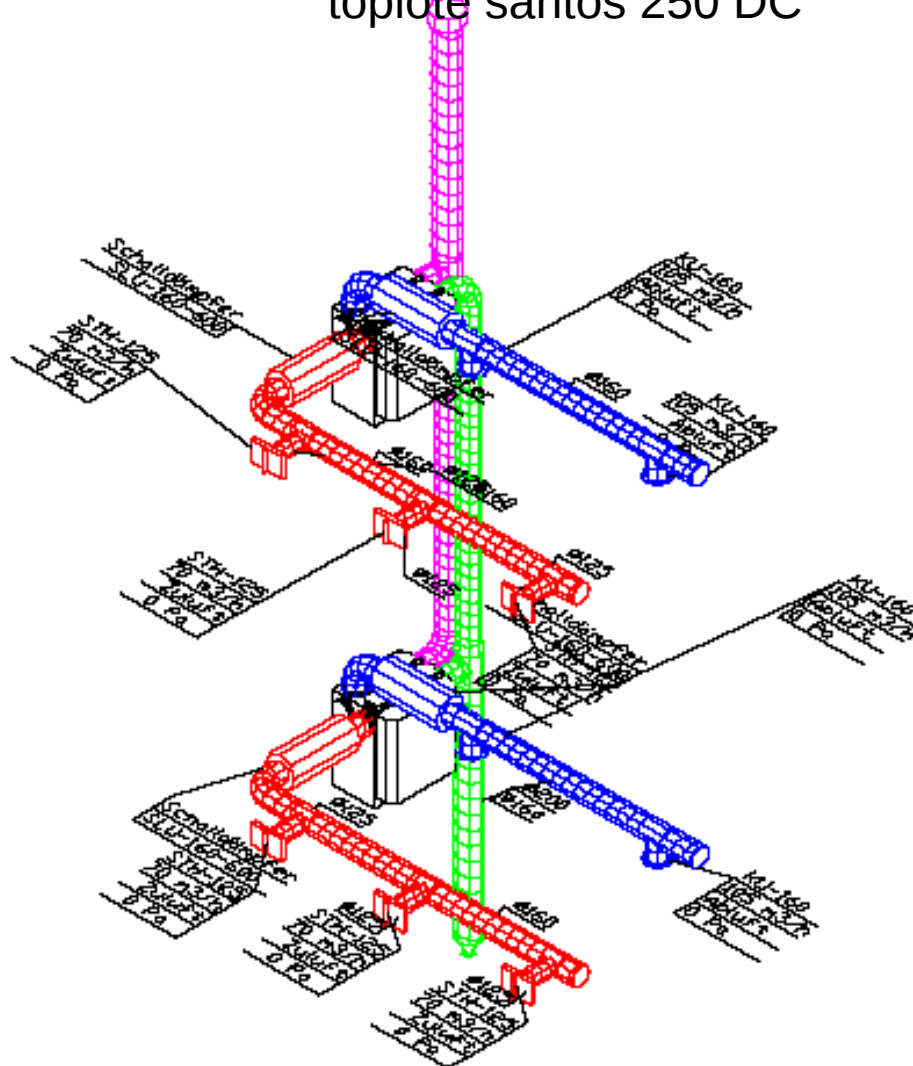


Prikaz preseka



Prezračevanje in odzračevanje otroških vrtcev

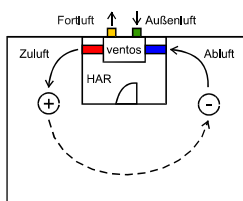
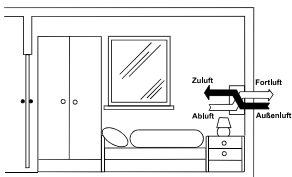
Primer 2: WRG-Rekuperacija toplote Santos 250 DC



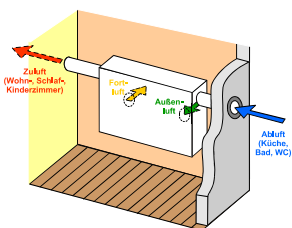
8. Prezračevalne variante za prenovo in sanacijo starih zgradb

Variante rešitve

Decentralna prezračevalna varianta

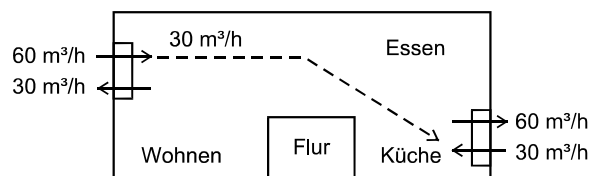


⊕ - Überdruck ⊖ - Unterdruck
HAR = Hausanschlussraum



Otokasta rešitev

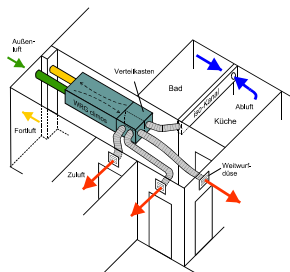
- Prezračevanje tudi sosednjih prostorov



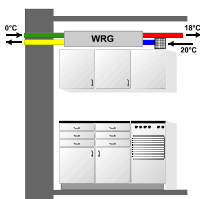
Prečno prezračevanje

- z 2 napravama
- z namenskim neuravnoteženjem

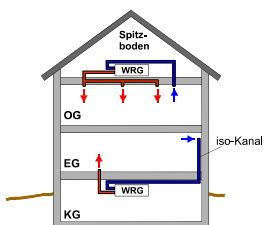
Variante rešitve



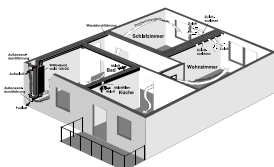
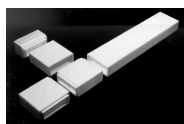
Medkrovná naprava



Mala naprava nad kuhinjsko omaro / v kopalnici



2 Mali napravi: Klet in podstrešje pod slemenom



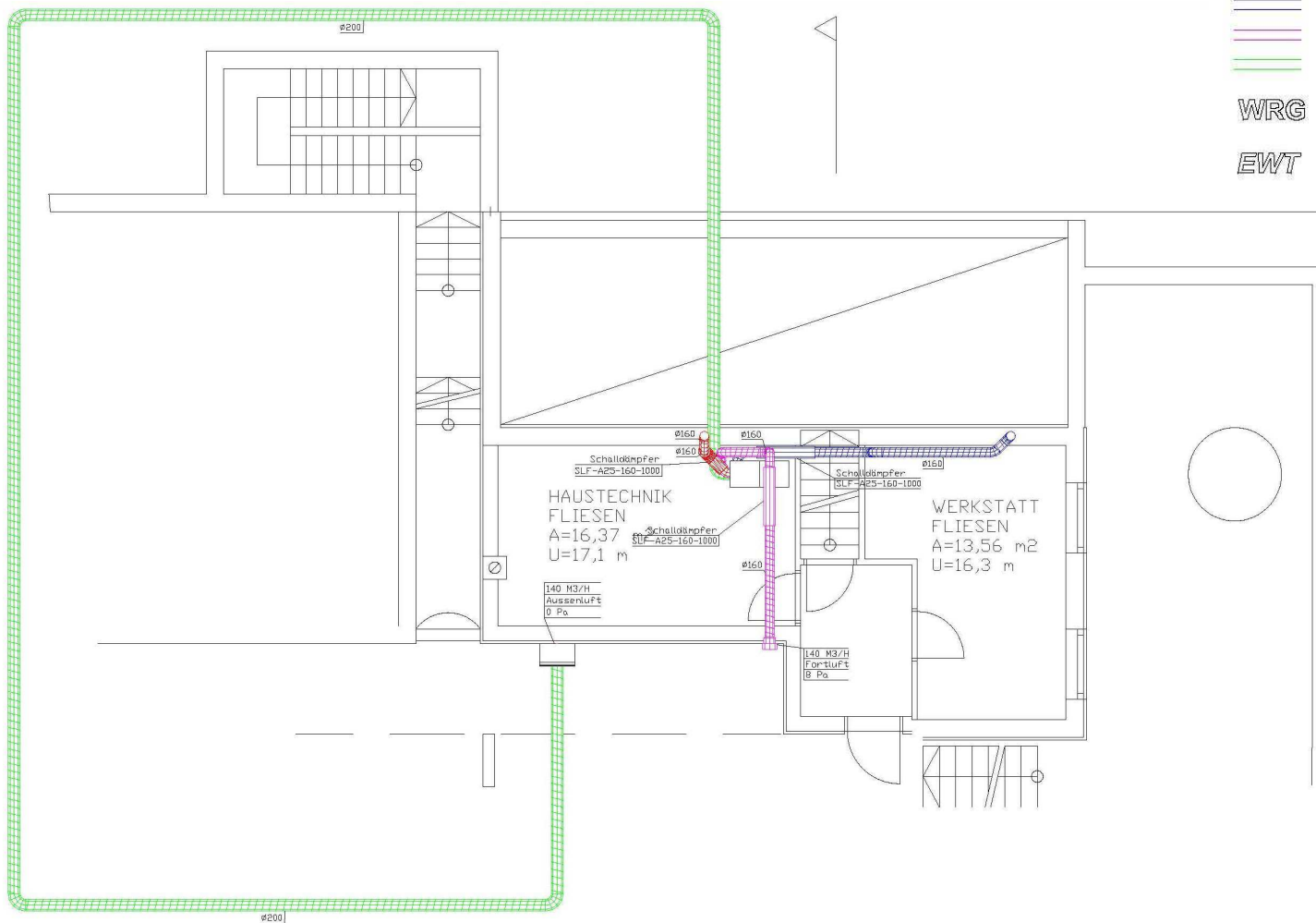
iso-prezračevalni kanal

9. Primeri načrtovanja vodenje zraka, bilanca volumenskega pretoka

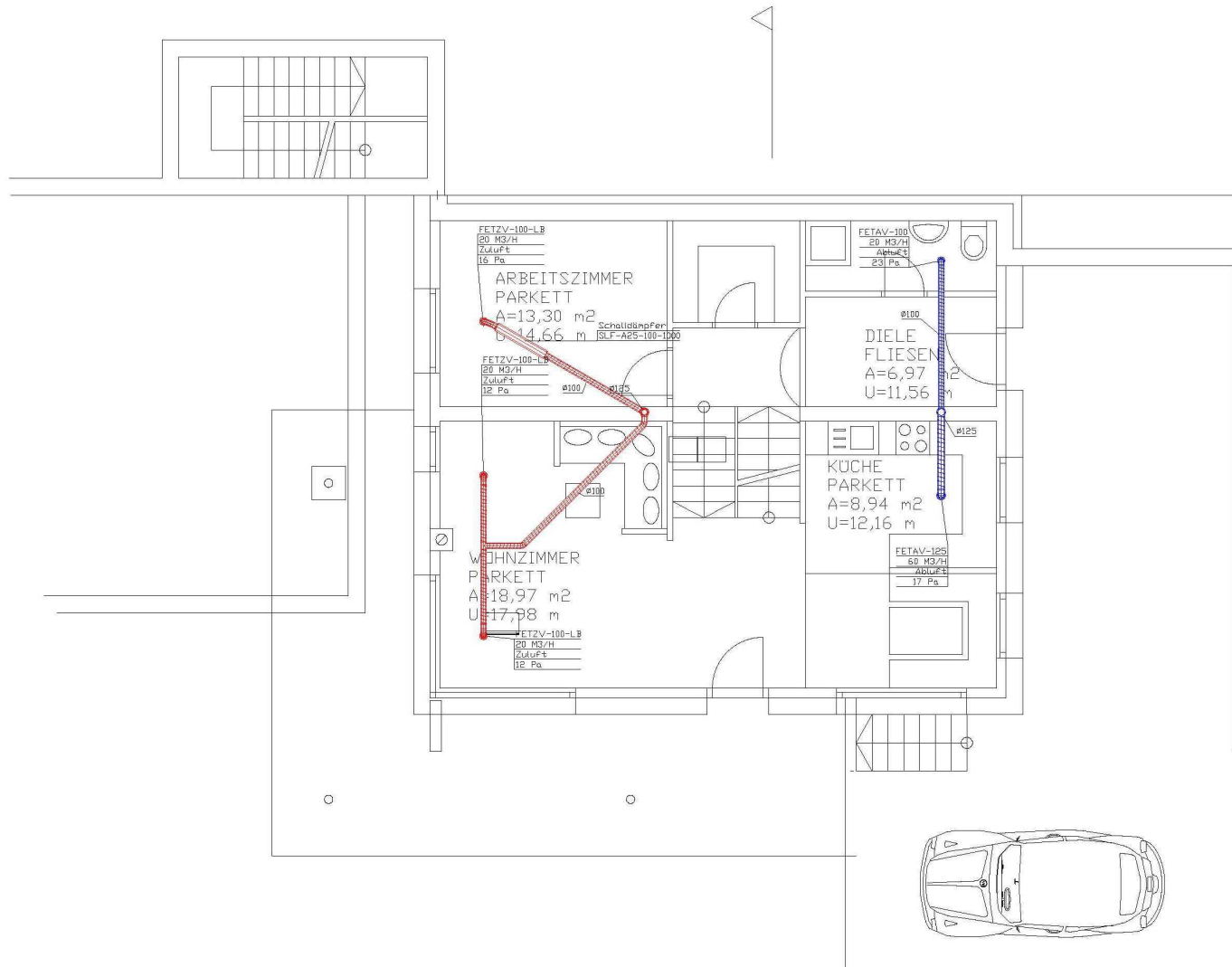
Kletna etaža



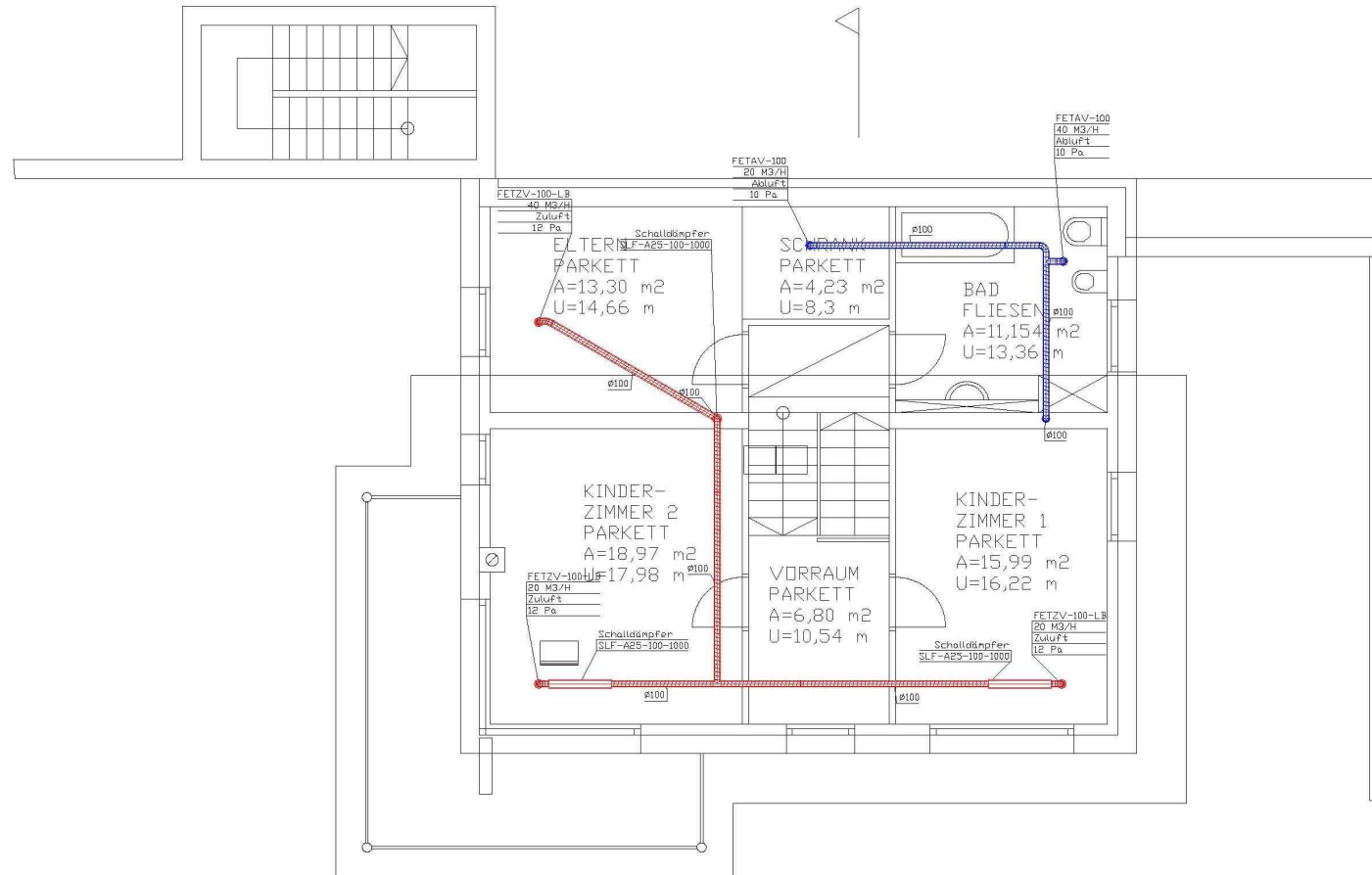
Legende:



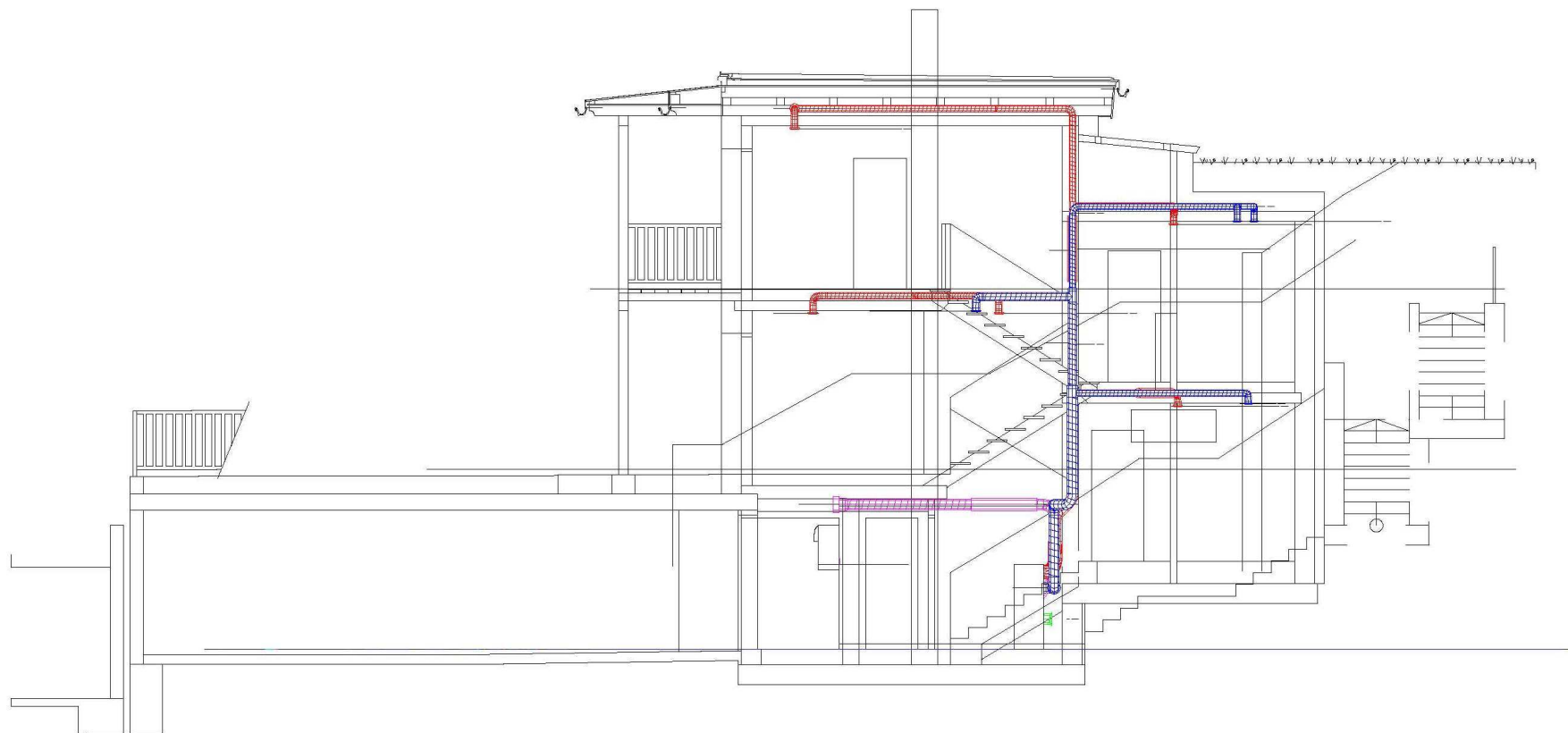
Pritliče



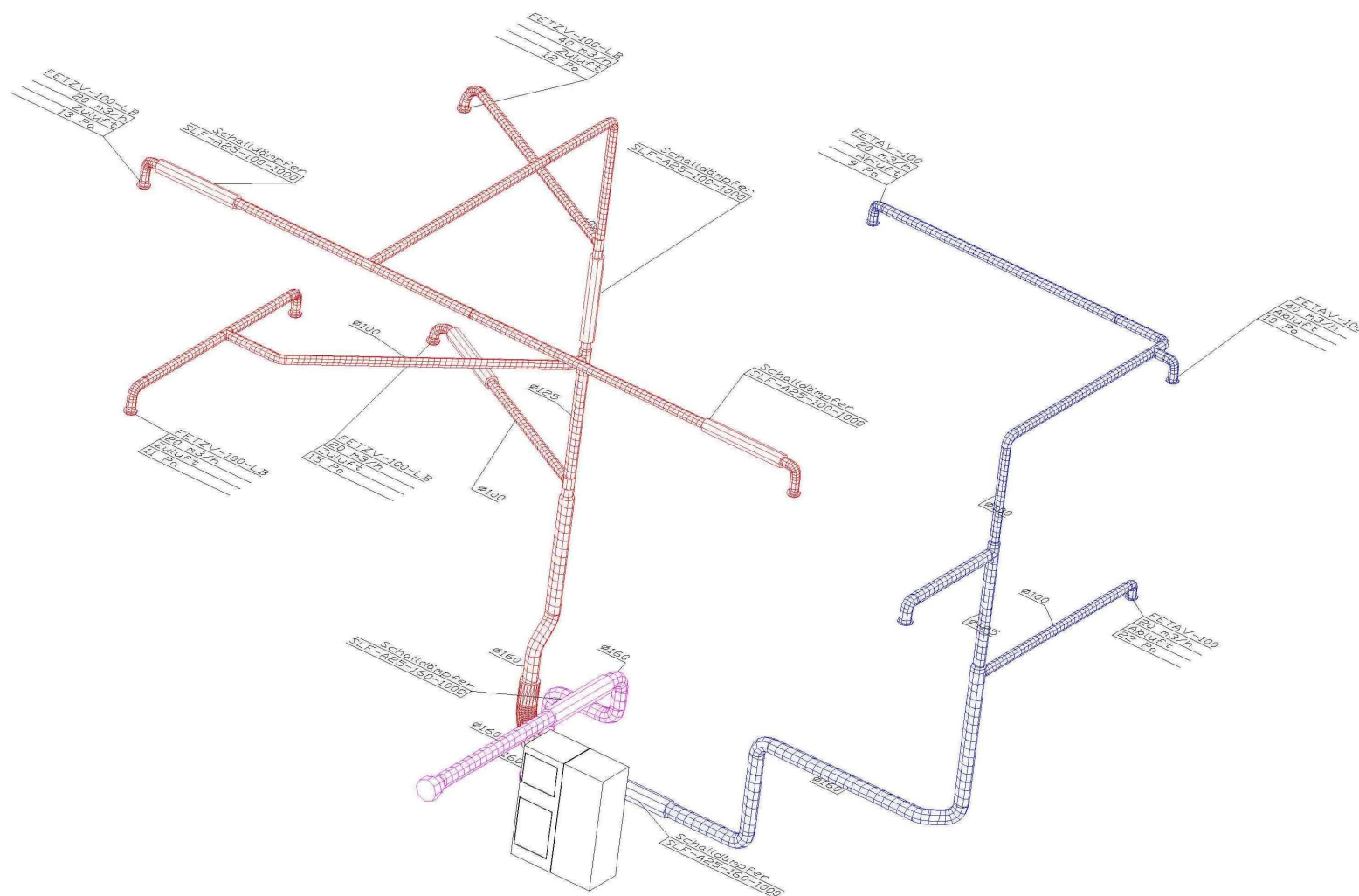
Podstrešje



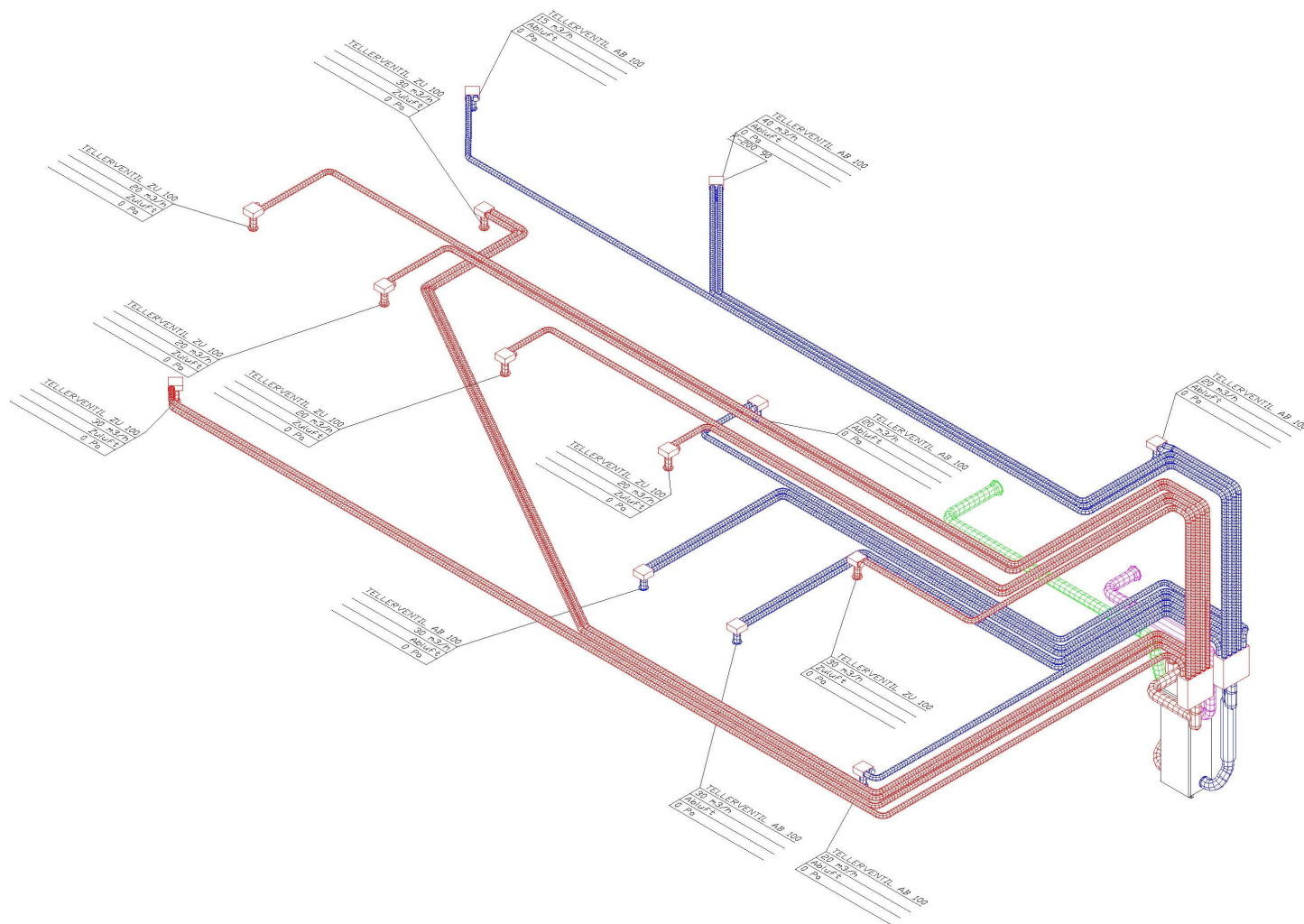
Prerez



Vejnati sistem: Linijska shema izometrična



octopus-razdelilni sistema za zrak: Linijska shema izometrična



Volumenski pretoki

Raum	Art der Lüftung (AB, ZU, ÜB)	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Volumen- strom [m³/h]	korrigierter Vol. strom [m³/h]	Bilanz		Notizen
					Abluft [m³/h]	Zuluft [m³/h]	
					140	140	
Wohnen	zu	0,8	38	40		40	
Arbeitszimmer	zu	0,7	23	20		20	
DU/ WC	ab	2	21	20	20		
Küche	ab	2,5	56	60	60		
Kind 2	zu	0,5	24	20		20	
Eltern	zu	1,3	43	40		40	
Schrank	ab	2	21	20	20		
Bad	ab	1,5	42	40	40		
Kind 1	zu	0,5	20	20		20	

10. Podatki za tehniko pretoka, seznam materiala

CADvent Strömungstechnische Daten

Anlage:
Luftfrüchtigung:
Bearbeiter:

SUPPLY

Sabaczuk, Frank

	[Nr.]	Bezeichnung:	Volumenstrom		Länge	Geschw.	Verfügbar	dp	Info/Hinweis
			m ³ /h	q					
	1	BU-160-45	140	140	mm	m/s	Pa	Pa	
	2	TELEFONESCHALLDÄMPFER	140	140		1,9	29	2	
	3	SR-160	140	140	315	1,9	29		
	4	BU-160-45	140	140		1,9	28		
	5	SR-160	140	140		1,9	27	1	
	6	BU-160-45	140	140	237	1,9	27		
	7	SR-160	140	140		1,9	27	1	
	8	RCU-160-125	140	140	1 376	1,9	26	1	
	10	TCPU-125-100	140	140		3,2	26	1	
	49	SR-100	20	20		0,7	25	8	
	50	SLF-A25-100-1000	20	20	1 945	0,7	17		
	51	SRFC 100 343	20	20		0,7	17		
	52	FETZV-100-LB	20	20	294	0,7	17		
	10	TCPU-125-100	120	120		0,7	16	16	
	11	SR-125	120	120	1 356	2,7	25	2	
	12	TCPU-125-100	40	40		2,7	23	1	
	38	BU-100-45	40	40		1,4	22	5	
	39	SR-100	40	40		1,4	17		
	40	BU-100-45	40	40	2 968	1,4	16	1	
	41	SR-100	40	40		1,4	15		
	42	TCPU-100-100	20	20	588	1,4	15		
	43	SR-100	20	20		0,7	14	2	
	44	SRFC 100 395	20	20	1 318	0,7	12		
	45	FETZV-100-LB	20	20	310	0,7	12		
	42	TCPU-100-100	20	20		0,7	12	12	
	46	SR-100	20	20		0,7	14	2	
	47	SRFC 100 357	20	20	1 007	0,7	12		
	48	FETZV-100-LB	20	20	282	0,7	12		
	12	TCPU-125-100	80	80		0,7	12	12	
	13	RCFU-125-100	80	80		1,8	22	2	
	15	SLF-A25-100-1000	80	80		2,8	20	1	
	16	SR-100	80	80		2,8	19		
	17	TCPU-100-100	40	40	92	2,8	19	5	
	34	SR-100	40	40		1,4	19		
	35	SRFC 100 377	40	40	2 972	1,4	14	1	
	36	->FETZV-100-LB	40	40	322	1,4	12		
	17	TCPU-100-100	40	40		1,4	12	12	
	18	SR-100	40	40		1,4	19	2	
	19	BU-100-90	40	40	1 324	1,4	17	1	
	20	SR-100	40	40		1,4	17	1	
	22	SR-100	40	40	1 068	1,4	16		
			40	40	3 000	1,4	15	1	

Seznam materiala

Art.- Nr. Paul	Bezeichnung	Anzahl	Einheit
WFR-100-3000	Wickelfalzrohr 100	36	m
WFR-125-3000	Wickelfalzrohr 125	6	m
WFR-160-3000	Wickelfalzrohr 160	12	m
FR-100-5000	Flexrohr 100-5000 gestaucht auf 1,2m	5	m
FR-125-5000	Flexrohr 125-5000 gestaucht auf 1,2m	5	m
WFDB-100-45	Bogen 100 45°	2	Stück
WFDB-160-45	Bogen 160 45°	5	Stück
WFDB-100-90	Bogen 100 90°	3	Stück
WFDB-160-90	Bogen 160 90°	9	Stück
WFDN-100	Nippel 100	3	Stück
WFM- 100	Muffe 100	5	Stück
WFM- 125	Muffe 125	2	Stück
WFM- 160	Muffe 160	2	Stück
WFDTAS-100-100	T-Stück 100-100	4	Stück
WFDTAS-125-100	T-Stück 125-100	2	Stück
WFDTAS-125-125	T-Stück 125-125	1	Stück
WFDTAS-160-100	T-Stück 160-100	1	Stück
WFDRSM-125-100	Reduzierung sym. 125-100 Muffenm. 125	2	Stück
WFDRSM-160-125	Reduzierung sym. 160-125 Muffenm. 160	2	Stück
WFDRSM-200-160	Reduzierung sym. 200-160 Muffenm. 200	2	Stück
FETAV-100	Abluftventil 100 mit Einbaurahmen (Metall, rund)	3	Stück
FETAV-125	Abluftventil 125 mit Einbaurahmen (Metall, rund)	1	Stück
FETZV-100	Zuluftventil 100 mit Luftleitblech und Einbaurahmen	6	Stück
FEFGMR-200	Frisch-/ Fortluftgitter m. Vogelschutzgitter, rund, 200	1	Stück
FEVF-220-220-80	Vorschaltfilter 220x220x50mm G3	1	Stück
S-FEAF-200	Typ E DN 200, mit Filterfließ G2 und Filter G4	1	Stück
FETSR-100-1000-25	Telefonie-Schalldämpfer 100-1000	4	Stück
FETSR-160-1000-25	Telefonie-Schalldämpfer 160-1000	3	Stück
	Wärmerückgewinnungsgerät thermos 200 DC mit Automatik-Steuerung bestehend aus Netzteil + Lüftersteuerung und einem Komfort-Bedienteil mit Display und integriertem Raumtemperaturfühler, Automatik- und manueller Steuerung mit Balance-Ausgleich	1	Stück
	Volumenstrom- Konstantregelung inkl. 2 analoge Strömungssensoren	1	Stück
In Angebot und Planung sind keine Montagekosten, Transportkosten, Befestigungsmaterialien und Verpackung sowie Isolationsmaterial für eine Wärmedämmung der luftführenden Kanäle berücksichtigt. Das Angebot wurde auf Basis der uns bis zum Zeitpunkt der Angebotserstellung vorliegenden Unterlagen erstellt. Es gelten die Allgemeinen Geschäfts- und Lieferbedingungen der Fa. PAUL Wärmerückgewinnung. An dieses Angebot binden wir uns für eine Frist von drei Monaten. Materialliste und Zeichnungen sind vor Installation der Anlage von der installierenden Firma auf Maßhaltigkeit und Vollständigkeit hin zu prüfen.			

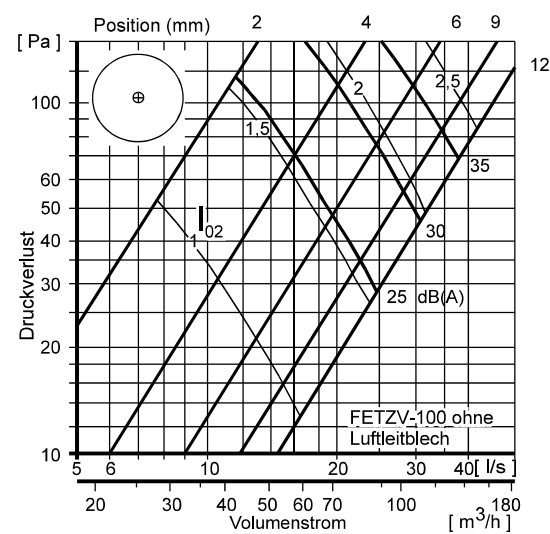
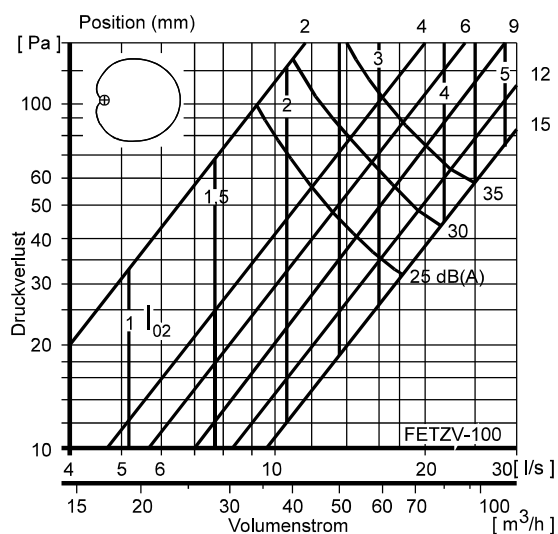
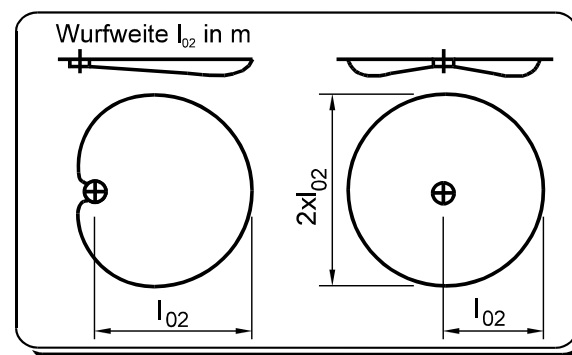
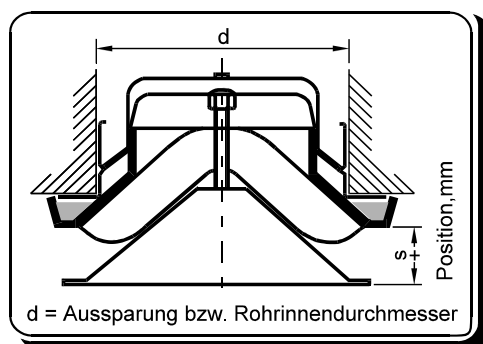
Dovajani zrak

Dovajani zrak-krožnikasti ventil z vodilno pločevino za zrak

Iz jekla, žgano lakiranje, RAL 9010 (bela), vgradni okvri z bajonetno zaporo in z vodilno pločevino za zrak

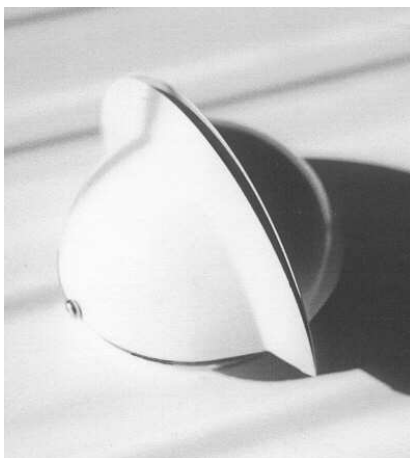
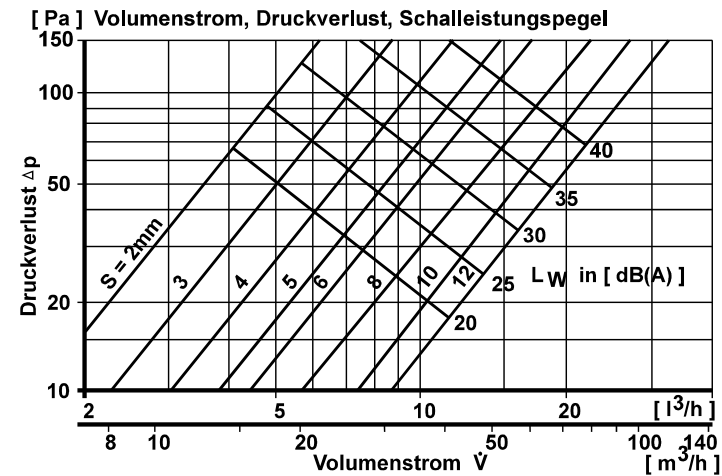
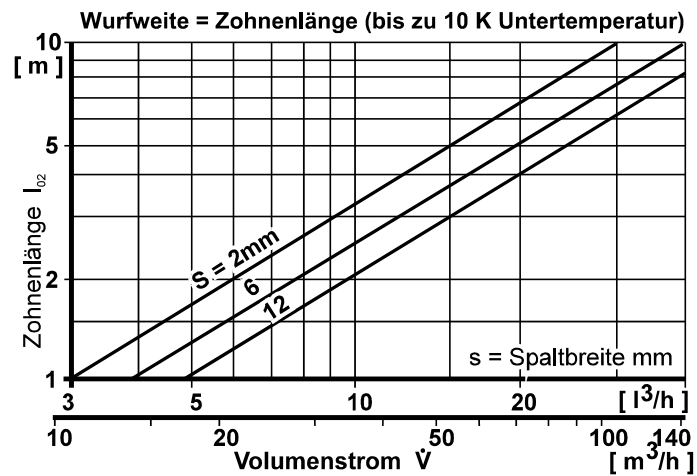
l_{02} – metalna širina, pri kateri je dosežena hitrost zraka 0,2 m/s

Za stropno vgradnjo → Minimalni razmik do stene 350 mm



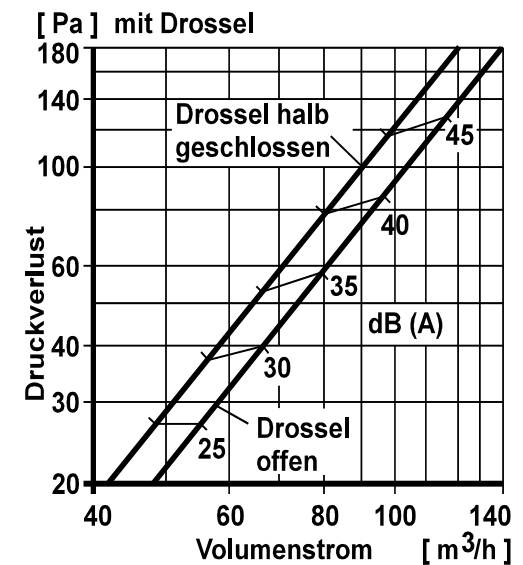
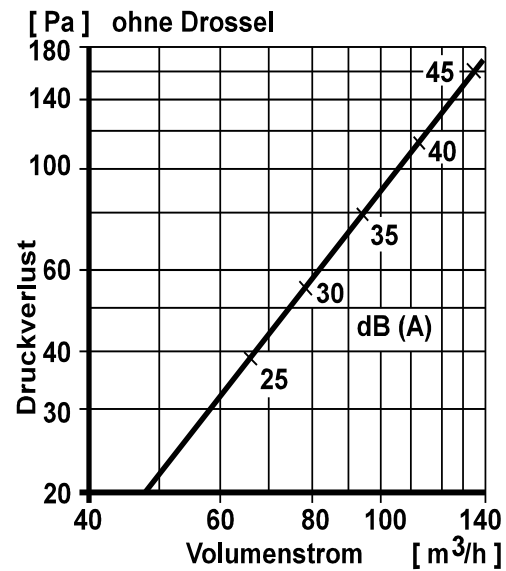
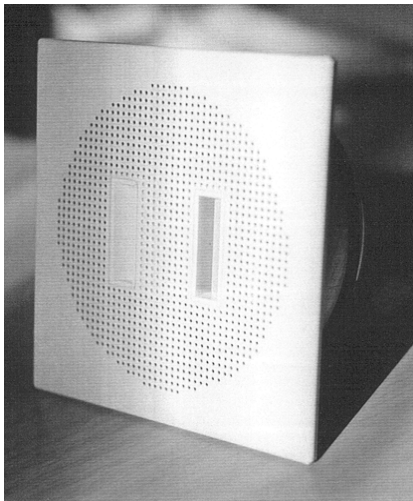
Širokometalni ventili

Kljunasta šoba (Širokometalna šoba)

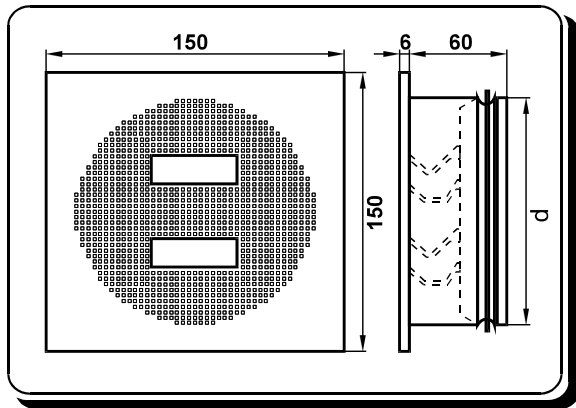


Širokometalni ventili

Prepust dovajanega zraka
(Širokometalna šoba)

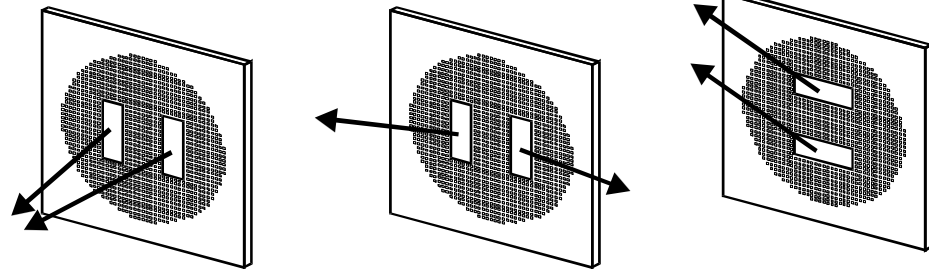


Prepust dovajanega zraka za stensko vgradnjo

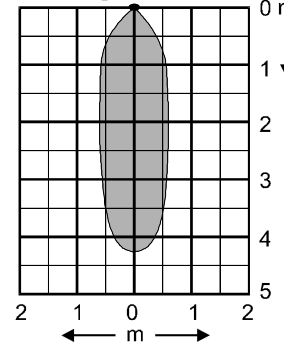


iz pocinkane jeklene pločevine in plastike,
belo lakirano RAL 9010,
priključek z ustnatim tesnilom,
prepust se ujema v cev WFR

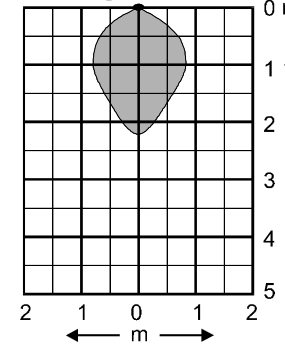
Anordnung Düsenstücke



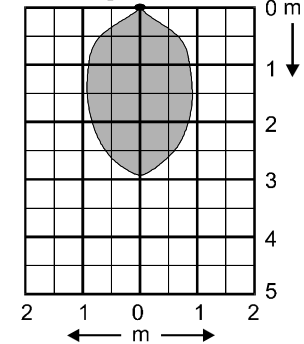
Stellung A



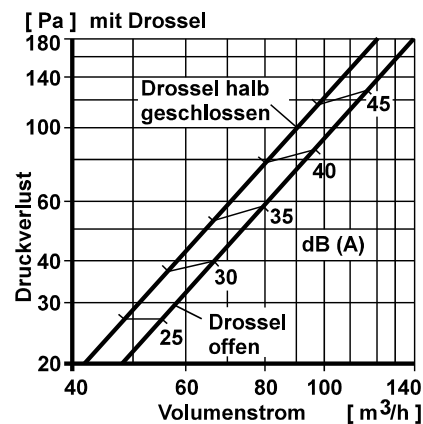
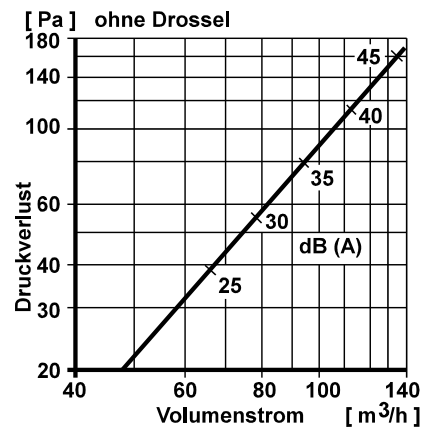
Stellung B



Stellung AU

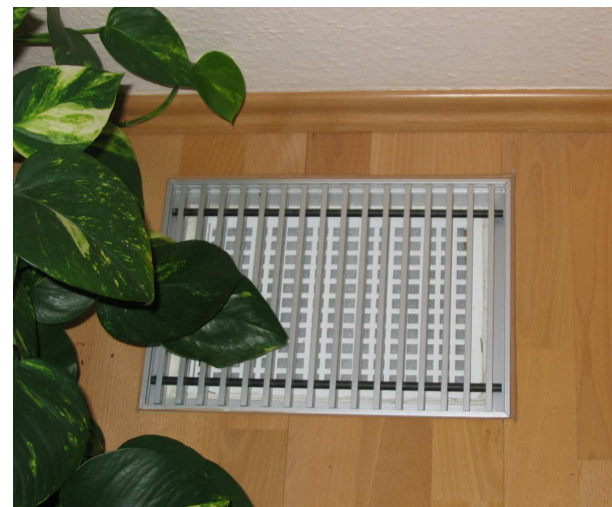
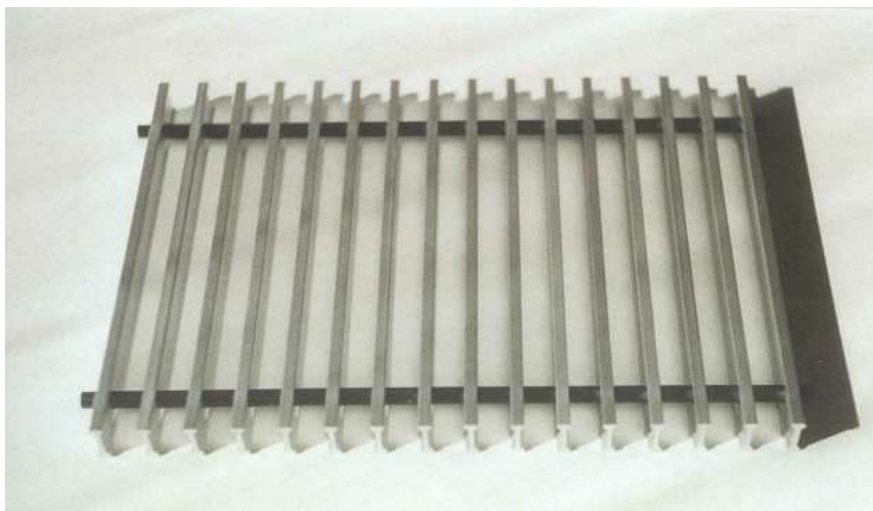


Isovelen ($\Delta s = 0K$, $\dot{V} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$, 50 mm unter Decke, $\nabla = 0,2 \text{ m/s}$)
Luftströmung 200mm unterhalb der Decke (im angedeuteten Wurfbereich)



Talni izpust

Rešetka za talni izpust

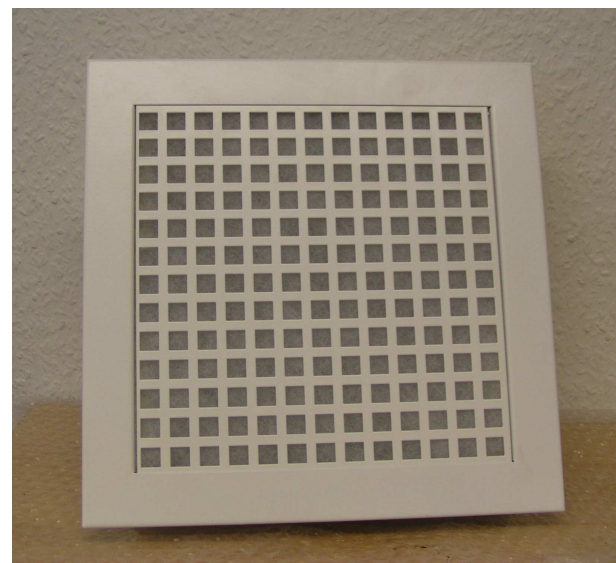


Predvklopni filter kot izvirski izpust

Predfilter z izbočeno
zaslonko iz legiranega
jekla

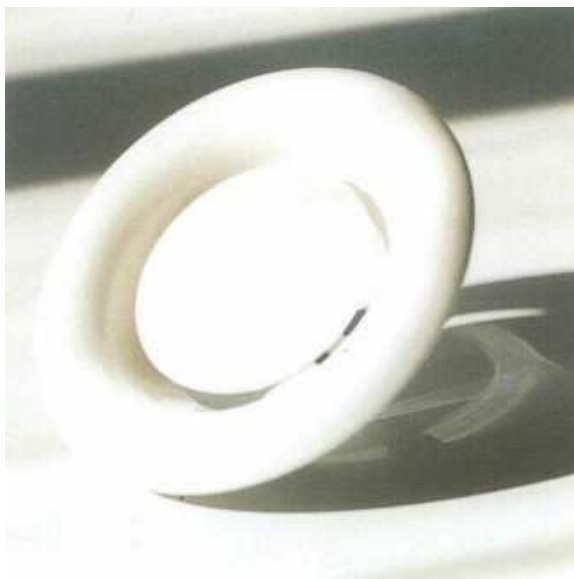


Predvklopni filter
za krožnikaste
ventile



Krožnikasti ventil

Krožnikasti ventil za odpadni zrak
z vgradnim okvirjem



Izrezek teksta iz DIN 1946/6, točka 5.3.3.4

„Pri odsesovanju odpadnega zraka v kuhinjah se morajo, da bi se izognili onesnaženju zračnih vodov, predvideti zračni filtri s filtrskimi vložki, ki se z lahkoto izperejo.“

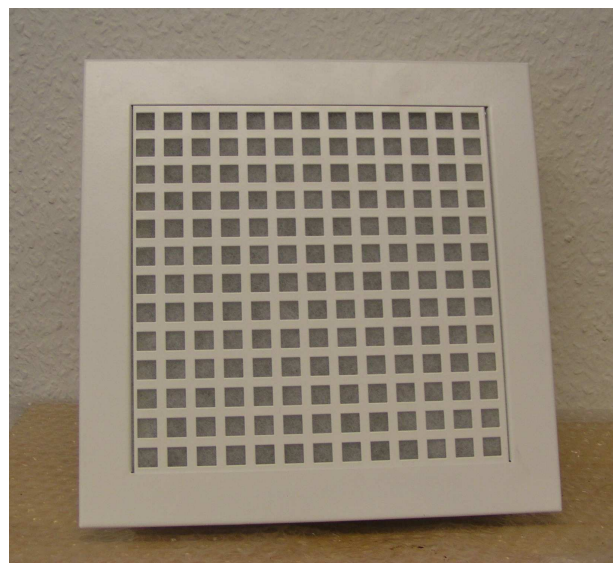
„Pri drugih prepustih odpadnega zraka (napr. v kopalniškem in WC-prostoru) se bi naj uporabljali zračni filtri.“

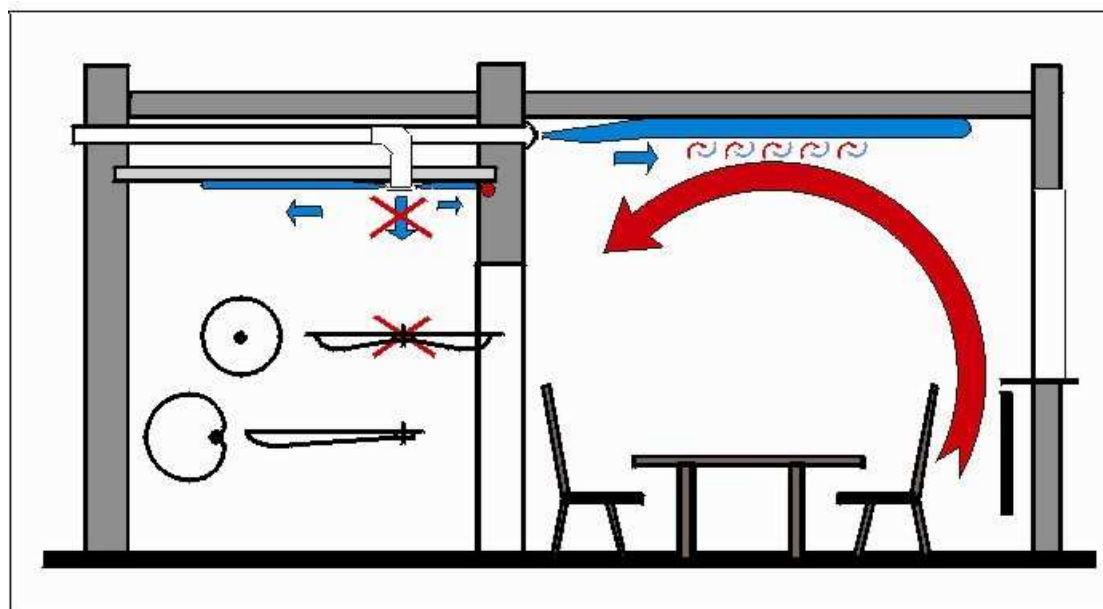
Predvklopni filter

Predfilter z izbočeno
zaslonko iz legiranega
jekla

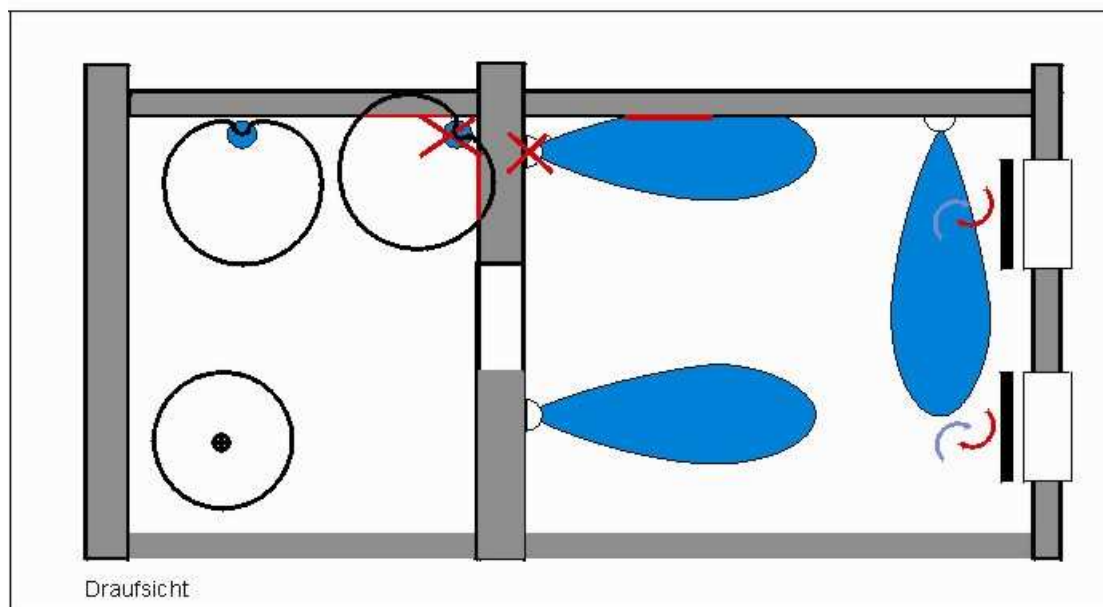


Predvklopni filter
za krožnikaste
ventile

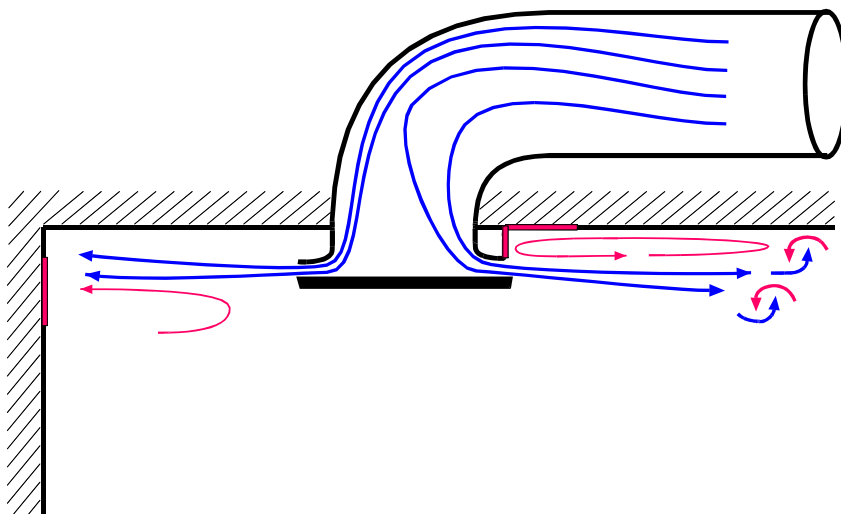




Izpusti dovajanega
zraka



Onesnaženje

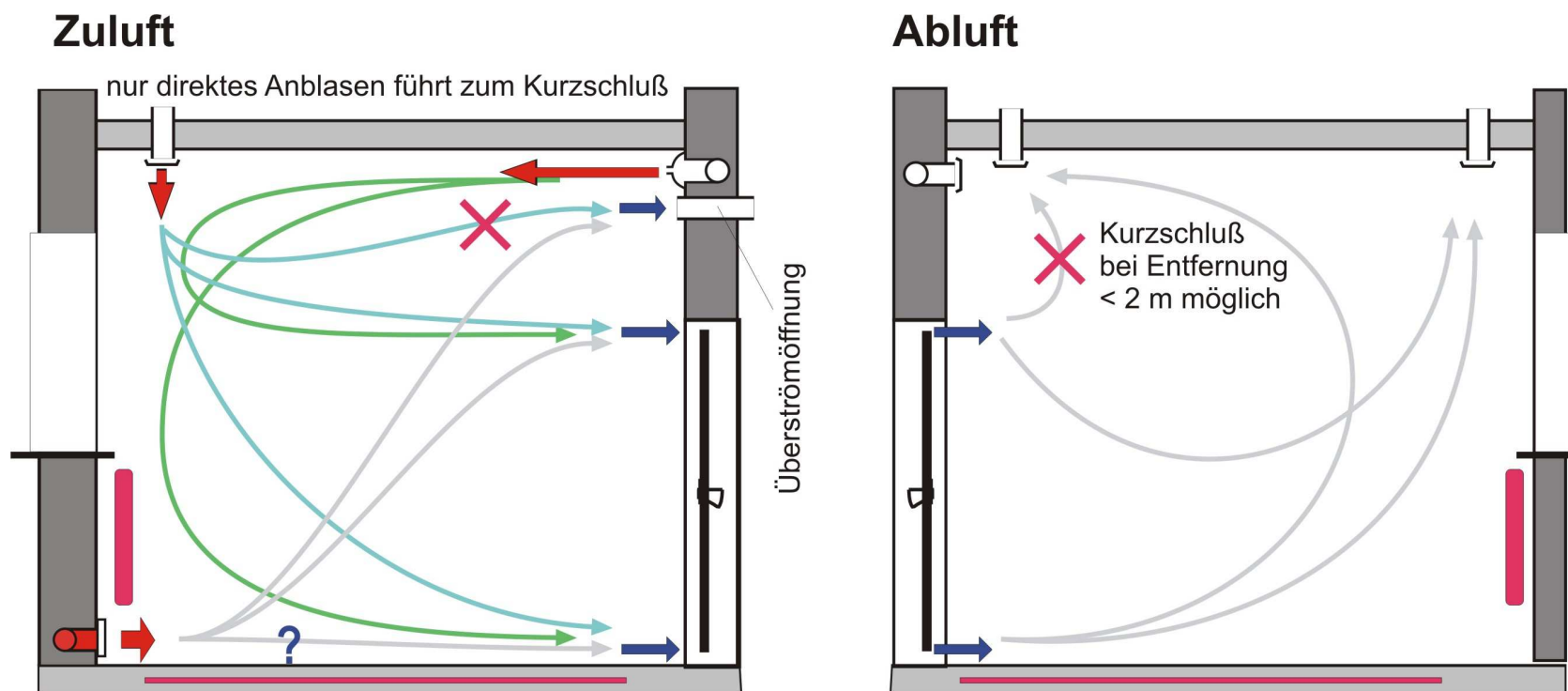


Kriteriji za kopičenje onesnaženja:

- Delci
- Kinetična energija
- Sprememba smeri (zaradi turbulenc)
- Možnost oprijemanja (hrapavost, vlažnost)

Pretok skozi prostor

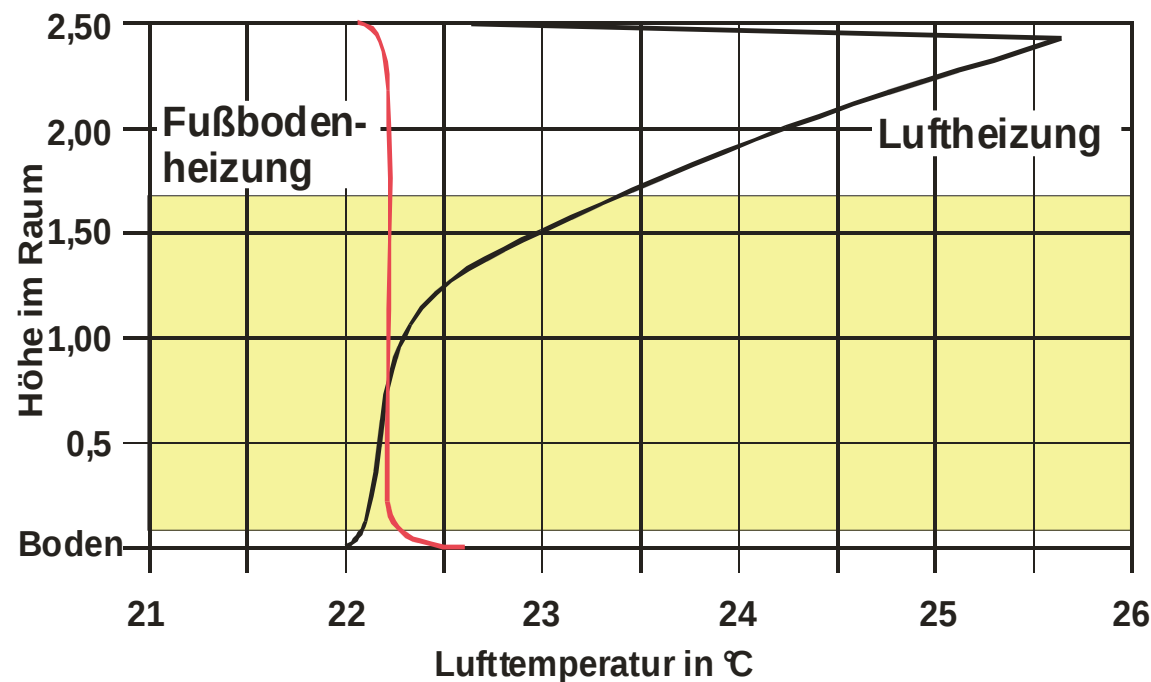
Spoznanja iz raziskav, ki so bile objavljene v protokolarnem zvezku za pasivno hišo 23 (2003).



Pozor! Če izvori toplote ustvarjajo določeno konvekcijo, je to premikanje zraka občutno močnejše kot pa premikanje, ki se ustvari zaradi prezračevanja, napr. sedeča oseba (ca. 120 W) ustvari 100 m³/h "dvigajočega se zraka".

Plastovitost temperature

Spoznanja iz raziskav, ki so bile objavljene v protokolarnem zvezku za pasivno hišo 23 (2003).



Merilne točke v sredini prostora

Zračno ogrevanje: Temperatura dovajanega zraka = Temperatura prostora + 35°C
 Plastovitost < 2°C/m
 Ni za pričakovati nobenega resnega zmanjšanja udobja!

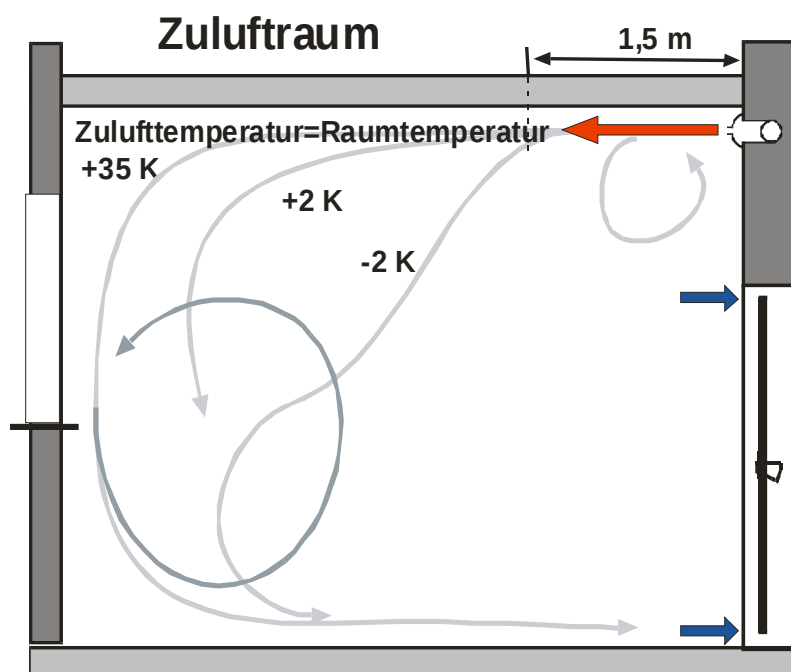
Ogrevanje tal: Predtok 24 °C
 Plastovitost < 0,2 °C/m
 Ni za pričakovati nobenega resnega zmanjšanja udobja!

Sicer:

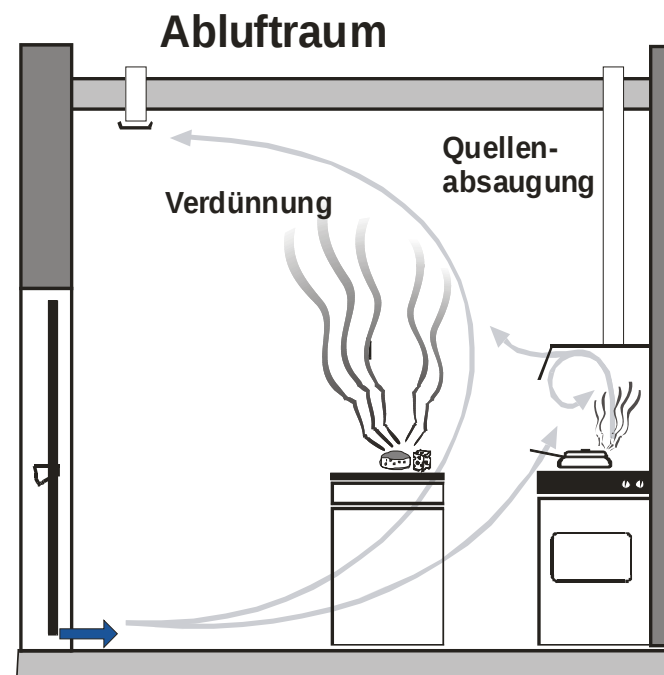
Spanje pri odprtem oknu v pasivni hiši potrebuje dodatnih 4 kWh/m²a energija ~ +30 % (Protokolarni zvezek 23)

Padec pretoka zraka

Erkenntnisse aus Untersuchungen, die im Passivhausprotokollband 23 (2003) veröffentlicht wurden.



Odpravljanje smradu



Gerüche werden durch die Mischung mit Frischluft verdünnt, nicht verdrängt!

11. Kurišča, prezračevanje stanovanja, kuhinjska napa

Beurteilungskriterien für den gemeinsamen Betrieb von
Feuerstätte - Wohnungslüftung - Dunstabzugshaube

Stand: 06-02-01, Blatt: 1 von 2



Kundenverband des Schornsteinfegerhandwerks
- Zentralnominierungsverband (ZNV) -
www.schornsteinfeger.de

NEU:	NEU:	Bisher:
Aufführung der Feuerzäune: 1) Raumluftabhängig und Sicherheits-einrichtung * mit DIBt- Zulassung/ Produktnorm (auf ausreichende Verbrennungs- luftzufuhr achten) (externe Verbrennungsluftversor- gung empfohlen, s. Bild 1)	2) Raumluftunabhängig mit DIBt-Zulassung/ Produktnorm (Feuerstärken-Zulassung beachten) (externe Verbrennungsluftversor- gung notwendig, s. Bild 2)	3) Raumluftabhängig - bisheriger Standard - (externe Verbrennungsluftversor- gung notwendig)

→ Maßnahmen für eine Wohnungslüftungsanlage: nach DIN 1946-6: Standard- oder F-Kernzeichnung	Keine	Siehe Infoblatt 1 bis 3 zum gleichen Thema, Stand 04-02-14
mit Sicherheitseinrichtung zu verbinden		
(Lüftungsanlage mit F-Kernzeichnung empfohlen)		

Maßnahme für eine Dinstützungsstufe:	Umfußt keine	Umfußt	keine
Abtut: ausreichende Luftnachströmung sicherstellen!	Mit Sicherheitseinrichtung (z.B. Unterdrucküberwachung) verbinden oder separate Sicherheitseinrichtung (z.B. Fensterkontaktschalter)	Abtut: ausreichende Luftnachströmung sicherstellen! Separate Sicherheitseinrichtung kann erforderlich sein (z.B. Fensterkontaktschalter, Unterdrucküberwachung)	Umfußt keine

siehe Infoblätter

* **Erläuterungen zur Sicherheitsanforderung**

Die Prüfung der Sicherheitsanforderung auf elektrische und funktionale Sicherheit erfolgt anhand der Schutzziele in DVGW VP 121. Eine Produktnorm auf dieser Basis ist als EN 1841:2005-12 erschienen.

A) Gemeinsamer Betrieb

Während des gemeinsamen Betriebes ist durch eine geprüfte Sicherheitsvorrichtung zu gewährleisten, dass kein gefährlicher Unterdruck entstehen kann.

Die Sicherheitsvorrichtung schaltet im Störfall eine luftabsaugende Anlage bzw. eine Lüftungsanlage oder eine herzegasig schnell reaktionsfähige Feuerlöscher ab.

B) Wechselständer Betrieb

Über eine geprüfte Sicherheitsanordnung (z. B. auf Basis von Unterdruck- oder Temperaturmessung) ist zu gewährleisten, dass die Lüftungsanlage und die Feuerstätte nicht gleichzeitig betrieben werden. Die Weiterverarbeitung der Signale muss dieser Sicherheitsphilosophie genügen. Eine Abschaltung der Stromversorgung ist zulässig und ausreichend.

Eine Initiative des Verbandes für Wohnungslüftung in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks und



Beurteilungskriterien für den gemeinsamen Betrieb von
Feuerstätte - Wohnungslüftung - Dunstabzugshaube

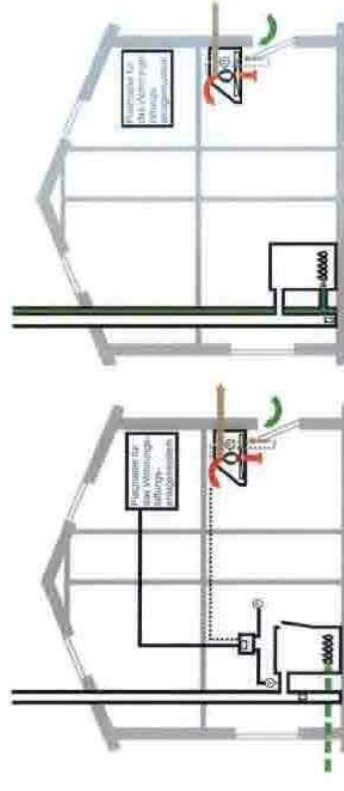
Stand: 05-02-01, Blatt 1 von 2



Bundesverband des Schmalz- und Margarineherstellers
• Zentraler Informationsdienst (ZIV) -
www.schmalzinfo.de

Technische Prinzipdarstellung:

Bild 1: Raumluftabhängige Feuerstätte mit Sicherheitseinrichtung



LEGENDE

Sicherheitseinrichtung

Unterdrucküberwachung

alternativi.

für Dunstabzugshaube (Abf.)

Fensterkontaktschalter

Luftarten

Außen

Umwelt

Fortluft

1

... des V...

Wohnungs-lüftungssysteme

Dezentral angeordnet für einen Raum,
zentral angeordnet, für die gesamte Wohnung,
Ablufgerät mit Außenwanddurchlass, mit
oder ohne Wärmerückgewinnung

Department of Management Science, The Chinese University of Hong Kong, Shatin, New Territories, Hong Kong

Zu- und Abluftgerät mit oder ohne Wärmerückgewinnung

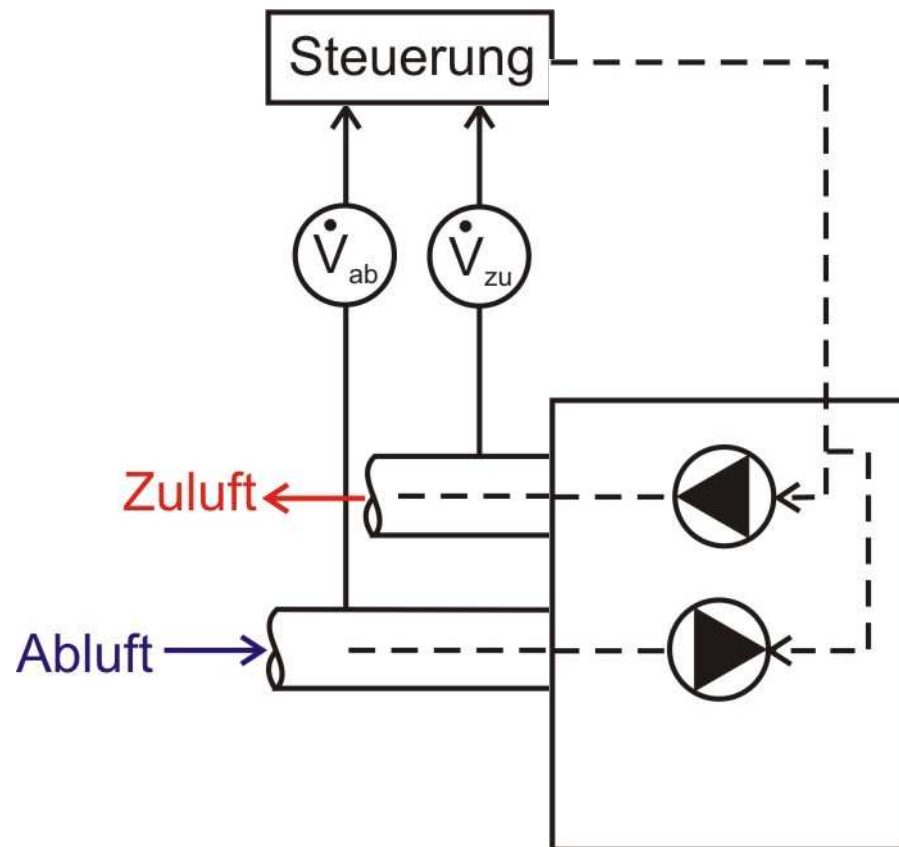
Zentral angeordnet, für die gesamte Wohnung

Gewinnung

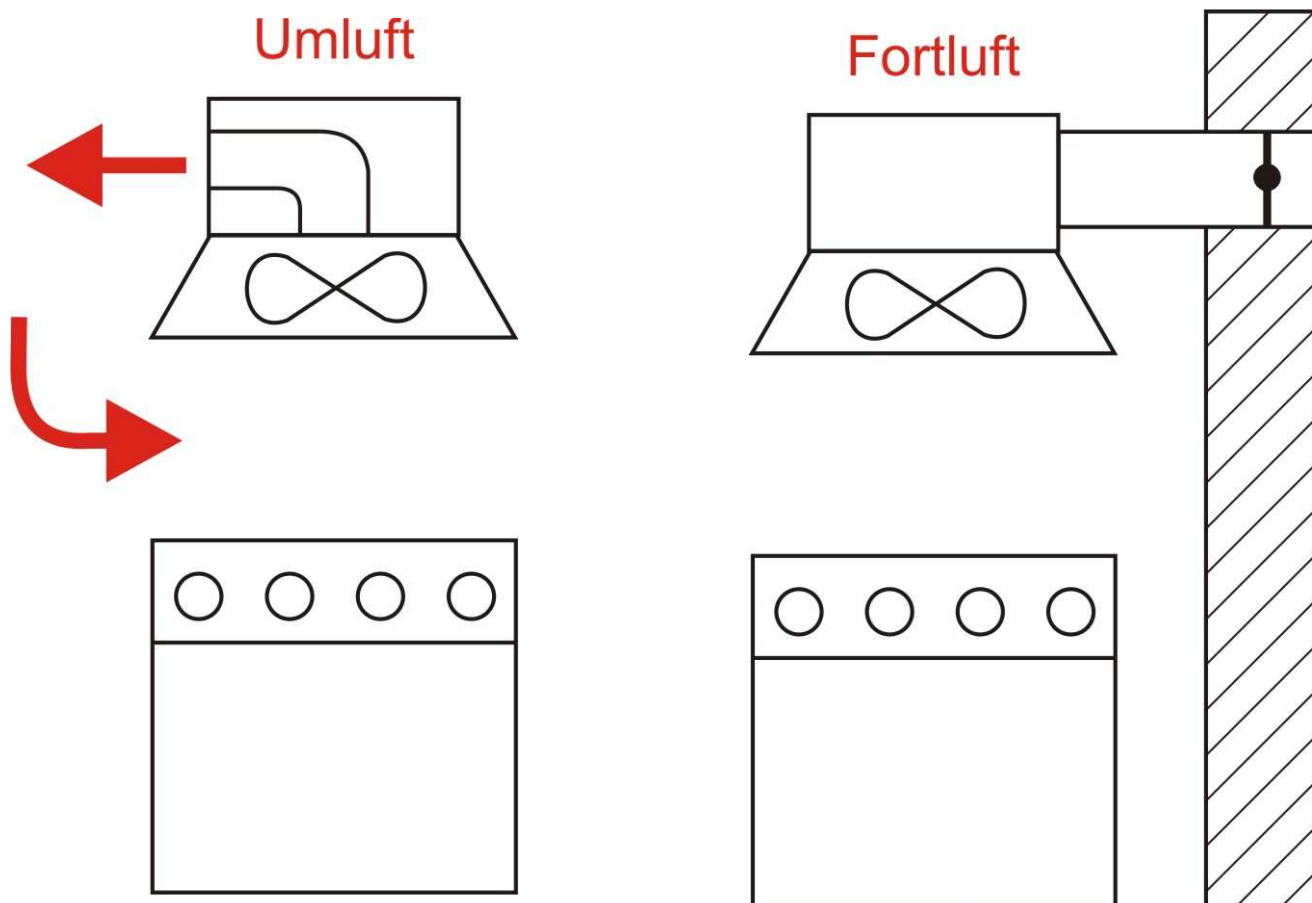
Eine Initiative des Verbandes für Wohnungsbau in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks und



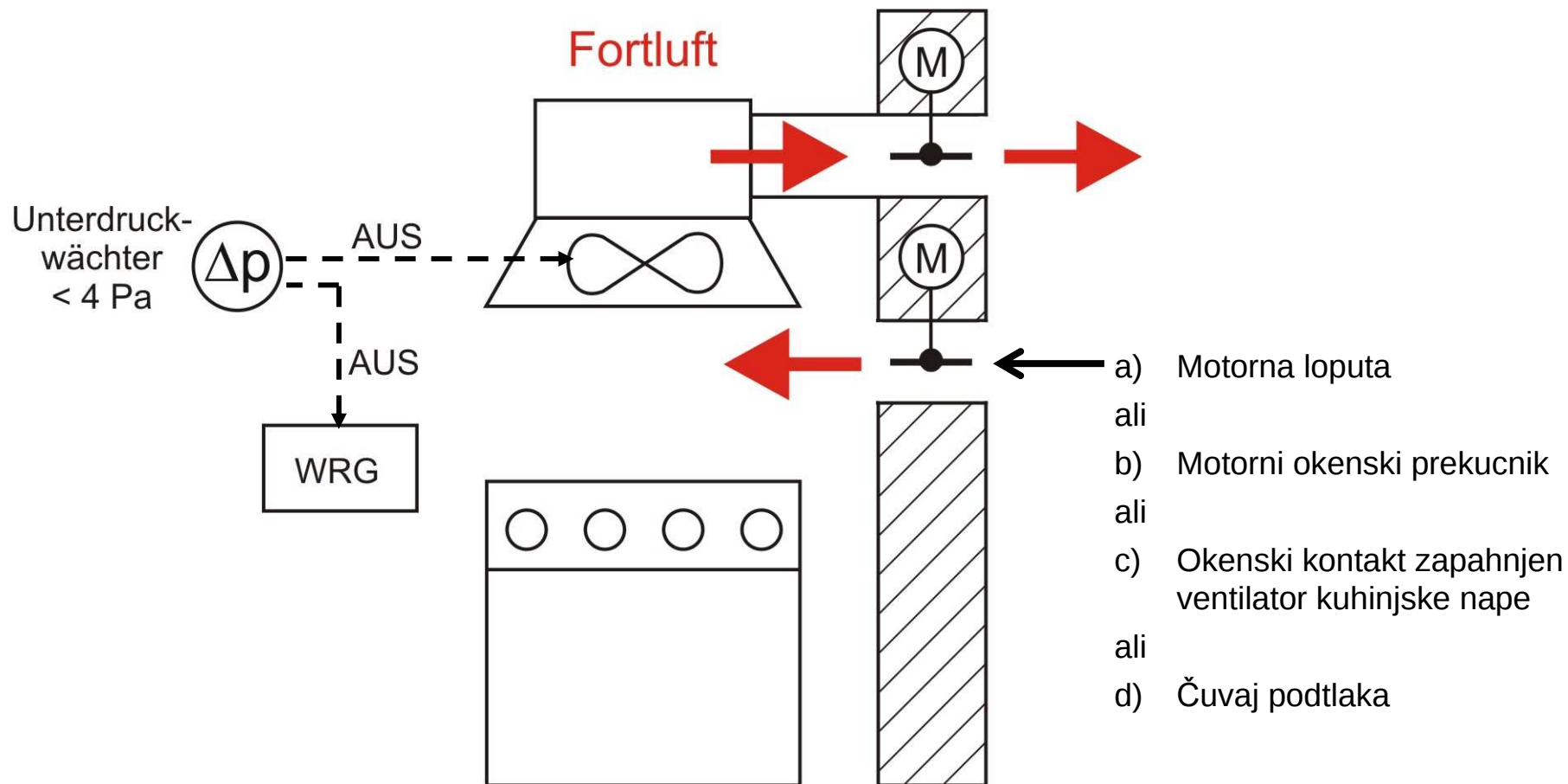
Primernost kamina



Kuhinjska napa
2 varianti



Kuhinjska napa



Se lahko priključi kuhinjska napa?

Za zaščito sistema za rekuperacijo toplote (toplotni izmenjevalnik) pred onesnaženostjo (mast) se bi naj, kljub filtru, opustilo priključevanje kuhinjske nape na prezračevalni sistem z WRG-rekuperacijo toplote.

Utemeljitev:

- Trgovsko običajne kuhinjske nape so opremljene z enim ventilatorjem z $z = 300$ do $800 \text{ m}^3/\text{h}$; pri tej hitrosti zraka pa filter za mast in ostali filtri niso 100-procentno učinkoviti – toplotni izmenjevalnik zaradi usedanja masti ne bo imel več visoki efekt delovanja – moral bi se pogosteje čistiti.
- Velika hitrost zraka skozi zračnik kuhinjske nape zmanjša stopnjo rekuperacije toplote med časom delovanja kuhinjske nape, ker toplotni izmenjevalnik ni projektiran za tako velike pretoke zraka.
- Od strani ventilatorja kuhinjske nape bi potem privedena količina zraka zopet delno izstopala v kopalnico in WC (vonj iz kuhinje!)
- Vključevanje kuhinjske nape v prezračevalni sistem je zaradi protipožarnih razlogov dovoljen le v povezavi s protipožarno napravo (upoštevajte gradbene predpise konkretne države).

Rešitve:

- Kuhinjska napa v obratovanju na krožeči zrak
Kuhinjo ločeno odsesovati preko WRG-sistema za rekuperacijo toplote. Ventil za odpadni zrak s filtrom!
- Kuhinjska napa z vodom za nadaljnji zrak navzven v kombinaciji s tesno zapirajočo motorno loputo art.-št. 528000380 – še bolje: predvideti še drugo tesno zapirajočo motorno loputo za naknadni pretok od zunanjega zraka v kuhinjo. Električni kontakt za obe motorni loputi se sklopi z VKLOP/IZKLOP-stikalom od kuhinjske nape.
- Da bi se izognili podtlaku ($> 4 \text{ Pa}$) v stanovanjskem prostoru zaradi kuhinjske nape s priključkom na zunanji zrak (zlasti pri obratovanju kamina), ponuja firma PAUL tlačno kapsulo z izklopom kuhinjske nape (in eventualno tudi prezračevalno napravo).

12. Volumenski pretoki zraka

Volumenski pretoki zraka za higiensko potrebo po zraku



1 Oseba 30 m³/h

1 Speča oseba 20 m³/h

Dovajani zrak:

Spalnica / Starši 40 m³/h

Otroška soba 20 m³/h

Soba za goste 20 m³/h

Odpadni zrak:

Kuhinja 40 m³/h po DIN 1946/6 ¹⁾

Kopalnica 40 m³/h po DIN 1946/6 ¹⁾

WC 20 m³/h

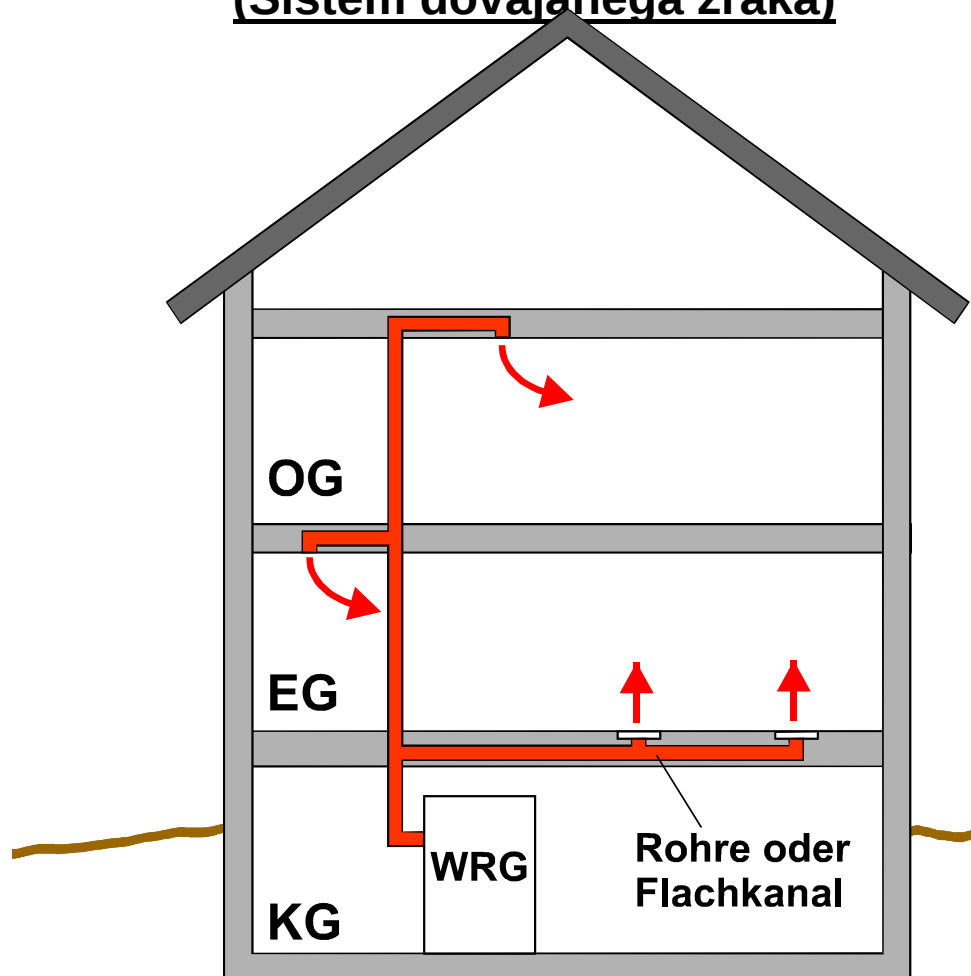
¹⁾ priporočeno: 60 m³/h

13. Polaganje cevovodov

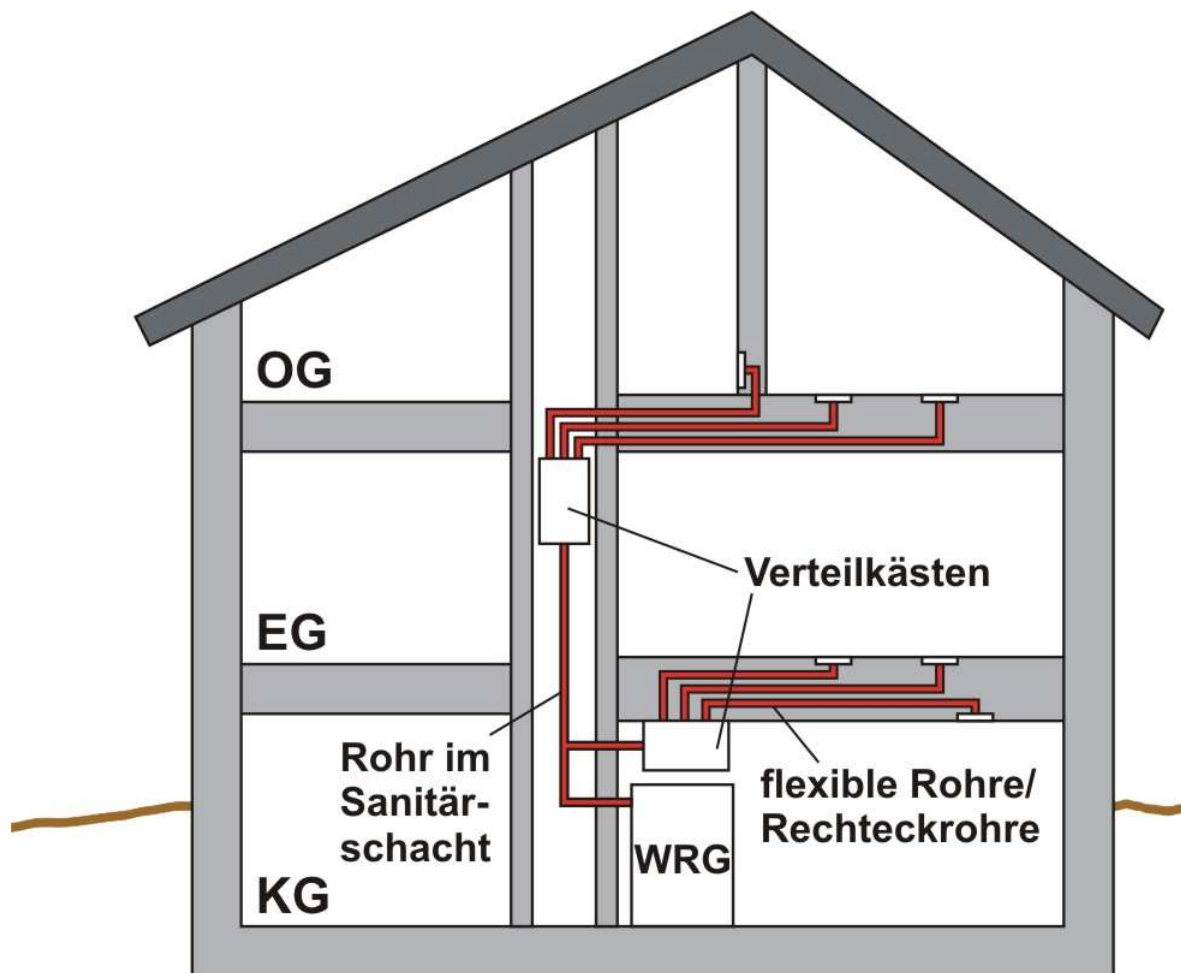
- razdelilni sistem za zrak
- premeri cevi-smernice
- v beton
- na stropih in stenah
- držala za cevi
- cevi na podstrešju
- Isometrix

Vejnati sistem

(Sistem dovajanja zraka)



Špagetni sistem (Sistem dovajanja zraka)
octopus



Primerjava razdelilnih sistemov za zrak



Spaghetti-System (octopus)	Ast-System
majhni izdatki pri načrtovanju in nastavitvi	stroškovno načrtovanje – individualno prilagojeno na tloris → izdelava kosovnega seznama je zelo dolgotrajna
brez • kosov cevnih kolen • razdelilnikov (T-kosov) • reduciranj	veliko različnih oblikovnih komadov, cevi, ploščatih kanalov, spojk itd.
gladke cevi s plitkimi cevnimi koleni, s tem: • dobra možnost čiščenja • zelo majhna izguba tlaka • zelo majhni hrupi	• slaba možnost za čiščenje zaradi T-kosov in ozkih polmerov cevnih kolen • veliki hrupi, predvsem pred T-kosi tik pred izpustom zraka
malo podsklopov – montaža brez prekinitve (ni nobenih delov, ki bi jih bilo potrebno dokupiti), hitra montaža	veliko podsklopov, od katerih se eventualno morajo šele na samem gradbišču ugotoviti manjkajoči deli in se potem še naknadno dokupiti → prekinitev montaže, izguba časa, zvišanje stroškov

Primerjava razdelilnih sistemov za zrak



Spaghetti-System (octopus)	Ast-System
brezkončno položljivo zaradi hitrih spojnikov	roba je v obliki palic z možnostjo povezav z nastavki
roba je na kolutu – neproblematično za transport (robustno)	z lahkoto se deformira pri transportu (poškodbe pri transportu – reklamacije)
dvoplastna postavitve	enoplastno
zelo majhna teža	velika teža (pocinkana jeklena cev)
velika obročna togost – vendarle pa elastično	ni elastično
polaganje na surova tla / na vrhnjo plast iz betona	zaradi velikih premerov in možnosti, da se zlahka deformira je komaj primerno za vgradnjo v betonska tla
stabilno za stopanje pri polaganju in ulivanju v betonska tla	ploščati kanali (plastika in pločevina) so komajda primerni za stopanje po njih pri robustnih vsakdanjih delih na gradbišču
ta sistem je trenutno v “časovnem trendu”	

Premeri cevi-smernice

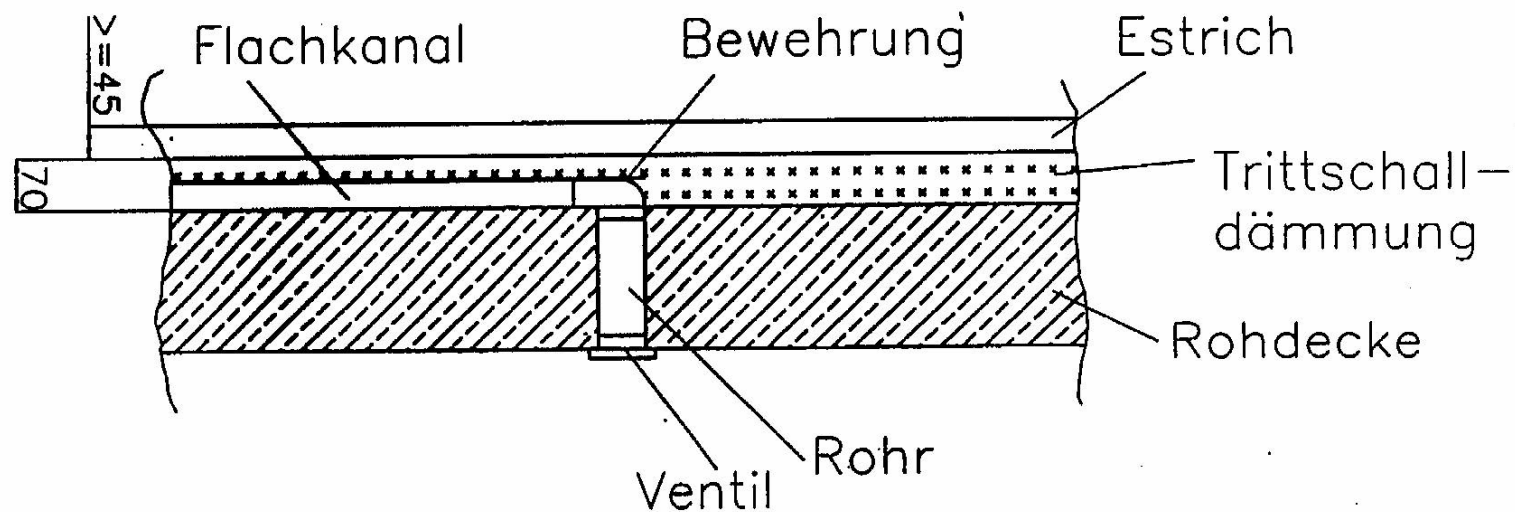


maks. volumenski pretok [m ³ /h]	Izmere zračnih vodov	
	Cev premer [mm]	Ploščati kanal širina x višina [mm]
60	100	110 x 55 110 x 54
130	125	205 x 60 220 x 55
270	160	-

Das Diagramm zeigt einen Querschnitt durch einen Estrich. Die Beschriftungen sind: Estrich, Bewehrung, Flachkanal, Trittschall-dämmung und Rohdecke. Ein Maßstab ≥ 45 ist angegeben. Die Bewehrung ist als Reihe von 'x' markiert. Die Trittschall-dämmung ist schraffiert dargestellt. Die Rohdecke ist die unterste Ebene.

Polaganje cevovodov v beton

Prehod skozi strop



14. Dušilec zvoka

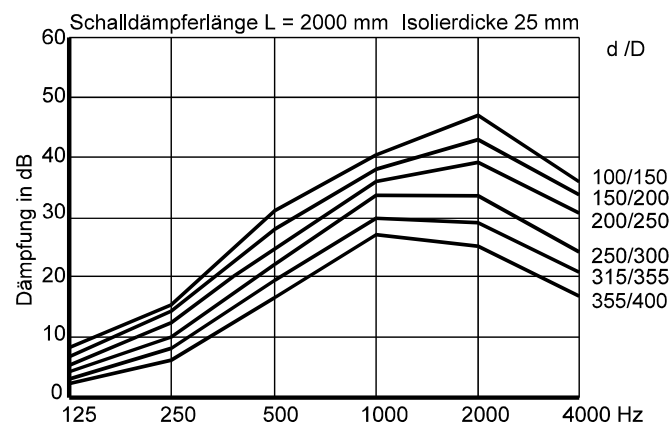
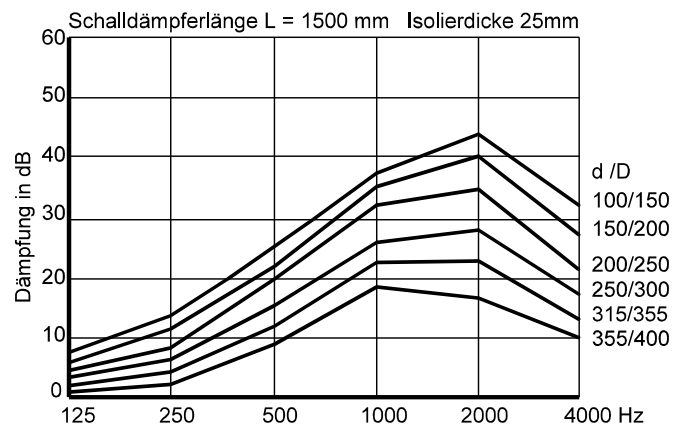
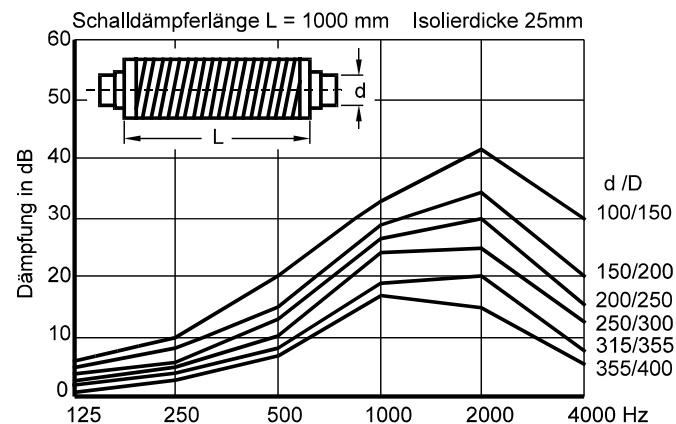
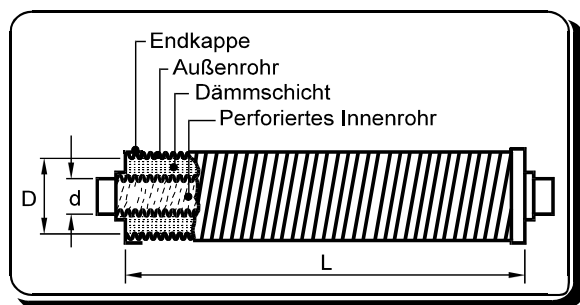
Računski program za izračun vrednosti zvoka

Program za projektiranje dušilca zvoka

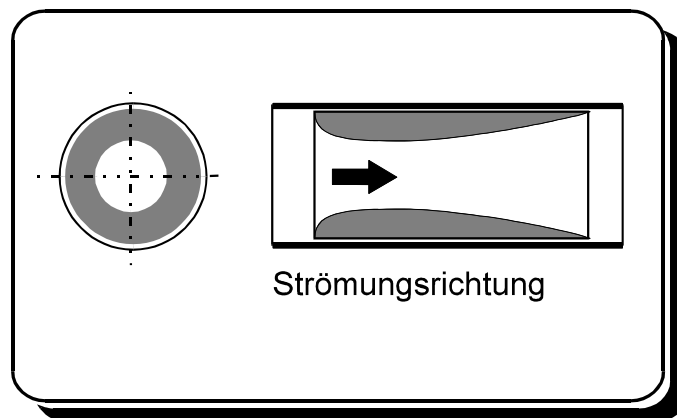
DIM silencer 4.0

(pri proizvajalcu Paul Wärmerückgewinnung GmbH)

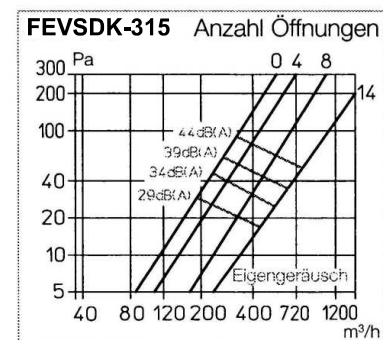
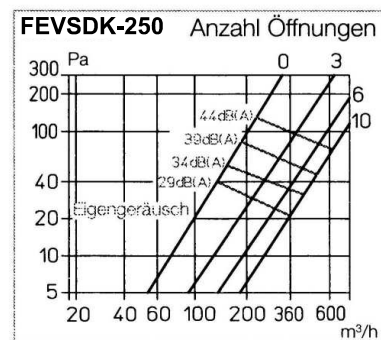
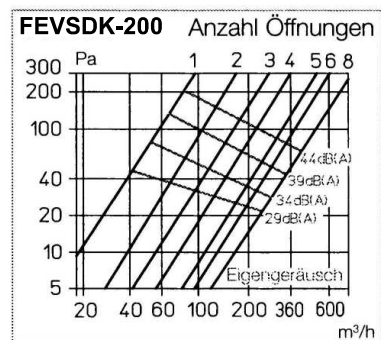
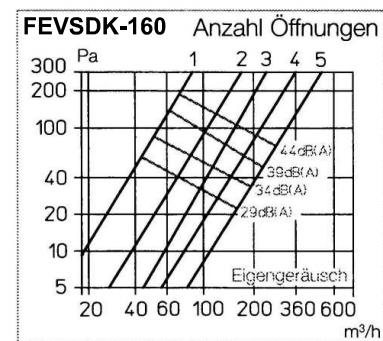
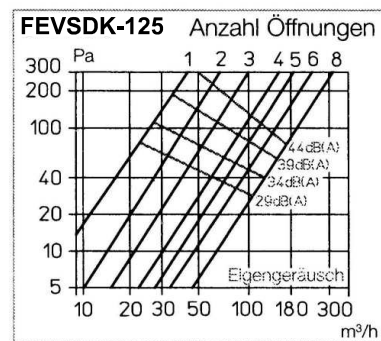
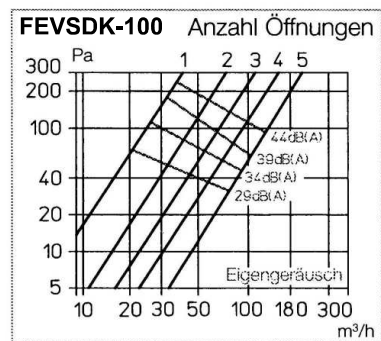
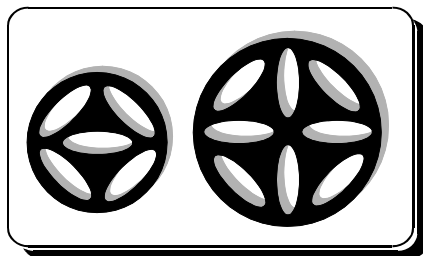
Telefonija-dušilec zvoka, elastičen, okrogel



Vložek-dušilec zvoka



Pena-dušilno telo

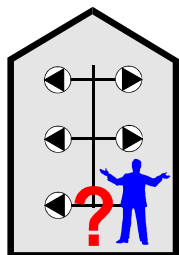


15. Pogosto ugotovljene pomanjkljivosti

1. Uporabnik prebiva z/proti prezračevanju



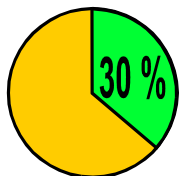
- malo pomanjkljivosti pri prezračevalnih napravah v enodružinskih hišah, ker:
- uporabnik se zavestno odloči za prezračevanje z WRG-rekuperacijo toplote
- zraven razmišlja pri prenosu ideje in realizaciji
- zavestno živi z napravo v hiši



- pri večdružinskih hišah uporabnik ni udeležen pri odločanju [1]
- spočetka deloma kritično v primerjavi s prezračevanjem!
- pri uporabi je pogosto prepričan o prednostih (izkušnja Erfurt)

[1] A. Greml, FHS-Kufstein, Tirol

2. Blower-door



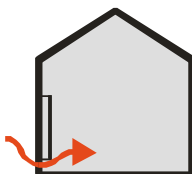
Blower-Door-Test

Za zrak neprepusten ovoj zgradbe se v gradbeništvu še vedno pogosto zanemara [1]

■ z Blower-Door-Testom – ■ brez Blower-Door-Testa



→ Posledica: slaba toplotna bilanca



→ Posledica: Pojavi vleka (Zunanja vrata → posebej, če je brez "Vetnika")

[1] A. Greml, FHS-Kufstein, Tirol

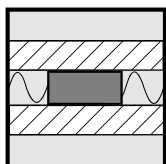
3. Napaka načrtovanja



- prepozna odločitev za prezračevalno napravo za stanovanje
- preboji se morajo naknadno opraviti



- premer cevi in vodilo cevi iz prostorskih razlogov nista optimalna

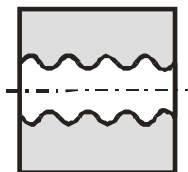


- postavitvena višina tal je premajhna
- nad in pod kanalom predvideti najmanj 5 mm stopalne zvočne izolacije

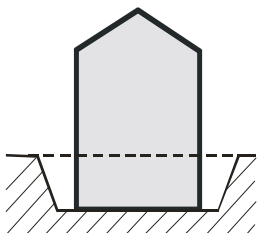
Luft
Abwasser
Heizung
Wasser
Elt

- dovajanje zraka ima prednost pred drugimi obrati
- času primerno usklajevanje obrata

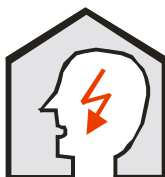
3. Napaka načrtovanja



- neprimeren material za napeljavo
elastične cevi, elastične gibke cevi, znotraj žlebljene cevi
 - velika izguba tlaka
 - nalaganje prahu v “vdolbinicah”
 - slaba možnost za čiščenje



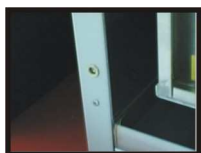
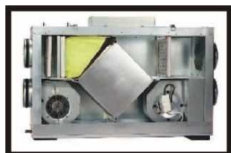
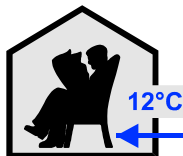
- zemeljska dela in vključevanje zemeljskega toplotnega izmenjevalnika časovno uskladiti [1]



- dobro strokovno vedenje načrtovalca in izvajalca
 - uporabiti ponudbo za izobraževanje

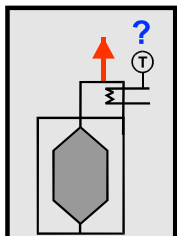
[1] A. Greml, FHS-Kufstein, Tirol

4. Hladen dovajani zrak



- hladen zrak → po DIN 1946/2 Točka 4.1.3.2 → $\geq 21\text{ °C}$ v 0,1 m višine upoštevati
- prehladen dovajani zrak
- Vzroki:
 - čiste naprave za odpadni zrak (brez rekuperacije toplote)
 - vod za odpadni zrak in dovajani zrak sta v hladnih prostorih nedušena
 - uporabljen premajhen toplotni izmenjevalnik
 - toplotni izmenjevalniki na navzkrižni pretok dosežejo pozimi v pravilu 12 °C temperature dovajanega zraka
- zavajajoča reklama v prospektih za navzkrižne pretočnike in pri podatkih o izkoristku preko **90 %**
- baje primerno **za pasivno** hišo za prostorske enote do 240 m^2
- velike toplotne izgube (od prostora postavitve v hiši v nadaljnji zrak) zaradi toplotnih mostov v napravi za rekuperacijo toplote
- toplotni mosti v WRG-napravi za rekuperacijo toplote

4. Hladen dovajani zrak



Pasivna hiša ni topla – Vzroki:

- naknadno ogrevanje dovajanega zraka v pasivni hiše je nezadostno
- WW-Temperatur je pod 50 °C
- register za naknadno ogrevanje je premajhen za volumenski pretok zraka in toplotno moč
- pot toplega zraka je predolga
- vodi za dovajani in/ali odpadni zrak so vodeni skozi hladne prostore ali zunanje stene
- neizolirani vodi za topli zrak v kleti ali na podstrešju pod slemenom
- zračna zmogljivost je premajhna
- ni moder izračun za toplotno obremenitev
- neupoštevane eventualno statične grelnne površine
- WP-moč za ogrevanje in toplo pitno vodo je premajhna

5. Količine zraka



- EWT-Filter neupoštevan ali pokrit s snegom



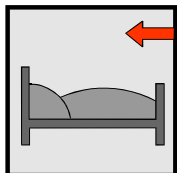
- EWT-Filter neupoštevan
- vodi so predolgi in preveč je oblikovnih delov
- presek voda je premajhen
 - izguba tlaka je prevelika
 - količina zraka je premajhna ali
 - ventilator stalno obratuje na maks. položaju



- Elastična gibka cev
 - stisnjena
 - prevelika izguba tlaka

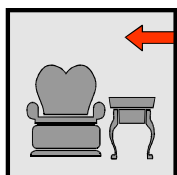


5. Količine zraka

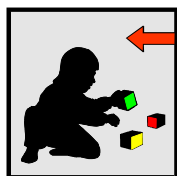


Pravilne količine zraka:

Spalnica: 40 ... 50 m³/h



Dnevna soba: 60 ... 80 m³/h



Otroška soba: (1 otrok → 25 m³/h, 2 otroka → 50 m³/h)

5. Količine zraka



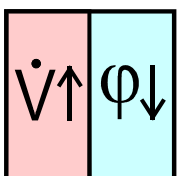
Količina zraka v spalnici je dušena zaradi obremenitve s hrupom (zaradi tega je pogosto v spalnici dodatno okensko prezračevanje)

Rešitve:

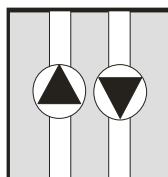
- 2 izpusta
- velike nazivne širine za ventil
- izpust izvorov zraka



Dobro prezračevanje spalnice je skrajno pomembno, ker se osebe tam zadržujejo največ časa, torej 8 h x 2 osebi, to je pomembno tudi za otroško sobo:
8 h spanje + 4 – 6 h bivanje



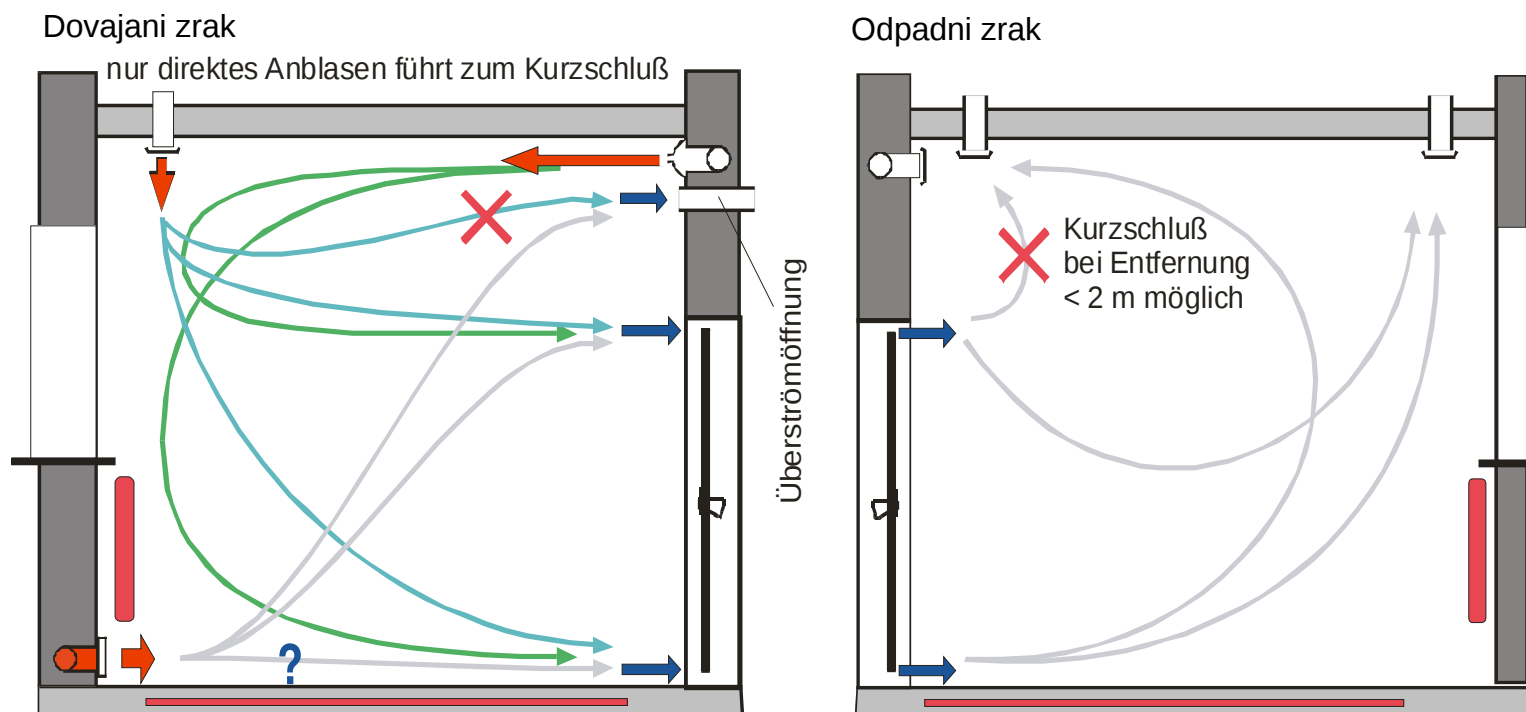
Prevelik volumenski pretok zraka (pri zelo majhnem številu oseb)
Posledica: premajhna vlažnost zraka v prostoru



Neuravnot. $\dot{V}_{Ab} \neq \dot{V}_{Zu} \rightarrow \eta = \frac{\Delta t_{Zu}}{\Delta t_{max}}$ napačno izračunano

6. Preizpiranje zraka v prostoru

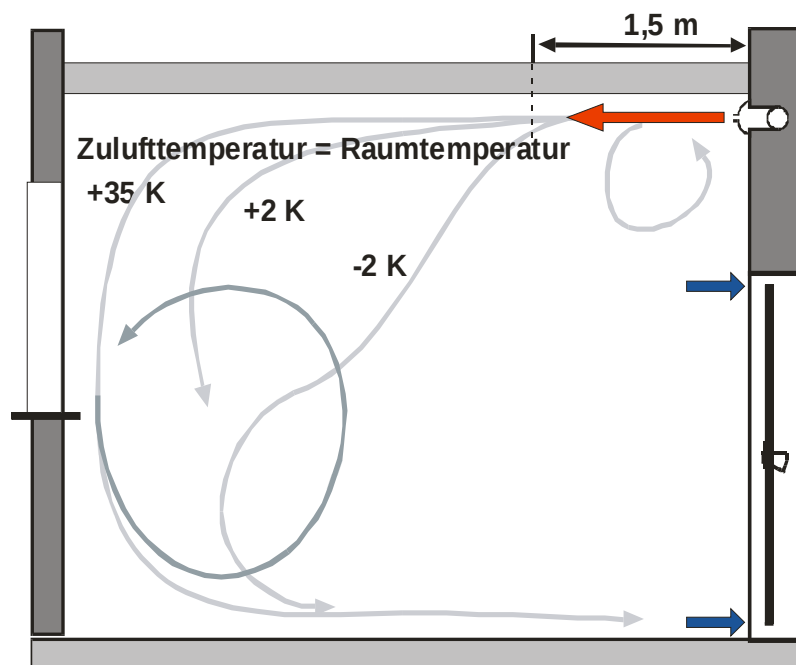
Upoštevajte dobro preizpiranje prostora



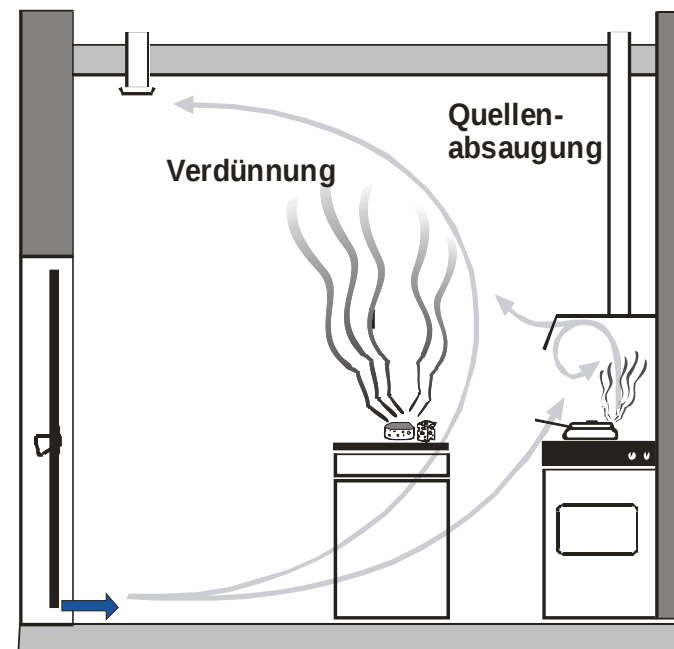
Pozor! Če izvori toplote proizvajajo določeno konvekcijo, je to premikanje zraka občutno močnejše kot pa premikanje, ki se ustvari zaradi prezračevanja, napr. sedeča oseba (ca. 120 W) proizvede 100 m³/h "dvigajočega se zraka"

6. Preizpiranje zraka v prostoru

Dovajani zrak

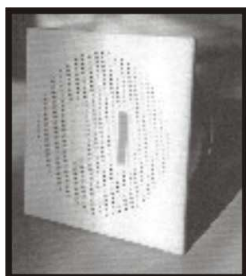


Odpadni zrak



Gerüche werden durch die Mischung mit Frischluft verdünnt, nicht verdrängt!

7. Izbira ventila



- širokometalni ventili na navpični steni ~ 20 cm pod stropom



- krožnikasti ventil na stropih
Krožnikaste ventile za dovajani in odpadni zrak uporabljajte v skladu z določili
Zrak-Izmet-Karakteristika! → glej seznam materiala pod www.paul-lueftung.net

8. Hrupi

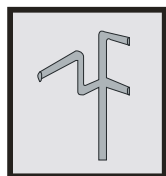


Hrupi – Naprave-Postavitve

- naprava je preblizu stanovanjskemu območju, preblizu spalnici (kratek vod → $\Delta p \uparrow$ potreben na ventilu → hrup $\uparrow$)
- tresljaji naprave se prenašajo pri postavitvi na podstrešje pod slemenom in leseni strop lažje v spalnico kot pri betonskih stropih
- postavitve naprave v kleti

Rešitve:

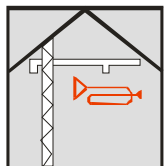
- podlaga naprave: težka plošča + mehka guma (napr. Sylomer-blazina), plavajoč podstavek iz striha zlasti pri kompaktnih napravah s toplotno črpalko
- masivne pregradne stene (ali strop) za lokacijo postavitve naprave



Hrupi – Polaganje vodov

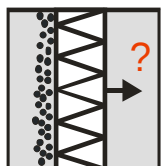
- Ø premajhen, cevno koleno ali T-kosi tik pred izpusti
- ventili so premajhni, ventil je preblizu stene / stropa
- ni ležišča iz mehke gume za cev v objemki – resonanca
- manjkajoč dušilec zvoka za telefonijo na napravi
- manjkajoč dušilec zvoka v cevi za nadaljnji zrak → hrupi zunaj napr. na terasi

8. Hrupi



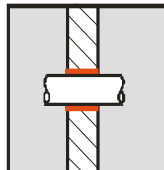
Telefonija med prostori

- kratki vodi med sobami,
manjkajoč dušilec zvoka za telefonijo



Naprava je preglasna

- filter je zamašen
- ~~V~~-konstantni ventilatorji obratujejo na visokem št. vrtljajev



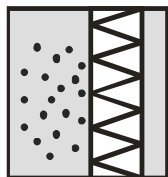
- ni ločitve zvoka od cevi pri stenskih in stropnih prebojih
- trde inštalacijske točke med cevjo in steno
(zid, tram, mavčni karton)



Rešitve:

- izpust izvora zraka (brez Effé)
- 2 ventila (vsak ventil se naregulira le z 50 % količine zraka)

9. Filter

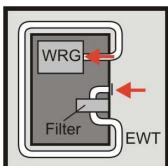


Vsesavanje zraka

- velikost filtra $\uparrow$ → Δp $\downarrow$ → vzdrževalni roki $\uparrow$ → stroški $\downarrow$
- vlaga na filtrirni blazini
sesalna smer $\neq$ prevladujoča smer vetra



- sneg pred filtrom
vsesavanje zraka v nadstrešnih območjih (vrtna uta)



- vsesavanje preko zunanje stene za filter in od filtra za zemeljski toplotni izmenjevalnik (EWT)



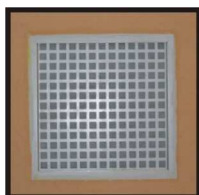
Pogostnost menjave filtra v napravah

- odvisno od velikosti filtra, časa obratovanja, vsebnosti umazanije v zraku
- merilni mehanizem:
 Δp , optika? → kvaliteta zraka?
Čas → kvaliteta zraka O.K.!

9. Filter

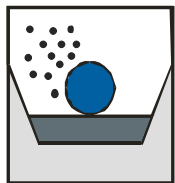


- pregled, če je v napravi natančna ali majava lega filtra
- tesnost filtra je pomanjkljiva
- curljanje iz filtra > 5 %
- prah prihaja v cevni sistem → veliki stroški čiščenja

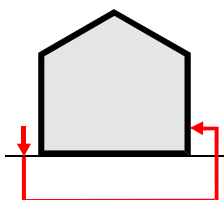


- filter na mestu odsesovanja odpadnega zraka skrbi za čiste vode za odpadni zrak
napr. predvklopni filter

10. Zemeljski toplotni izmenjevalnik (EWT)

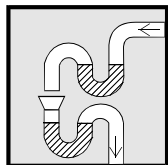


- dobra zbitost zemlje pod EWT-cevjo
- preizkus tesnosti EWT-cevi pred polnjenjem
- pred prekritjem zemlje preglejte nagib
- „Močno zalitje“ zemlje čez EWT-cev za zemeljski toplotni izmenjevalnik



- EWT-dolžina je prekratka → nastajanje ledu v WRG-napravi za rekuperacijo toplote
- EWT-Ø premajhen → nastajanje ledu v WRG-napravi za rekuperacijo toplote
- EWT-Ø prevelik → osrednji pretok je brez bistvenega efekta izmenjave toplote
- ni nobenega Δp - in Φ -izračun je narejen, globina položitve je premajhna
- EWT pod hišo → Φ od kleti, preblizu hiše → Φ od kleti
- ni križanja z vodom za pitno vodo – nevarnost zamrznitve
- nagib ni upoštevan → najnižja točka → vodni žep, kлокotajoči hrup
- notranje stene od EWT-cevi morajo biti gladke – pri nažlebljenju lahko kondenzat obtiči
- odvajanje kondenzata v zemljo → nivo podtalnice?
→ prodiranje radona?!
- izsušitev sifona na odtoku kondenzata, ugoden je suhi sifon!
- Sole-odmrzovalnik kot alternativa za EWT

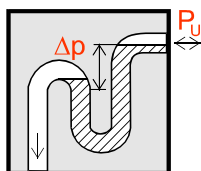
11. Kondenzat



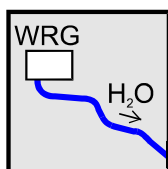
- pozabljen odtok kondenzata na EWT in WRG-napravo za rekuperacijo toplote
- pozabljen sifon
- sifon izsušen – vsesan vonj od cevi za odplake v EWT

Rešitev:

Suhi sifon

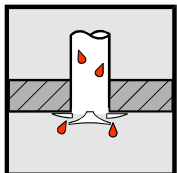


- pri višini vodostaja v sifonu se sesalno/tlačno območje v napravi pogosto ne upošteva → kondenzat teče iz korita za kondenzat



- premer gibke cevi za kondenzat je premajhen, gibka cev za kondenzat je predolga – velike adhezijske sile, orientacijska vrednost $\varnothing_i = 8 \text{ mm}$ (bolje: 10 mm)

11. Kondenzat



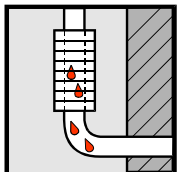
Voda kaplja iz zračnih vodov (ventili)

Vzroki:

- prezračevalna naprava ni v obratovanju → naraščajoča vlažnost (termika) kondenzira v cev pri polaganju v hladnih območjih
- cevi so položene – naprava se vgradi šele čez 1 leto
- zračni vodi (odpadni zrak) niso izolirani pri položitvi daljših prog v (še) mrzlih prostorih

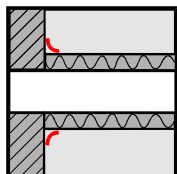
Rešitve:

- konce zračnih vodov zapreti (VDI 6022, točka 4.2.3)
- zračne vode ne inštalirajte v hladnih prostorih
- dobra izolacija cevi
- pri mrzlih zunanjih temperaturah držite napravo stalno v obratovanju

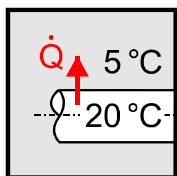


- nastajanje kondenzata v dušilcu zvoka za nadaljnji zrak

12. Toplotna izolacija

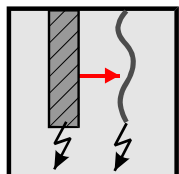


- za zrak neprepustna prelepitev pri hladnem vodu za zunanji in nadaljnji zrak



- pozabljeno na toplotno izolacijo
- toplotna izolacija je premajhna pri vodih, ki vodijo hladen zrak v tople prostore ali pri vodih, ki vodijo topel zrak v mrzle prostore

13. Krmilni kabel



Krmiljenje

- kabel za krmiljenje / posluževalni del je položen vzporedno ob 230 V-kablu
- kabel položen v zankah → indukcija

14. Sklepi

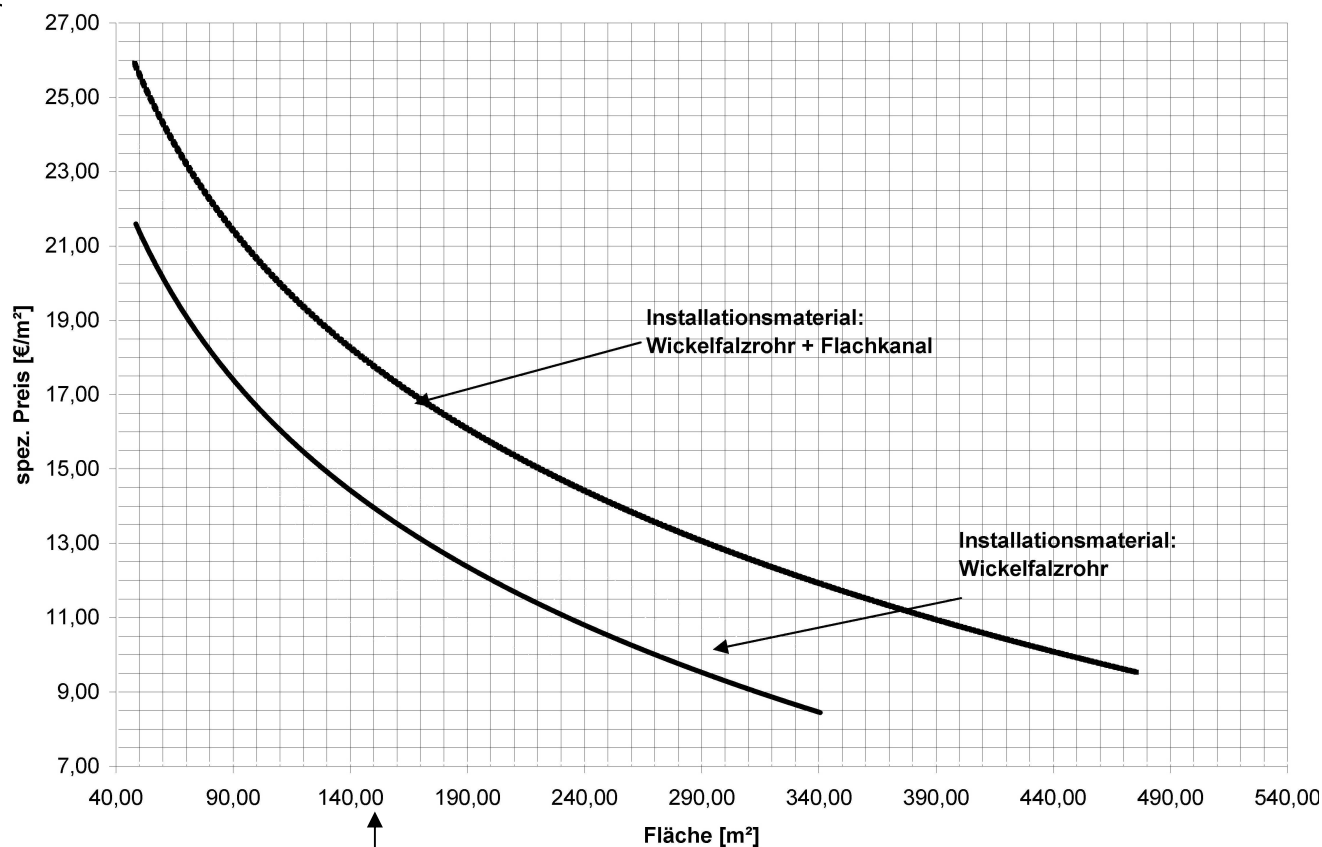


- z dobrim poznavanje stvari v detajlih
- se izognete majhnim napakam z velikimi učinki

16. Okvirno načrtovnje stroškov prezračevalne naprave

Inštalacijski material za ponudbo (Stanje 26.04.07)

(neobvezna, od površine odvisna cena po ceniku brez DDV-ja, brez zemeljskega toplotnega izmenjevalnika, brez registra za naknadno ogrevanje, brez toplotne izolacije in držala cevi)



Primer: $150 \text{ m}^2 \cdot 14,50 \text{ €/m}^2 = 2.175,- \text{ €}$ Inštalacijski material
2.600,- € Cena naprave (atmos 175 DC → 2.600,- €,
santos 250 DC → 2.080,- €,
thermos 200 DC → 3.100,- €)

1.500,-...2.000,- € Inštalacija

~ 6.300,- €

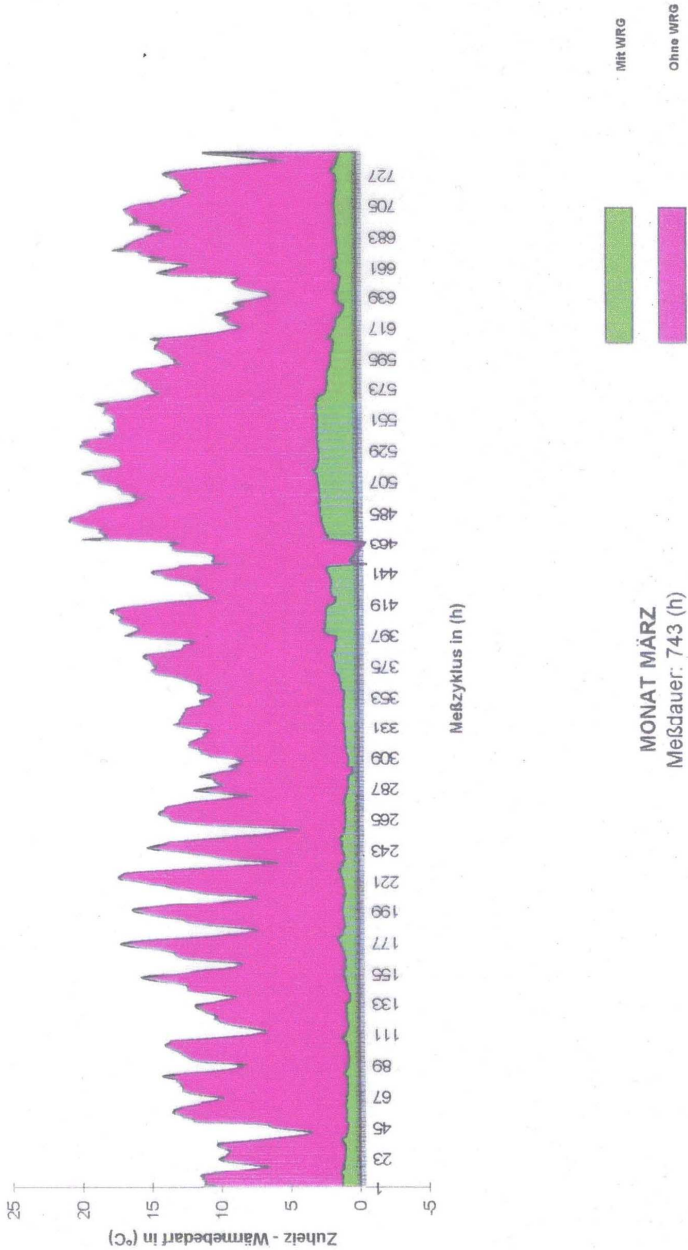
17. Rekuperacija toplote – Prikaz in izračun koristi

UNSANIERTER ZUSTAND

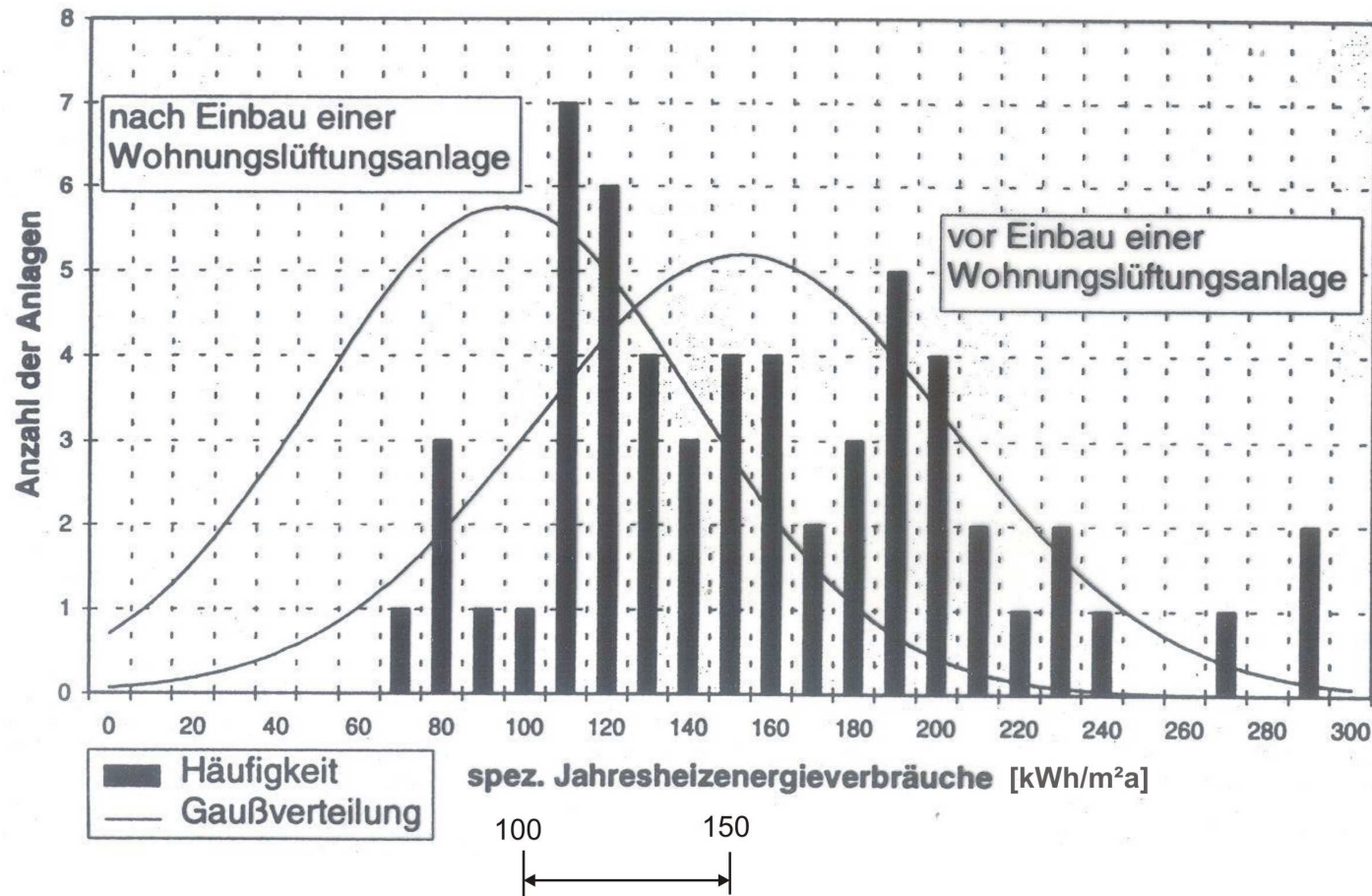
VERGLEICH DES ZUHEIZ - WÄRMEBEDARFS

Durchschnittliche Raumtemperatur:

Mit WRG:	20,48	°C
Ohne WRG:	20,34	°C



Razdelilne krivulje specifične porabe energije za ogrevanje čez celo leto pred in po vgradnji naprave za prezračevanje stanovanja



Einsparung: 50 kWh/m²a
anteilig: $50/150 = 1/3$ Heizkosteneinsparung

Trajanje amortizacije

Primer:

150 m² hiša

15 let amortizacijske dobe

+ višja kvaliteta zraka



= boljše dobro počutje, dobro zdravje



se ne more odtehtati z denarjem

Trajanje amortizacije:

- Klimatska naprava v osebni avtomobilu?
- Zelo kvalitetne ploščice za kopalnico?



V življenju so obdobja, ki imajo zaradi povečanega dobrega počutja smiselnost njihovega obstoja.

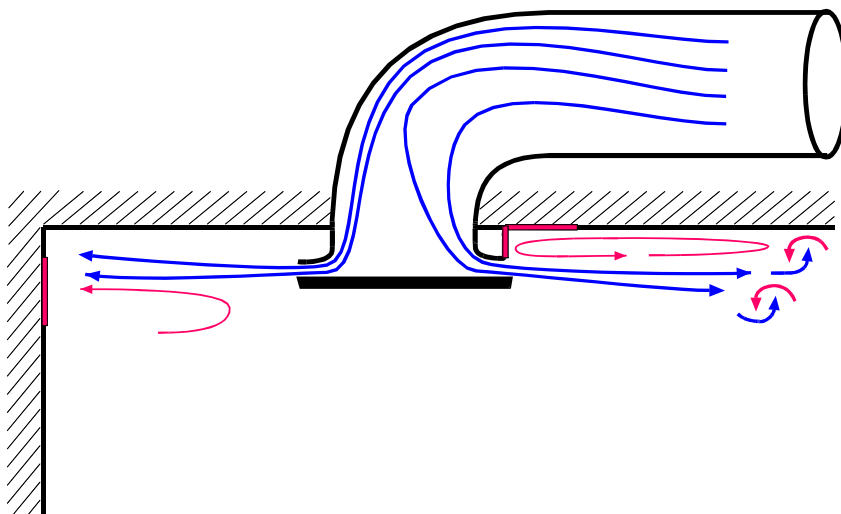
Čiščenje ventilov in umazanih robov

- krožnikasti ventil obrišite z vlažno krpo, pri tem pazite, da ne spremenite nastavitev ventila.
- umazane robove okrog krožnikastega ventila po potrebi odsesajte s sesalnikom → odvisno od vsebnosti prahu v zraku v prostoru;
vzrok za umazane robove ni prah iz prezračevalnega sistema



Čiščenje s sesalnikom

Onesnaženje



Kriteriji za nalaganje umazanije:

- Delci
- Kinetična energija
- Sprememba smeri (zaradi turbulenc)
- Možnost oprijemanja (hrapavost, vlaga)

**Zahvaljujem se Vam
za Vašo pozornost.**