Energieeffizienzpotentiale in der Lüftungstechnik

UMWELT TECHNIK BW

rosenberg ECOFIT ETRI
THE AIR MOVEMENT GROUP

2021-10

Energieeffizienzpotentiale in der Lüftungstechnik

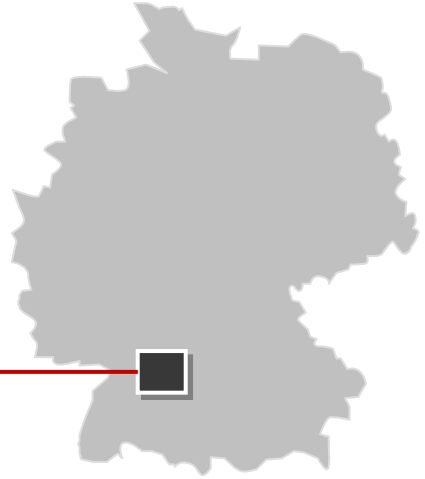
Referent:
Manfred Müller Dipl.-Ing. (FH)
Leitung Technik
Rosenberg Ventilatoren GmbH
74653 Künzelsau – Gaisbach
Tel. 07940 / 142 – 189
Email: Manfred.Mueller@rosenberg-gmbh.com

UMWELT TECHNIK BW

rosenberg THE AIR MOVEMENT GROUP

Energieeffizienzpotentiale in der Lüftungstechnik

Kurze Vorstellung



1981	Gründung der Rosenberg Ventilatoren GmbH durch Karl Rosenberg
45	Vertriebsniederlassungen auf fünf Kontinenten
340	Mitarbeiter (Rosenberg Ventilatoren GmbH)
1.400	Mitarbeiter (Rosenberg Gruppe)
60 %	Exportanteil

Energieeffizienzpotentiale in der Lüftungstechnik
Kurze Vorstellung

Verschiedene Größen von **Luftleistungsprüfständen** für die Datenermittlung unserer Ventilatoren

Luftleistungsprüfstände - Stammhaus

- Kammerprüfstand; klein (2.000 m³/h)
- Kammerprüfstand; mittel (11.000 m³/h)
- Kammerprüfstand, groß (40.000 m³/h)

DIN 24166 / ISO 5801 / China: AMCA

Luftleistungsprüfstände - Rosenberg China

- Kammerprüfstand; groß (25.000 m³/h)
- Kammerprüfstand; klein (2.500 m³/h)

Luftleistungsprüfstände - ECOFIT

- Kammerprüfstand (3.500 m³/h)

Ermittlung der Ventilatoren-Schallwerte im **reflexionsarmen Schallmessraum**

Schallmessraum - Stammhaus

- Lagerung auf Federn
- keine Störeinflüsse von Außen
- Geräuschmessungen nach Hüllflächen-verfahren
- modernste Brüel&Kjaer Messsysteme

Schallmessraum - ECOFIT

- Spezial-Schallmessraum
- Modernste Messtechnik

RLT
Herstellerverband Raumlufttechnische Geräte e.V.

FGK
Fachverband Gebäude – Klima

EVIA
European Ventilation Industries Association

VDMA
Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbauer

Energieeffizienzpotentiale in der Lüftungstechnik

Kurze Vorstellung

Energieeffizienzpotentiale in der Lüftungstechnik

Kurze Vorstellung

Energieeffizienzpotentiale in der Lüftungstechnik

Kurze Vorstellung

Energieeffizienzpotentiale in der Lüftungstechnik

Kurze Vorstellung

Energieeffizienzpotentiale in der Lüftungstechnik

Kurze Vorstellung

Anwendungsgebiete neben der Komfort-Klimatisierung:

Offshore - Windkraft - Petrochemie)	Hygiene DIN 1946-4 Hygiene	Lebensmittel Gärsäurebeständig Lebensmittel
Korrosions-beständig Industrie Chemie	Hoch-temperatur Industrie	Schwimmbad Sole Schwimmbäder
ATEX Gas 2G / 3G IIA, IIB, IIB + H_2, T1 – T4	ATEX Staub 2D / 3D	EAC Ex
Zementindustrie Papierindustrie Serverräume / Datencenter Sonderanwendungen	Silikonfrei Halogenfrei Industrie	Schiffsbau - Hochsee - Binnenwässer Schiffsbau

Energieeffizienzklasse A+ RLT TÜV
Energieeffizienzklasse A RLT TÜV
Energieeffizienzklasse B RLT TÜV
Regelkonform zur Richtlinie RLT 01 RLT R
100% ErP ready 2018
c UL us
QUALITÄTS-MANAGEMENT
Wir sind zertifiziert
Regelmäßige freiwillige Überwachung nach ISO 9001:2000
QUALITÄTSMANAGEMENT ISO 9001:2000 DEKRA-ITS CERTIFICATION SERVICES

Weltweit werden rund 20% der strombedingten CO_2-Emissionen durch die Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik verursacht.

Inhaltsverzeichnis

I. Aktuelle Situation bei Bestandsanlagen und „Lernpotential“

II. Mögliche Energieeffizienzpotentiale nutzen

1. Ventilatoren in Bestand
2. WRG – Systeme
3. Leckagen
   1. EATR
   2. OACF
   3. Luftleitungssystem
4. Bedarfsgeführte Regelung
5. Reduzierung von Druckverlusten
   1. Extern
   2. Intern
6. Filter
7. Change-Over Wärmetauscher

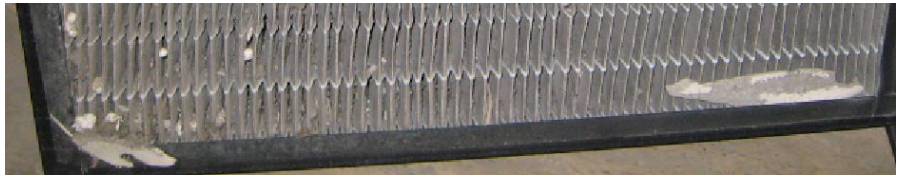
III. Schlussbetrachtung

Weltweit werden rund 20% der strombedingten CO_2-Emissionen durch die Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik verursacht.

→ Veraltete Ventilatoren- und Regelungstechnologien

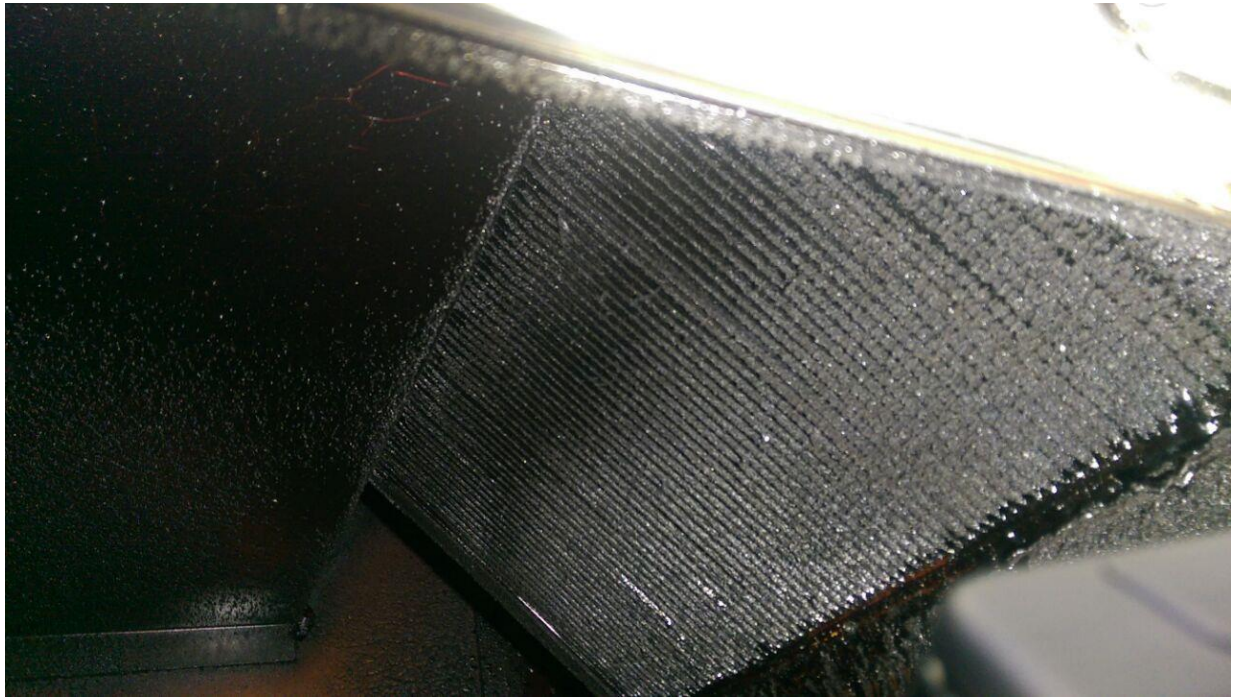
→ Veraltete Ventilatoren- und Regelungstechnologien

→ **schlechte Wartung und Reinigung**



→ **schlechte Wartung und Reinigung**

→ **schlechte Wartung und Reinigung**



… und noch einiges mehr !

Einsatz effizienter Komponenten für die jeweilige Anwendung

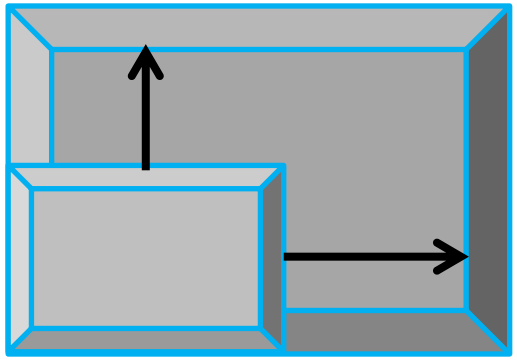
Einsatz effizienter Komponenten für die jeweilige Anwendung

Wärmerückgewinnung, optimiert für den Einsatzzweck und die klimatischen Bedingungen

Einsatz effizienter Komponenten für die jeweilige Anwendung

Wärmerückgewinnung, optimiert für den Einsatzzweck und die klimatischen Bedingungen

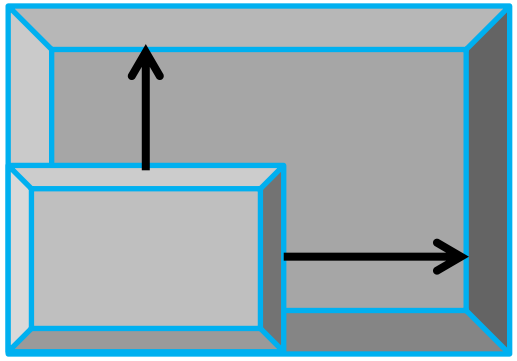
Luftgeschwindigkeit verringern um Druckverluste Zu reduzieren (RLT-Gerät & Kanäle)



Einsatz effizienter Komponenten für die jeweilige Anwendung

Wärmerückgewinnung, optimiert für den Einsatzzweck und die klimatischen Bedingungen

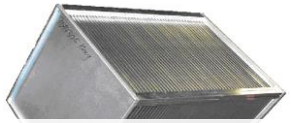
Luftgeschwindigkeit verringern um Druckverluste Zu reduzieren (RLT-Gerät & Kanäle)



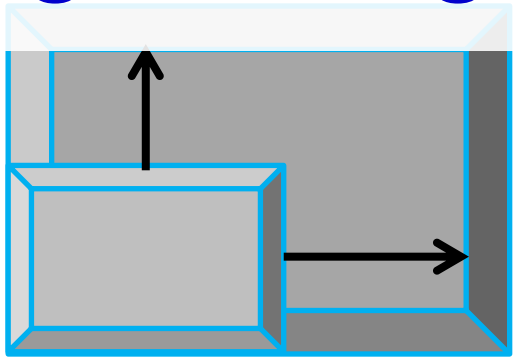
Lüften „so viel wie nötig“→ bedarfsgeregelter Betrieb nach CO_2, VOC, Temperatur, Feuchte …

Einsatz effizienter Komponenten für die jeweilige Anwendung

Wärmerückgewinnung, optimiert für den Einsatzzweck und die klimatischen Bedingungen



… verbunden mit einer ordnungsgemäßen Inbetriebnahme und regelmäßiger bedarfsgerechter Wartung !



Ventilatoren im Bestand

Radialventilator
riemengetrieben
vorwärtsgekrümmtes
Laufrad
Leistungsaufnahme
35 kW
67 A

Freilaufendes Rad
mit EC-Antrieb
Leistungsaufnahme
27 kW
41 A

Vorteil:
→ 23 % weniger Leistungsbedarf
→ 20 t / Jahr CO_2 Reduktion

Amortisation
2,3 Jahre

Ventilatoren im Bestand

Radialventilator
riemengetrieben
Leistungsaufnahme
20 kW
50 A

Freilaufendes Rad
mit EC-Antrieb
Leistungsaufnahme
10 kW
16 A

Vorteil ECFanGrid:
→ 50 % weniger Leistungsbedarf
→ 32,9 t / Jahr CO_2 Reduktion

Amortisation
2,1 Jahre

Ventilatoren im Bestand

Freilaufendes Rad
mit EC-Antrieb
Leistungsaufnahme
4,5 kW

Radialventilator
direktgetrieben
mit rückwärtsgekrümmtem
Laufrad - geregelt
Leistungsaufnahme
5,1 kW

Amortisation
1,4 Jahre
CO_2 Reduktion
ca. 15 t / Jahr

Ventilatoren im Bestand

Amortisationsberechnung

Projekt:	Klinikin Stuttgart
Projektnummer	
Kontakt	Thorsten Kaipl
Email:	thorsten.kaipl@rosenberg-gmbh.com

Anlage: Anlage 1

Zuluft

Drehzahl %	Volumen	Druck	Drehzahl UpM
100%	9000	1100	3290
90%	8100	891	2961
80%	7200	704	2632
70%	6300	539	2303
60%	5400	396	1974
40%	3600	176	1316

Abluft

Drehzahl %	Volumen	Druck	Drehzahl UpM
100%	9000	900	2838
90%	8100	729	2554
80%	7200	576	2270
70%	6300	441	1987
60%	5400	324	1703
40%	3600	144	1135

Bestandsventilator

Position	Zuluft								
Drehzahl	Laufzeit Tag	Laufzeit Jahr					Fan η	Leistung	Energieverbrauch
%	Stunden/Tag	Tage/Jahr					%	kW	kWh/Jahr
100%	24	365					53,82%	5,11	44763,60
90%	0	0					53,82%	3,73	0,00
80%	0	0					53,82%	2,62	0,00
70%	0	0					53,82%	1,75	0,00
60%	0	0					53,82%	1,10	0,00
40%	0	0					53,82%	0,33	0,00
								Summe	44763,60

Position	Abluft								
Drehzahl	Laufzeit Tag	Laufzeit Jahr					Fan η	Leistung	Energieverbrauch
%	Stunden/Tag	Tage/Jahr					%	kW	kWh/Jahr
100%	24	365					53,57%	4,20	36792,00
90%	0	0					53,57%	3,06	0,00
80%	0	0					53,57%	2,15	0,00
70%	0	0					53,57%	1,44	0,00
60%	0	0					53,57%	0,91	0,00
40%	0	0					53,57%	0,27	0,00
								Summe	36792,00

ECFanGrid

Position	Zuluft								
Drehzahl	Laufzeit Tag	Laufzeit Jahr					Fan η	Leistung	Energieverbrauch
%	Stunden/Tag	Tage/Jahr					%	kW	kW/Jahr
100%	8	365					61,11%	4,50	13140,00
90%	0	0					61,11%	3,28	0,00
80%	8	365					61,11%	2,30	6727,68
70%	0	0					61,11%	1,54	0,00
60%	8	365					61,11%	0,97	2838,24
40%	0	0					61,11%	0,29	0,00
								Total kW/year	22705,92

Position	Abluft								
Drehzahl	Laufzeit Tag	Laufzeit Jahr					Fan η	Leistung	Energieverbrauch
%	Stunden/Tag	Tage/Jahr					%	kW	kW/Jahr
100%	8	365					62,50%	3,60	10512,00
90%	0	0					62,50%	2,62	0,00
80%	8	365					62,50%	1,84	5382,14
70%	0	0					62,50%	1,23	0,00
60%	8	365					62,50%	0,78	2270,59
40%	0	0					62,50%	0,23	0,00
								Summe	18164,73

Ergebins

Energieeinsp.	40685,0	kWh/Jahr
Strompreis	0,19	€/kWh
Einsparung: CO2-Steuer*	521,17	€/Jahr
Wartung	200,00 €	€/Jahr
Einsparung	8451,31	€/Jahr
Investition*	12000	€
Amortisation	1,42	Jahre

CO2 Einsparung
je Jahr Betriebsdauer

14,89 tCO2

*Einsparung CO2-Steuer:
Basis: Durchschnitt 35,00 Euro/Tonne

* Investionskosten: Material- und Montagekosten (geschätzt). => Eine mögliche Förderung ist nicht berücksichtigt.

Ergebnis

Energieeinsp.	40685,0	kWh/Jahr
Strompreis	0,19	€/kWh
Einsparung: CO2-Steuer*	521,17	€/Jahr
Wartung	200,00 €	€/Jahr
Einsparung	8451,31	€/Jahr
Investition*	12000	€
Amortisation	1,42	Jahre

Ventilatoren im Bestand

Vor einer Retrofit – Maßnahme:

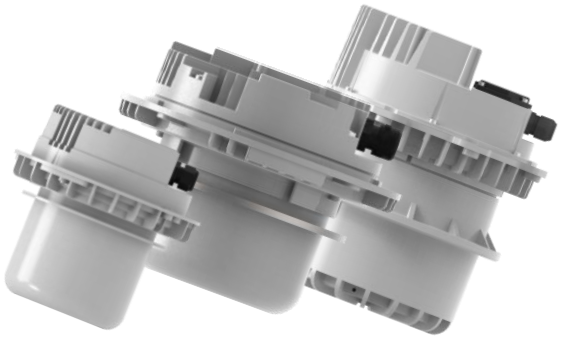
Unbedingt aktuellen Betriebszustand überprüfen !

Entwicklung der Ventilatorentechnik

<u>Außenläufermotor:</u>

Spannungssteuerbarer Asynchron-Außenläufermotor

Elektrisch kommutierter Außenläufermotor (EC)



<u>IEC-Normmotor:</u>
IEC 60034-30-1 (2014):
4 Effizienzklassen:
IE4 Super Premium Effizienz
IE3 Premium Effizienz
IE2 Hohe Effizienz (ehem. Eff1)
IE1 Standard Effizienz (ehem. Eff2)

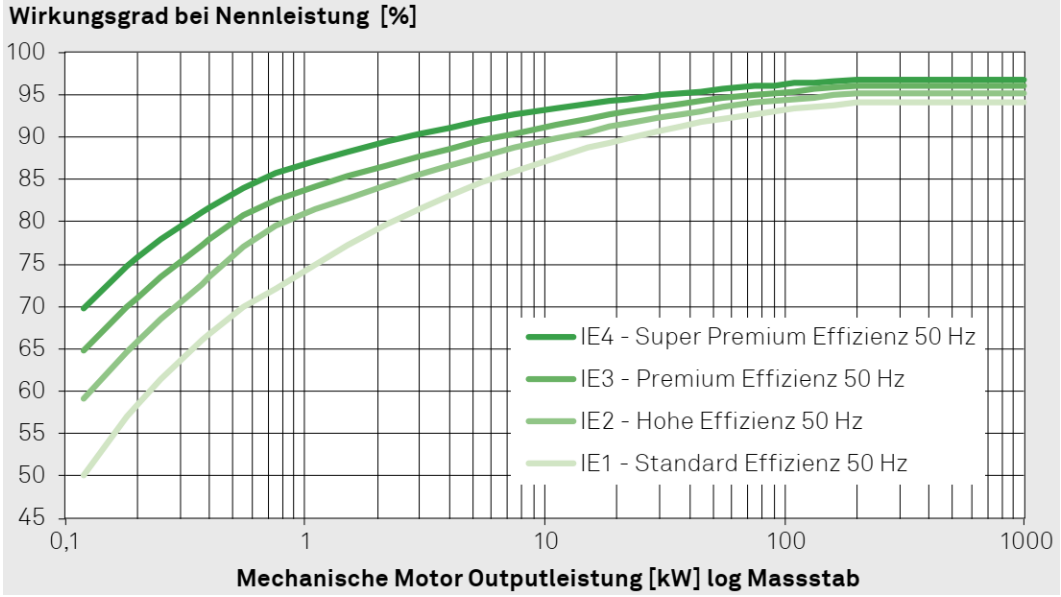


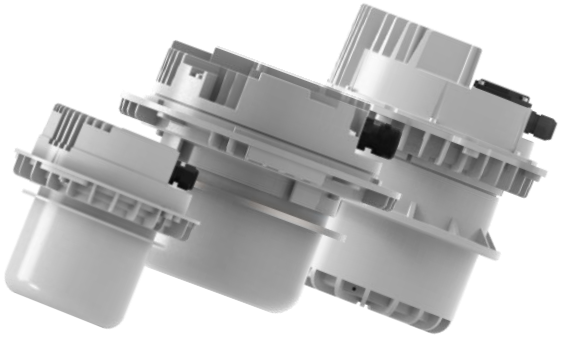
Abb.: topmotors.ch

Entwicklung der Ventilatorentechnik

Außenläufermotor:

Spannungssteuerbarer Asynchron-Außenläufermotor
η etwa bei 70 - 85%

Elektrisch kommutierter Außenläufermotor (EC)
η bis zu 95% („IE5“)



IEC-Normmotor:

IEC 60034-30-1 (2014):
4 Effizienzklassen:

IE4	Super Premium Effizienz	~ 92,5%
IE3	Premium Effizienz	~ 90,2%
IE2	Hohe Effizienz (ehem. Eff1)	~ 88,4%
IE1	Standard Effizienz (ehem. Eff2)	~ 85,8%

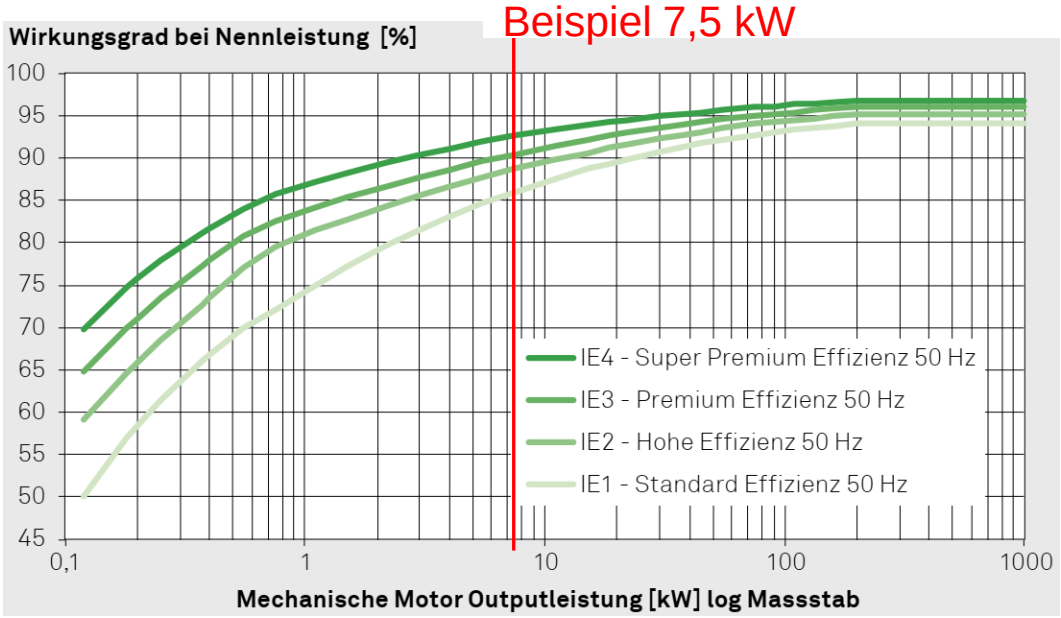


Abb.: topmotors.ch

Entwicklung der Ventilatorentechnik

η Laufrad	63%	71%
η Motor	85%	88%
η Ventilator	49%	58%

Entwicklung der Ventilatorentechnik

η Laufrad	63%	71%
η Motor	85%	88%
η Ventilator	49%	58%

η Laufrad	72%
η Motor	95%
η Ventilator	69%

Kompaktheit & Flexibilität Redundanz &

Hohe Verfügbarkeit

Einfacher Ersatz & Wartung

Höhere Effizienz im System /

gleichmäßigeres Strömungsprofil

Platz

Integrierte Drehzahlsteuerung

Einfache Reinigung

Gewichtsreduktion

Wärmerückgewinnung

Berechnungsbasis

- **Energiekosten (Strom / Wärme)**

  Strom: 17,55 ct / kWh

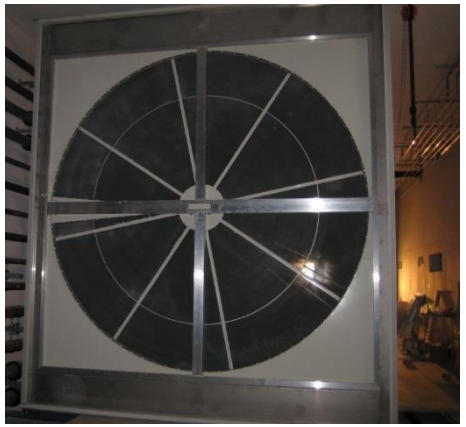
  Wärme: 5 ct / kWh

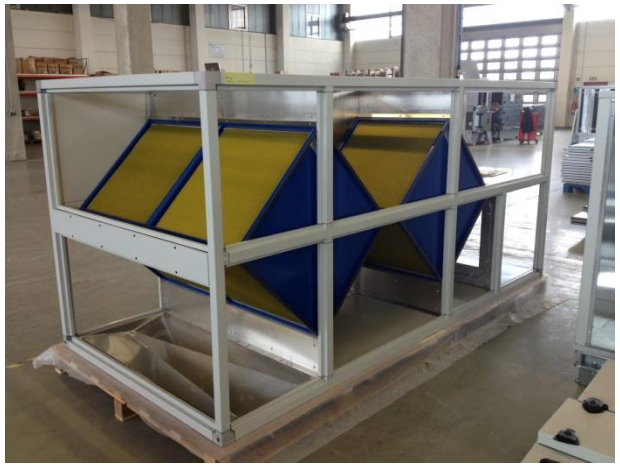
- **CO_2 – Reduktion**

  CO_2 Umrechnungsfaktor:

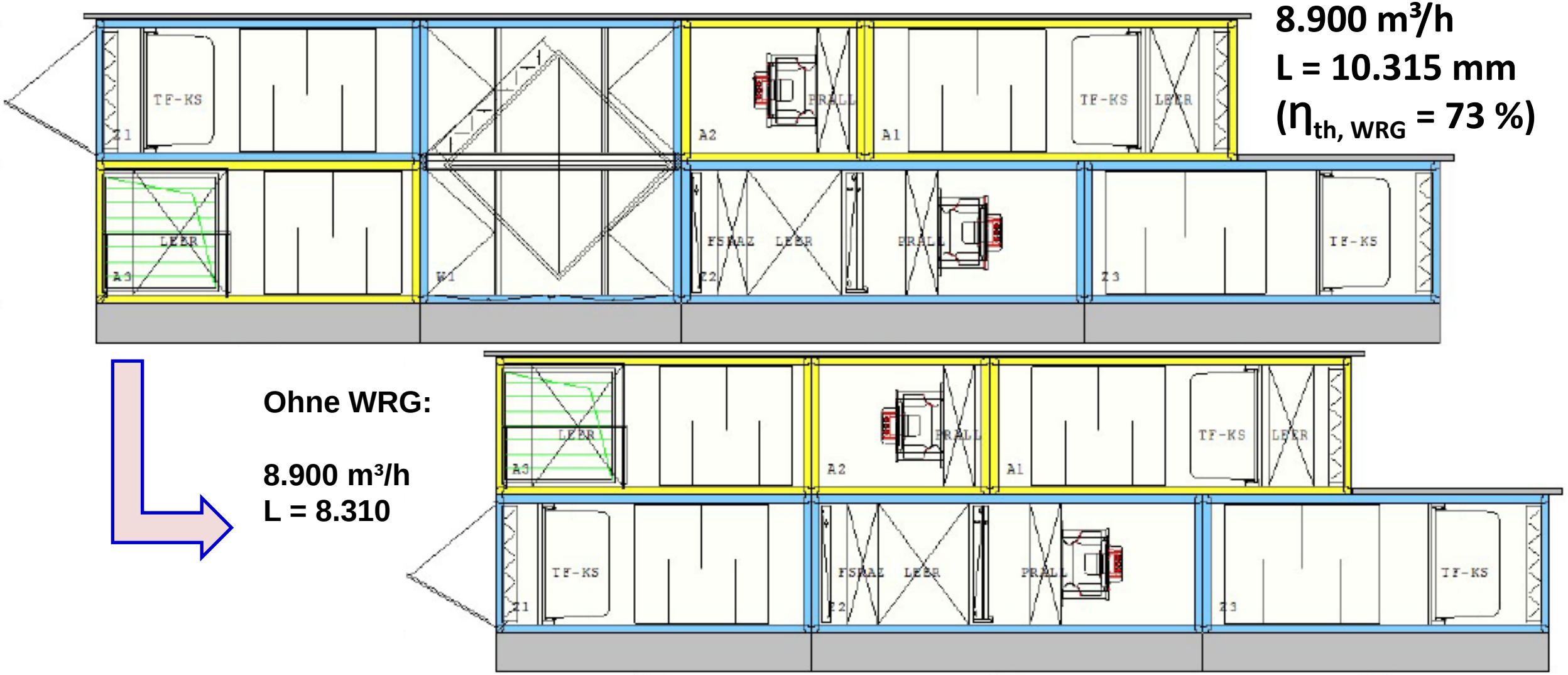
  Wärme: 0,19
  (Mittelwert aus Fernwärme 0,12 / Erdgas 0,22)

  Strom 0,4





Wärmerückgewinnung



8.900 m³/h
L = 10.315 mm
($\eta_{th,\ WRG}$ = 73 %)

Ohne WRG:

8.900 m³/h
L = 8.310

Wärmerückgewinnung

Gerechnet über den Jahreszyklus

Randbedingungen:

Betriebsart RLT-Gerät Volllast und Teillast / Nachtabsenkung
7 Tage / Woche

Wärmekosten 5 ct / KWh Stromkosten 17,55 ct / KWh

Energiekosten ohne WRG:	27.529 € / a
Energiekosten mit WRG (PWT) :	11.032 € / a
Differenz Energiekosten:	16.497 € / a (- 60%)
Einsparung CO_2 – Steuer:	580 € / a
Differenz Anschaffungskosten RLT-Gerät Mit / ohne WRG:	6.800 €

→ **Amortisationszeit: < 6 Monate**

CO_2 – Umrechnung:
Faktor Strom: KWh * 0,4 kg CO_2
Faktor Wärme: KWh * 0,19 kg CO_2

Ohne WRG: 44,3 t / a
Mit WRG: 21,4 t / a

Reduktion: 23,1 t / a (- 47%)

Wärmerückgewinnung

Gerechnet über den Jahreszyklus

Randbedingungen:

Betriebsart RLT-Gerät Volllast und Teillast, nachts aus
5 Tage / Woche

Wärmekosten 5 ct / KWh Stromkosten 17,55 ct / KWh

Energiekosten ohne WRG:	9.033 € / a
Energiekosten mit WRG (PWT) :	5.716 € / a
Differenz Energiekosten:	3.317 € / a (- 37%)
Einsparung CO_2 – Steuer:	70 € / a
Differenz Anschaffungskosten RLT-Gerät Mit / ohne WRG:	6.800 €

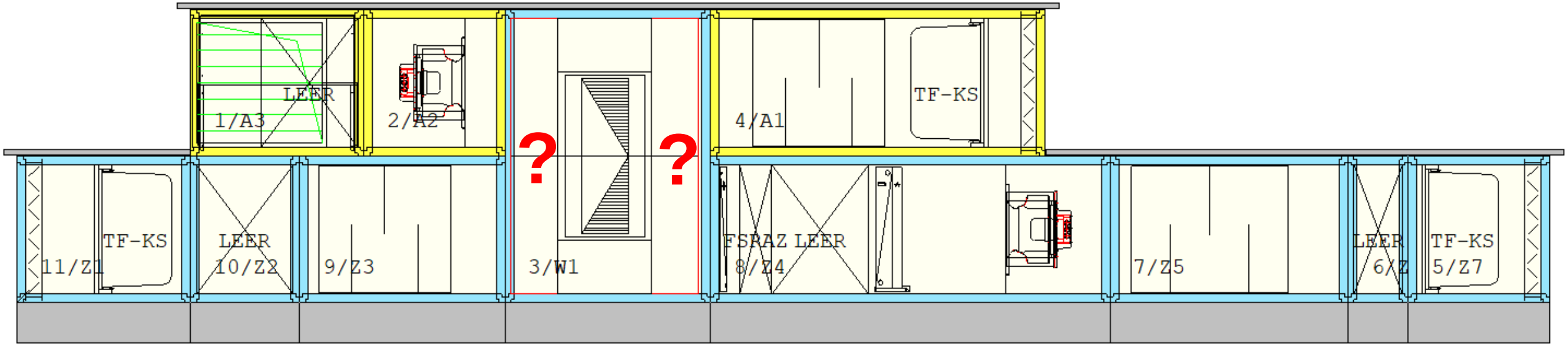
→ **Amortisationszeit: 2 Jahre**

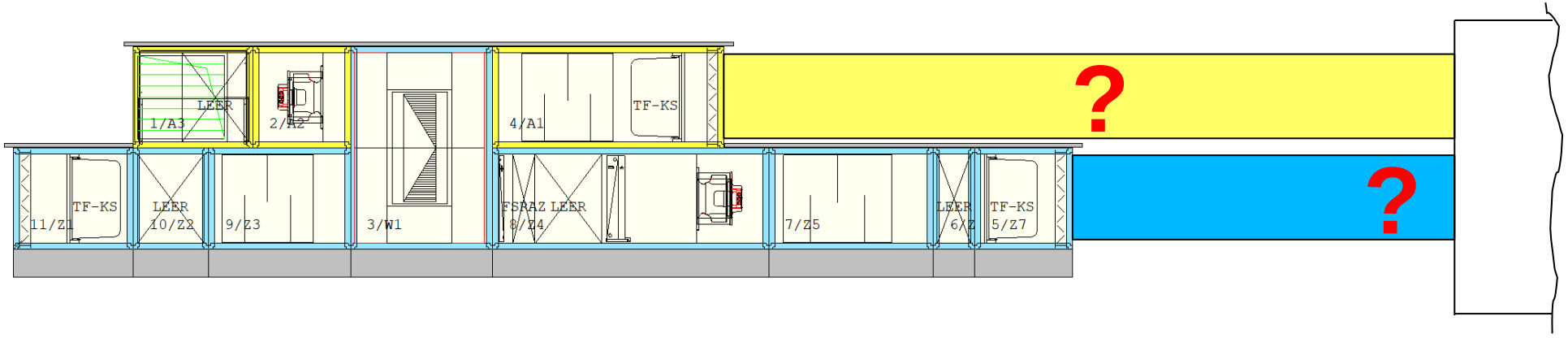
CO_2 – Umrechnung:
Faktor Strom: KWh * 0,4 kg CO_2
Faktor Wärme: KWh * 0,19 kg CO_2

Ohne WRG: 14,3 t / a
Mit WRG: 11,5 t / a

Reduktion: 2,8 t / a (- 20%)

Leckagen


LEER
1/A3
2/A2
?
?
4/A1
TF-KS
TF-KS
11/Z1
LEER
10/Z2
9/Z3
3/W1
FSRAZ LEER
8/Z4
7/Z5
LEER
6/Z
TF-KS
5/Z7


?
?

Leckagen

EATR (DIN EN 16798-3) **E**xhaust **A**ir **T**ransfer **R**atio – Übertragung von Abluft in die Zuluftseite

$$EATR = \frac{q_{\mathrm{m,SUP}} - q_{\mathrm{m,SUPnet}}}{q_{\mathrm{m,SUP}}} = 1 - \frac{q_{\mathrm{m,SUPnet}}}{q_{\mathrm{m,SUP}}}$$

Dabei ist:

$q_{m,SUP,HR}$ der Luftmassenstrom von Zuluft, die aus der WRG ausströmt

$q_{m,SUPnet,HR}$ der Luftmassenstrom von Zuluft, die aus der WRG ausströmt und aus der Außenluft entstammt ,die in die WRG einströmt.

→ Weitere Festlegungen dazu werden in der Überarbeitung von der EN 308 getroffen
→ EATR – Wert muss vom RLT-Gerätehersteller berechnet werden

Leckagen

OACF (DIN EN 16798-3) **O**utdoor **A**ir **C**orrection **F**actor - Außenluftkorrekturfaktor

$$OACF = \frac{q_{\mathrm{m,ODA,HR}}}{q_{\mathrm{m,SUP,HR}}}$$

Dabei ist:

$q_{m,ODA,HR}$ der Luftmassenstrom von Außenluft, die in die WRG einströmt

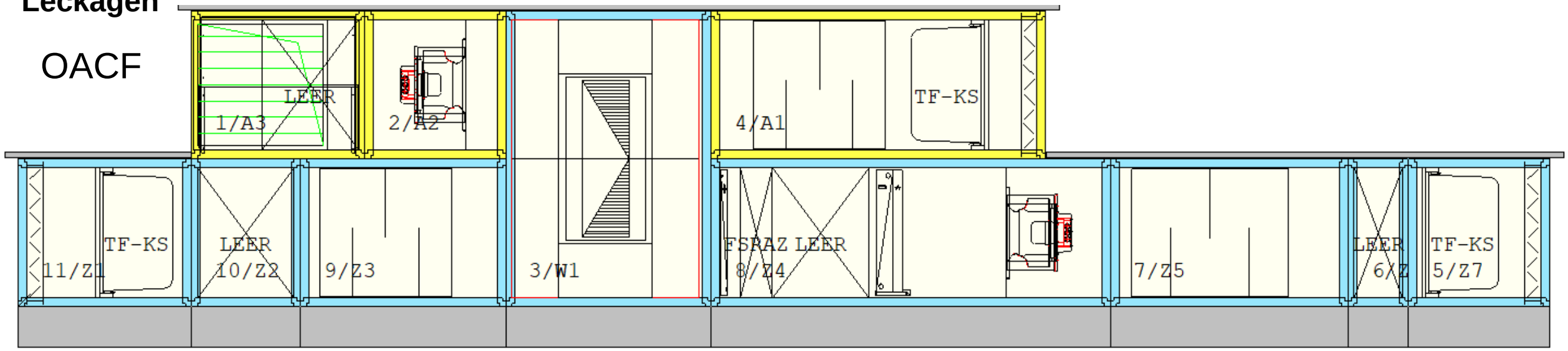
$q_{m,SUP,HR}$ der Luftmassenstrom von Zuluft, die aus der WRG ausströmt.

→ OACF > 1: Luft wird aus der Außenluft in die Abluft übertragen
→ OACF < 1: Luft wird aus der Abluft in die Zuluft übertragen (Luftumwälzung

→ Weitere Festlegungen dazu werden in der Überarbeitung von der EN 308 getroffen
→ OACF – Wert muss vom RLT-Gerätehersteller berechnet werden

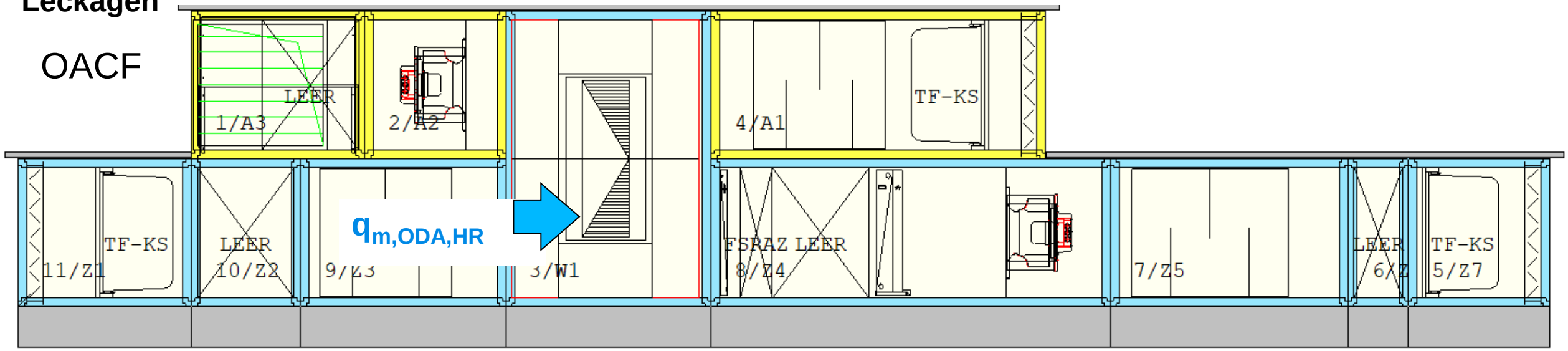
Leckagen

OACF



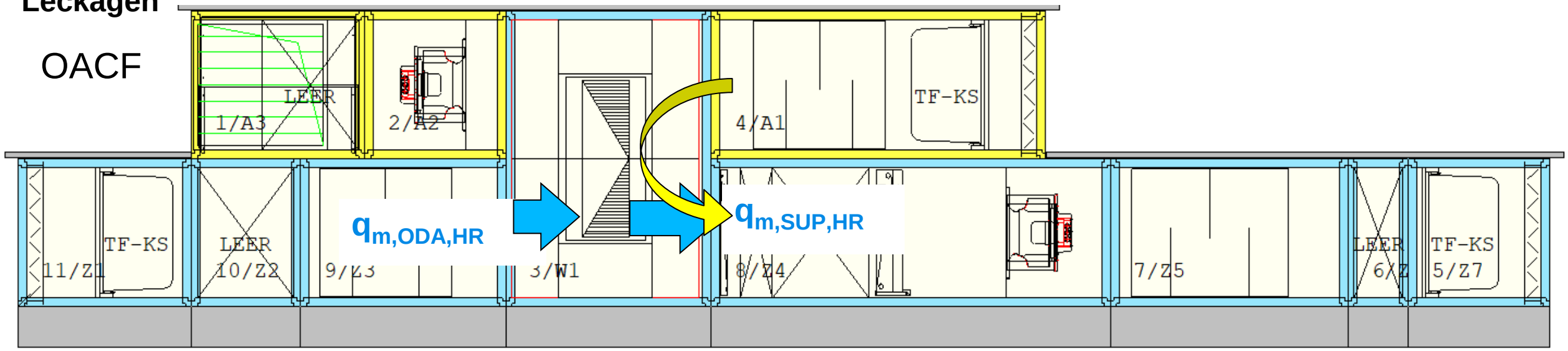
Leckagen

OACF



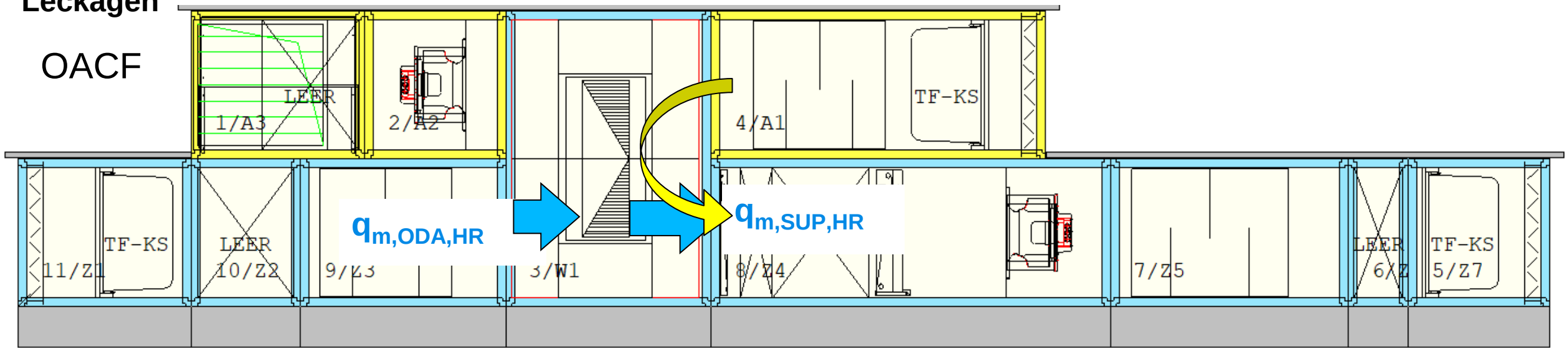
Leckagen

OACF

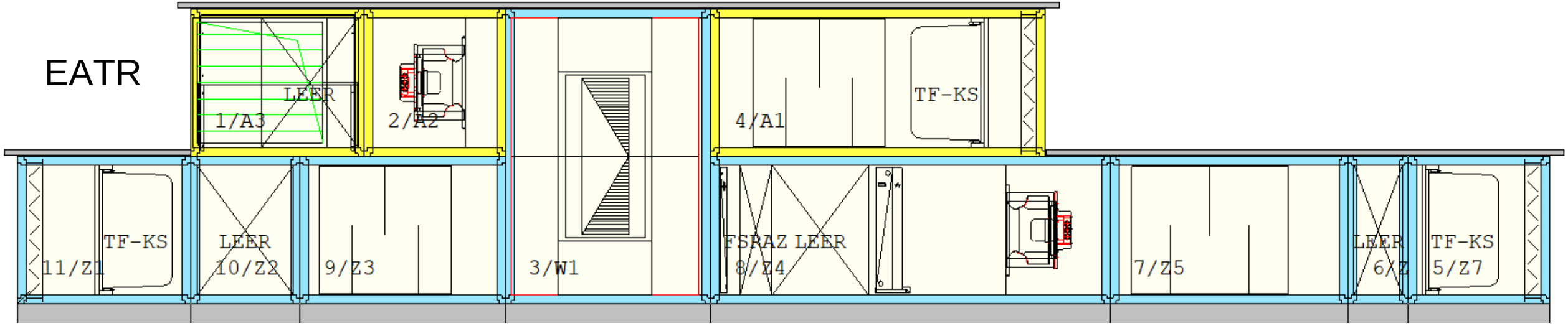


Leckagen

OACF

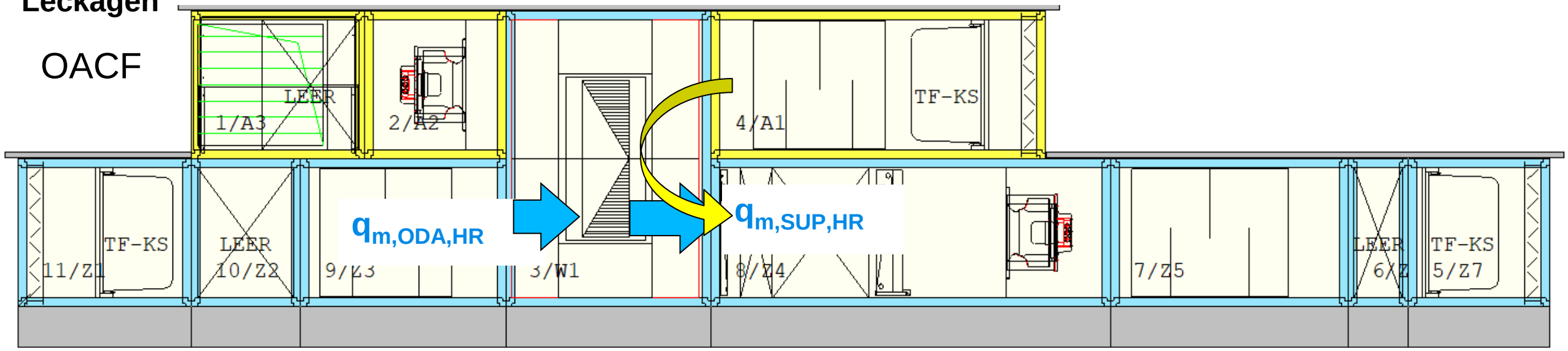


EATR

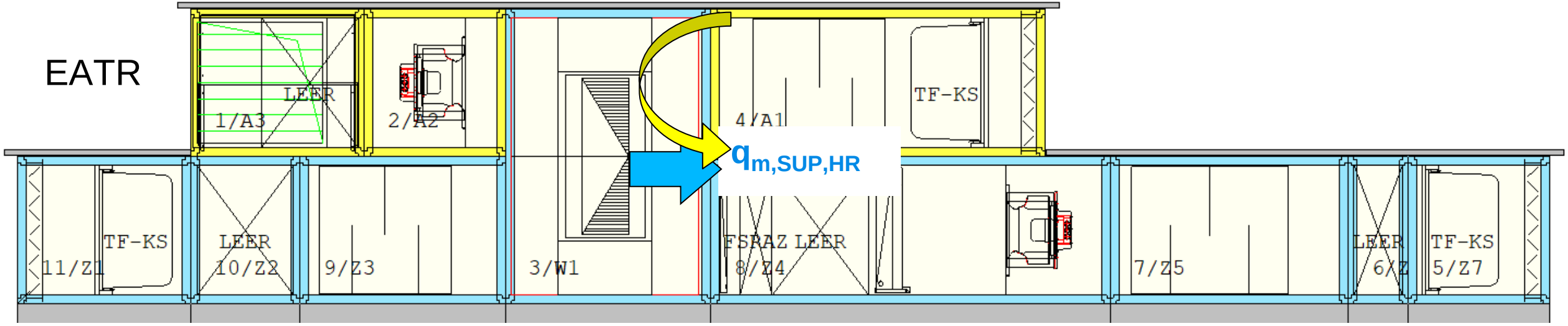


Leckagen

OACF

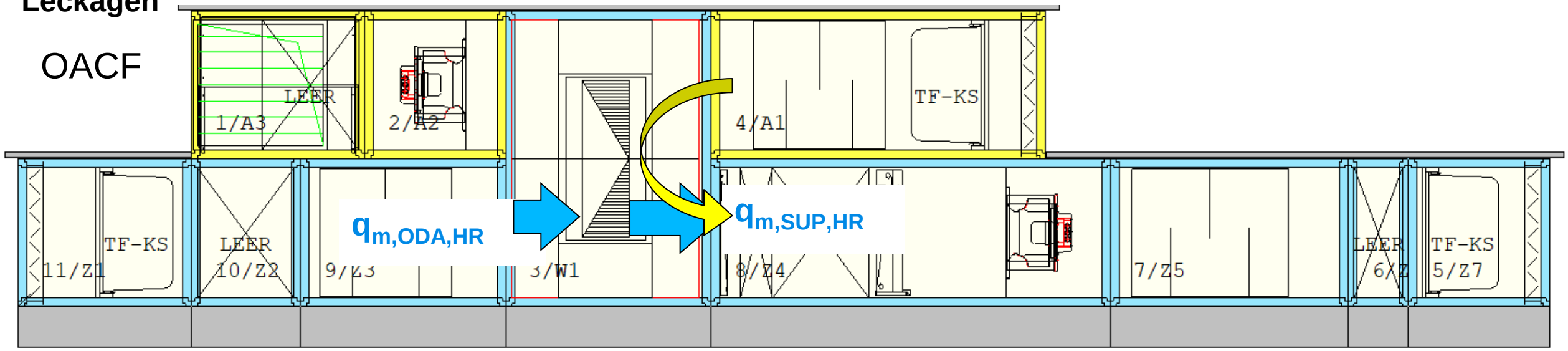


EATR

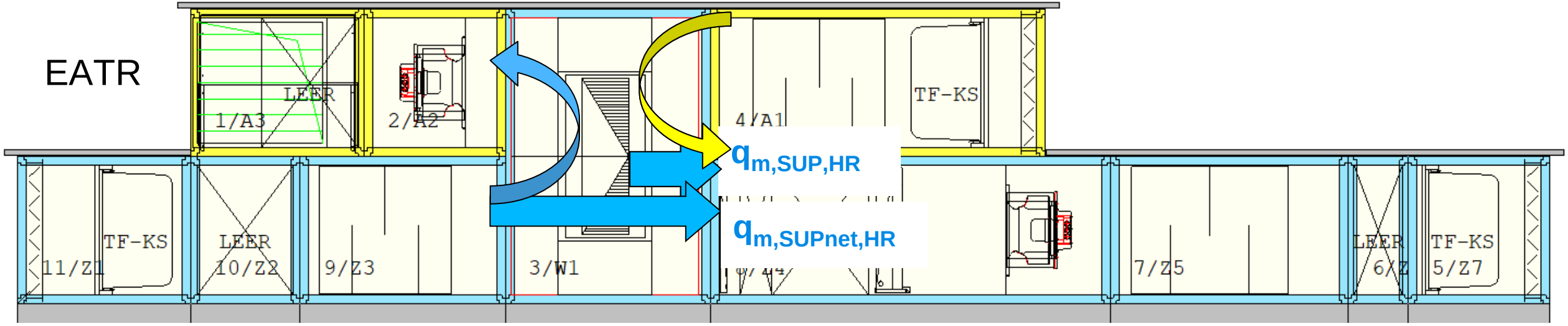


Leckagen

OACF

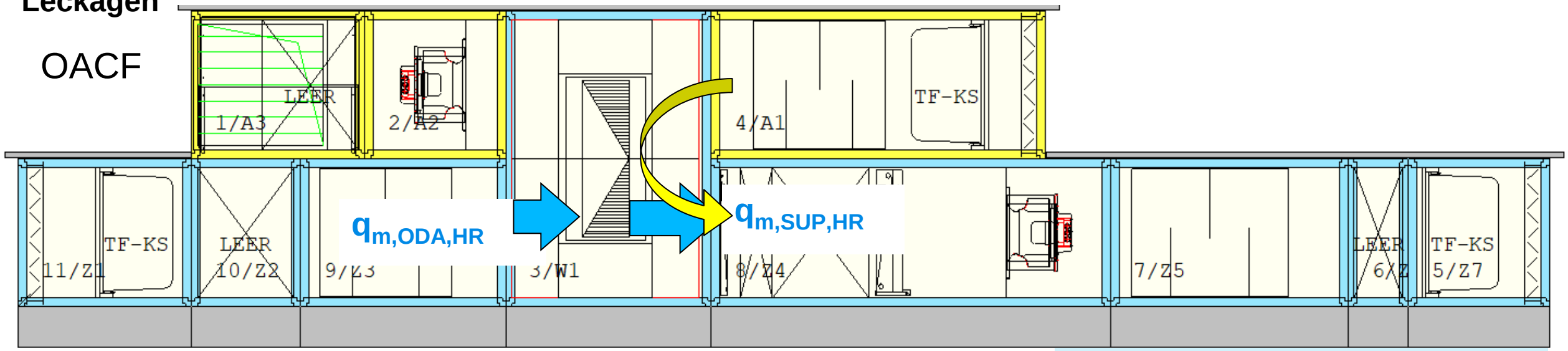


EATR

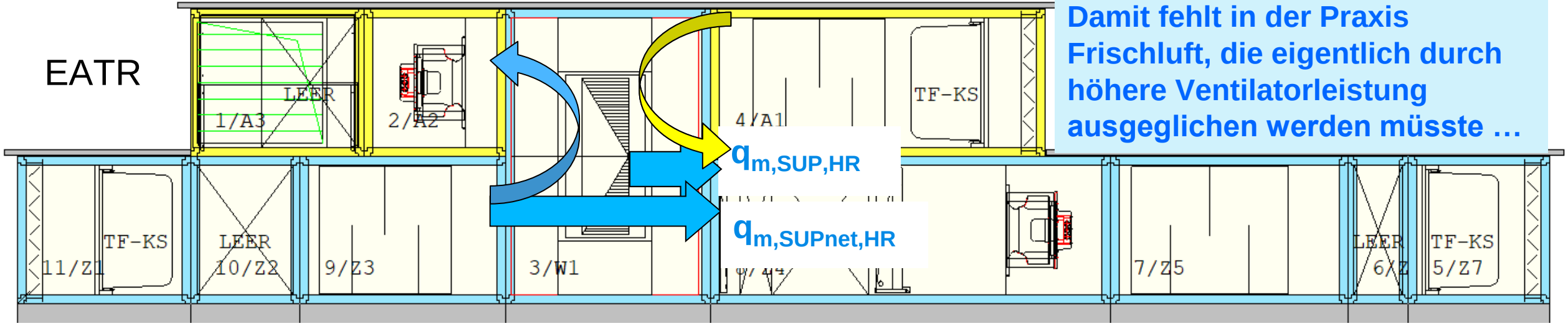


Leckagen

OACF

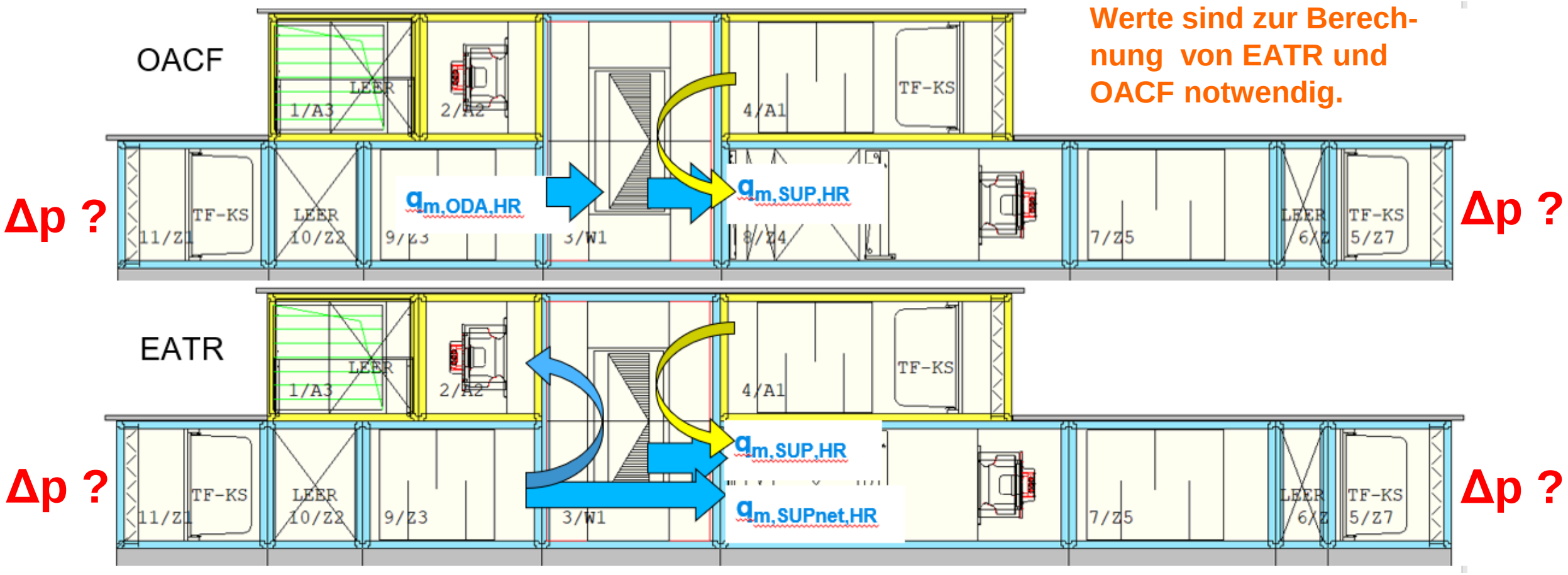


EATR



Damit fehlt in der Praxis Frischluft, die eigentlich durch höhere Ventilatorleistung ausgeglichen werden müsste …

Leckagen



Werte sind zur Berechnung von EATR und OACF notwendig.

Leckagen

OACF (DIN EN 16798-3) **O**utdoor **A**ir **C**orrection **F**actor - Außenluftkorrekturfaktor

	OACF	
Klasse	Außenluft zur Fortluft	Abluft zur Zuluft
1	1,03	0,97
2	1,05	0,95
3	1,07	0,93
4	1,10	0,90
5	Nicht klassifiziert	

Leckagen

Dichtheitsklasse des Luftleitungssystems nach DIN EN 16798-3:2017-11

Leckageklassen		**Grenzwert der Luftleckrate (f_{max})**
Alt	NEU	$m^3s^{-1} * m^{-2}$
	ATC 7	Nicht klassifiziert
	ATC 6	$0{,}0675 \times p_t^{0{,}65} \times 10^{-3}$
A	ATC 5	$0{,}0270 \times p_t^{0{,}65} \times 10^{-3}$
B	ATC 4	$0{,}0090 \times p_t^{0{,}65} \times 10^{-3}$
C	ATC 3	$0{,}0030 \times p_t^{0{,}65} \times 10^{-3}$
D	ATC 2	$0{,}0010 \times p_t^{0{,}65} \times 10^{-3}$
	ATC 1	$0{,}00033 \times p_t^{0{,}65} \times 10^{-3}$
Wenn keine Undichtigkeit gemessen wird, beträgt der Standardwert für die Berechnung $0{,}0675 \times p_t^{0{,}65} \times 10^{-3}$		

Leckagen

Dichtheitsklasse des Luftleitungssystems nach DIN EN 16798-3:2017-11

Leckageklassen		Grenzwert der Luftleckrate (f_{max}) $m^3s^{-1} * m^{-2}$
Alt	NEU	
	ATC 7	Nicht klassifiziert
	ATC 6	$0{,}0675 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
A	ATC 5	$0{,}0270 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
B	ATC 4	$0{,}0090 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
C	ATC 3	$0{,}0030 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
D	ATC 2	$0{,}0010 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
	ATC 1	$0{,}00033 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
Wenn keine Undichtigkeit gemessen wird, beträgt der Standardwert für die Berechnung $0{,}0675 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$		

Anhang B.4.5:

Die **Mindestdichtheitsklasse** der Luftverteilungsanlagen ist **B / ATC 4.**

Empfehlung:
Klasse **C / ATC 3** wird

Leckagen

Dichtheitsklasse des Luftleitungssystems nach DIN EN 16798-3:2017-11

Beispiel Energieeinsparung P_{el} durch Reduzierung der Kanalleckagen

		Beispiel 1
Kanal	Höhe	1,43 m
	Tiefe	0,90 m
	Länge	50 m
	Oberfläche	233 m²
	Druckverlust	400 Pa
Maximale Undichtheit	Klasse A / ATC 5	1.113 m³/h
	Klasse B / ATC 4	371 m³/h
	Klasse C / ATC 3	124 m³/h
	Klasse D / ATC 2	82 m³/h
Beszugs-volumen 8900 m³/h	Klasse A / ATC 5	12,5%
	Klasse B / ATC 4	4,2%
	Klasse C / ATC 3	1,4%
	Klasse D / ATC 2	0,9%

Randbedingungen:

Betriebsart Ventilatoren: Volllast 100 % über 8 h

P_{el} incl. Ausgleichen der Leckagen bei Mindestforderung Klasse B / ATC 4: 7,84 KW

P_{el} incl. Ausgleichen der Leckagen bei der empfohlenen Klasse C / ATC 3: 7,23 KW

Differenz: 0,61 KW entsp. ca. – 8%

Leckagen

Dichtheitsklasse des Luftleitungssystems nach DIN EN 16798-3:2017-11

Beispiel Energieeinsparung P_{el} durch Reduzierung der Kanalleckagen

Randbedingungen Jahreszyklus:

Betriebsart RLT-Gerät mit WRG Volllast 8h 5 Tage / Woche

Energiebedarf el. incl. Ausgleich der Leckagen
bei Mindestforderung Klasse B / ATC 4: 15.805 kWh

Energiebedarf el. incl. Ausgleich der Leckagen
bei der empfohlenen Klasse C / ATC 3: 14.576 kWh

Stromkosten 17,55 ct / KWh

Energiekosten incl. Ausgleich Leckage Klasse B: 2.774 € / a
Energiekosten incl. Ausgleich Leckage Klasse C: 2.558 € / a
Differenz Energiekosten: 216 € / a

CO_2 – Umrechnung:
Faktor Strom: KWh * 0,4 kg CO_2

Incl. Ausgleich Leckage B / ATC 4:
6,3 t / a
Incl. Ausgleich Leckage C / ATC 3:
5,8 t / a

Reduktion: 0,5 t / a

Geregeltes Lüftungsgerät

Randbedingungen Jahreszyklus:

Betriebsart RLT-Gerät mit WRG Volllast 12 h oder
Volllast 6h und teillastgeregelt 2x 3h 80% vor / nach;
5 Tage / Woche

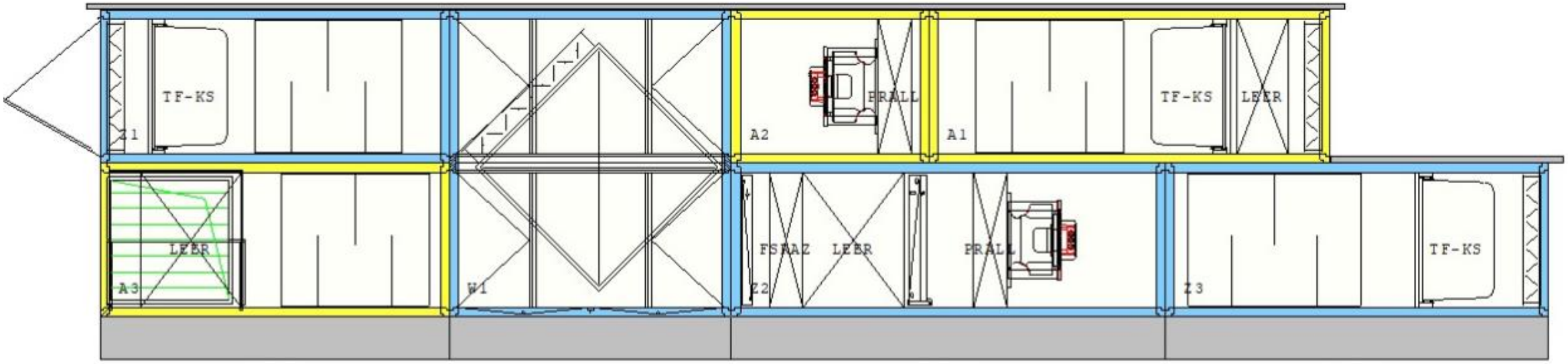
Energiebedarf ungeregelt:	20.987 kWh
Energiebedarf geregelt:	16.420 kWh (- 22%)
Wärmekosten 5 ct / KWh	Stromkosten 17,55 ct / KWh
Energiekosten ungeregelt:	5.877 € / a
Energiekosten geregelt:	4.925 € / a
Differenz Energiekosten:	952 € / a (- 16%)
Einsparung CO_2 – Steuer:	174 € / a

CO_2 – Umrechnung:
Faktor Strom: KWh * 0,4 kg CO_2
Faktor Wärme: KWh * 0,19 kg CO_2

ungeregelt:	14,3 t / a
Geregelt:	10,8 t / a (- 24%)
Reduktion:	**3,5 t / a**

Reduzierung der Druckverluste

1. Extern:



	Volumenstrom [m³/h]	Druckverlust Extern [Pa]	Statischer Druck [Pa]	Ventilator Pel [kW]
Zuluft	8.900	400	1033	3,98
		650	1.283	4,90
Abluft	8.900	400	748	2,96
		650	998	3,85

Reduzierung der Druckverluste

1. Extern:

Randbedingungen Jahreszyklus:

Betriebsart RLT-Gerät mit WRG Volllast Kernzeit
und teillastgeregelt 80% vor / nach , 5 Tage / Woche

Energiebedarf el. Δp_{ext} 650 Pa: 20.397 kWh
Energiebedarf el. Δp_{ext} 400 Pa: 16.420 kWh

Wärmekosten 5 ct / KWh Stromkosten 17,55 ct / KWh

Energiekosten Δp_{ext} 650 Pa : 5.623 € / a
Energiekosten Δp_{ext} 400 Pa 4.925 € / a (- 12%)
Differenz Energiekosten: 698 € / a

Einsparung CO_2 – Steuer: 40 € / a

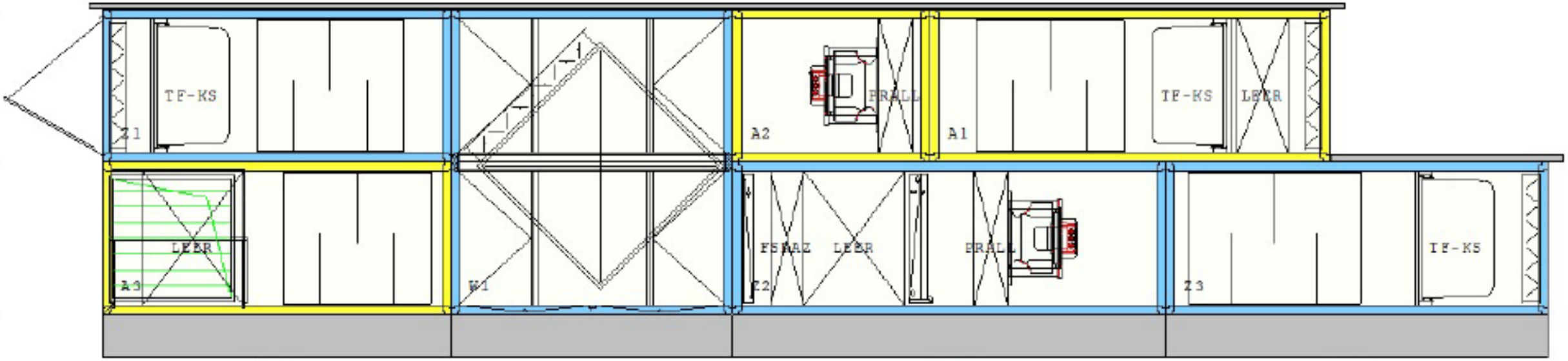
CO_2 – Umrechnung:
Faktor Strom: KWh * 0,4 kg CO_2
Faktor Wärme: KWh * 0,19 kg CO_2

Δp_{ext} 600 Pa : 10,4 t / a
Δp_{ext} 400 Pa 8,8 t / a

Reduktion: 1,6 t / a

Reduzierung der Druckverluste

2. Intern:



Gerätebaugröße	Höhe [mm]	Tiefe [mm]	Länge [mm]	V [m/s]	Pel, Vent. [KW]
T60-1310	2480	1390	10195	2,04	7,98
T60-1610	2480	**1720**	10195	**1,6**	**6,94**

Reduzierung der Druckverluste

2. Intern:

Randbedingungen Jahreszyklus:

Betriebsart RLT-Gerät mit WRG Volllast Kernzeit
und teillastgeregelt 80% vor / nach , 5 Tage / Woche

Energiebedarf el. bei 2,0 m/s:	19.233 kWh
Energiebedarf el. bei 1,6 m/s:	16.420 kWh (- 15%)

Wärmekosten 5 ct / KWh Stromkosten 17,55 ct / KWh

Energiekosten bei 2,00 m/s :	8.004 € / a
Energiekosten bei 1,60 m/s	4.925 € / a (-38%)
Differenz Energiekosten:	3.079 € / a

Einsparung CO_2 – Steuer: 100 € / a

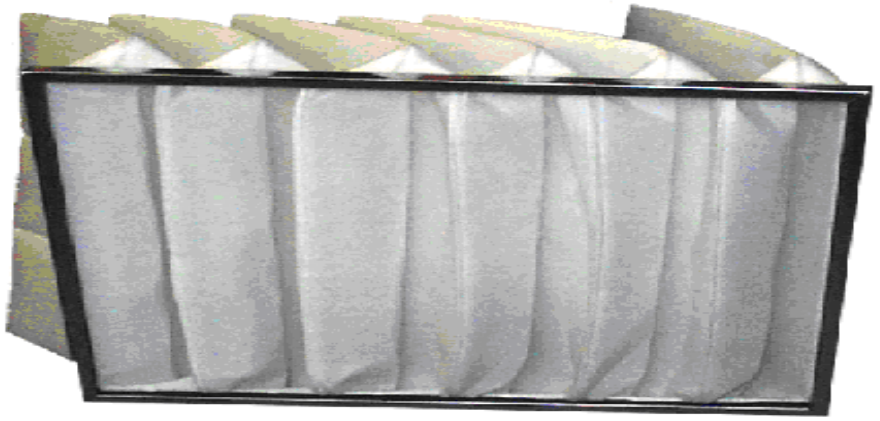
CO_2 – Umrechnung:
Faktor Strom: KWh * 0,4 kg CO_2
Faktor Wärme: KWh * 0,19 kg CO_2

Bei 2,0 m/s: 12,8 t / a
Bei 1,6 m/s: 8,8 t / a

Reduktion: 4 t / a

Filterdruckverluste

Enddruckverluste sind nach EN 13053:2020-05 neu definiert mit dem kleineren Wert aus



ISO ePM1
ISO ePM2,5
ISO ePM10

entweder $\Delta p_{Anfang} * 3$

oder $\Delta_{Anfang} + 100$

ISO Grobstaub

entweder $\Delta p_{Anfang} * 3$

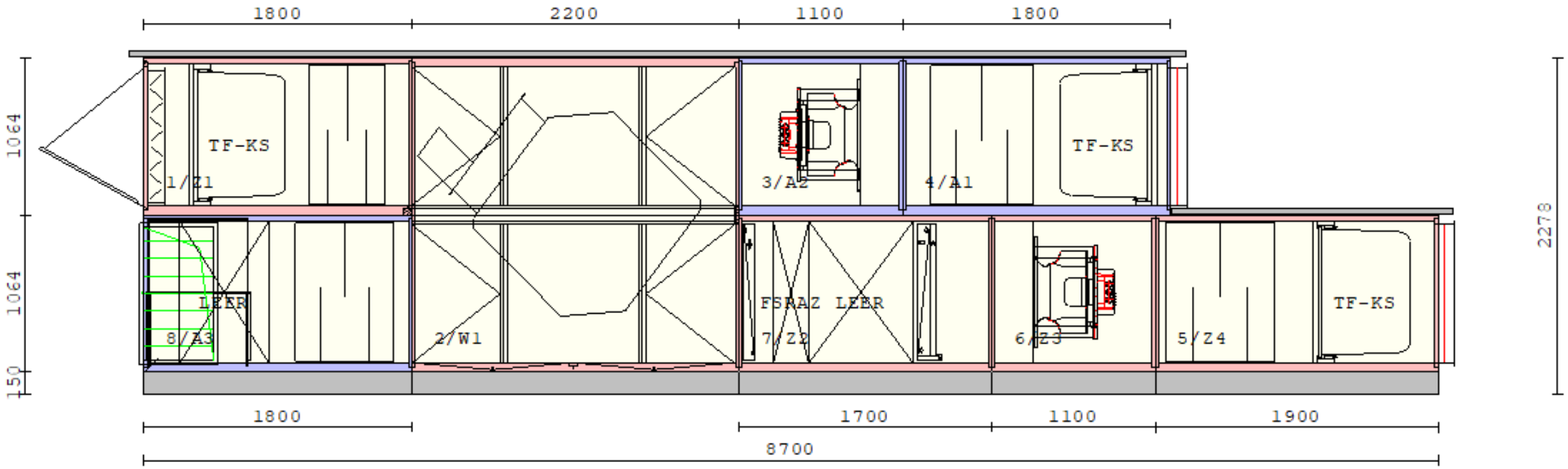
oder $\Delta_{Anfang} + 50$

Filterdruckverluste

	ZUL 1. Stufe ISOePM$_1$ 60%	ZUL 2. Stufe ISOePM$_1$ 85%	ABL 1. Stufe ISOePM$_{10}$ 70%	ZUL 1. Stufe ISOePM$_1$ 60%	ZUL 2. Stufe ISOePM$_1$ 85%	ABL 1. Stufe ISOePM$_{10}$ 60%
Filterlänge mm	635	635	635	640	640	600
Strömungsgeschwindigkeit m/s	1,91	1,92	1,91	1,91	1,92	1,91
Δp Auslegung Pa	117	164	72	78	133	48
Δp Anfang Pa	67	114	36	39	83	24
Δp Ende Pa	167	214	108	117	183	72
Filterfläche m²	25	20,8	23,4	34,3	34,3	22,5
Energieklasse	C	C	C	A+	A+	A
Abmessungen mm	2x592“, 2x592x287, 1x287x592, 1x287²					
Pel gesamt, 100% kW:	6,94			6,60 (- 5%)		
Pel gesamt, 80% kW:	3,92			3,73 (- 5%)		
Energiekosten gesamt Jahr €	4.93			4,78 (- 3%)		
CO_2	8,80			8,48 (- 4%)		

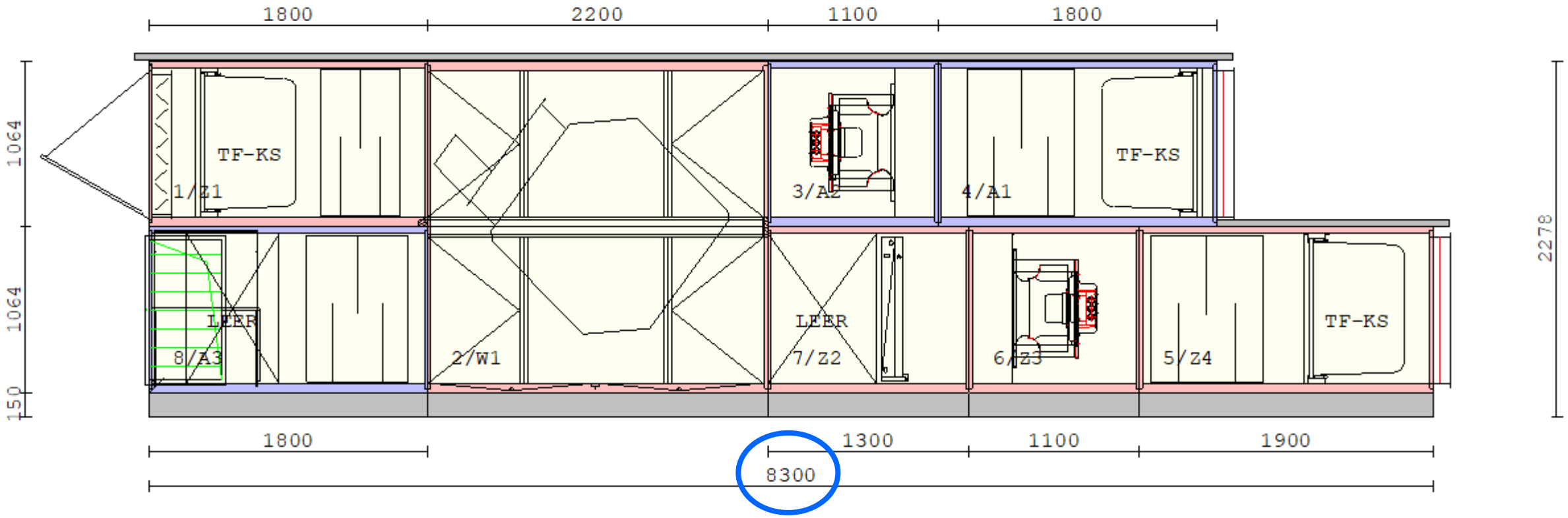
Change – Over – Wärmetauscher Kühlen – Heizen

Einsparung der Druckverluste eines Nachheizregisters



Change – Over – Wärmetauscher Kühlen – Heizen

Einsparung der Druckverluste eines Nachheizregisters



Change – Over – Wärmetauscher Kühlen – Heizen

Einsparung der Druckverluste eines Nachheizregisters

Randbedingungen Jahreszyklus:

Betriebsart RLT-Gerät mit WRG Volllast Kernzeit
und teillastgeregelt 80% vor / nach , 5 Tage / Woche

Energiebedarf el. mit Erhitzer+Kühler:	27.813 kWh
Energiebedarf el. mit Change-Over:	27.047 kWh (- 3%)

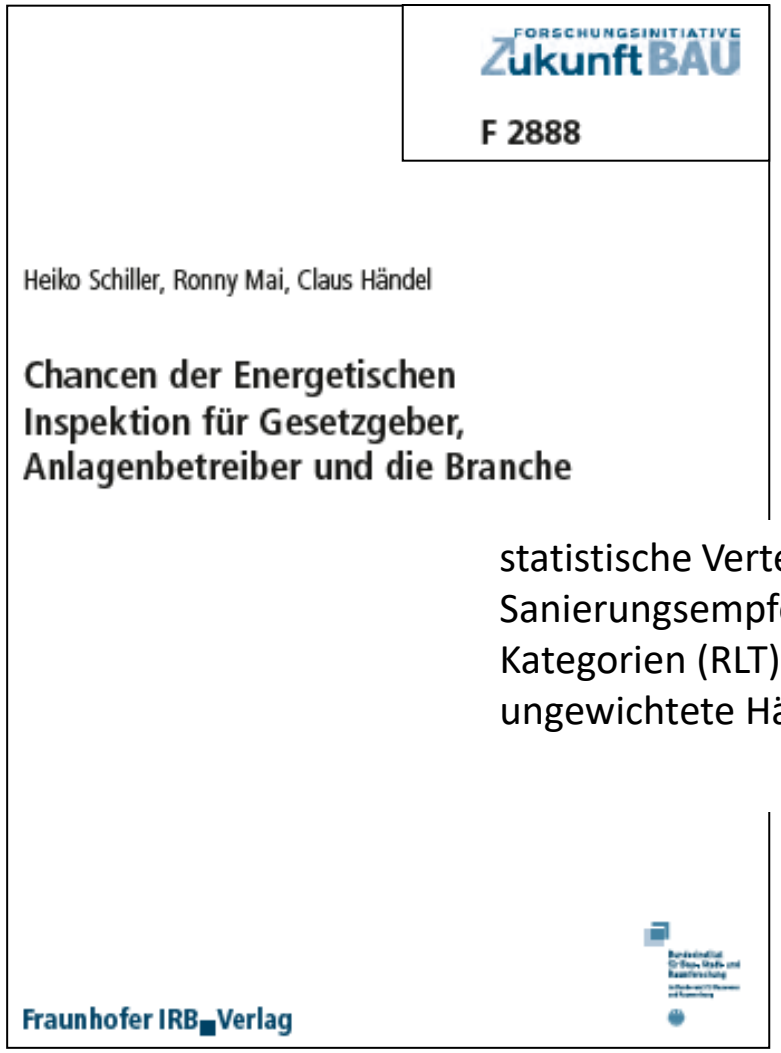
Wärmekosten 5 ct / KWh Stromkosten 17,55 ct / KWh

Energiekosten el. mit Erhitzer+Kühler:	4.881 € / a
Energiekosten el. mit Change-Over:	4.747 € / a (- 3%)
Differenz Energiekosten el.:	134 € / a

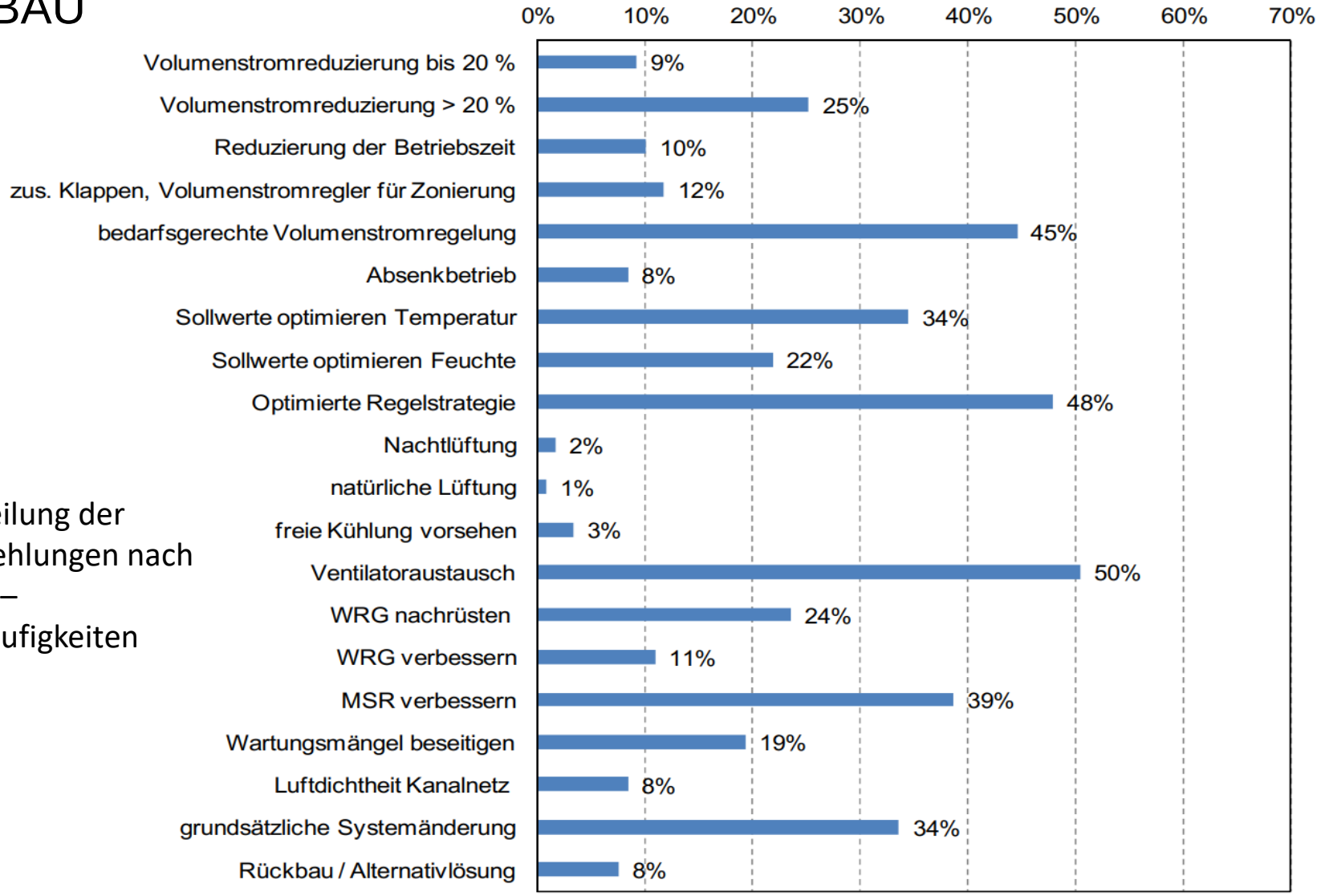
CO_2 – Umrechnung:
Faktor Strom: KWh * 0,4 kg CO_2
Faktor Wärme: KWh * 0,19 kg CO_2

Erhitzer+Kühler:	11,1 t / a
Change-Over:	10,8 t / a
Reduktion:	**0,3 t / a**

Forschungsinitiative ZukunftBAU

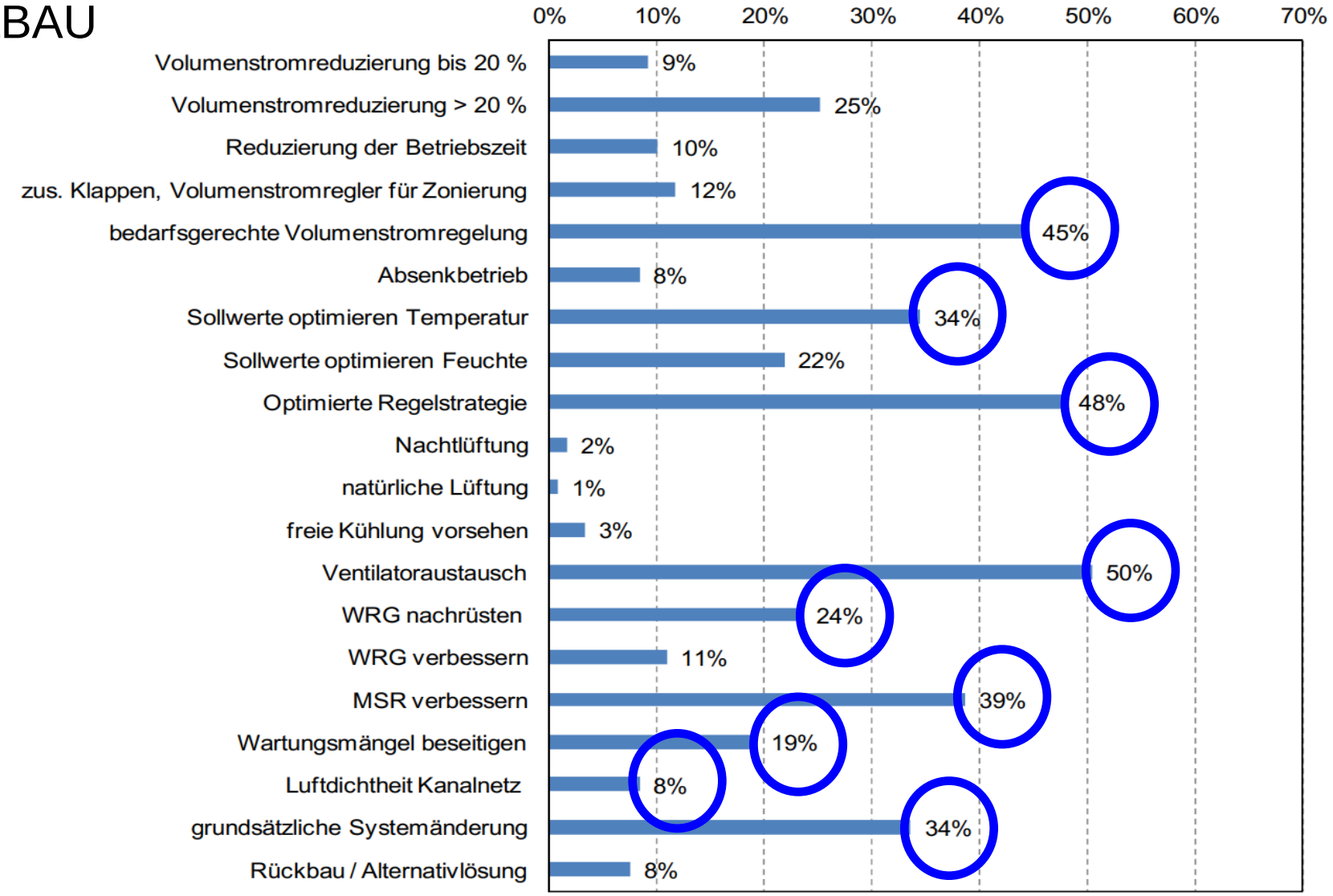


statistische Verteilung der Sanierungsempfehlungen nach Kategorien (RLT) – ungewichtete Häufigkeiten



Forschungsinitiative ZukunftBAU

statistische Verteilung der Sanierungsempfehlungen nach Kategorien (RLT) – ungewichtete Häufigkeiten



Luftführung im Raum

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat

Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen

AMEV

BUND LÄNDER GEMEINDEN

RLT – Anlagenbau 2018

Hinweise
zur Planung und Ausführung
von Raumlufttechnischen Anlagen
für öffentliche Gebäude

Empfehlung Nr. 140

Stand: 26.06.2018

Luftführung im Raum

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat

Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen

AMEV

RLT – Anlagenbau 2018

Hinweise zur Planung und Ausführung von Raumlufttechnischen Anlagen für öffentliche Gebäude

Empfehlung Nr. 140

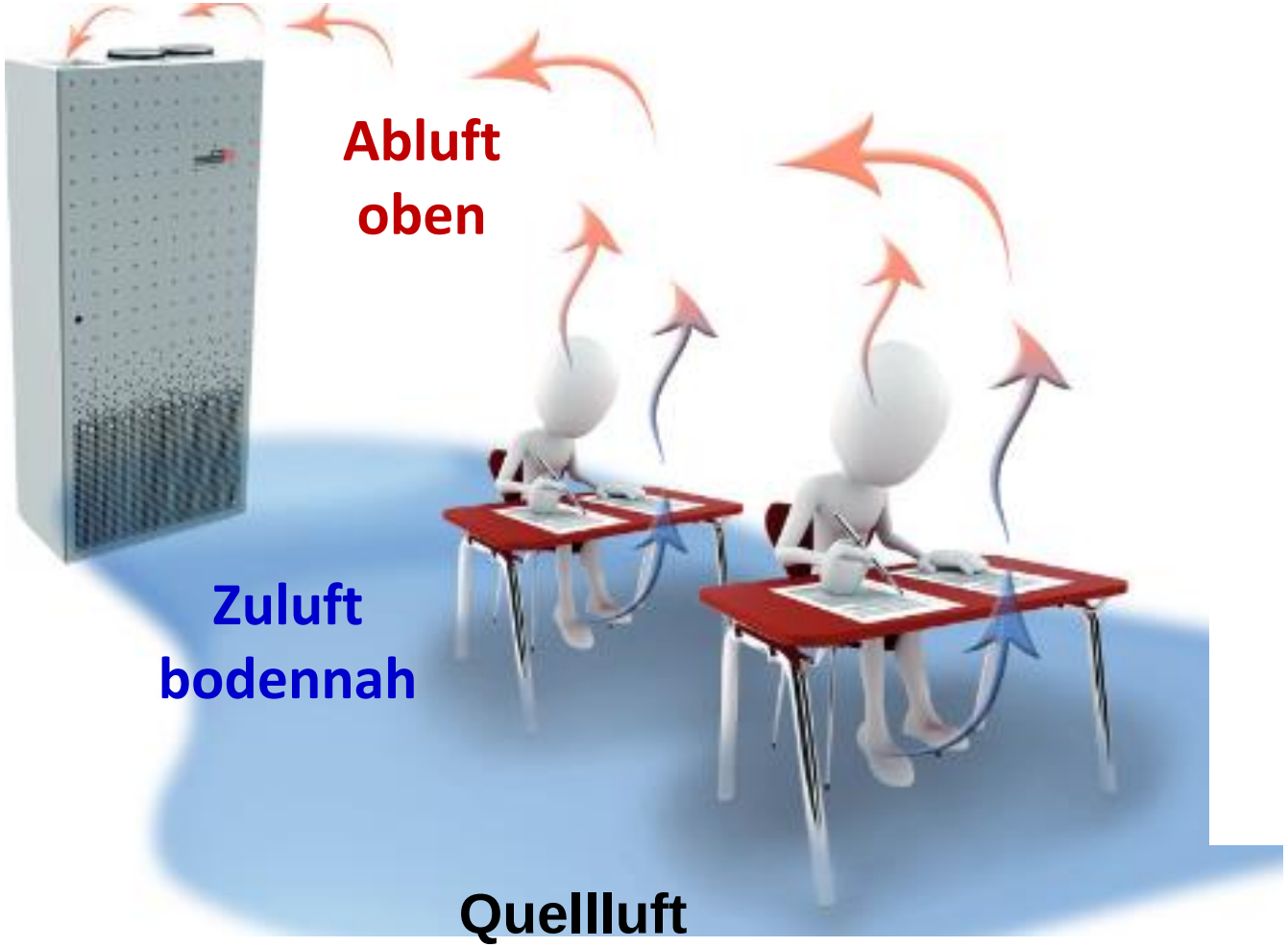
Stand: 26.06.2018

Die Lüftungseffektivität beträgt 1, wenn Verunreinigungen und Luft vollständig vermischt sind, größer 1, wenn die Luftqualität im Atmungsbereich besser ist, als in der Abluft. Mischlüftung hat die Lüftungseffektivität 1, **Quelllüftung hat, je nach Auslegung und Messort, eine Lüftungseffektivität, die deutlich größer ist**. Dies kann für **kleinere Außenluftvolumenströme genutzt werden**, was jedoch im jeweiligen Projekt gemäß DIN EN 16798 Teil 3 planerisch ermittelt werden muss.

Luftführung im Raum

Turbulente Mischlüftung

Luftführung im Raum

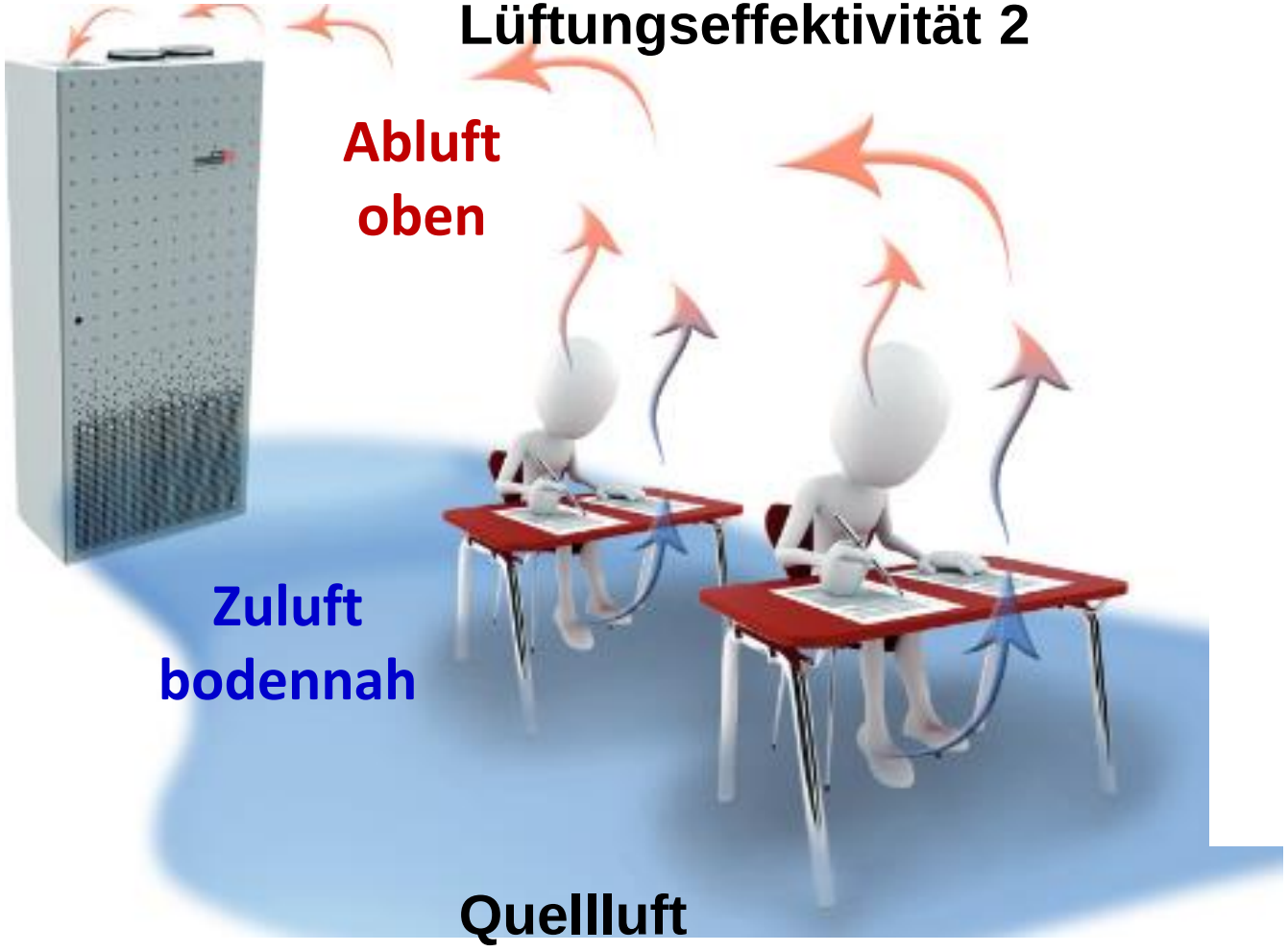


Quellluft

Turbulente Mischlüftung

Luftführung im Raum

Lüftungseffektivität 2



Quellluft

Lüftungseffektivität 1

Turbulente Mischlüftung

Luftführung im Raum

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v}$$

Werte zur Lüftungseffektivität ε_V können DIN EN 16798-3 entnommen werden.

Definition der Lüftungseffektivität ε_v nach DIN EN 16798-3:

Leistung der Luftverteilungsanlage bezüglich der Entfernung von Verunreinigungen aus dem Aufenthaltsbereich eines Raums, festgelegt durch das Verhältnis zwischen der Verunreinigungskonzentration in der Zuluft, Abluft und Innenraumluft im Atem-bereich (innerhalb des Aufenthaltsbereichs)

Luftführung im Raum

- Keine unnötig großen Kanallängen und Versorgungsleitungen Kälte / Wärme
- Evtl. kleinere RLT-Zentralgeräte und diese dafür näher an den „Verbrauchern“
- Kälteerzeugung im Gerät oder in der Nähe
- Bei Außenaufstellungen evtl. Kombination mit Wärmepumpen direkt am Lüftungsgerät, evtl. auch umschaltbar Heizen – Kühlen
- …

Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit

Manfred Müller Dipl.-Ing. (FH)
Leitung Technik
Rosenberg Ventilatoren GmbH
74653 Künzelsau – Gaisbach
Tel. 07940 / 142 – 189
Email: Manfred.Mueller@rosenberg-gmbh.com
www.rosenberg-gmbh.com

rosenberg ECOFIT ETRI
THE AIR MOVEMENT GROUP