



# SCHIESSL

Österreich 

## Schulungsunterlagen



**Mit uns behalten Sie den Überblick**

Thema 18:

## Wärmetauscher in der Kältetechnik



# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Wärmetauscher zur Wärmeaufnahme</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>Luftkühler für Kühlhäuser und Kühlzellen</b>	<b>4</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Bauarten von Luftkühlern</b>	<b>4</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Auswahlkriterien für Luftkühler</b>	<b>6</b>
<b>1.1.3</b>	<b>Auslegung von Luftkühlern</b>	<b>7</b>
<b>1.1.4</b>	<b>Werkstoffe - Korrosionsschutz</b>	<b>15</b>
<b>1.1.5</b>	<b>Zubehör für Luftkühler</b>	<b>16</b>
<b>1.1.6</b>	<b>Montage - Luftzirkulation im Raum</b>	<b>17</b>
<b>1.2</b>	<b>Wärmetauscher zur Flüssigkeitskühlung</b>	<b>34</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Kühler im Durchlaufverfahren</b>	<b>34</b>
<b>1.2.1.1</b>	<b>Bauarten und Werkstoffe</b>	<b>34</b>
<b>1.2.1.2</b>	<b>Auslegung der Wärmetauscher</b>	<b>34</b>
<b>1.2.1.3</b>	<b>Korrosionsschutz</b>	<b>34</b>
<b>1.2.1.4</b>	<b>Einfrierschutz von Verdampfern</b>	<b>40</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Flüssigkeitskühlung im Behälter</b>	<b>41</b>
<b>2.</b>	<b>Wärmetauscher zur Wärmeabgabe</b>	<b>42</b>
<b>2.1</b>	<b>Luftgekühlte Verflüssiger und Rückkühler</b>	<b>43</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Bauarten</b>	<b>43</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Auswahlkriterien für Verflüssiger</b>	<b>48</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Auslegung von Verflüssigern</b>	<b>49</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Auslegung von Verflüssigern für zeotrope Kältemittel</b>	<b>52</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Werkstoffe für Luftgekühlte Verflüssiger</b>	<b>55</b>
<b>2.1.5</b>	<b>Zubehör für Luftgekühlte Verflüssiger</b>	<b>55</b>
<b>2.1.6</b>	<b>Aufstellung von Verflüssigern</b>	<b>56</b>
<b>2.1.7</b>	<b>Schalldruckpegel, Schallausbreitung</b>	<b>59</b>
<b>2.1.8</b>	<b>Regelung luftgekühlter Verflüssiger</b>	<b>62</b>
<b>2.1.9</b>	<b>Energieeffizienz von Verflüssigern</b>	<b>63</b>
	<b>Notizen</b>	<b>65</b>

# Wärmetauscher in der Kältetechnik

## 1. Wärmetauscher zur Wärmeaufnahme

Bild 1 zeigt eine Übersicht für Wärmetauscher zur Wärmeaufnahme.

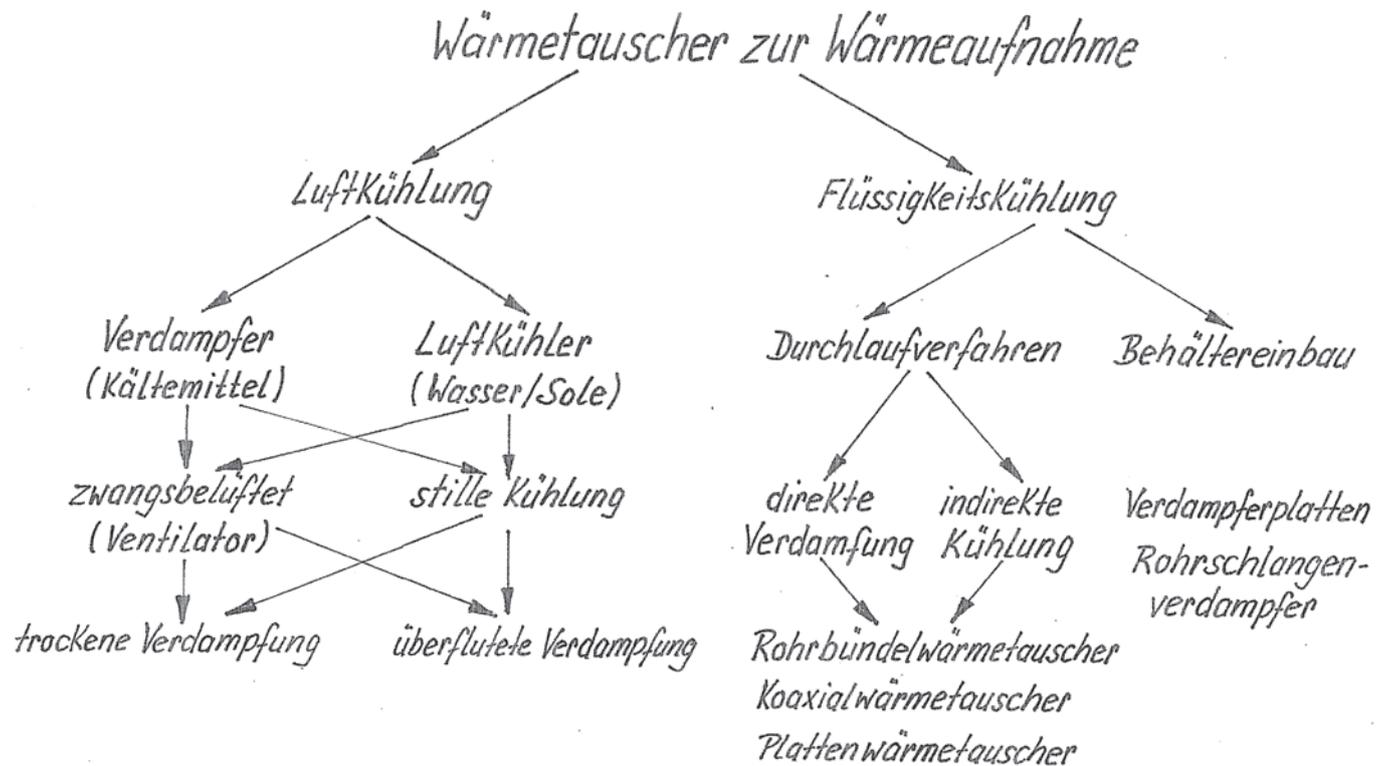


Bild 1: Wärmetauscher zur Wärmeaufnahme

## 1.1 Lufterkühler für Kühllhäuser und Kühlzellen

### 1.1.1 Bauarten von Lufterkühlern

- Hochleistungs- und Industrielufterkühler
- Deckenlufterkühler (ein- oder zweiseitig ausblasend)
- Wandlufterkühler
- Standlufterkühler
- Froster
- Lufterkühler für Bearbeitungsräume, z.B. GBK von Güntner
- Lufterkühler für Reiferäume mit Befeuchtungseinrichtung u. Heizung z.B. SV von Roller
- Lagerraumverdampfer für Hochregallager bis über 20 m Höhe
- Tiefkühlager-Verdampfer mit Abtauclappe

\*siehe Bild 2

Je nach Rohrschaltung und Ausführung der Anschlüsse können Lufterkühler mit Kältemittel (Verdampfer) oder mit Wasser/Glykol betrieben werden.

Es wird unterschieden in Luftkühler mit Ventilator oder Luftkühler für freie Konvektion - „Stille Kühlung“

**Unterscheidungsmerkmale:**

**Luftkühler mit Ventilator:**

- hohe K-Werte von 18 bis 40 W/m<sup>2</sup> x k
- große Blasweite , mittlere bis hohe Luftgeschwindigkeiten
- kleiner bis großer Lamellenabstand

**Luftkühler für freie Konvektion:**

- niedrige K-Werte von 6 bis 8 W/m<sup>2</sup> x k
- geringe Luftgeschwindigkeiten
- großer Lamellenabstand

# Luftkühler

Produktlinie	Bezeichnung	Nennleistung	HFKW	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	Kälte-träger
<b>Compact</b> <small>Die Compact Produktlinie beinhaltet Seriengeräte, die schnell verfügbar sind und ein ausgezeichnetes Preis-/Leistungsverhältnis haben.</small>	SLIM 	0,6 – 14 kW	GASC		GASC	
	DUAL 	2 – 25 kW	GADC		GADC	
	CUBIC 	1,5 – 68 kW	GACC		GACC	
<b>Vario</b> <small>Die Vario Produktlinie ist mit Baureihen ausgestattet, die bedarfsorientiert an das jeweilige Projekt angepasst werden können. Kunden wählen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien, Varianten und Zubehör genau die Ausstattung aus, die sie benötigen.</small>	DUAL 	4 – 90 kW	DHN	ADHN GDS	DHN	DGN
	CUBIC 	1 – 335 kW	GHN GHF	AGHN GHK	CPGHN CXGHN CXGHF	GGHN GGHF
<b>Application</b> <small>Die Application Produktlinie beinhaltet Baureihen, die für spezielle Anwendungen konfiguriert wurden, zum Beispiel für das Kühlen von Agrarprodukten oder Logistikzentren. Für besondere Einsatzbereiche sind maßgeschneiderte Anpassungen und Kundenserien erhältlich.</small>	PROCESS 	8 – 50 kW	GBK	AGBK	GBK	GGBK
	AGRI 	4 – 115 kW	GACA		GACA	GACA
	BLAST 	9 – 72 kW	GFN	GFN	GFN	
	FLOOR 	50 – 200 kW	GSN	GSSA	GSN	GSN
	PENTHOUSE 	50 – 200 kW	GHN	AGHN	GHN	GHN
	HIGHSTORE 	15 – 150 kW	GHN	AGHN	GHN	GHN
	THERMOSTORE 	20 – 200 kW	GAIL	GAIL	GAIL	GAIL

Produkt auf Anfrage möglich  
 Produkt im Güntner Product Calculator (GPC) verfügbar  
 XXX

Bild 2: Luftkühler der Firma Güntner

Dass Luftkühler mit freier Konvektion das Kühlgut weniger austrocknen, ist nur bedingt richtig. Die niedrige Luftgeschwindigkeit am Kühlgut wird durch das notwendige größere  $\Delta t$  wettgemacht. Hauptanwendung der stillen Kühlung sind Pilz- und Pflanzenzucht sowie empfindliche Blumensorten.

### 1.1.2 Auswahlkriterien für Luftkühler

- Wurfweite (2,5 bis 40 m und mehr)
- Lamellenabstand (3,2 bis 12 mm; stille Kühlung bis 16 mm)

LA 3,2 bis 4,5 mm - Verdampfer ohne Befreiung, geringer Feuchtigkeitsanfall

LA 6 bis 8,5 mm - Normal- und Tiefkühlräume

LA 10 bis 12 mm - Räume mit hohem Feuchtigkeitsanfall, Schockräume, Schnellabkühlräume

- saugende oder drückende Ausführung  
 bevorzugt wird die saugende Ausführung, drückende Ausführung für Froster wegen der gleichmäßigen Beaufschlagung des Kühlgutes
- Rohrschaltung fluchtend oder versetzt. (Bild 3)

#### Rohrschaltungen von Luftkühlern

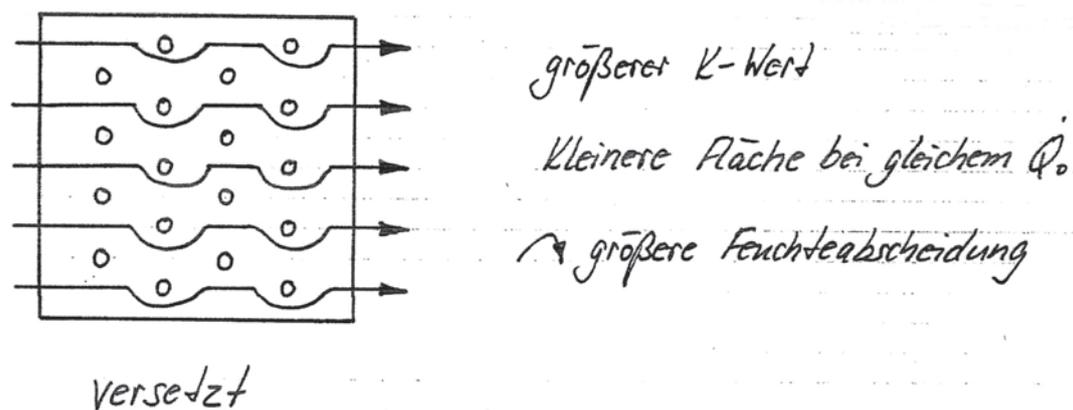
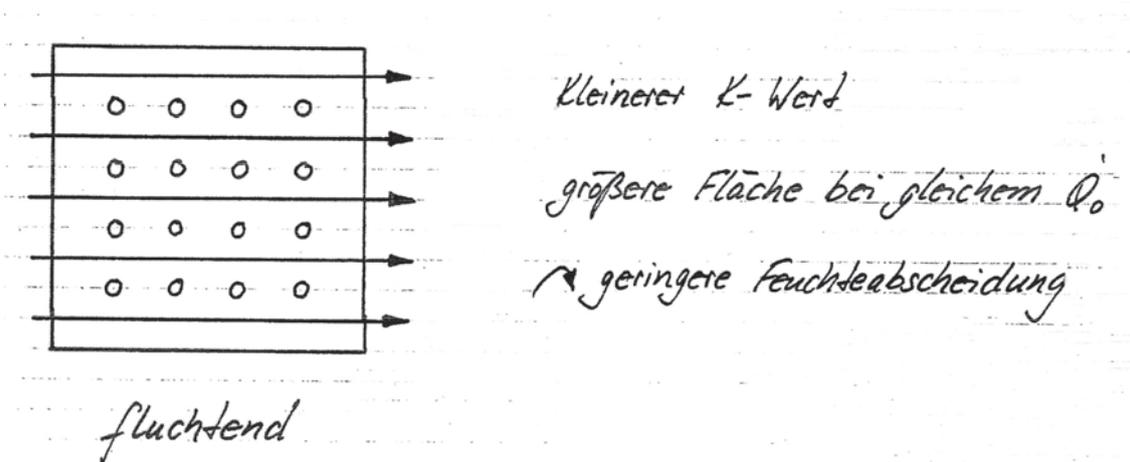


Bild 3 Rohrschaltungen von Luftkühlern

### 1.1.3 Auslegung von Luftkühlern

Auswahlkriterien sind:

- Kälteleistung  $\dot{Q}_o$
- Verdampfungstemperatur  $t_o$
- $\Delta t$  (TD) =  $t_R - t_o$  bzw.  $DT1 = t_{LE} - t_o$   
 $t_R$  = Raumtemperatur  
 $t_{LE}$  = Lufteintrittstemperatur
- Lamellenabstand

Temperaturverhältnisse siehe Bild 4 und 5

Die Auslegung von Luftkühlern erfolgte früher mit Diagrammen jetzt mit der entsprechenden Software am PC.

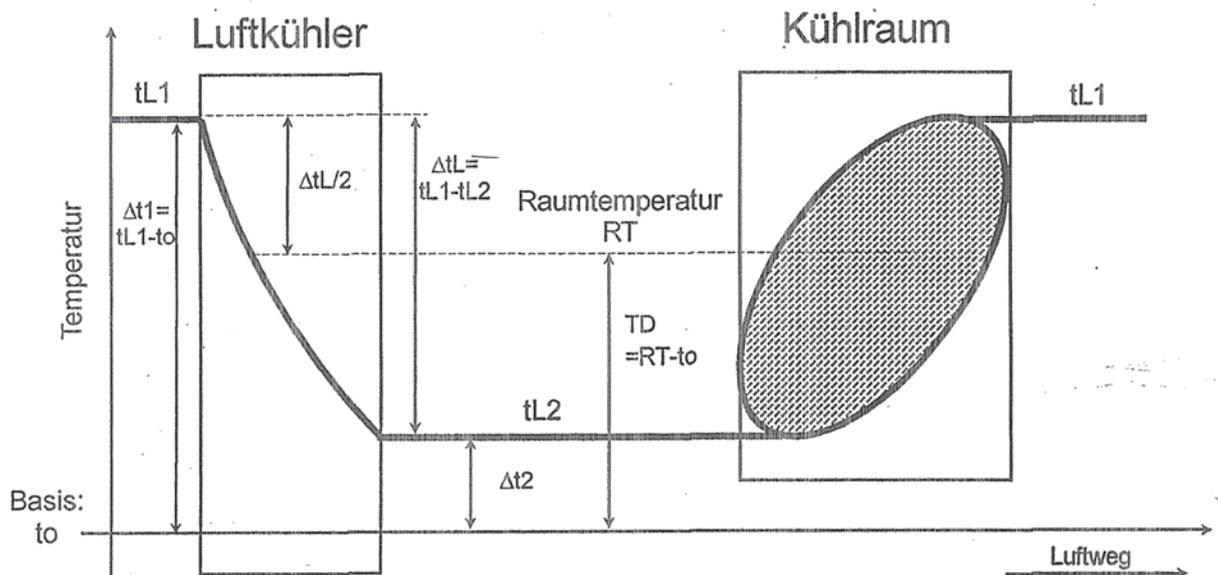
Einsatzgrenzen:

Raumtemperatur:  $t_R = +40$  bis  $-30^\circ\text{C}$  (ansonsten Sonderventilatoren)

max. Betriebsdruck:  $p_s = 32$  bar für F-Gase, Propan

$p_s = 80$  bar für  $\text{CO}_2$

**Bild 4 Schematische Darstellung der Lufttemperaturen im Luftkühler und im Kühlraum**



# Leistungsangaben nach EUROVENT / CECOMAF

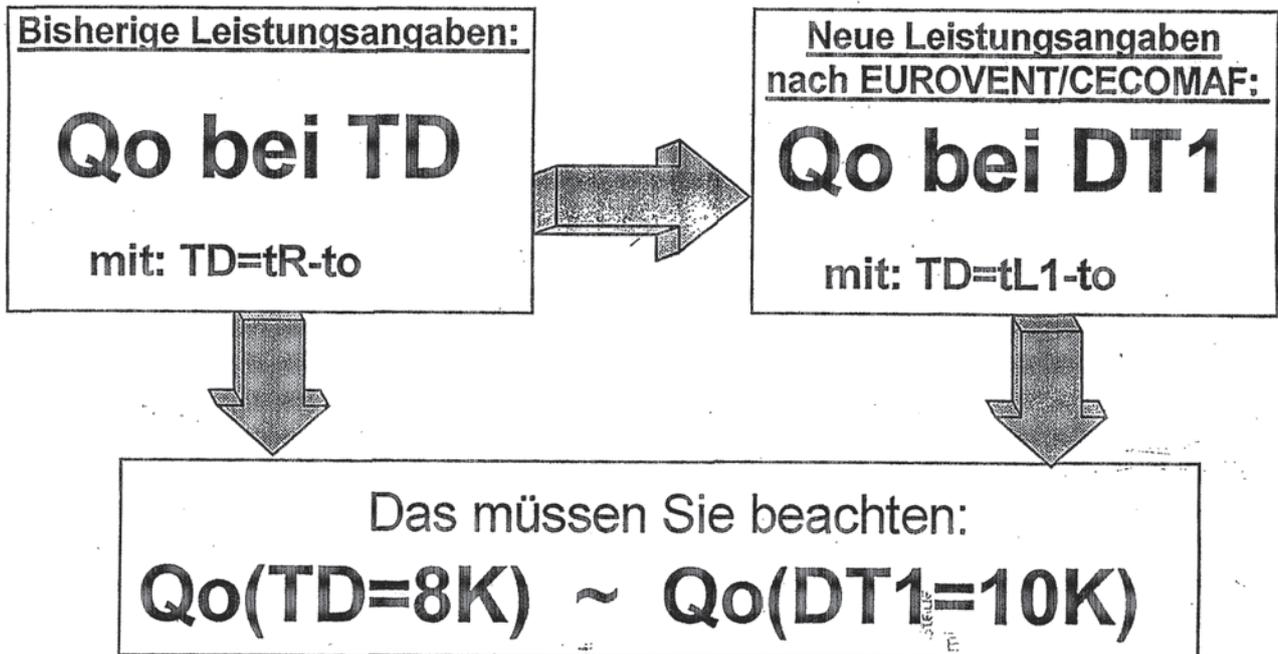
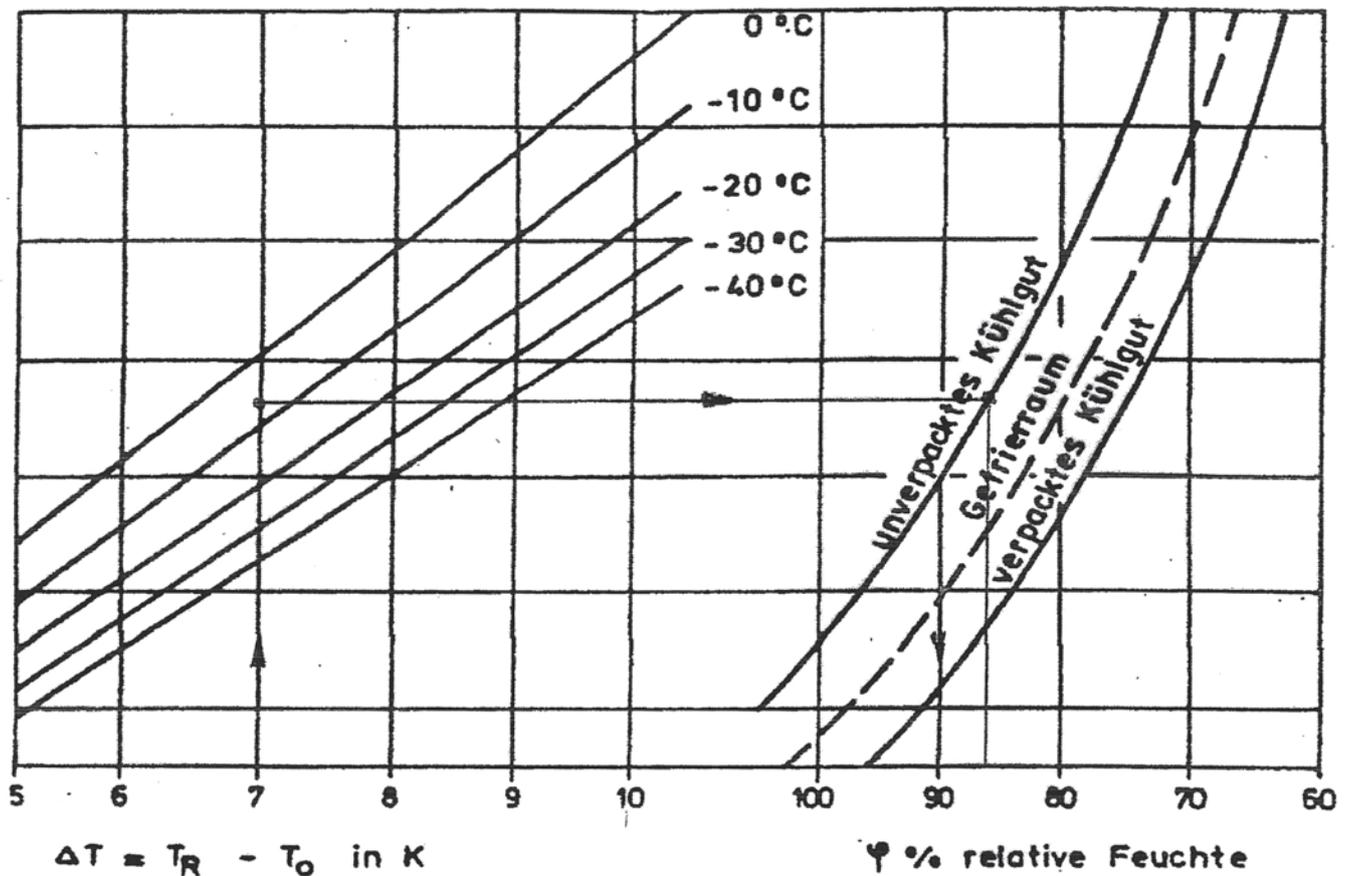


Bild 5 Leistungsangaben nach EUROVENT / CECOMAF

Verdampfungstemperatur  $t_0$



$\varphi$  in Abhängigkeit von  $\Delta t$

Für die Wahl des  $\Delta t$  kann man von folgenden Werten für Kühlräume mit Ventilator-Luftkühlern ausgehen:

	$\Delta t$	$\varphi$
Flaschen und Konserven:	$\Delta t = 10 \text{ K}$	60 - 70 %
Lebensmittel:	$\Delta t = 8 \text{ K}$	70 - 80 %
Fleischwaren:	$\Delta t = 7 \text{ bis } 8 \text{ K}$	85 %
Obst und Gemüse:	$\Delta t = 4 \text{ K}$	95 - 98 %

Ein  $\Delta t < 6 \text{ K}$  ist nur mit elektronischen Expansionsventilen erreichbar!

**SGL(E)**

**Lamellenabstand · Fin spacing · Pas d'ailettes 12,0 mm**

Typ Model Modèle	Leistung Q bei 50 Hz Rating Q at 50 Hz Puissance Q à 50 Hz		Kühl- fläche Surface	Luft- strom Air flow Débit d'air	Blas- weite Air throw Project de l'air	Rohr- inhalt Tube volume Capacité des tubes	Anschlüsse Connections Raccords		Ventilatoren Fans Ventilateurs		(Betriebswerte bei 50 Hz) (operating values at 50 Hz) (valeurs d'exploitation à 50 Hz)			
	DT 1						St. Pc. Pc.	Flügel Impeller Hélice	Stromart Type of curr. Nat. courant	Je Ventilateur Each fan - Par ventilateur				
	$t_1 \pm 0^\circ\text{C}$ DT1 = 8 K	$t_1 - 18^\circ\text{C}$ DT1 = 7 K	Eintritt Inlet Entrée	Austritt Outlet Sortie	Je Ventilateur Each fan - Par ventilateur	min <sup>-1</sup>				W	A			
	kW	kW										Ø mm	Ø mm	Ø mm
SGL 51	1,46	1,11	9,5	1910	15	3,8	10	18	1	400	230 ± 10% V-1 50/60 Hz	1365	32	0,15
SGL 61	1,78	1,38	11,9	1900	15	4,8	10	22	1	400		1365	32	0,15
SGL 71	2,45	1,91	14,2	3020	21	5,7	10*	22	1	400		1370	81	0,35
SGL 81	3,35	2,63	21,1	3130	21	8,9	10*	22	1	400		1370	81	0,35
SGL 91	4,32	3,37	25,3	4890	28	10,7	10*	28	1	500		1325	95	0,41
SGL 101	5,56	4,40	33,6	5020	28	13,7	10*	35	1	500	1325	95	0,41	
SGL 12	0,89	0,67	5,9	1610	14	2,3	10	15	2	250	230 ± 10% V-1 50/60 Hz	1365	32	0,15
SGL 22	1,08	0,81	8,0	1470	14	3,1	10	18	2	250		1365	32	0,15
SGL 32	1,86	1,41	10,1	2990	19	3,9	10	18	2	300		1370	81	0,35
SGL 42	2,24	1,74	13,5	2710	19	5,3	10	22	2	300		1370	81	0,35
SGL 52	2,93	2,23	18,6	3820	21	7,6	10*	28	2	400		1325	95	0,41
SGL 62	3,56	2,75	23,3	3800	21	9,1	10*	28	2	400	1325	95	0,41	
SGL 72	4,90	3,82	27,9	6050	30	10,7	10*	35	2	400	230/400 ± 10% V-3 50/60 Hz	1420	190	0,52
SGL 82	6,71	5,26	41,6	6260	30	16,7	10*	35	2	400		1420	190	0,52
SGL 92	8,63	6,73	50,0	9780	40	19,9	15*	35	2	500		1420	190	0,52
SGL 92	8,63	6,73	50,0	9780	40	19,9	15*	35	2	500		1410	360	0,90
SGL 102	11,10	8,79	66,4	10000	40	26,1	15*	42	2	500		1410	360	0,90
SGL 13	1,33	1,00	8,8	2410	17	3,4	10	15	3	250	230 ± 10% V-1 50/60 Hz	1365	32	0,15
SGL 23	1,62	1,21	11,7	2210	17	4,5	10	18	3	250		1365	32	0,15
SGL 33	2,79	2,11	15,0	4490	24	5,8	10	28	3	300		1370	81	0,35
SGL 43	3,38	2,62	20,0	4240	24	8,1	10*	28	3	300		1370	81	0,35
SGL 53	4,39	3,34	27,8	5730	26	11,0	10*	35	3	400		1325	95	0,41
SGL 63	5,34	4,12	34,7	5700	26	13,2	10*	35	3	400	1325	95	0,41	
SGL 73	7,34	5,73	41,4	9070	37	16,3	15*	35	3	400	230/400 ± 10% V-3 50/60 Hz	1420	190	0,52
SGL 83	10,10	7,89	62,2	9400	37	24,5	15*	35	3	400		1420	190	0,52
SGL 93	13,00	10,10	74,6	14700	49	29,7	22*	54	3	500		1420	190	0,52
SGL 93	13,00	10,10	74,6	14700	49	29,7	22*	54	3	500		1410	360	0,90
SGL 103	16,70	13,20	99,2	15100	49	38,6	22*	54	3	500		1410	360	0,90

**Industrieserie**

**Industrial series**

**Série industrielle**

SGL 111	9,72	7,57	52,4	9830	39	21,4	15*	35	1	660	230/400 ± 10% V-3 50/60 Hz	960	1100	2,45
SGL 121	12,00	9,44	69,9	9210	39	28,4	15*	42	1	660		960	1100	2,45
SGL 131	15,30	12,00	87,3	12300	45	36,8	15*	42	1	710		970	1520	4,50
SGL 141	18,10	14,40	105,0	14200	50	44,0	22*	54	1	710		970	1520	4,50
SGL 112	19,40	15,10	104,0	19700	54	41,7	22*	54	2	660	230/400 ± 10% V-3 50/60 Hz	960	1100	2,45
SGL 122	23,90	18,90	138,0	18400	54	56,4	22*	64	2	660		960	1100	2,45
SGL 132	30,60	24,00	173,0	24600	62	70,7	22*	64	2	710		970	1520	4,50
SGL 142	36,20	28,70	208,0	28400	66	84,6	22*	64	2	710		970	1520	4,50
SGL 113	29,20	22,70	155,0	29500	65	61,0	22*	64	3	660	230/400 ± 10% V-3 50/60 Hz	960	1100	2,45
SGL 123	35,90	28,30	207,0	27600	65	80,6	22*	64	3	660		960	1100	2,45
SGL 133	45,90	36,00	259,0	36900	73	107,0	28*	76	3	710		970	1520	4,50
SGL 143	54,30	43,10	311,0	42600	76	128,0	28*	76	3	710		970	1520	4,50

\* Mehrfacheinspritzung über KÜBA-Cal-Verteiler.

\* Multiple injection via KÜBA Cal distributor.

\* Injection multiple par distributeur KÜBA Cal.

Die Kühlerleistung beträgt bei 60 Hz, bedingt durch die höhere Drehzahl und den höheren Luftstrom, durchschnittlich ca. 10% mehr.

The evaporator capacity at 60 Hz, shows an average increase of approx. 10% due to higher fan speed and higher air flow rate.

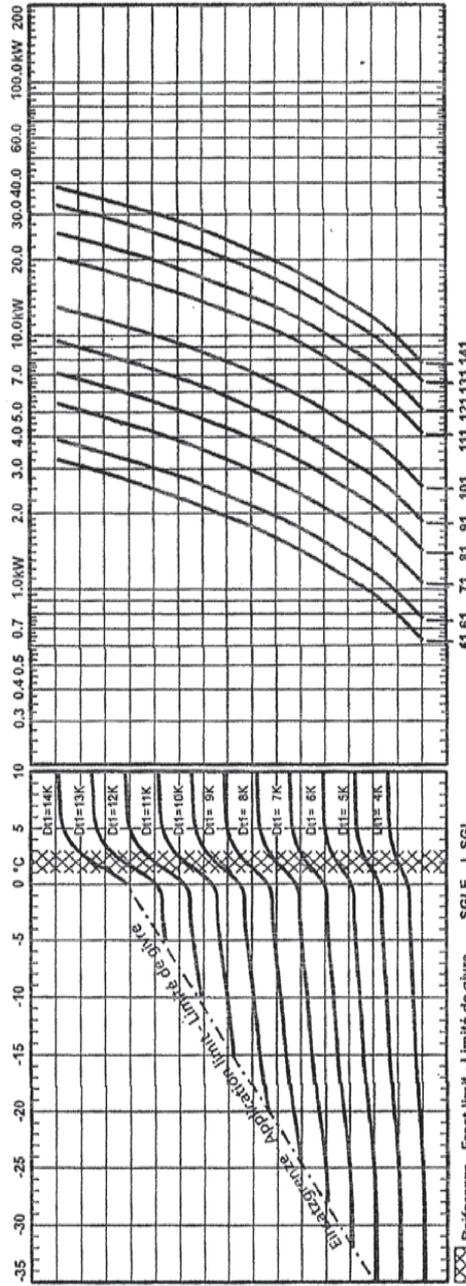
La puissance de l'évaporateur est à 60 Hz d'environ 10% plus haut pour cause de l'augmentation de vitesse et du débit d'air.

**Qv-Diagramm - Chart - Diagramme (R22, R134a, R404A, R507)**

**t<sub>1</sub> [°C] Lufteintritt - Air-on - Air repris - Q<sub>0</sub> [kW] Kälteleistung - Cooling capacity - Puissance frigorifique**

**Achtung:**  
Unter -25°C isolierte  
Tropfwanne verwenden.  
**Attention:**  
Below -25°C use  
insulated drip tray.  
**Attention:**  
En dessous de -25°C  
utiliser égouttoir isolé.

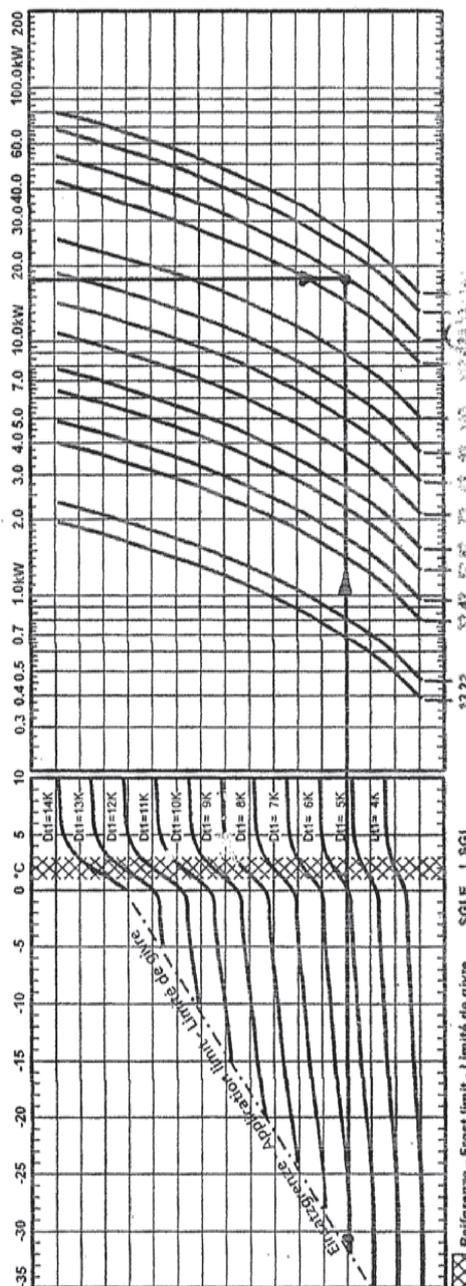
R22	= Q <sub>0</sub> x 1,00
R404A	= Q <sub>0</sub> x 1,00
R507	= Q <sub>0</sub> x 1,04
<b>R134a</b>	
t <sub>0</sub> (t <sub>sp</sub> )	Q <sub>0</sub>
> -12°C	x 1,00
> -17°C	x 0,96
> -22°C	x 0,93
> -27°C	x 0,90
< -27°C	x 0,86



Reifgrenze - Frost limit - Limité de givre SGL. | SGL. | 81 61 71 81 91 101 111 121 131 141

**Achtung:**  
Unter -25°C isolierte  
Tropfwanne verwenden.  
**Attention:**  
Below -25°C use  
insulated drip tray.  
**Attention:**  
En dessous de -25°C  
utiliser égouttoir isolé.

R22	= Q <sub>0</sub> x 1,00
R404A	= Q <sub>0</sub> x 1,00
R507	= Q <sub>0</sub> x 1,04
<b>R134a</b>	
t <sub>0</sub> (t <sub>sp</sub> )	Q <sub>0</sub>
> -12°C	x 1,00
> -17°C	x 0,96
> -22°C	x 0,93
> -27°C	x 0,90
< -27°C	x 0,86



Reifgrenze - Frost limit - Limité de givre SGL. | SGL. | 12 22 32 42 52 62 72 82 92 102 112 122 132 142

An:  
z.Hdn  
Fax:  
Ref.  
Seiten (insgesamt) 1

Von:  
Tel:  
Fax:

Datum: Mittwoch, 28. Oktober 1998

Angebot-Nr.

Art.-Nr: 2015.141

### Hochleistungsluftkühler KÜBA SGBE 141

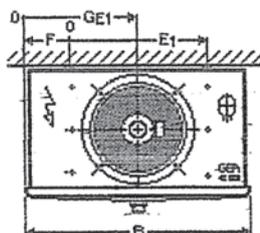
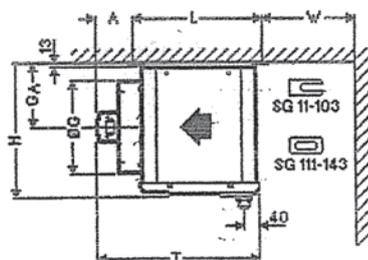
Vorgaben

Knr	Kühlstelle	Kältemittel	tR [°C]	t0 [°C]	Qo [kW]	Anzahl	TD [K]
1		R404A	1,0	-5,0	25,0	1	6,0

Luftmenge	13100 m³/h	Netto Gewicht	240 kg	Qo (TD=6,0K)	24,05 kW
Blasweite	47 m	Bruttogewicht	347 kg	toh (TD=6,0K)	-1,3 °C
Lamellenabst.	7,0 mm	Kupfergewicht	58,2 kg	toh=Einstellwert E Ventil	
Fläche	170,0 m²	Rohrinhalt	44,0 dm³		
Schalleistung	92 dB(A)	Anschluß Ein	22* mm		
		Anschluß Aus	54 mm		

1 Ventilatoren	DA-T 37/A6 KMGV-5/7/10-33°	230/400±10% V-3 50/60Hz	230V-1/400V-3-Y			
je Ventilator	min <sup>-1</sup>	Watt	Ampere	IP66	Körper	13,91 kW
Betriebsdaten	970	1520	4,50		Wanne	2,14 kW
Motorschilddaten	930	2200	5,00		gesamt	16,05 kW

MW 13.08.98 10:15:44



A=300, L=730, W=600, F=179, H=1270, T=1000, B=1565, E1=1207 (alle Maße in mm)  
Bei Varianten und Optionen Maßabweichungen beachten

Preis

DM 9897.- zzgl. MWST

Preisstellung:

Rabatt:

Lieferzeit:

Angebotsgültigkeit:

Es gelten unsere allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen

Mit freundlichen Grüßen  
KÜBA Kältetechnik GmbH

# Auslegung von Verdampfern für zeotrope Gemische

Die folgenden Tabellen und Diagramme sind einem Artikel in der KI 11/2015 von Dipl.-Ing. Freiherr, Firma Güntner entnommen

Folgendes Beispiel wurde gewählt, um den Unterschied in der Auslegung für das Kältemittel R404A und das zeotrope Gemisch R449A darzulegen:

- Kälteleistung  $Q_o = 22 \text{ kW}$
- Raumtemperatur  $t_R = +6^\circ\text{C}$
- Verdampfungstemperatur  $t_o = 0^\circ\text{C}$
- Überhitzung  $\Delta t_v = 5 \text{ K}$
- Lufteintrittstemperatur  $t_{LE} = 8^\circ\text{C}$
- damit  $DT1 = T_{LE} - t_o = 8 \text{ K}$
- Abkühlung der Luft  $\Delta t_L = 4 \text{ K}$

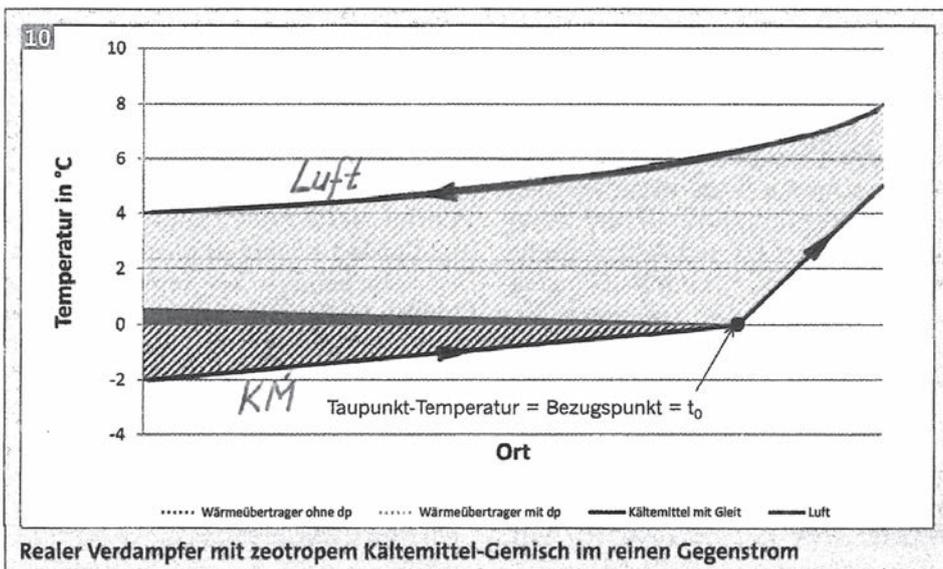
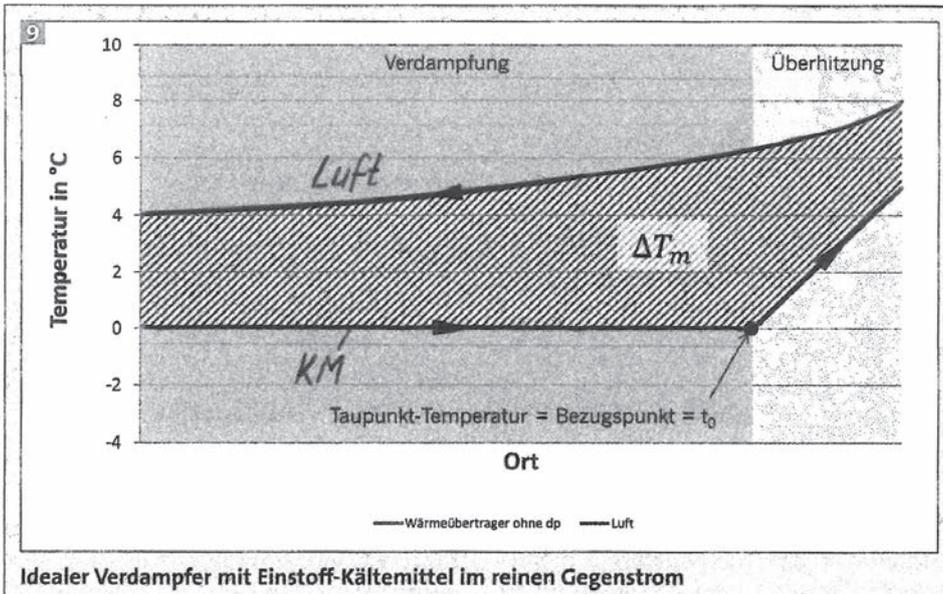
<b>Verdampfer:</b> GACC RX 050.1/2-70.A		UI: 1820867P	
<b>Leistung:</b>	21.8 kW	<b>Kältemittel:</b>	R404A <sup>(h)</sup>
Flächenreserve:	0.1%	Verdampfungstemp.:	0.0°C
Luftvolumenstrom:	13360 m³/h	Überhitzung:	5.0 K
Luftgeschwindigkeit	2.7 m/s	Kondensationstemp.:	45.0°C
Luft Eintritt:	8.0°C 72%	Unterkühlungstemp.:	44.7°C
Luft Austritt:	3.9°C 91%	Massenstrom:	788 kg/h
Luftdruck:	1013 mbar	Sens. Wärmeanteil:	89.3%
Kondensat:	3.38 kg/h		
K-Wert:	49.86 W/(m² · K)		

**Beispiel-Verdampfer für Betrieb mit R-404A**

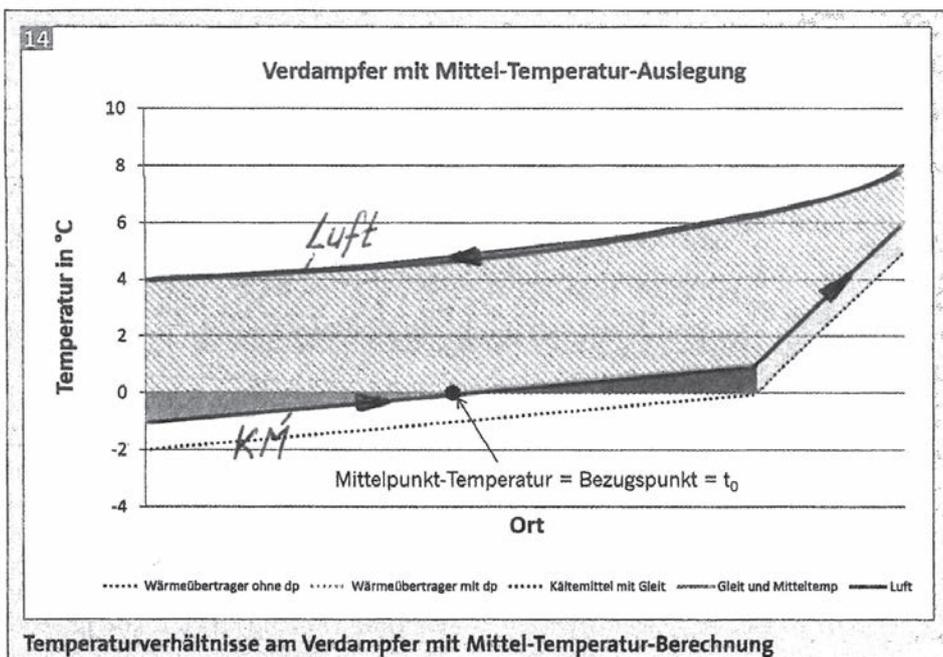
<b>Verdampfer:</b> GACC RX 050.1/2-70.A		UI: 1820867P	
<b>Leistung:</b>	27.5 kW	<b>Kältemittel:</b>	R449A <sup>(h)</sup>
Flächenreserve:	-0.1%	Verdampfungstemp.:	0.0°C
Luftvolumenstrom:	13360 m³/h	Überhitzung:	5.0 K
Luftgeschwindigkeit	2.7 m/s	Kondensationstemp.:	45.0°C
Luft Eintritt:	8.0°C 72%	Unterkühlungstemp.:	40.5°C
Luft Austritt:	3.3°C 91%	Massenstrom:	738 kg/h
Luftdruck:	1013 mbar	Sens. Wärmeanteil:	82.0%
Kondensat:	7.13 kg/h		
K-Wert:	51.84 W/(m² · K)		

**Beispiel-Verdampfer für Betrieb mit R-449A**

Verdampfungsauslegung für R404A und R449



Vergleich der Luftabkühlung von R449A mit 404A



Verdampfer mit Mittel-Temperatur-Berechnung

## 1.1.4 Werkstoffe - Korrosionsschutz

Je nach Kühlgut ist die richtige Werkstoffkombination Rohr / Lamelle / Gehäuse auszuwählen, um Korrosion zu vermeiden.

Tabelle 1: Korrosionsschutzempfehlungen

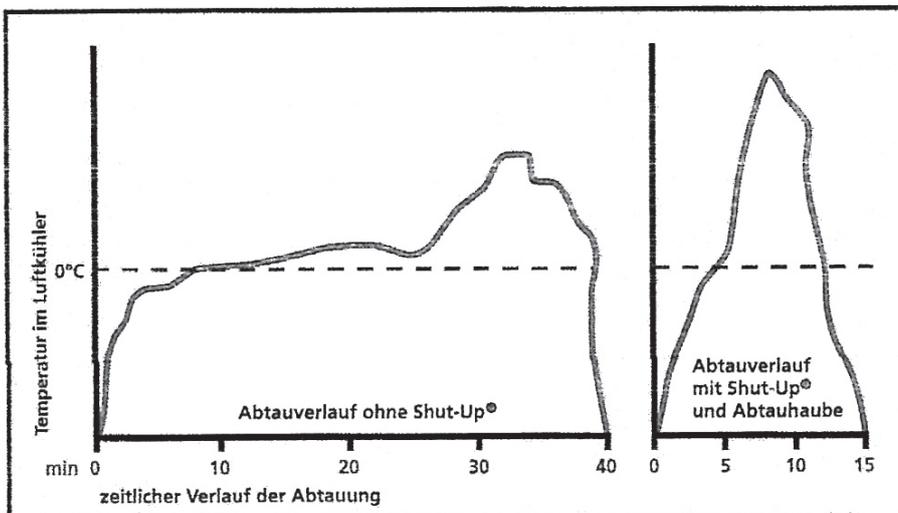
Korrosionsstärke	Kühlgut/Anwendungsfall	Materialeinsatz
Kategorie I sehr starke Korrosion	Abscheidung von Stoffen aus dem Luftstrom wie FCKW, KW, Alkohol u. a.	Komplett in V4A
Kategorie II starke Korrosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unmittelbare Seeluft, Schiffe, Bohrinseln</li> <li>• Holz Trocknung (schwere Hölzer)</li> <li>• Käse reiferäume mit starker NH<sub>3</sub>- Bildung (deftige Sorten)</li> <li>• Käselager für Frischkäse</li> <li>• Pökleräume, Schinkentrocknung</li> <li>• Räucherräume für Fleisch und Fisch</li> <li>• Kühlräume und –möbel für Salate, Marinaden (Essigsäure)</li> <li>• Gärkeller mit starker CO<sub>2</sub>- Entwicklung</li> <li>• Kühlräume für Maden (Angelköder)</li> <li>• Kühlräume für Fäkalien</li> <li>• Schwimmbäder</li> <li>• Wärmepumpen in Viehställen (NH<sub>3</sub>)</li> <li>• Industrieanlagen (Krankabinen in Stahlwerken und Gießereien)</li> </ul>	Rohre: V4A Lamelle: Goldlack oder Epoxy Gehäuse: V4A, V2A oder Al beschichtet
Kategorie III Mittlere Korrosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holz Trocknung (leichte Hölzer)</li> <li>• Weinkellerkühlung (SO<sub>2</sub>, Fruchtsäuren)</li> <li>• Abkühlräume für heiße Backwaren, Gärunterbrecher</li> <li>• Kühlräume für Räucherwaren</li> </ul>	Rohre: V2A Lamelle: Al oder Epoxy Gehäuse: AlMg

- \* V4A:           Edelstahl 1.4404 (X5CrNiMo 17 122)
- V2A:           Edelstahl 1.4301 (X5CrNi 1810)
- Goldlack:     Al mit Goldlackbeschichtung
- Epoxy:         Al mit Epoxidharzbeschichtung

## 1.1.5 Zubehör für Luftkühler

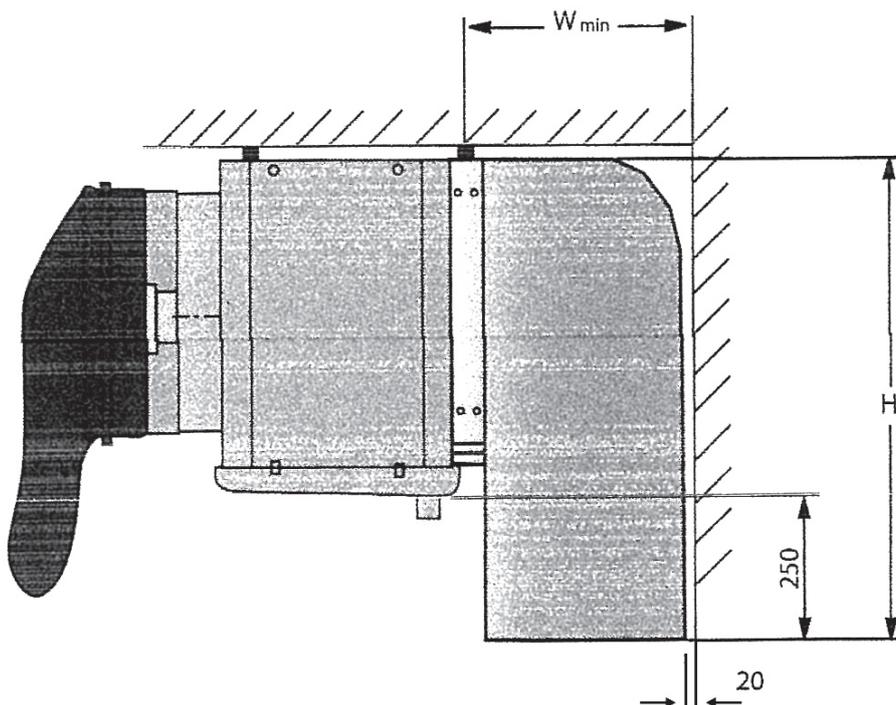
- Staubhaube und „shut up“ für die Abtaung
- Ventilatorringheizung
- Konsolen (Wand- und Standausführung, Al oder St verzinkt)
- Luftleitsysteme - Textilschlauchanschluss
- Abtausicherheitsthermostat
- Tauwasserabflußheizung (möglichst selbstregulierend)
- Drehzahlsteller
- Tropfenabscheider bei  $w_L > 2,5 \text{ m/s}$
- Luftgleichrichter (Streamer) zur Erhöhung der Wurfweite
- Rippenrohrheizregister speziell für Reiferäume

### Abtauverlauf mit Shut-Up® und Abtauhaube



Mit unserem Tiefkühlpaket (Shut-Up® und Abtauhaube) erzielen Sie eine um mehr als die Hälfte verkürzte Abtauzeit

### Abtauhaube am Lufteintritt



## 1.1.6 Montage - Luftzirkulation im Raum

Größte Aufmerksamkeit ist der richtigen Luftführung und Luftzirkulation im Raum zu schenken:

- richtige Anbringung der Luftkühler (Abstände)
- richtige Anzahl der Luftkühler (3 bis 6 m für einen Luftstrom)
- keine Störung des Luftstromes durch Hindernisse (Unterzüge, Kistenstapel, Säulen)
- ausreichende Wurfweite der Luftkühler
- Freiräume zwischen den Waren
- Vermeiden von Luftkurzschlüssen bei sehr hohen Räumen und kurzem Abstand der Luftkühler zur gegenüberliegenden Wand.

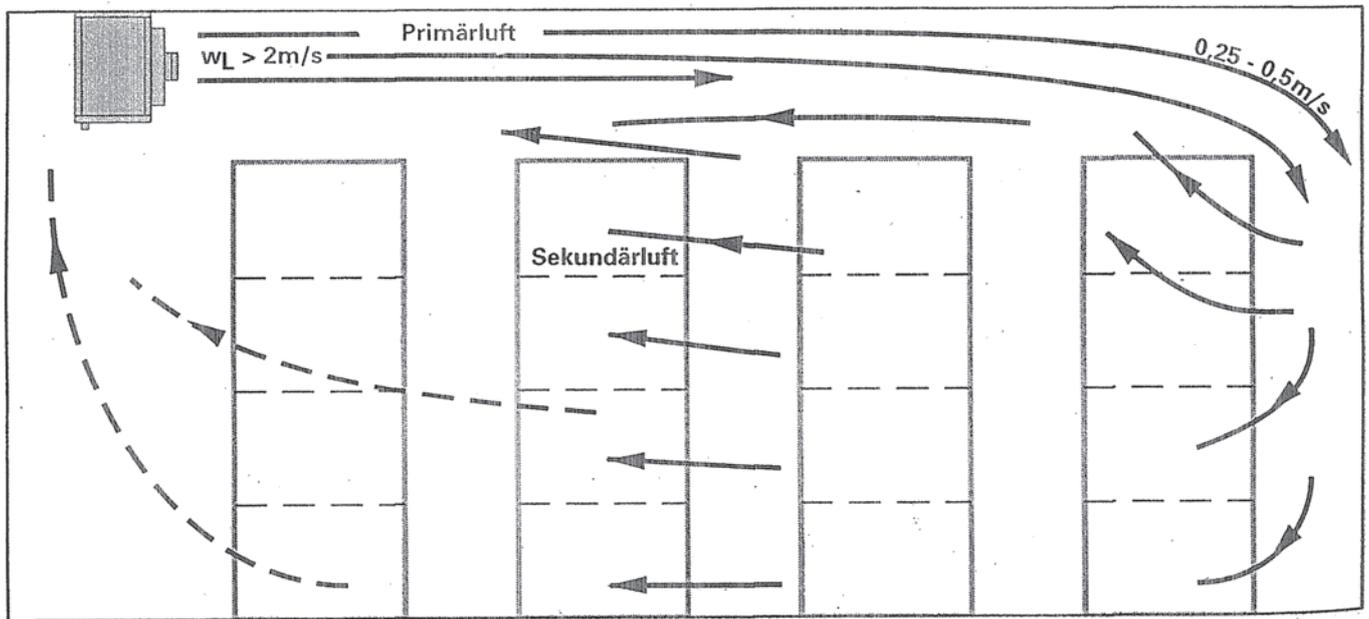
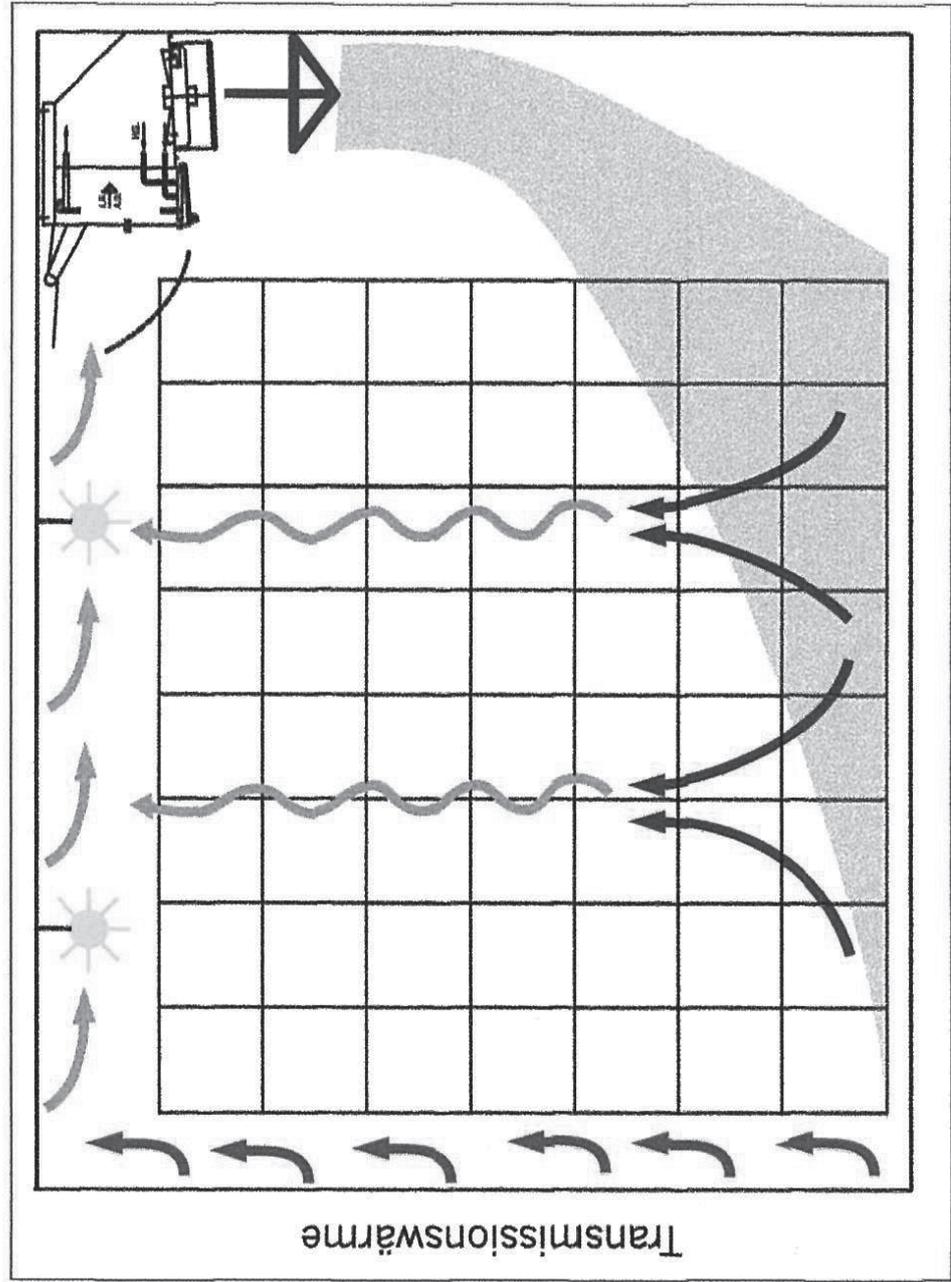


Bild 6: Primär- und Sekundärluftstrom in einem Kühlraum mit Hochleistungsverdampfer SGA mit Gleichrichter

**Bild 7:**

# **Luftverteilung im Tiefkühlager mit Güntner Tiefkühlager-Verdampfern**



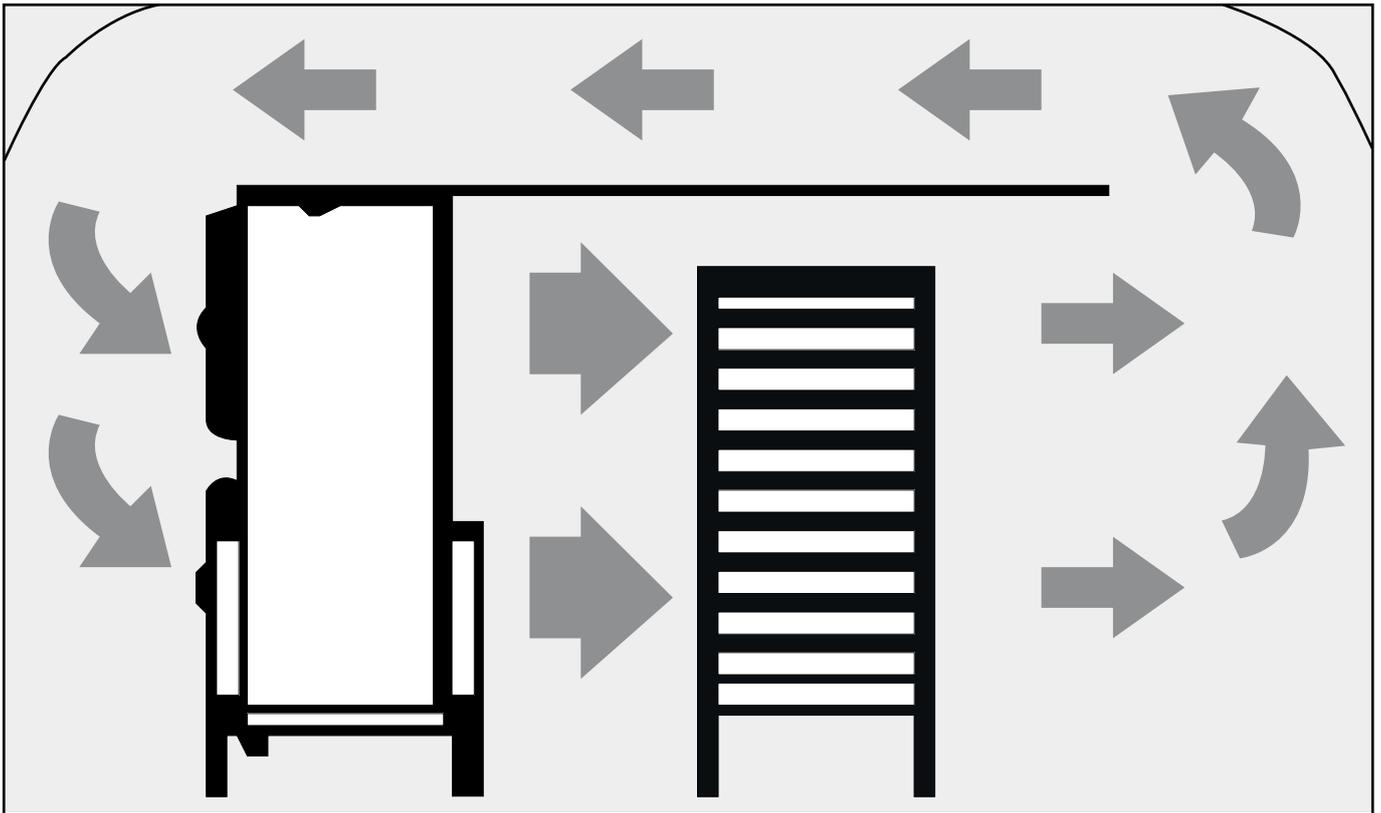
Es entstehen Luftströmungen durch Zwangsbeifügung und Thermik. Die kalte Luft wird mit geringer Geschwindigkeit nach unten geblasen. Dort verteilt sie sich und bildet einen Kaltluftsee.

Transmissionswärme erwärmt die Luft an den Wänden und unter der Decke. Die erwärmte Luft steigt an den Wänden auf und es bildet sich unter der Decke eine dünne warme Luftschicht, die direkt vom Luftkühler angesaugt wird.

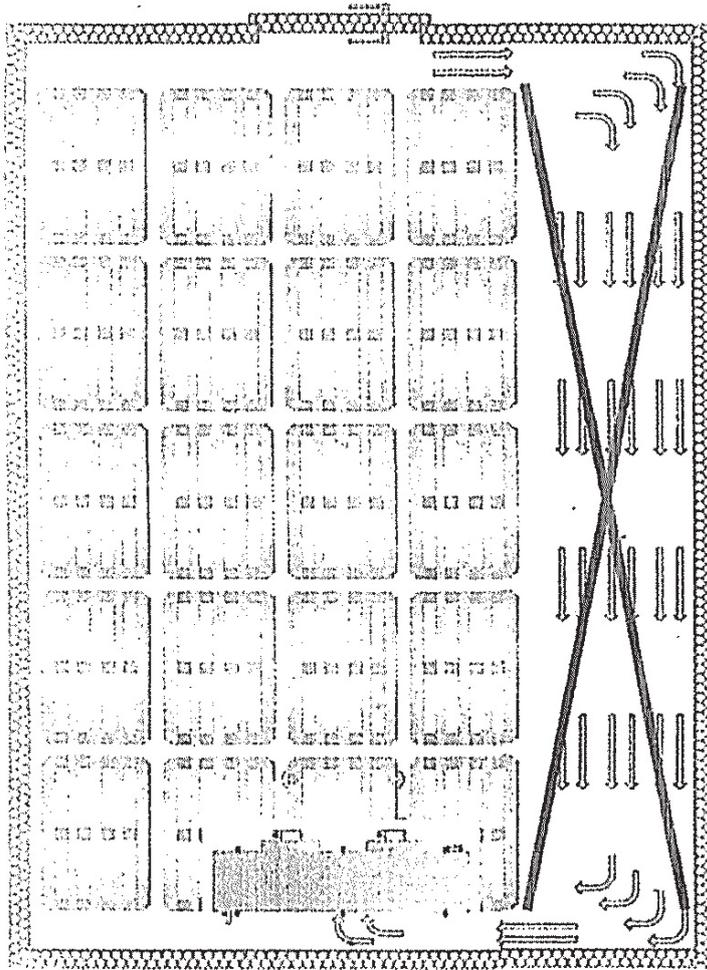
In den wärmeren Zonen der Regale entsteht zusätzliche Luftzirkulation durch Thermik und es strömt Kaltluft vom Boden nach.

Die warme Luft unter der Decke und die Verlustwärme der Lampen werden vom Kühler angesaugt und nicht wie bei konventionellen Systemen durch die Luftströmung ins Kühlager gedrückt und dort mit der Raumluft vermischt.

**Bild 8: Luftführung in einem Schockraum mit einem Froster mit drückenden Ventilatoren**

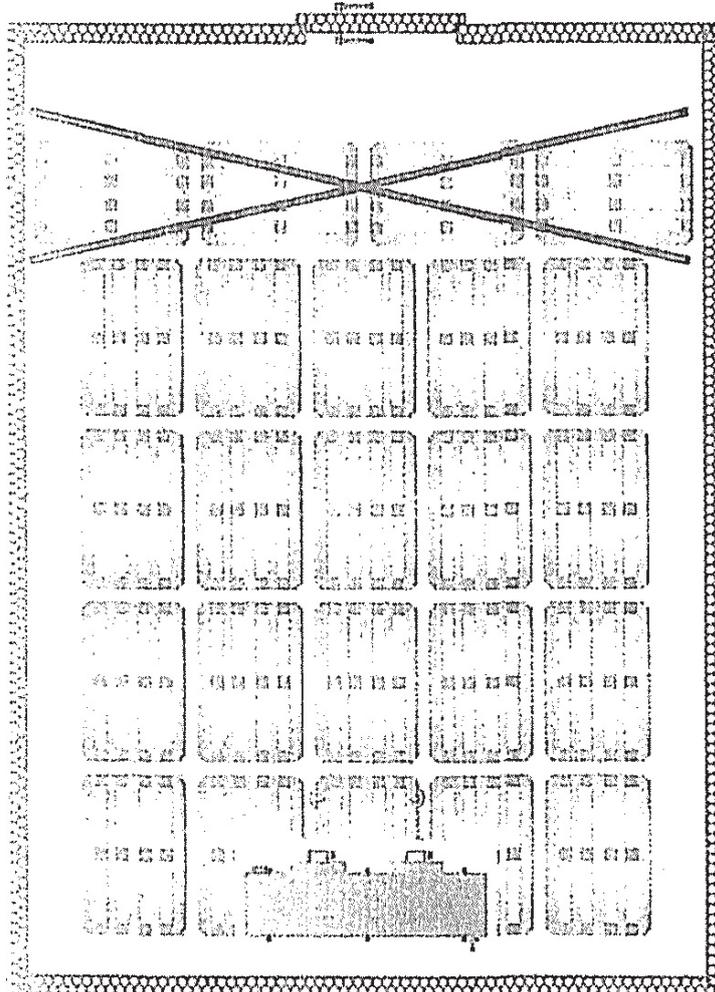


FALSCH



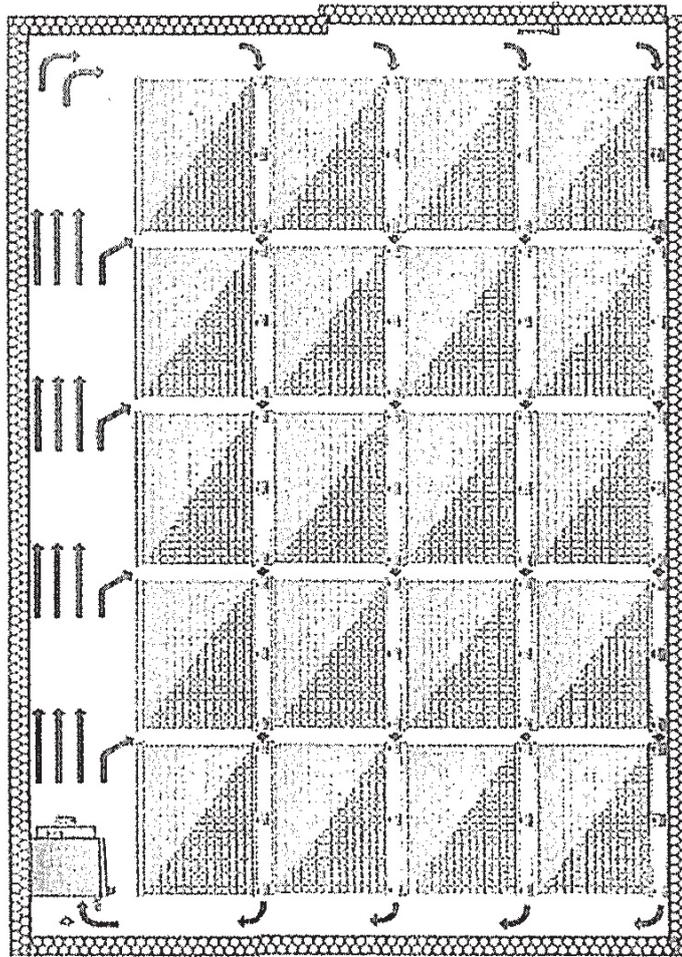
Unbedingt zu vermeiden: Durch größeren Wandabstand zu einer Seite streift die Sekundärluft am Kühlgut vorbei

FALSCH

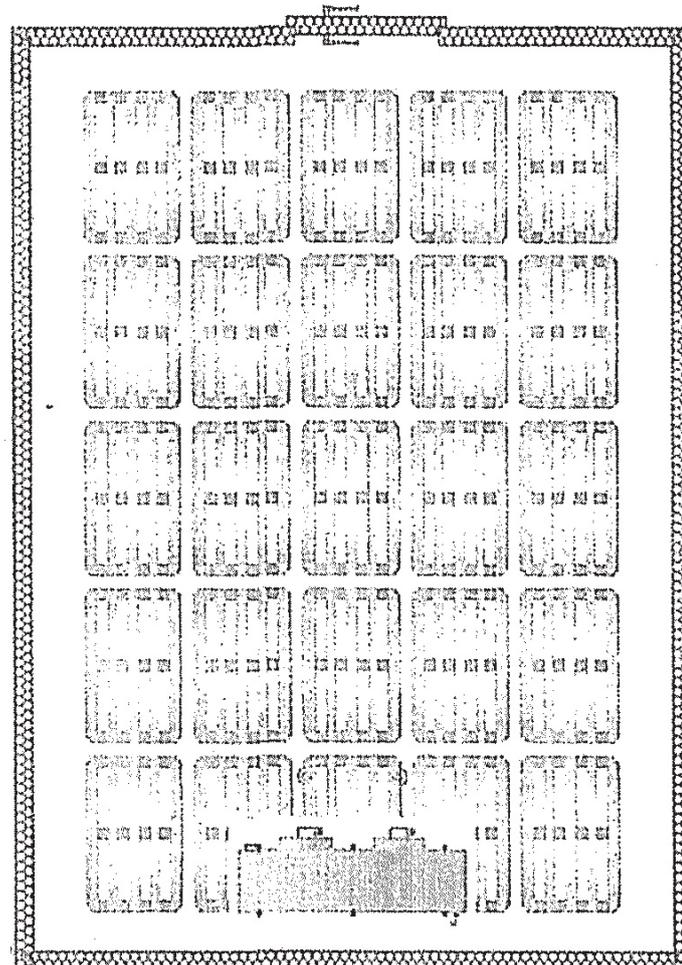


Unbedingt zu vermeiden: Querstehende Paletten bilden für den Sekundärluftstrom eine „Wand“

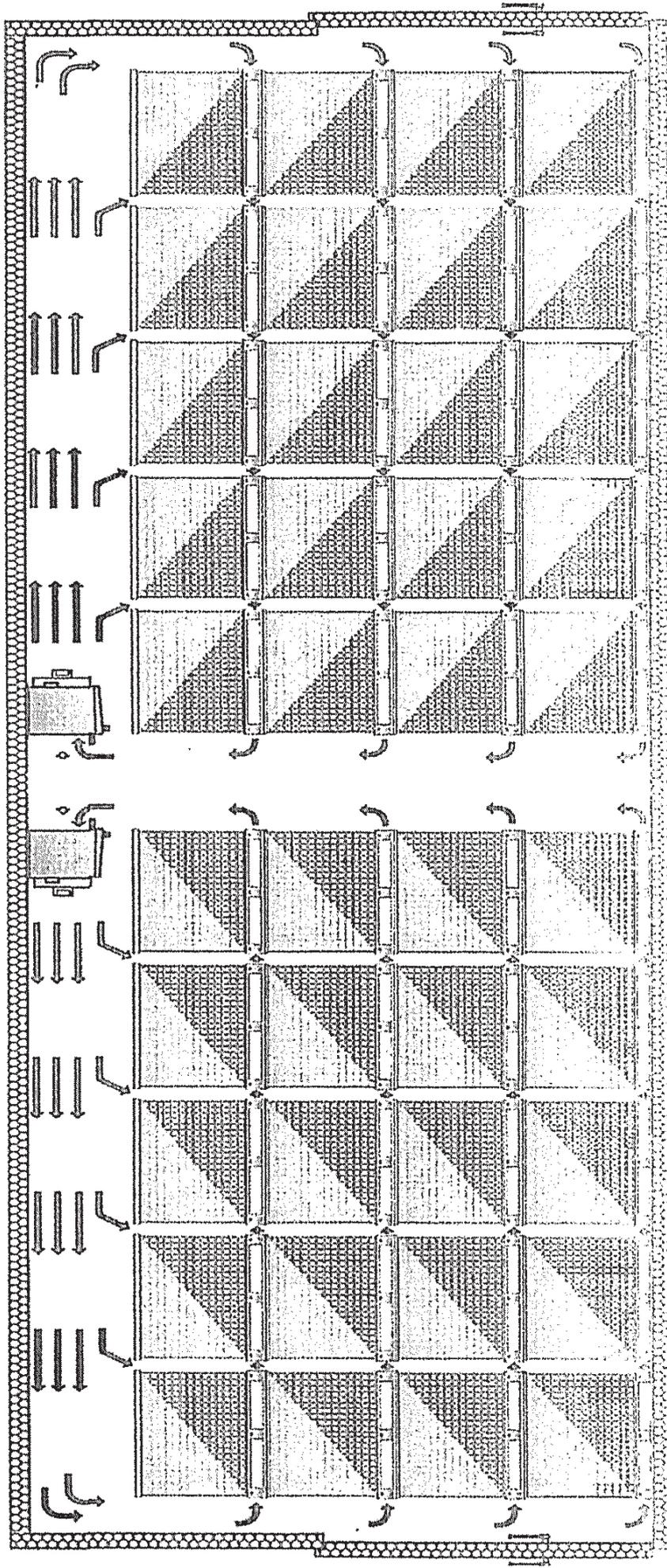
RICHTIG



RICHTIG



RICHTIG



Die sicherste Variante bei großen Räumen; die Luftkühler in geeignetem Abstand rü-  
längs in die Mitte des Raumes montieren. So dass die Kühler voneinander wegblasen

## Luftzirkulation im Kühlraum

Eine gute Luftzirkulation muß im Kühlraum sicher gestellt werden. Bezugnehmend auf **Abb. 1** sollten folgende Regeln angewandt werden:

- Lassen Sie zwischen Waren und Decke einen Abstand, der mindestens so groß ist wie die Höhe des Verdampfers (**HL**)
- Der Mindestabstand zwischen Vorderwand und Waren (**S<sub>f</sub>**) sollte:

$$S_f > 1,5 \times n \times AFO/B \text{ sein.}$$

wobei: N = Anzahl Luftkühler  
AFO = Anstromfläche der Luftkühler m<sup>2</sup>  
B = Kühlraumbreite m

Auf jeden Fall sollte S<sub>f</sub> größer als 0,5 m sein.

- Adäquate Freiräume sollten zwischen den Waren gelassen werden, um den Wärmeaustausch mit der Luft zu sichern und den Weg der Rückluft zum Luftkühler zu ermöglichen
- Die Luftkühler sollten so nah wie möglich an der Decke angebracht werden; die Entfernung **d<sub>s</sub>** sollte geringer als 0,1 x Höhe des Luftkühlers

$$d_s < 0,1HL$$

sein.

- Vermeiden Sie Hindernisse im Luftstrom an der Decke des Kühlraumes
- Die Entfernung zwischen der hinteren Wand und dem Verdampfer (**d<sub>p</sub>**) sollte größer als 1,1 x Höhe des Luftkühlers

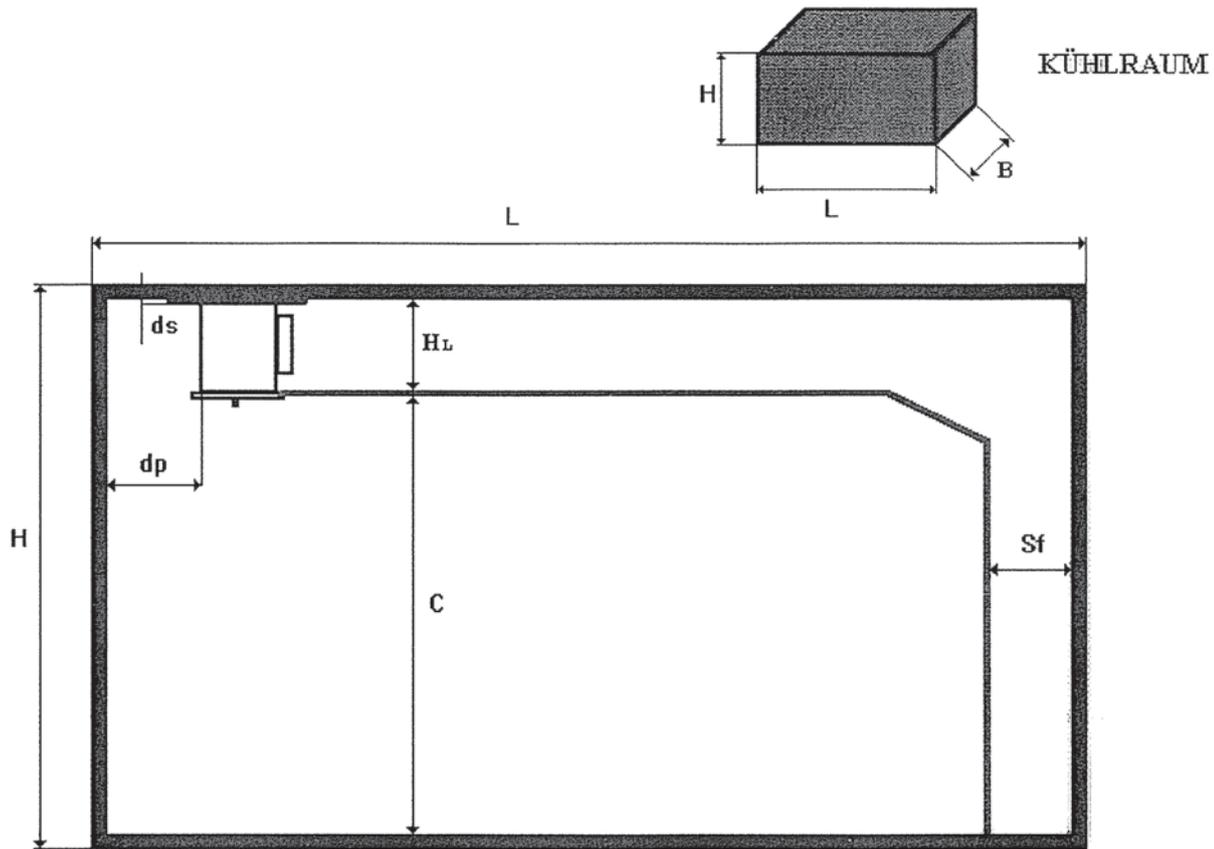
$$d_p \geq 1,1HL$$

sein.

Um die im Katalog angegebene Wurfweite auch bei nicht vorhandener Luftleitung durch Waren zu erzielen (z.B. wenn der Kühlraum leer ist) sollte eine angemessene Raumhöhe vorhanden sein.

$$(H-HL) > 0,3 L$$

- Anordnung Luftkühler



$$Sf > 1,5 \times n \times AFO / B$$

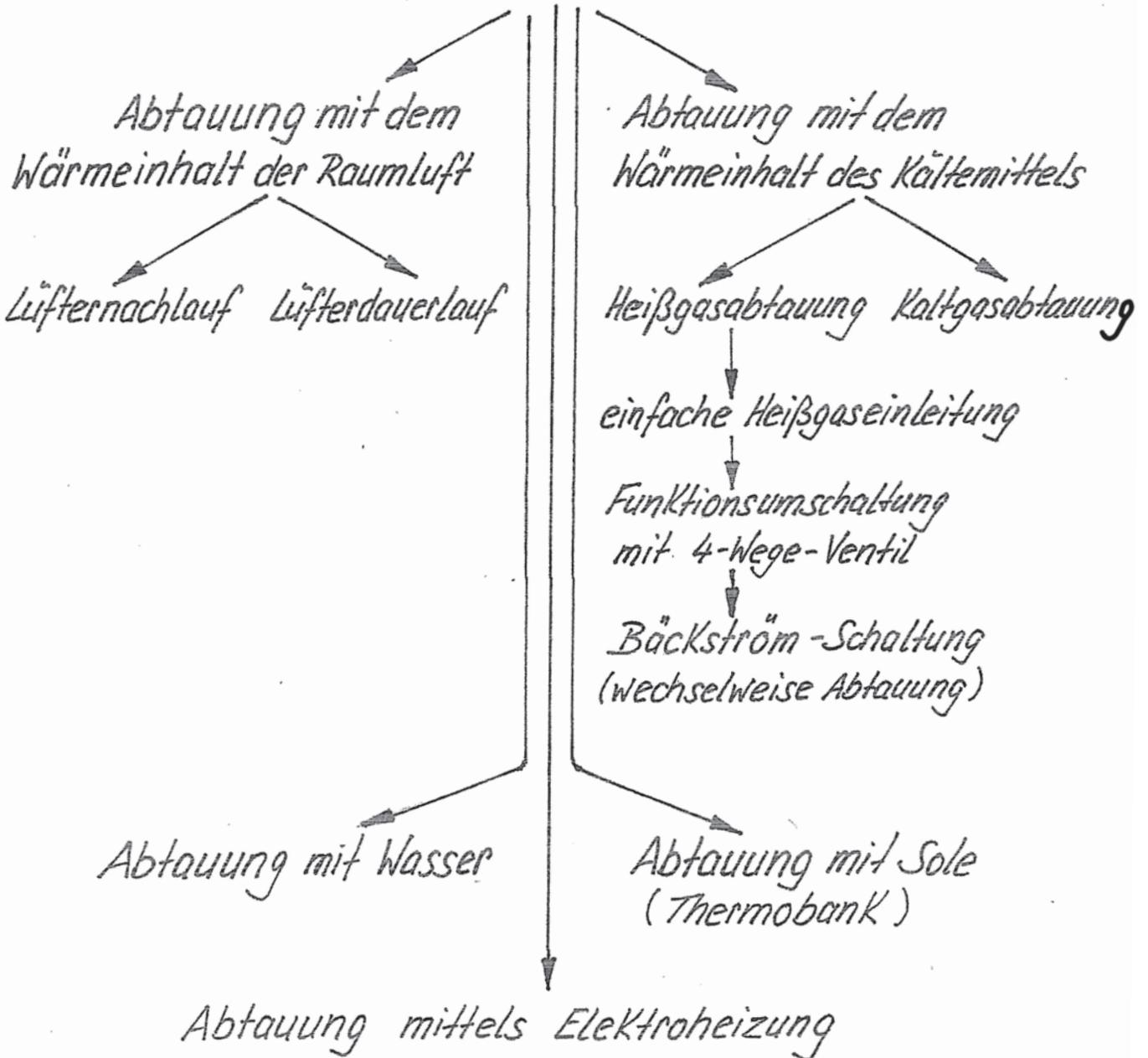
**AFO:** Anstromfläche der Luftkühler  
**n:** Anzahl Lufter

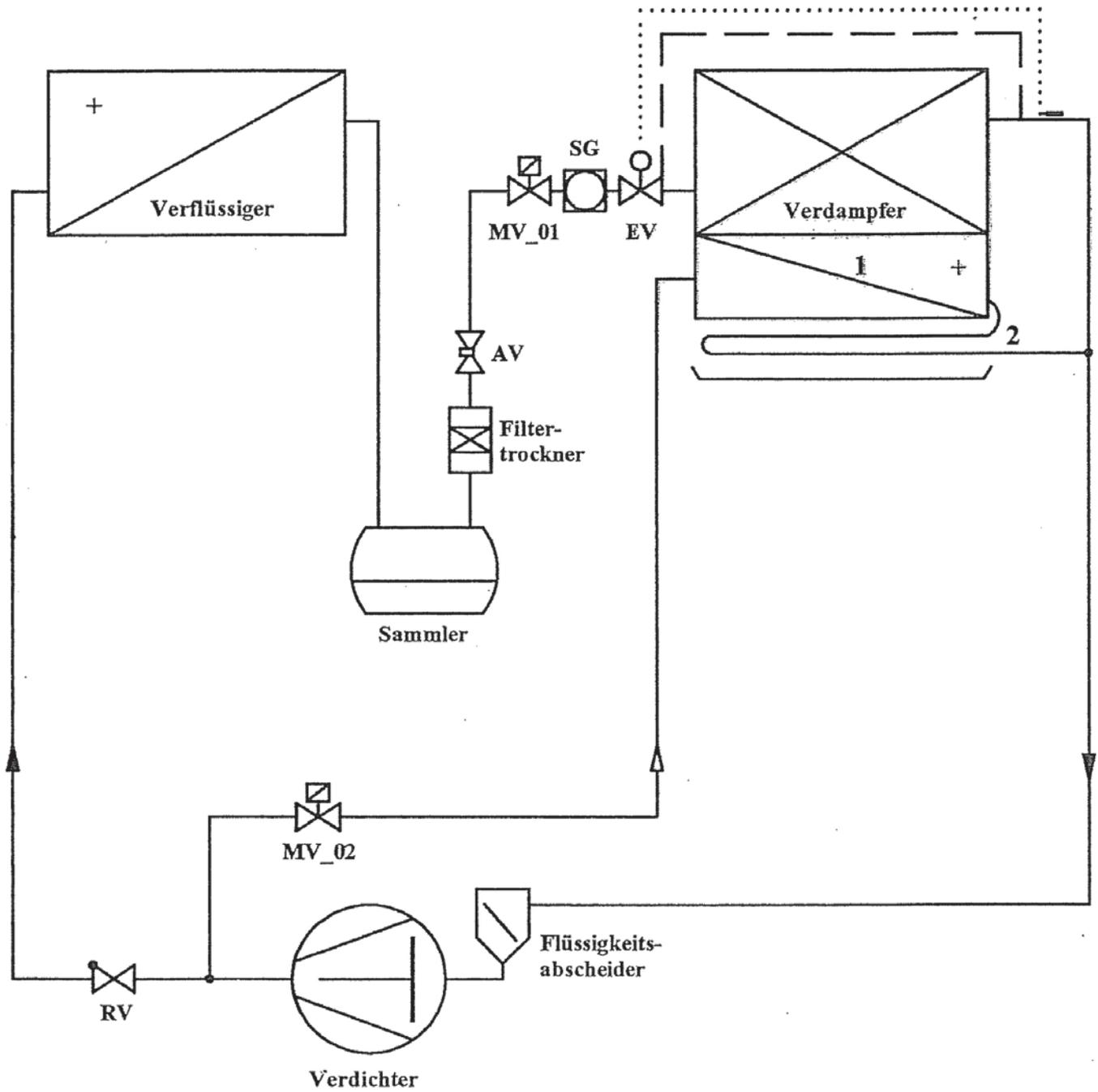
$$(H - H_L) > 0,3 L$$

$$ds < 0,1 H_L$$

$$dp > 1,1 H_L$$

# Abtauverfahren



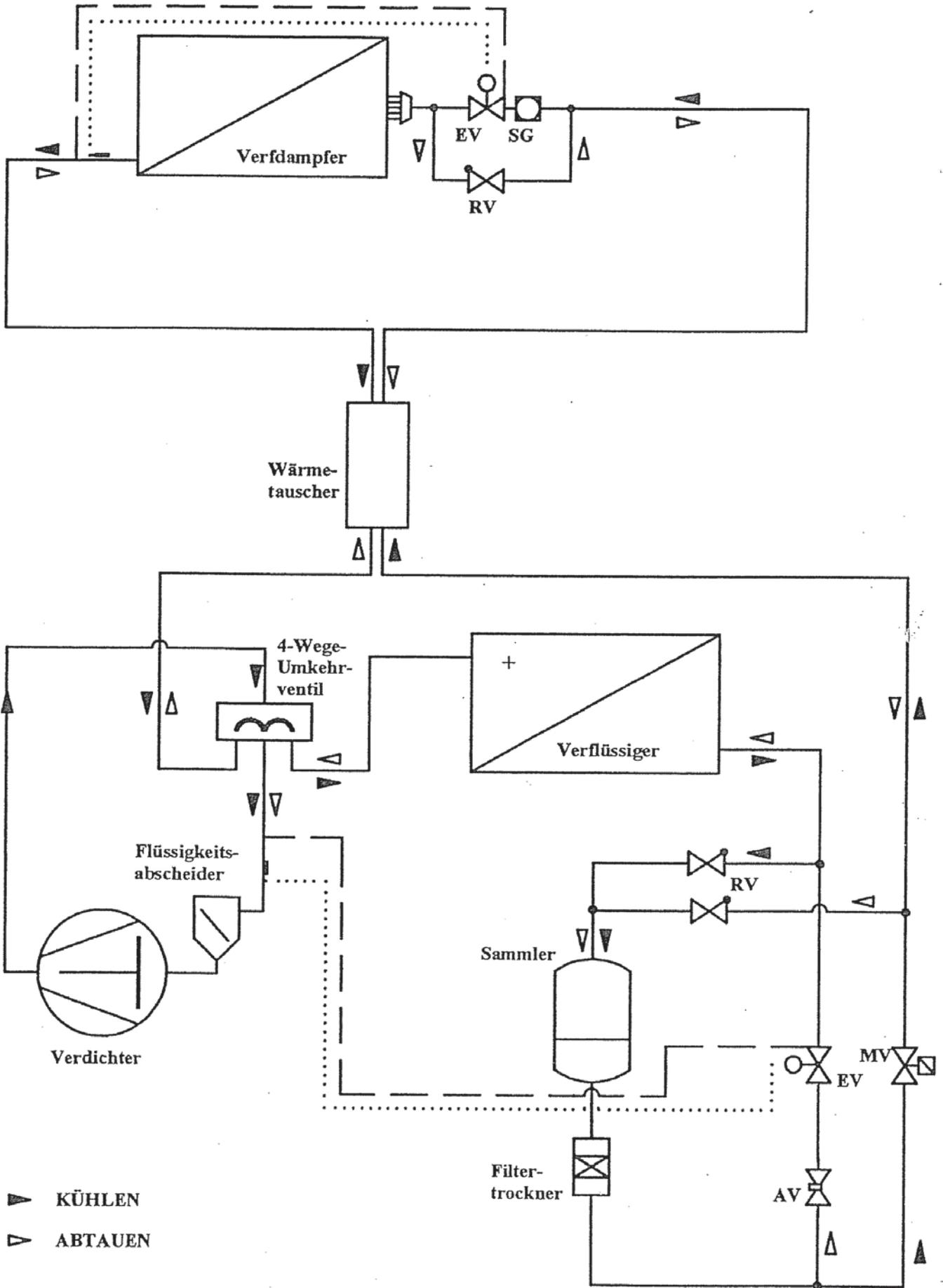


- ▼ KÜHLEN
- ▽ ABTAUEN

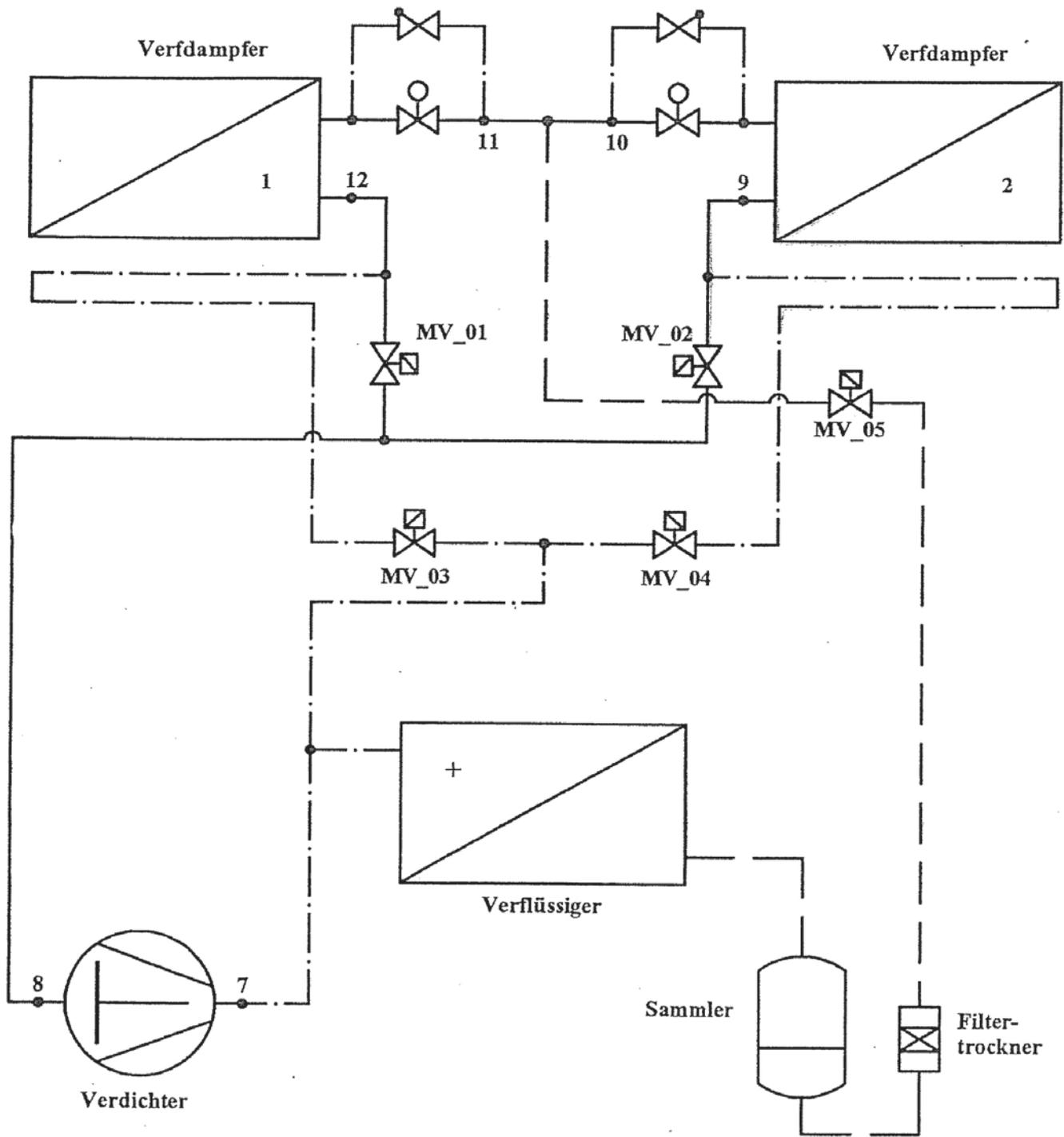
- RV Rückschlagventil
- AV Absperrventil
- MV\_01 Magnetventil
- MV\_02 MV Heißgas
- SG Schauglas
- EV Expansionsventil

- 1 Heißgaschlange
- 2 Heizung Tauwasserschale

**Kältekreislaufschema  
Heißgas-Abtauung**



**Kältekreislaufschema für  
 Heißgas-Abtauung mit  
 4-Wege-Umkehrventil**



**Legende:**

- Saugleitung
- - - Flüssigkeitsleitung
- · - · Heißgasleitung

**KÜHLEN:**

MV\_03 und MV\_04  
stromlos geschlossen

**ABTAUEN:**

(Verdampfer 1)  
MV\_03 und MV\_02 geöffnet  
MV\_04 und MV\_01 geschlossen  
(Verdampfer 2)  
MV\_03 und MV\_02 geschlossen  
MV\_04 und MV\_01 geöffnet

**Kältekreislaufschema  
für wechselweise  
Heißgas-Abtauung von  
Mehrverdampferanlagen  
(Bäckström-Schaltung)**

# Wärmeverteilung beim Abtauprozess

• Erwärmung des Gerätes von ca. $-32\text{ °C}$ auf $+5\text{ °C}$ :	1,1 kW	9 %
• Erwärmung des Eises von ca. $-32\text{ °C}$ auf $0\text{ °C}$ :	0,9 kWh	8 %
• Schmelzenergie des Eises (50 kg)	4,6 kWh	38 %
• Erwärmung des Schmelzwassers von $0\text{ °C}$ auf $+5\text{ °C}$ :	0,3 kWh	3 %
• Überhitzung des Gerätes von $+5\text{ °C}$ auf $+20\text{ °C}$	<b>0,4 kWh</b>	<b>3 %</b>
• Überhitzung des Wassers von $+5\text{ °C}$ auf $+20\text{ °C}$	<b>0,9 kWh</b>	<b>8 %</b>
• Eigenthermik und Verdampfungsenergie des Wassers	<b>3,7 kWh</b>	<b>31 %</b>
Summe	<u>11,9 kWh</u>	<u>100,0 %</u>

„Verlust“  
„Verlust“  
„Verlust“

Von folgenden Werten wird bei den Berechnungen ausgegangen:

- Heizleistung: 18 kW
- Abtauzeit: 40 min (d. h. 11,9 kWh pro Abtauung)
- Lufteintritt  $t_{L1}$ :  $-26\text{ °C}$
- Luftaustritt  $t_{L2}$ :  $-28,6\text{ °C}$
- Verdampfung  $t_o$ :  $-35\text{ °C}$
- Durchschnittliche Temperatur des Eises und des Gerätes beim Beginn der Abtauung:  $-32\text{ °C}$

– Eismenge beim Beginn der Abtauung: 50 kg (Eisdicke 1 mm, Dichte  $0,3\text{ kg/dm}^3$ , Fläche  $162\text{ m}^2$ )

– Vorgegebene Abtauendtemperatur am Fühler bei offenem Verdampfer: 10 bis  $15\text{ °C}$

# Management Information Control (MIC) Zum Nutzen des Kunden im Einklang mit der Umwelt

Vorsprung durch Technik.

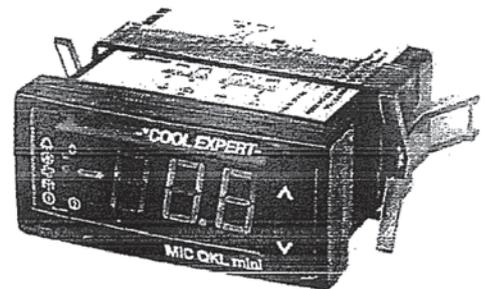
Der Vorteil und Nutzen eines wissensbasierten Reglers bedeutet:  
„QKL mini mit seinem Management-, Informations- und Kontroll-System führt Kälteanlagen an den energetisch besten Betriebspunkt, so als würde jede Kühlstelle von einem Ingenieurteam begleitet und überwacht“.

## Die Intelligenz im Kühlsystem – MIC QKL mini

Selbstoptimierender Kühlstellenregler MIC QKL mini, als Dual- oder Single Sens-Controller einsetzbar. Der Baustein zur ganzheitlichen Anlagenautomatisierung.

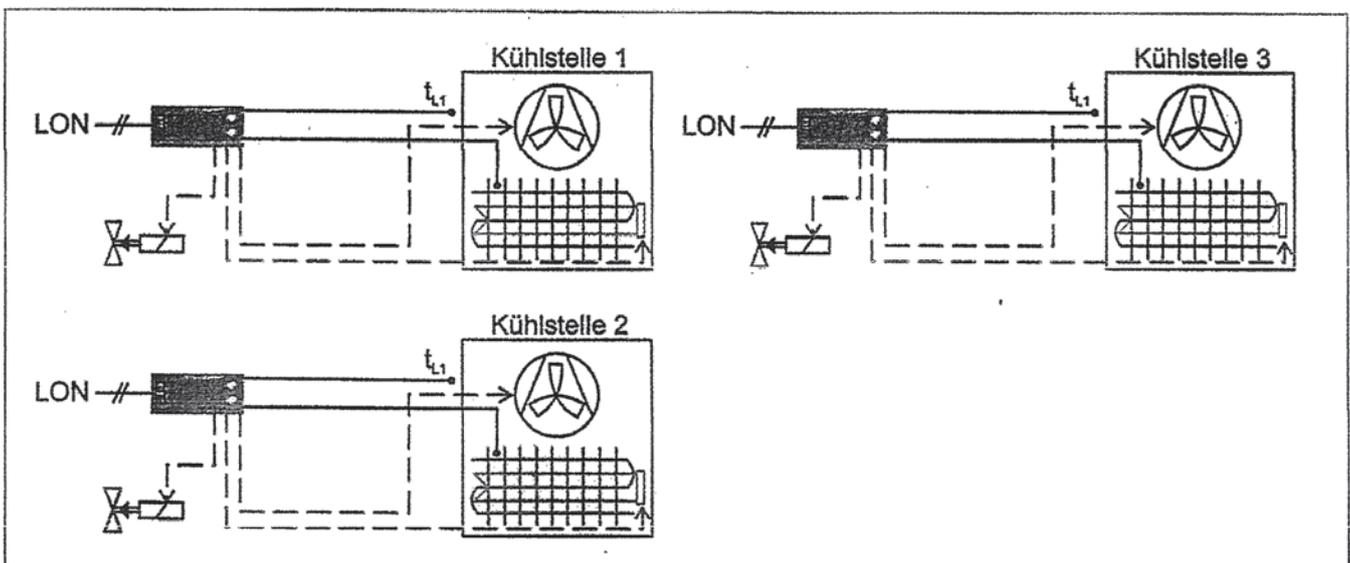
### Der Nutzen:

- Optimale Qualitätssicherung des Kühlgutes
- Selbstoptimierende Regelung ohne Parametrierung
- Erkennen von Änderungen des Betriebszustandes
- Bester Anlagenwirkungsgrad
- Gleichbleibende Anlagenverfügbarkeit
- Energiekosteneinsparung
- Einfache Installation und Inbetriebnahme
- Einsparung von Installations- und Personalkosten
- Effektive Serviceunterstützung
- Dauerhafte Betriebskostensenkung über 20 %
- Automatisches Diagnosesystem
- Kommunikation über LON-Bus nach LONMARK



### Die Lösung:

Für alle Aufgaben in der Gewerbekälte, im Normal- und Tiefkühlbereich.

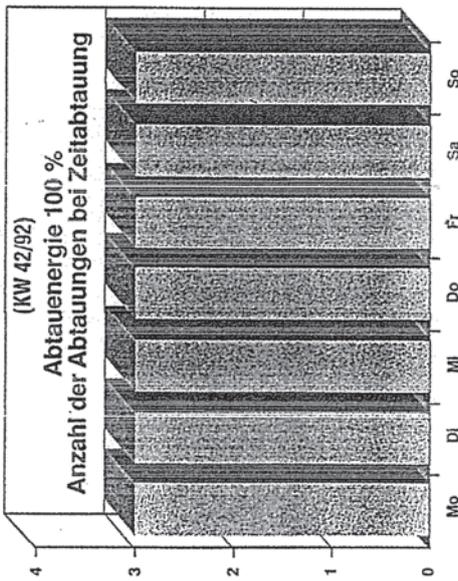


# Kostenparende Bedarfsabtauung im Kühlager

Häufigkeit der Abtauung im Vergleich: Zeitabtauung und Bedarfsabtauung

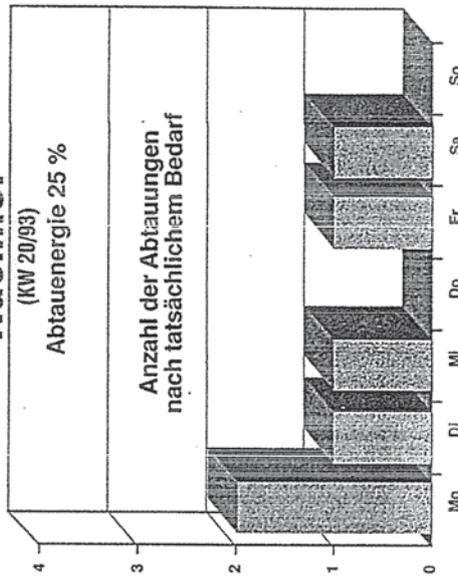
Ergebnis einer Umstellung von herkömmlicher Zeitabtauung auf Bedarfsabtauung im gleichen Kühlraum

## Vorher



Herkömmliche Zeitabtauung:  
Manuell eingestelltes auf 3 x täglich.

## Nacher



Bedarfsabtauung:  
Entsprechend Betriebsablauf, ohne manuelle Vorgabe.  
Konstante Kühltemperatur und sanftere Warenpflege.

Ein Beispiel aus der Praxis: In einem Kühlager wurde die Abtauenergie vor und nach dem Einbau von KÜBATRON QKL gemessen.

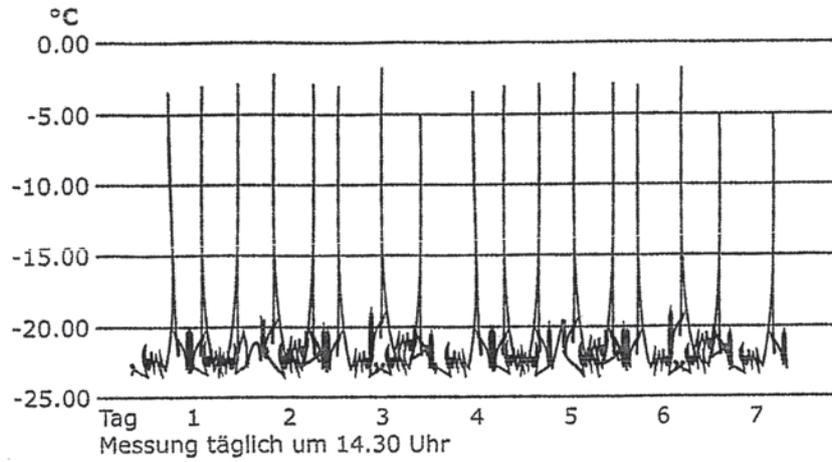
Der Mikroprozessor regelt die Raumtemperatur und optimiert die Abtaufrequenz. Er nutzt die Restwärme und steuert die Kälteanlage geradewegs in die Gewinnzone: Einsparungen an Kühlenergie von über 20 % sind realistisch.

75 % Einsparung  
Abtauenergie

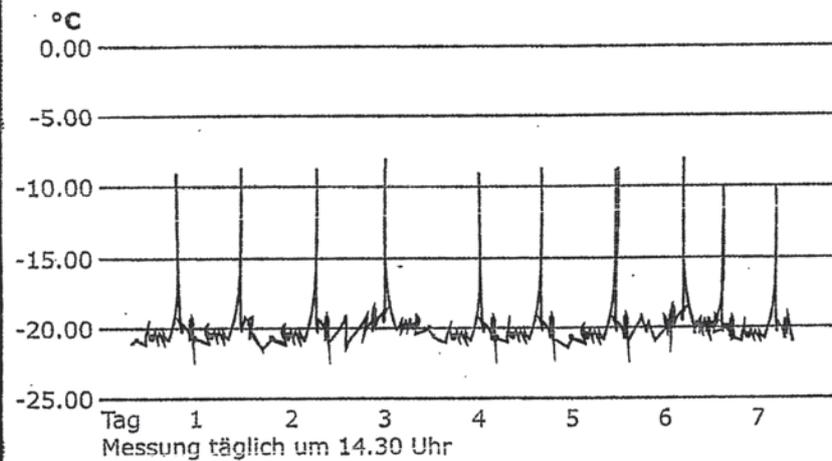
50 % Einsparung  
Verdichteraufzeit

über 20 % Einsparung an Kühlenergie

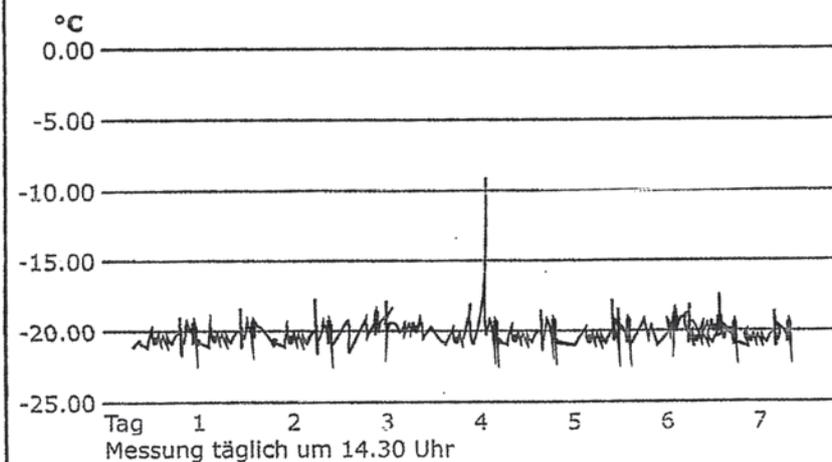
**Temperaturschwankungen  
vor der Installation des MIC QKL-Regelsystems**



**Eindeutig geringere Temperaturschwankungen  
eine Woche nach der Installation des MIC QKL-Regelsystems**



**Sechs Wochen nach der Installation des  
MIC QKL-Regelsystems ist die Optimierung perfekt**



# Amortisationszeit für eine Heißgasabtauung

**Rechenbasis:** Lebensdauer der Anlage - 15 Jahre

Energiepreis - 0,19 €/kWh  
Zinssatz - 1,5 %

**gegeben:** Tiefkühlagerraum mit 1000 m<sup>3</sup>  $\dot{Q}_o = 34 \text{ kW}$  ;  $t_R = -20 \text{ °C}$   
2 Verdampfer SGBE 93 ; Abtauheizung 2 x 10, 32 kW

<b>1. Investitionskosten:</b>	<b>VK <sup>1)</sup> €</b>
1. 4-Wege- Umkehrventil V10-2750	259,-
1 Expansionsventil TERE 34 SW	383,-
2 Rückschlagventile NRV 19s	78,80,-
2 Rückschlagventile NRV 12s	60,20,-
1 Flüssigkeitsabscheider FA 54mm TWIN	455,-
8 h Arbeitszeit a´ 50,-	400,-
Montagematerial	50,-
<hr/>	
	1686,-
-Verdampferdifferenz SGBE - SGB	795,-
<hr/>	
<sup>1)</sup> Bruttopreise 2014	$\Sigma = 911,-$

## 2. Energieeinsparung:

Elektroabtauung: 3 x 0,5h x 20,6 kW = 30,9 kWh / d  
 Heißgasabtauung: 3 x 10 min x 24,32 kW = 12,16 kWh / d  
 (Bitzer-Verdichter 44 G - 40,2 Y)  
 tägliche Einsparung : (30,9 - 12,16 kWh) x 0,19 € kWh = 3,56 €/Tag

## 3. Amortisationszeit:

$$T = \frac{\text{Investitionskosten}^2)}{\text{Energiekosteneinsparung}} = \frac{1097,- \text{ €}}{3,56 \text{ € / Tag}} = \underline{308 \text{ Tage}}$$

<sup>2)</sup> Investitionskosten verzinst:  $a_n = a_1 \times q^{n-1}$

n = Laufzeit in Jahren

$a_1$  = Investitionskosten

q = Zinsfaktor

## 1.2 Wärmetauscher zur Flüssigkeitskühlung

### 1.2.1 Kühler im Durchlaufverfahren

#### 1.2.1.1 Bauarten und Werkstoffe

- Rohrbündelverdampfer (1 bis 4 Kältemittelkreise)  
Rohrmaterial: Kupfer, Messing, CuNi-Legierung, Edelstahl, Edelstahl plastbeschichtet, Titan
- Koxialverdampfer (Spiral- oder Wendelform)  
Rohrmaterial: Kupfer, CuNi-Legierung, Edelstahl, Sondermessing
- Plattenverdampfer  
Werkstoff: Edelstahl 1.4401 in den Varianten Cu-verlötet, Ni-verlötet (für NH<sub>3</sub>), verschraubt

#### 1.2.1.2 Auslegung der Wärmetauscher

Die Wärmetauscher können als Verdampfer oder Verflüssiger je nach Ausführung eingesetzt werden. Für die Auslegung stehen in den Katalogen Tabellen und Diagramme zur Verfügung. Die Auslegung der Plattenverdampfer sollte ausschließlich am PC erfolgen.

#### 1.2.1.3 Korrosionsschutz

Zur Vermeidung von Korrosion sollte die Materialauswahl sehr sorgfältig erfolgen. Erhöhte Korrosionsgefahr bei Chlor (Schwimmbäder), Salzgehalt, Säuren, Laugen und vollentsalztem Wasser, ggf. Wasseranalyse notwendig.

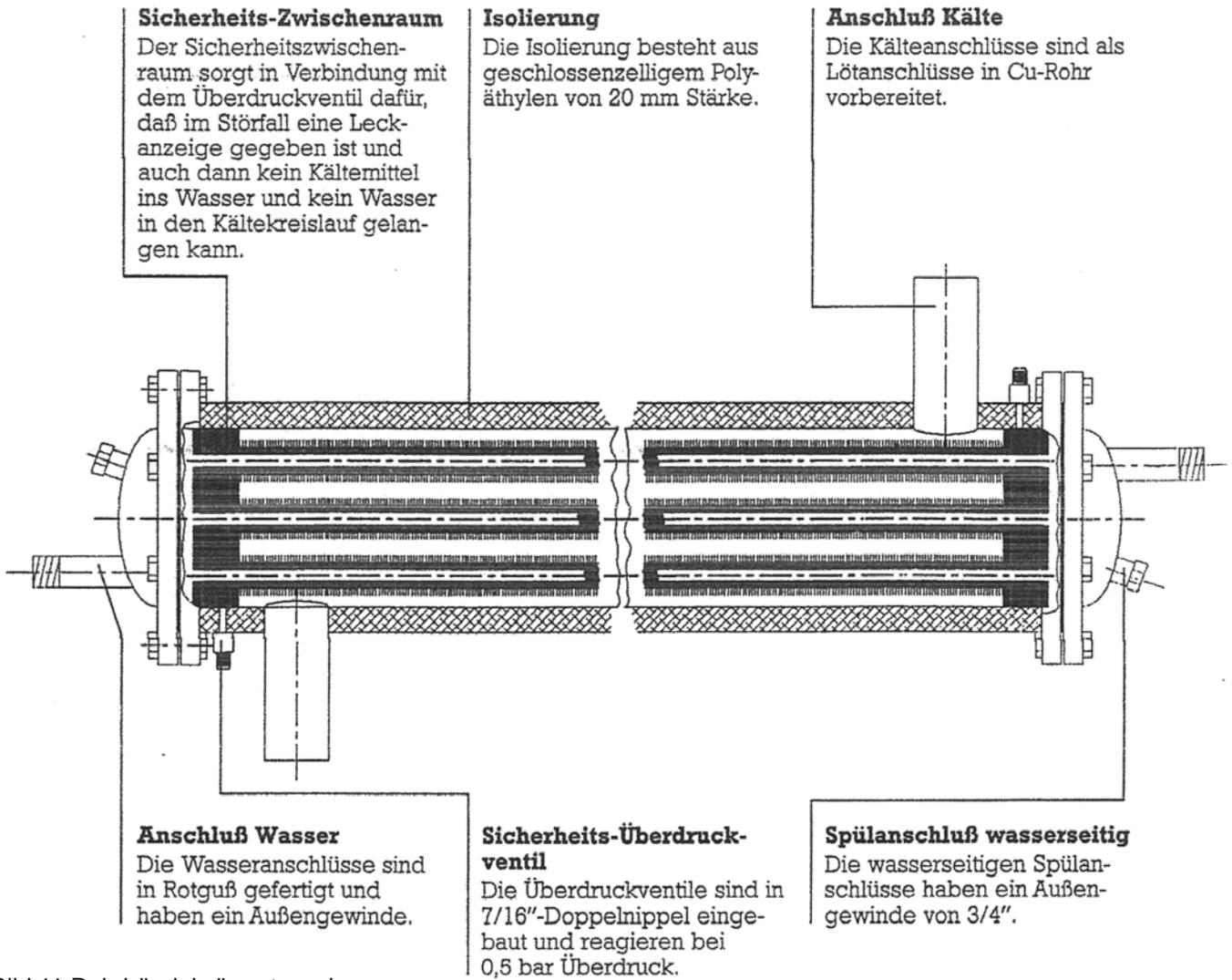


Bild 11 Rohrbündelwärmetauscher

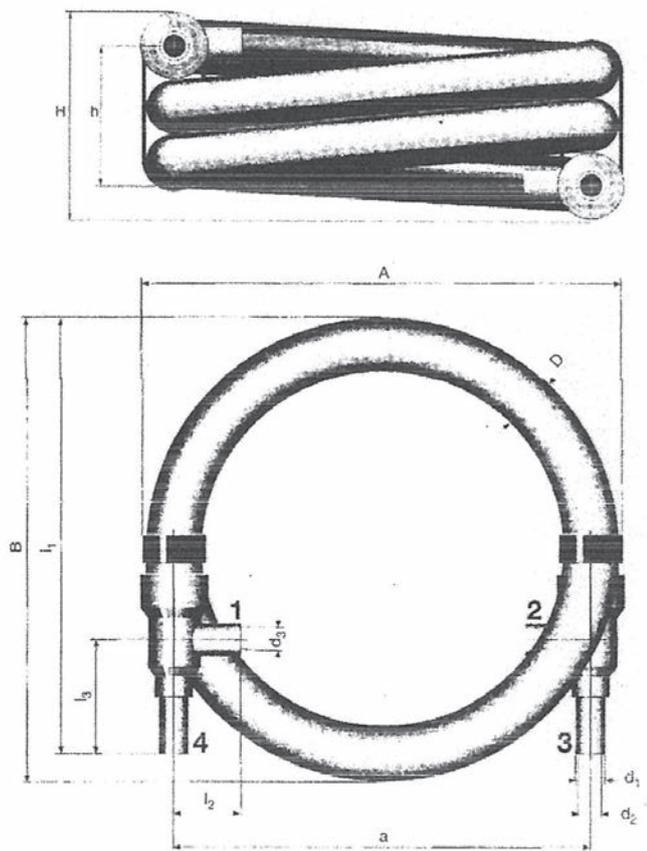
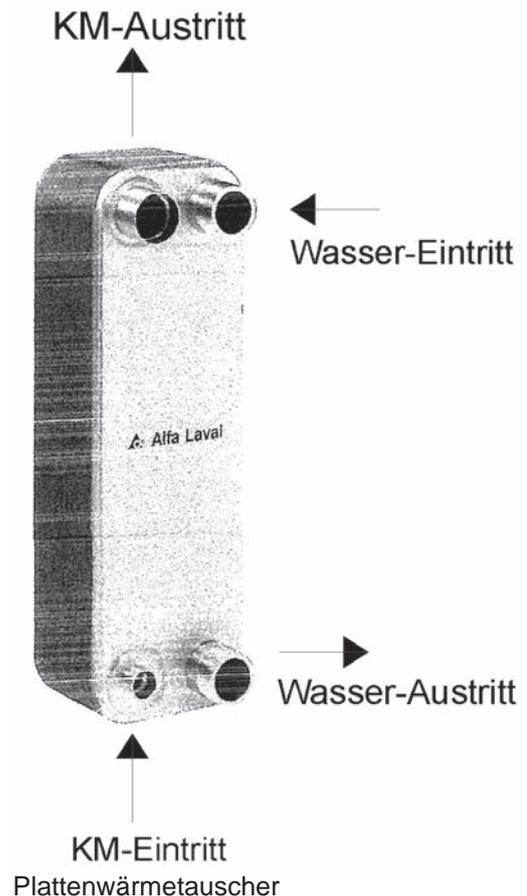


Bild 12 Koax-Wärmetauscher



Plattenwärmetauscher

Tabelle : Beständigkeit gegenüber Wasserinhaltsstoffen nach Wieland-Metallwerke / Ulm

	Ungefährer Konzentrationbereich mg/l	Kupfer SF-Cu	Sondermessing CuZn28Sn CuZn20Al	Kupfer-Nickel CuNi10Fe
elektrische Leitfähigkeit in $\mu S/cm$	<500	+	+	+
pH-Wert 5,5	< 5,5	0	+	+
	bis 8,5	+	+	+
	>8,5	+	+	+
Chlorid	< 10	+	+	+
	10 bis 100	+	+	+
	100 bis 1000	+	+	+
	> 1000	0	+	+
Sulfat	<50	+	+	+
	50 bis 300	0	+	+
	>300	-	+	+
Nitrat	<100	+	+	+
freic. aggressive Kohlensäure	< 5	+	+	+
	5 bis 50	0	+	+
	> 50	-	0	0
Sauerstoff	<2 <sup>1)</sup>	+	+	+
	2 bis 8	+	+	+
	>8	0	+	+
Ammonium	<2	+	+	+
	2 bis 20	0	0	0
	> 20	-	-	-
Eisen und Mangan	>1	0	+	+
	>10 <sup>2)</sup>	0	+	+
Sulfid		-	0	-
freies Chlor	<5	+	+	+
absetzbare (organische) Stoffe		0	0	0

+ Der Werkstoff ist normalerweise gut beständig

0 Korrosionsprobleme können entstehen, insbesondere wenn mehrere Faktoren mit 0 bewertet sind

- von der Verwendung ist abzuraten

1) keinerlei Korrosionsgefahr für Kupferwerkstoffe

2) sofern kein O<sub>2</sub> vorhanden

- ◆ Verhältnis  $\text{HCO}_3^-/\text{SO}_4^{2-} > 1$ , sonst Lochfraßgefahr
- ◆ pH-Wert sollte 7,5 - 9,0 sein
- ◆ Sauerstoffanteil so gering wie möglich,  $< 0,1$  ppm.
- ◆ Ammoniak  $< 0,5$  ppm,                   Bei Anwesenheit von  $\text{O}_2$
- ◆ Ammoniak  $< 30$  ppm                   Ohne Anwesenheit von  $\text{O}_2$
- ◆ Verbindungen wie Schwefelwasserstoff korrodieren Kupfer und vermindern die Widerstandsfähigkeit von rostfreiem Stahl gegen Korrosion. Siehe auch Tab. 02 für mikrogalvanische Korrosion.

## Tabelle 01: Kupfer-Korrosionsgrenzen

pH-Wert	7,5 - 9,0
$\text{SO}_4^{--}$	$< 100$ ppm
$\text{HCO}_3^-/\text{SO}_4^{--}$	$> 1,0$
Gesamthärte	4,0 - 8,5 dH
$\text{Cl}^-$	$< 50$ ppm
$\text{PO}_4^{---}$	$< 2,0$ ppm
$\text{NH}_3$	$< 0,5$ ppm
Freies Chlor	$< 0,5$ ppm
$\text{Fe}^{+++}$	$< 0,5$ ppm
$\text{Mn}^{++}$	$< 0,05$ ppm
$\text{CO}_2$	$< 10$ ppm
$\text{H}_2\text{S}$	$< 50$ <i>ppb</i> <b>Achtung!</b>
Temperatur	$< 65$ °C
Sauerstoffanteil	$< 0,1$ ppm

Hinweis: Elektrischer Kontakt zwischen Kupfer/ kupferhaltigen Teilen und den Rohren ist erforderlich

**Tab. 02: Konzentrationsgrenzen der Verunreinigungen im Wasser zur Vermeidung von mikrogalvanischer Korrosion von unlegiertem oder verzinktem Eisen in *angrenzenden Rohren*.**

## Die Wirkung von Wasserinhaltsstoffen in Warmwasseranlagen auf kupfergelötete Plattenwärmeübertrager

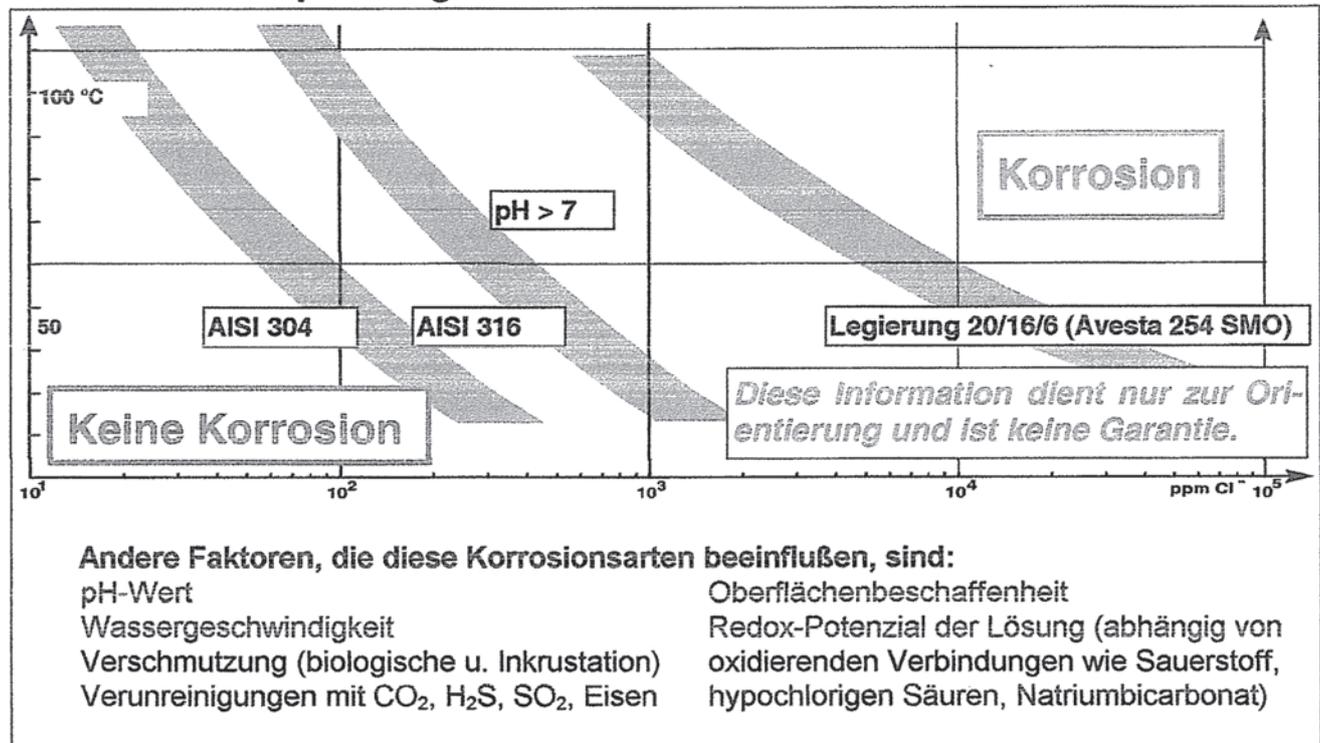
Zur Minimierung von Korrosionserscheinungen in kupfergelöteten Plattenwärmeübertragern empfehlen wir in Warmwasseranlagen folgende Werte hinsichtlich der Wasserqualität einzuhalten:

pH-Wert	7 bis 9	Freies Chlor	< 0,5 ppm
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	< 100 ppm	Fe <sup>+++</sup>	< 0,5 ppm
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	> 1	Mn <sup>++</sup>	< 0,05 ppm
Cl <sup>-</sup>	< 50 ppm	CO <sub>2</sub>	< 10 ppm
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	< 2 ppm	H <sub>2</sub> S	< 50 ppb
NH <sub>3</sub>	< 0,5 ppm	Leitfähigkeit	> 50 µS/cm, < 600 µS/cm
Wandtemperatur	< 80 °C		

Weitere korrosionsrelevante Faktoren sind Strömungsgeschwindigkeiten im Wärmeübertrager, Verunreinigung des Wassers, Verschmutzung bzw. Belagbildung im Wärmeübertrager sowie Mischinstallationen.

Die genannten Angaben dienen zur Orientierung und stellen keine Gewährleistungsgrundlage dar.

## Die Wirkung der Chloridkonzentration und der Temperatur auf Lochfraß- und Spannungsrisskorrosionstendenzen bei Edelstahl



Alfa Laval GmbH - Abt. Gebäude- u. Kältetechnik - Wilhelm-Bergner Str. 1 – D-21509 Glinde  
 Telefon 040 / 72 74-03 - Fax 040 / 72 74-2631 - [www.alfalaval.com/hvacr](http://www.alfalaval.com/hvacr) - January 04/GS



**Prüfbericht: Wasser-Untersuchung**

<b>Probenbezeichnung:</b>	<b>Langkampfen</b>
	<b>Tiefbrunnen Auslauf</b>
<b>Meßort:</b>	
<b>Bemerkungen:</b>	
Entnahmedatum:	19.08.2003
Eingangsdatum:	19.08.2003
Chemische-Nummer:	3006

**Chemischer Befund (BGBL 304/2001 - Codex Kap.B1)**

Untersuchungsparameter	Einheit		I	P
Äußere Beschaffenheit	Geruch/Geschmack	Sub-	los	
	Färbung (SAK 436nm)	ektiv	los	0,5 m <sup>-1</sup>
a) vor Ort	Trübung (TBE)	FAU	[0,08]	
b) Institut	Bodensatz		kein	
UV-Durchlässigkeit; Institut T (10 cm)	%			
Temperatur	°C		9,2	25
pH-Wert	vor Ort 25 °C			6,5 bis
	Institut 25 °C		7,70	9,5
Elektr. Leitfähigkeit	vor Ort 25 °C	µS/cm	404	
	Institut 25 °C	µS/cm	406	2500 <sup>1*</sup>
KMnO <sub>4</sub> Verbrauch	KMnO <sub>4</sub>	mg/l	0,8	20
Gesamthärte	°dH		12,36	
Karbonathärte	°dH		11,47	
Nichtkarbonathärte	°dH		0,89	
Säurekapazität (pH 4.3)	mmol/l		4,091	
Calcium	Ca	mg/l	55,0	400
Magnesium	Mg	mg/l	20,2	150
Kalium	K	mg/l	0,8	50
Natrium	Na	mg/l	1,8	200
Eisen gelöst (gesamt)	Fe	mg/l	[0,008]	0,20
Mangan	Mn	mg/l	[0,004]	0,05
Ammonium	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,01	0,50
Hydrogenkarbonat	HCO <sub>3</sub>	mg/l	249,6	
Nitrit	NO <sub>2</sub>	mg/l	<0,010	
Nitrat	NO <sub>3</sub>	mg/l	5,2	50 <sup>2*</sup>
Chlorid	Cl	mg/l	1,8	200 <sup>1*</sup>
Sulfat	SO <sub>4</sub>	mg/l	10,3	250 <sup>1*3*</sup>
Fluorid	F	mg/l	<0,5	1,5
Phosphat, ortho	PO <sub>4</sub>	mg/l	<0,25	0,30
Ionenbilanz	Kationen	mmol/l	4,511	
	Anionen	mmol/l	4,439	
	Differenz	mmol/l	0,072	

I = Parameter mit Indikatorfunktion; P = Parameterwert;

1\* = Das Wasser sollte nicht korrosiv wirken;

© Univ. Prof. Dr. M. P. Dierich

2\* = Es ist die Bedingung,  $[\text{NO}_3]/50 + [\text{NO}_2]/3$  kleiner-gleich 1 einzuhalten (eckige Klammern stehen f. Konzentrationen in mg/l; für Nitrate  $[\text{NO}_3]$ ; für Nitrite  $[\text{NO}_2]$ );

3\* = Überschreitungen bis zu 750 mg/l bleiben außer Betracht, sofern der dem Calcium nicht äquivalente Gehalt des Sulfates 250 mg/l nicht übersteigt;

nicht nachweisbar: Nachweisgrenze in [ ]-Klammern;

nachweisbar: Angabe als < Bestimmungsgrenze;

## 1.2.1.4 Einfrierschutz von Verdampfern

- Schaltfolge: erst Wasserpumpe dann Kälteverdichter
- Strömungswächter schaltet Verdichter ein oder aus
- Frostschutzthermostat zur Überwachung der Wassertemperatur
- ND-Pressostat zur Überwachung des Saugdrucks
- oder ND-Drucktransmitter bei Frequenzregelung des Verdichters

Klimaregelung - externes Regelsignal 0 ... 10 V

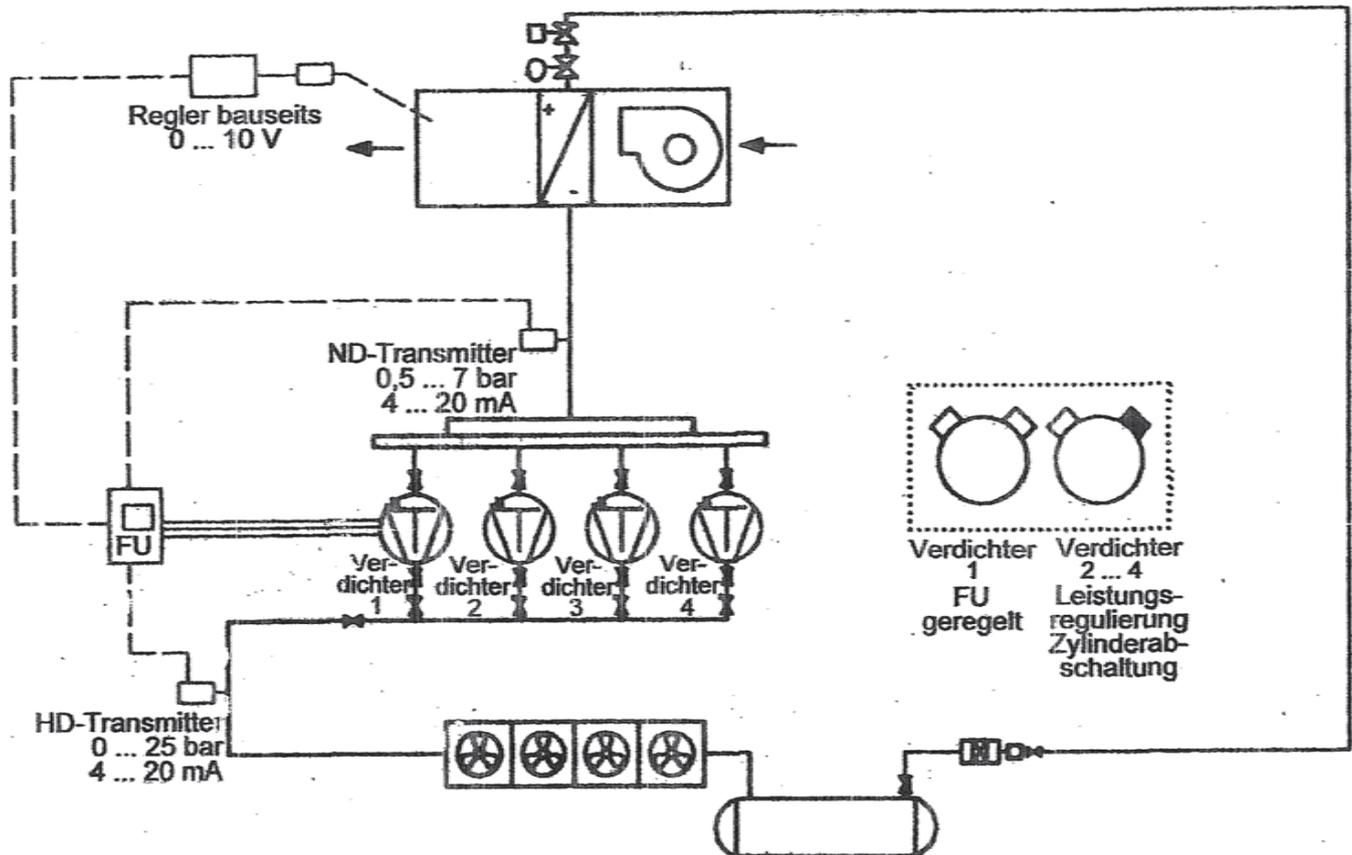


Bild 13 Klimaregelung eines Verbundsatzes

## 1.2.2 Flüssigkeitskühlung im Behälter

Zur Erzeugung von Eiswasser, z.B. Spargelkühlung werden Cu-Rohrschlangen in einen Behälter gewickelt oder Verdampferplatten verwendet. Für die Ermittlung der Verdampferfläche dienen die nachfolgenden K-Werte:

$$\dot{Q}_o = k \times A \times \Delta t \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad A = \frac{\dot{Q}_o}{k \times \Delta t}$$

Cu - Rohrschlangen/Verdampferplatten	k-Werte (W/m <sup>2</sup> . x k)
ruhiges Wasser	90 - 110
bewegtes Wasser (Rührwerk)	170 - 210
erzwungene Strömung (Pumpenumlauf)	230 - 350

Maximale Rohrlänge L<sub>max</sub> für eine Kältemittleinspritzung:

$$L_{\max} = 2 \times D_i$$

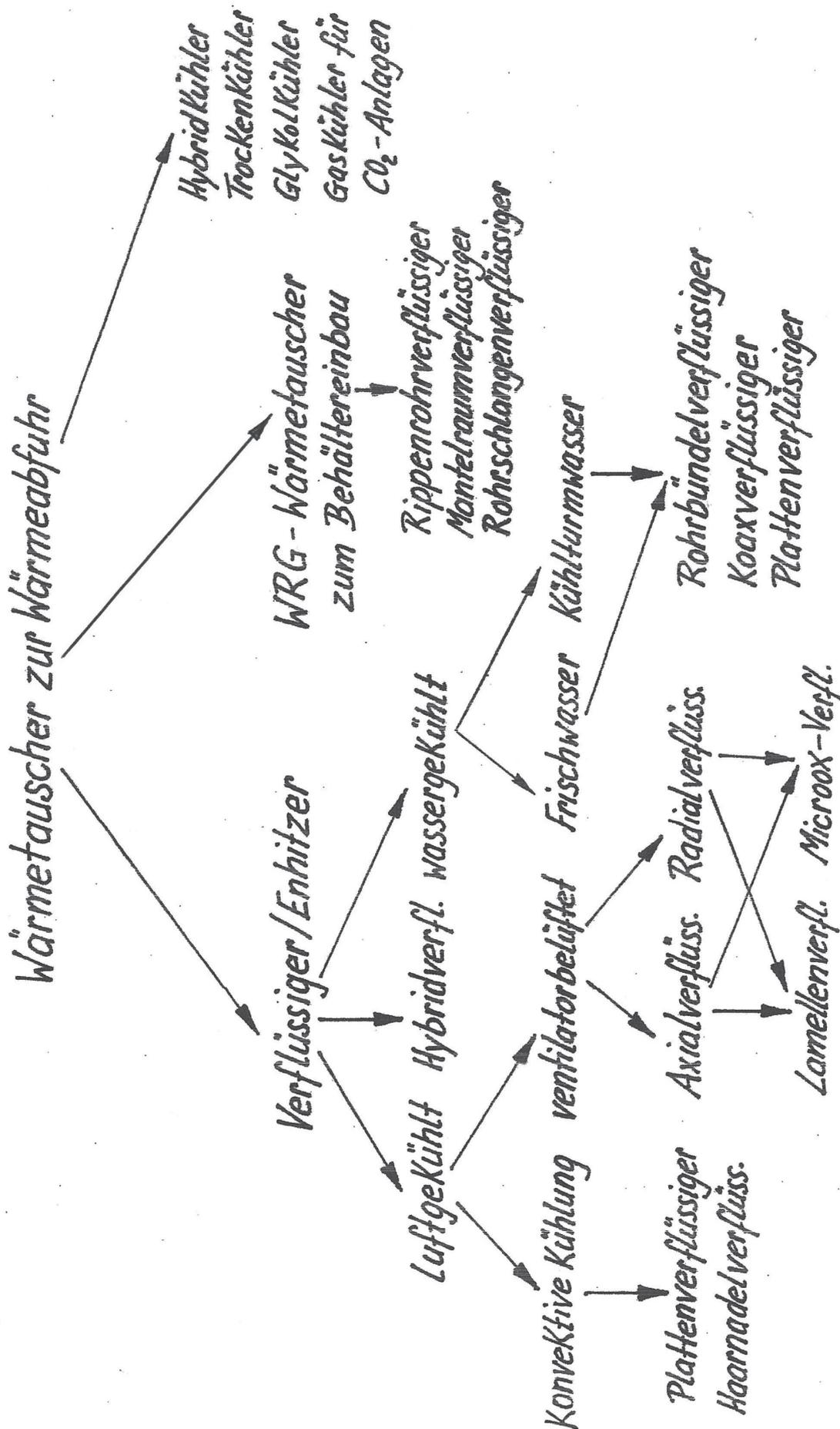
$$L_{\max} = \text{Rohrlänge in m}$$

$$D_i = \text{Innendurchmesser in mm}$$

z.B. Cu - Rohr 12 x 1  $\rightarrow$  L<sub>max</sub> = 2 x 10 = 20 m

## 2. Wärmetauscher zur Wärmeabgabe

Bild 14 zeigt eine Übersicht für Wärmetauscher zur Wärmeabgabe



## 2.1 Luftgekühlte Verflüssiger und Rückkühler

### 2.1.1 Bauarten

#### Außenaufstellung:

Lamellenwärmetauscher mit Axialventilatoren

- vertikale Luftführung } bis ca. 1500 kW
  - horizontale Luftführung } bis ca. 600 kW als Gaskühler für CO<sub>2</sub>
  - V-Form mit Befeuchtung bis ca. 3500 kW (Hybridkühler, Wasseraufbereitung erforderlich)
  - V-Form mit Befeuchtungsmatte „HydroPad“ (keine Wasseraufbereitung erforderlich)
- 

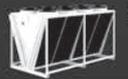
microox - Verflüssiger mit Axialventilatoren

- vertikale und horizontale Luftführung
- Leistung 6 bis 525 kW
- Voll-Aluminiumausführung

Vorteile gegenüber Lamellenwärmetauschern:

- bis zu 50% reduzierte Kältemittelfüllmenge
- hohe Korrosionsbeständigkeit
- geringeres Gewicht bis zu 30%
- modular erweiterbar

# Verflüssiger/Flüssigkeitskühler

Produktlinie	Bezeichnung	Nennleistung	HFKW	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	Wärmeträger	Öl
<b>Compact</b> <small>Die Compact Produktlinie beinhaltet Seriengeräte, die schnell verfügbar sind und ein ausgezeichnetes Preis-/Leistungsverhältnis haben.</small>	FLAT 	4 – 400 kW	GCHC		GCHC	GFHC	GOHC
	VERTICAL 	4 – 400 kW	GCVV		GCVV	GFVV	GOVV
	V-SHAPE 	70 – 850 kW	GCDC		GGDC	GFDC	
<b>Vario</b> <small>Die Vario Produktlinie ist mit Baureihen ausgestattet, die bedarfsorientiert an das jeweilige Projekt angepasst werden können. Kunden wählen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien, Varianten und Zubehör genau die Ausstattung aus, die sie benötigen.</small>	FLAT 	8 – 1.320 kW	GCHV	GCHV	GGHV	GFHV	GOHV
	VERTICAL 	8 – 1.320 kW	GCVV	GCVV	GGVV	GFVV	GOVV
	V-SHAPE 	30 – 2.000 kW	GVD	GVD	GVD	GFD	
<b>Application</b> <small>Die Application Produktlinie beinhaltet Baureihen, die für spezielle Anwendungen konfiguriert wurden, zum Beispiel für das Kühlen von Agrarprodukten oder Logistikzentren. Für besondere Einsatzbereiche sind maßgeschneiderte Anpassungen und Kundenserien erhältlich.</small>	INDOOR-H 	20 – 700 kW	GCHI	GCHI	GGHI	GFHI	
	INDOOR-V 	20 – 700 kW	GCVI	GCVI	GGVI	GFVI	
	DRAIN 	80 – 1.100 kW				GFHE	
	SUB-H 	5 – 50 kW	GSHC				
	SUB-V 	5 – 50 kW	GSVC				

## CONTROLS REGELTECHNIK



Produkt auf Anfrage möglich

XXX

Produkt im Guntner Product Calculator (GPC) verfügbar

XXX

Version 10 // 01.2



Bild 14: Poster von Güntner - Verflüssigern

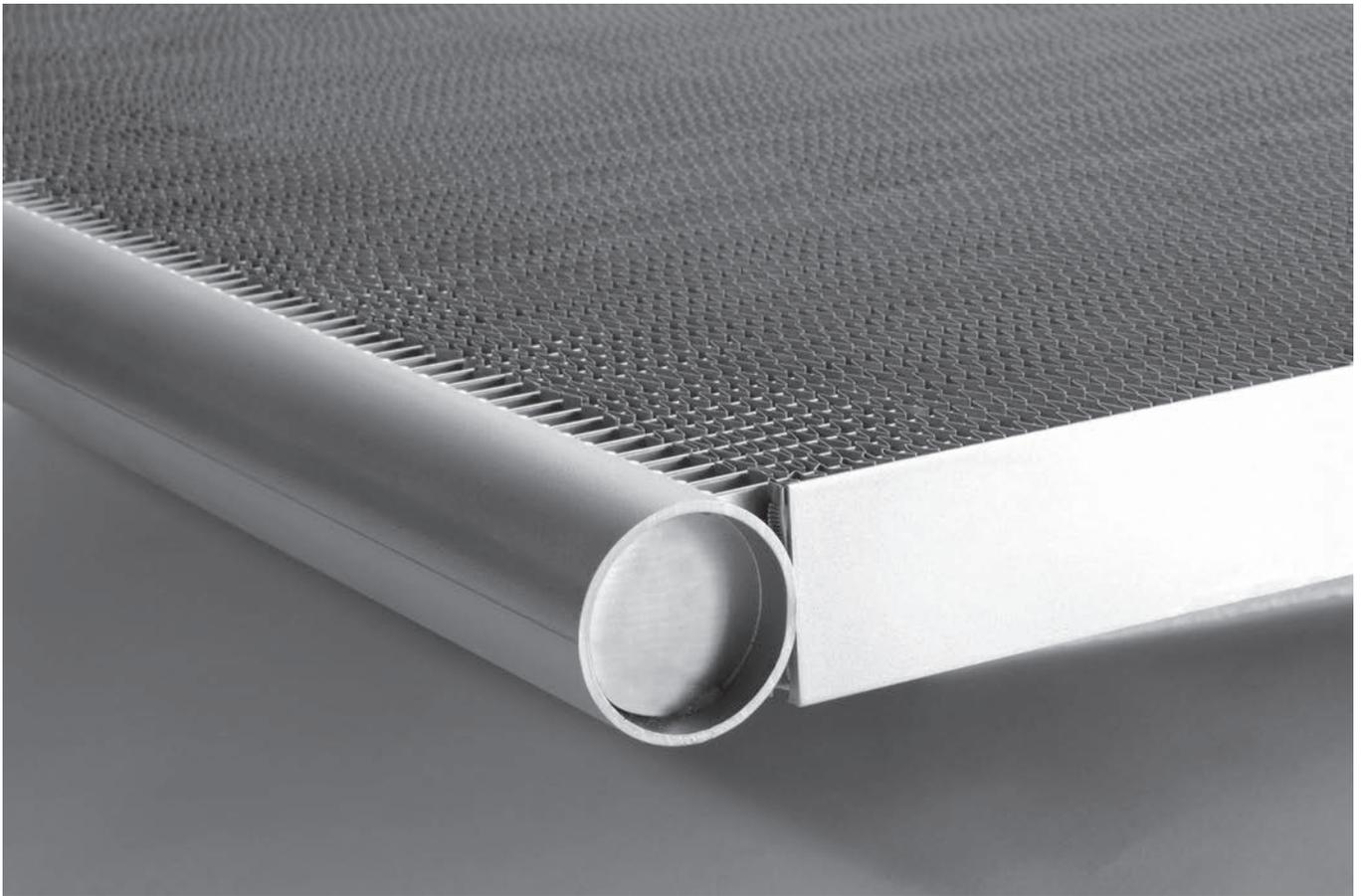


Bild 15: Schnittbild eines microox - Verflüssigers

## Innenaufstellung:

Lamellenwärmetauscher mit Radialventilatoren für Kanalanschluß

- Leistungsbereich: 10 bis 400 kW
- Luftführung: horizontal, vertikal oder V-Form
- Verflüssiger für HFKW, HFO, NH<sub>3</sub>, Propan
- Gaskühler für CO<sub>2</sub>
- Flüssigkeitskühler für Wasser / Glykol ; andere Medien
- Zubehör: Anschlußrahmen für Luftkanal, Segeltuchstützen, Jalousieklappe, Ausblaskanal

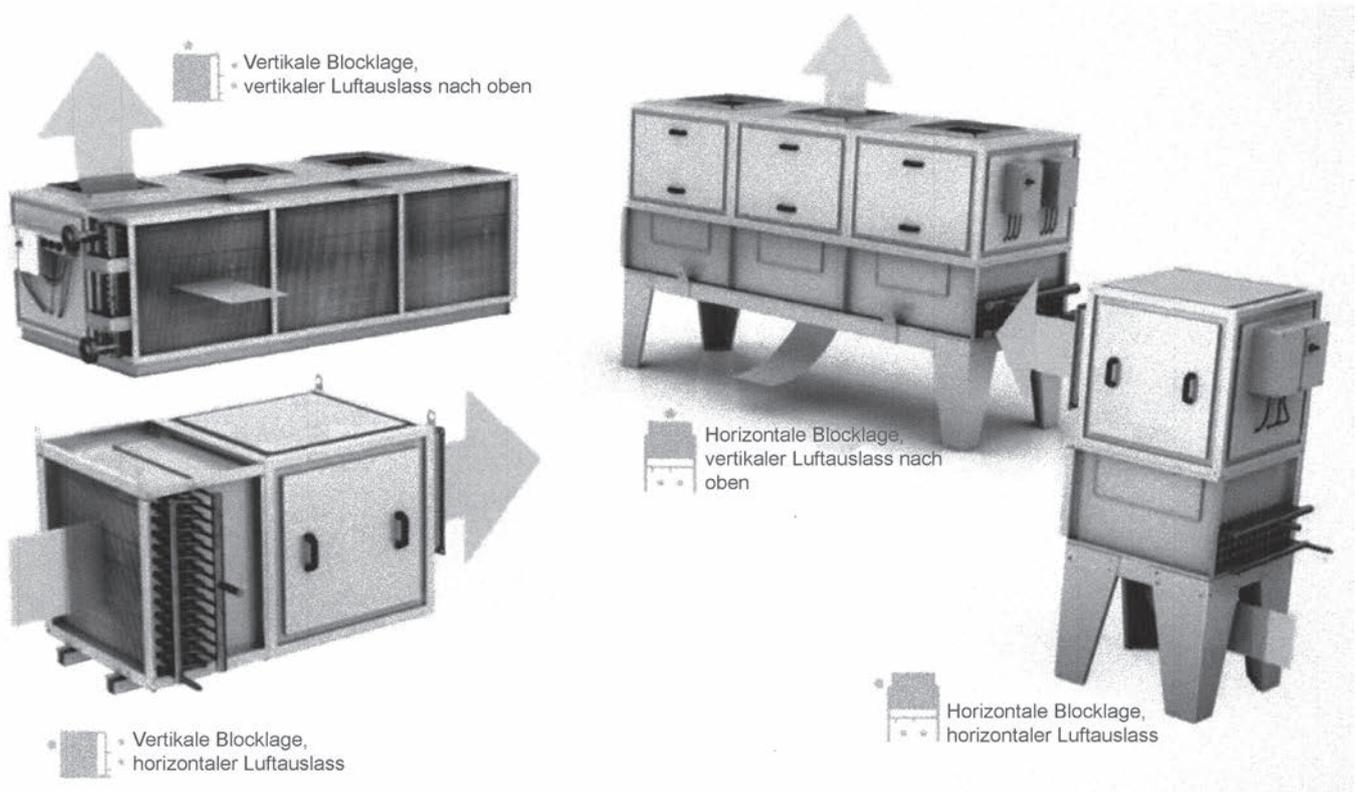


Bild 16: Radialverflüssiger der Firma Güntner

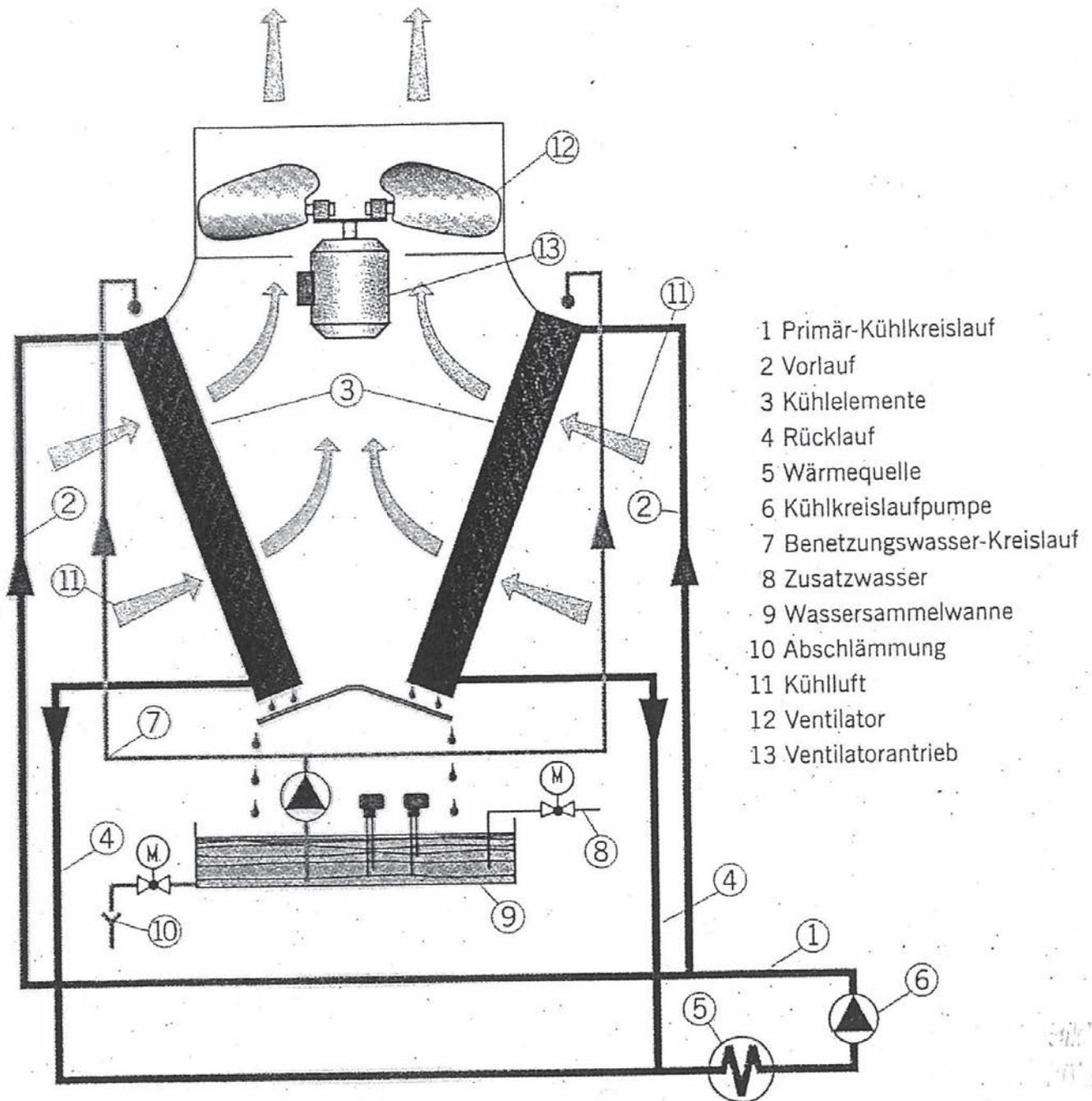


Bild 17: Funktionsprinzip eines Hybridkühlers  
 Rückkühlmedien: Kältemittel oder Wasser / Elykol  
 Abmessungen: H = 1,2 bis 2,4 m ; L = 2 bis 11 m

## 2.1.2 Auswahlkriterien für Verflüssiger

- Bauart
- Aufstellungsort außen oder innen
- Schalldruckpegel
- Energieverbrauch (Energieeffizienzklasse)
- Ventilatormotor für Wechsel- oder Drehstrom, EC-Motoren
- Werkstoffe - Korrosion
- Unterkühlung des Kältemittels erforderlich? (siehe Bild 18)
- Preis / Leistungsverhältnis

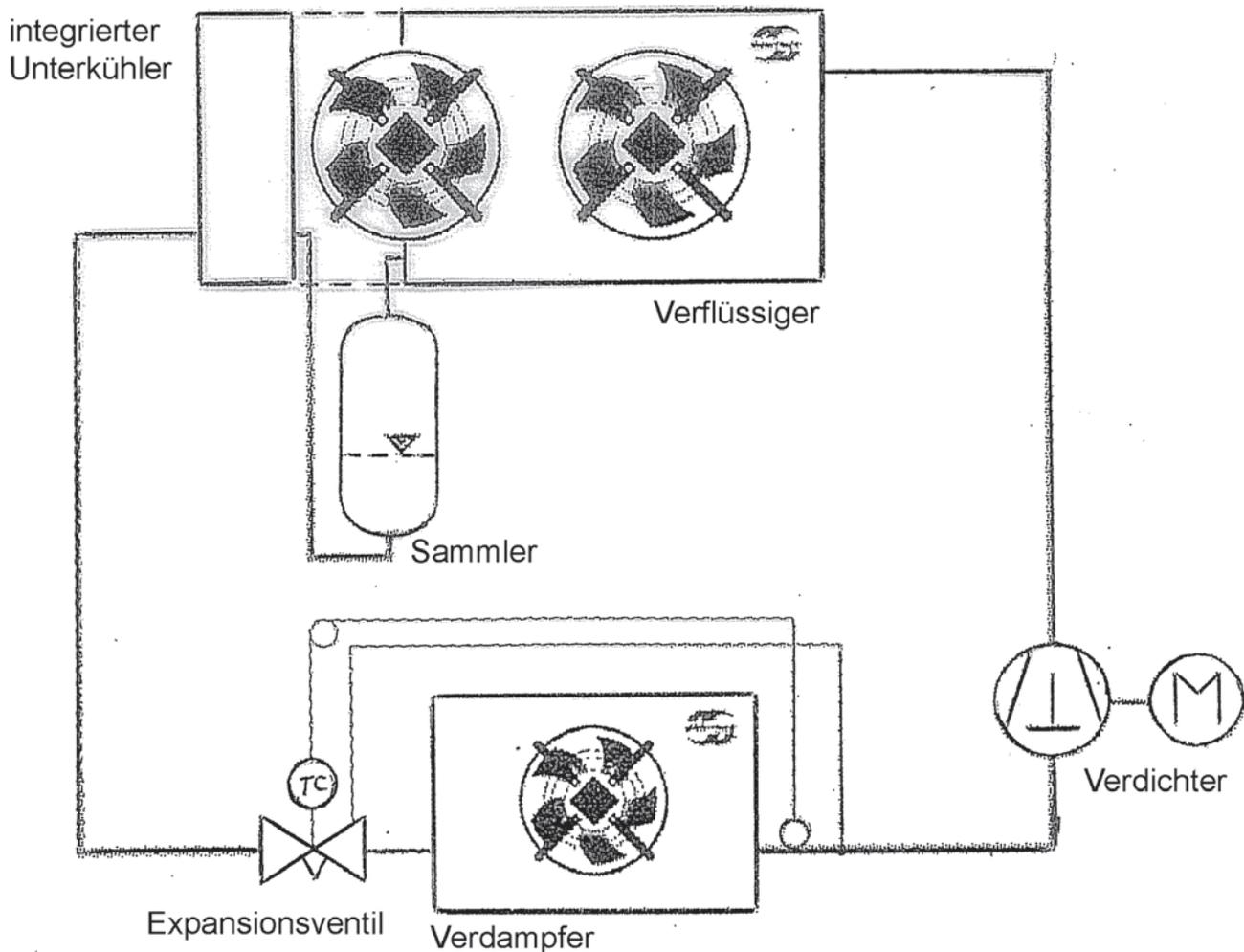


Bild 18: Möglichkeit zur Erzeugung der Unterkühlung im luftgekühlten Verflüssiger mit separatem Unterkühlerregister

## 2.1.3 Auslegung von Verflüssigern

Auslegungsparameter sind:

- Kondensationsleistung

$$\dot{Q}_K = \dot{Q}_o + P_{el} + 10\%$$

$\dot{Q}_o$  = Kälteleistung d. Verdichters

$P_{el}$  = Leistungsaufnahme d. Verdichters

10 % Leistungsreserve sollten wegen der Verschmutzung aufgeschlagen werden.

- Kondensationstemperatur  $t_k$

- Temperaturdifferenz  $\Delta t = t_k - t_u$        $t_u$  = Umgebungstemperatur

Die Leistungstabellen beziehn sich auf ein  $\Delta t = 15K$ .

Die Umrechnung der Leistungen erfolgt entsprechend des gewählten  $\Delta t$ :

$$\text{z.B } \Delta t = 10K \rightarrow Q_K = Q_{K_{Tabelle}} \times 10/15 = Q_{KT} \times 10/15 = Q_{KT} \times 0,67$$

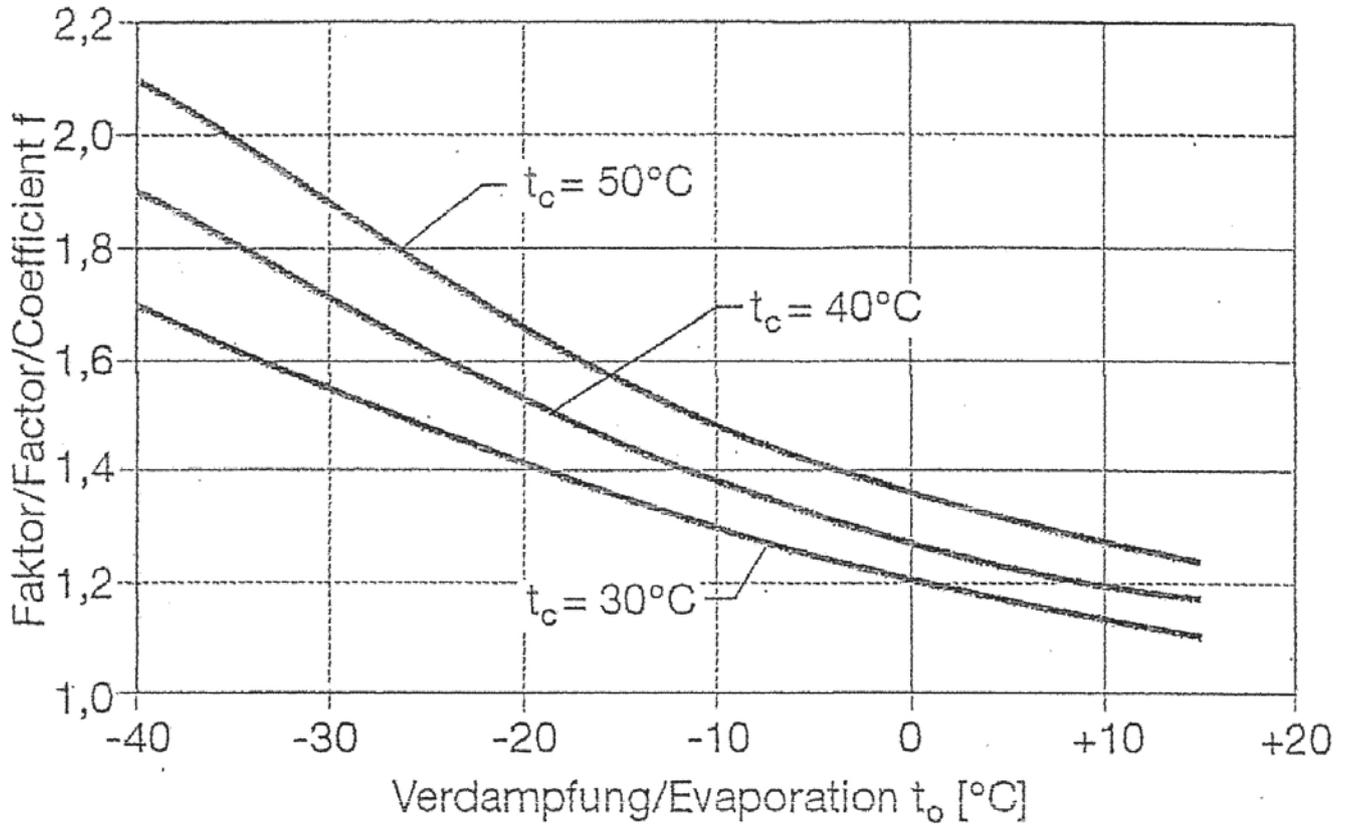
- der Koeffizient für das Kältemittel
- der Koeffizient für die Aufstellung über Seehöhe

Höhe in m	600	1200	1600	2000
Koeffizient	0,96	0,91	0,88	0,85

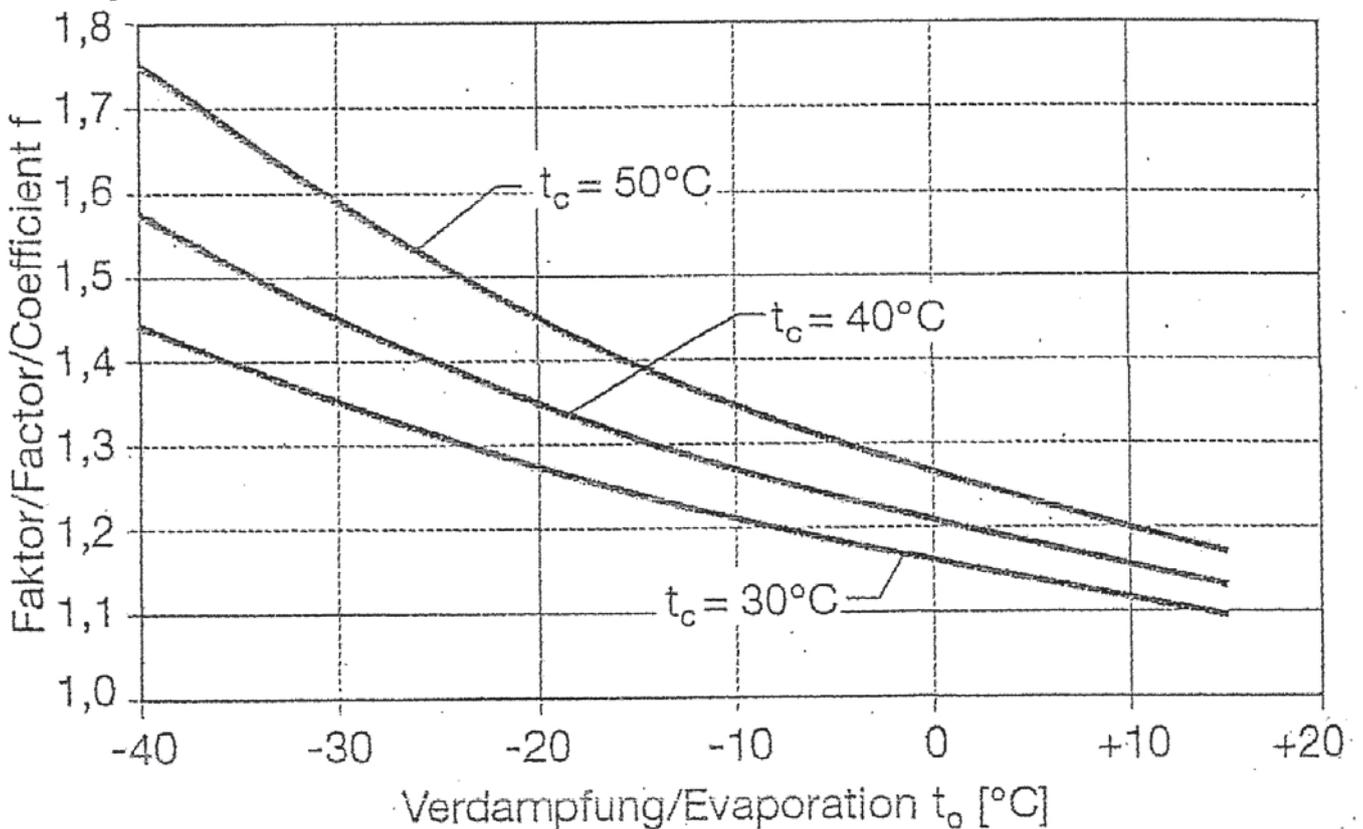
- der Schalldruckpegel

Die Auslegung kann nach Tabellen oder besser am PC erfolgen.

**Halbhermetische Verdichter**  
**Semi-hermetic compressors**  
**Compresseurs semi-hermétiques**



**Offene Verdichter**  
**Open Compressors**  
**Compresseurs ouverts**





## Axialverflüssiger KCE

### Modulbauweise

## Ventilatoren 400V/3/50Hz



### Leistungsdaten, mit Lüftermotor 400 V -3 Ph - 50 Hz<sup>1)</sup>

Typ	EDV-Nr.	Anschlüsse		Ventilatoren														Zubehör Füße für "V" Ausführung EDV-Nr.
		Ein [mm]	Aus [mm]	Nennleistung R404 Δt = 15 K <sup>1)</sup>		Luftvolumen- strom		Belüftungsein- heit	Leistung		Stromaufnahme		Drehzahl		Pole [n]	Schalldruckpegel bei 10m		
				Δ	Y	Δ	Y		Δ	Y	Δ	Y	Δ	Y		Δ	Y	
		[kW]	[m³/h]	[W]	[A]	[min <sup>-1</sup> ]	dB(A)											
<b>KCE mit 1 Lüfter Ø 630 mm, 400/3/50Hz</b>																		
KCE61B3H	164.7623	35	28	17,3	13,4	3440	2630	164.2784	145	60	0,32	0,18	450	275	12	24	20	164.8599
KCE61B2H	164.7622	28	22	17,5	14,0	3760	2900	164.2784	145	60	0,32	0,18	450	275	12	24	20	
KCE61B4H	164.7624	35	28	17,8	13,8	3510	2700	164.2784	145	60	0,32	0,18	450	275	12	24	20	
KCE61B2H	164.7622	28	22	24,6	20,0	5850	4440	164.2878	330	190	0,83	0,39	660	520	8	34	28	
KCE61B3H	164.7623	35	28	25,9	19,9	5410	4000	164.2878	330	190	0,83	0,39	660	520	8	34	28	
KCE61B4H	164.7624	35	28	26,4	20,3	5410	4060	164.2878	330	190	0,83	0,39	660	520	8	34	28	
KCE61B2H	164.7622	28	22	30,2	27,2	8140	6730	164.2786	600	400	1,20	0,68	890	690	6	43	36	
KCE61B3H	164.7623	35	28	33,1	28,9	7590	6150	164.2786	600	400	1,20	0,68	890	690	6	43	36	
KCE61B4H	164.7624	35	28	34,1	28,3	7170	5670	164.2786	600	400	1,20	0,68	890	690	6	46	36	
<b>KCE mit 2 Lüfter Ø 630 mm, 400/3/50Hz</b>																		
KCE62B3H	164.7626	42	28	34,6	26,8	6880	5260	2x 164.2784	290	120	0,64	0,36	450	275	12	27	23	164.8599
KCE62B2H	164.7625	35	28	35,0	28,0	7520	5800	2x 164.2784	290	120	0,64	0,36	450	275	12	27	23	
KCE62B4H	164.7627	42	28	35,6	27,6	7020	5400	2x 164.2784	290	120	0,64	0,36	450	275	12	27	23	
KCE62B2H	164.7625	35	28	49,2	40,0	11700	8880	2x 164.2878	660	380	1,66	0,78	660	520	8	37	31	
KCE62B3H	164.7626	42	28	51,8	39,8	10820	8000	2x 164.2878	660	380	1,66	0,78	660	520	8	37	31	
KCE62B4H	164.7627	42	28	52,8	40,6	10820	8120	2x 164.2878	660	380	1,66	0,78	660	520	8	37	31	
KCE62B2H	164.7625	35	28	60,4	54,4	16280	13460	2x 164.2786	1200	800	2,40	1,36	890	690	6	46	39	
KCE62B3H	164.7626	42	28	66,2	57,8	15180	12300	2x 164.2786	1200	800	2,40	1,36	890	690	6	46	39	
KCE62B4H	164.7627	42	28	68,2	56,6	14340	11340	2x 164.2786	1200	800	2,40	1,36	890	690	6	46	39	
<b>KCE mit 3 Lüfter Ø 630 mm, 400/3/50Hz</b>																		
KCE63B3H	164.7629	54	35	51,9	40,2	10320	7890	3x 164.2784	440	180	0,96	0,54	450	275	12	28	24	164.8599
KCE63B2H	164.7628	54	35	52,5	42	11280	8700	3x 164.2784	440	180	0,96	0,54	450	275	12	28	24	
KCE63B4H	164.7630	54	35	53,4	41,4	10530	8100	3x 164.2784	440	180	0,96	0,54	450	275	12	28	24	
KCE63B2H	164.7628	54	35	73,8	60	17550	13320	3x 164.2878	990	570	2,49	1,17	660	520	8	38	32	
KCE63B3H	164.7629	54	35	77,7	59,7	16230	12000	3x 164.2878	990	570	2,49	1,17	660	520	8	38	32	
KCE63B4H	164.7630	54	35	79,2	60,9	16230	12180	3x 164.2878	990	570	2,49	1,17	660	520	8	38	32	
KCE63B2H	164.7628	54	35	90,6	81,6	24420	20190	3x 164.2786	1800	1200	3,60	2,04	890	690	6	48	41	
KCE63B3H	164.7629	54	35	99,3	86,7	22770	18450	3x 164.2786	1800	1200	3,60	2,04	890	690	6	48	41	
KCE63B4H	164.7630	54	35	102	84,9	21510	17010	3x 164.2786	1800	1200	3,60	2,04	890	690	6	48	41	

<sup>1)</sup> Verflüssiger Block und Belüftungseinheit werden getrennt geliefert

## 2.1.4. Auslegung von Verflüssigern für zeotrope Kältemittel

Folgendes Beispiel wurde gewählt (Vergleich R404A und R449A):

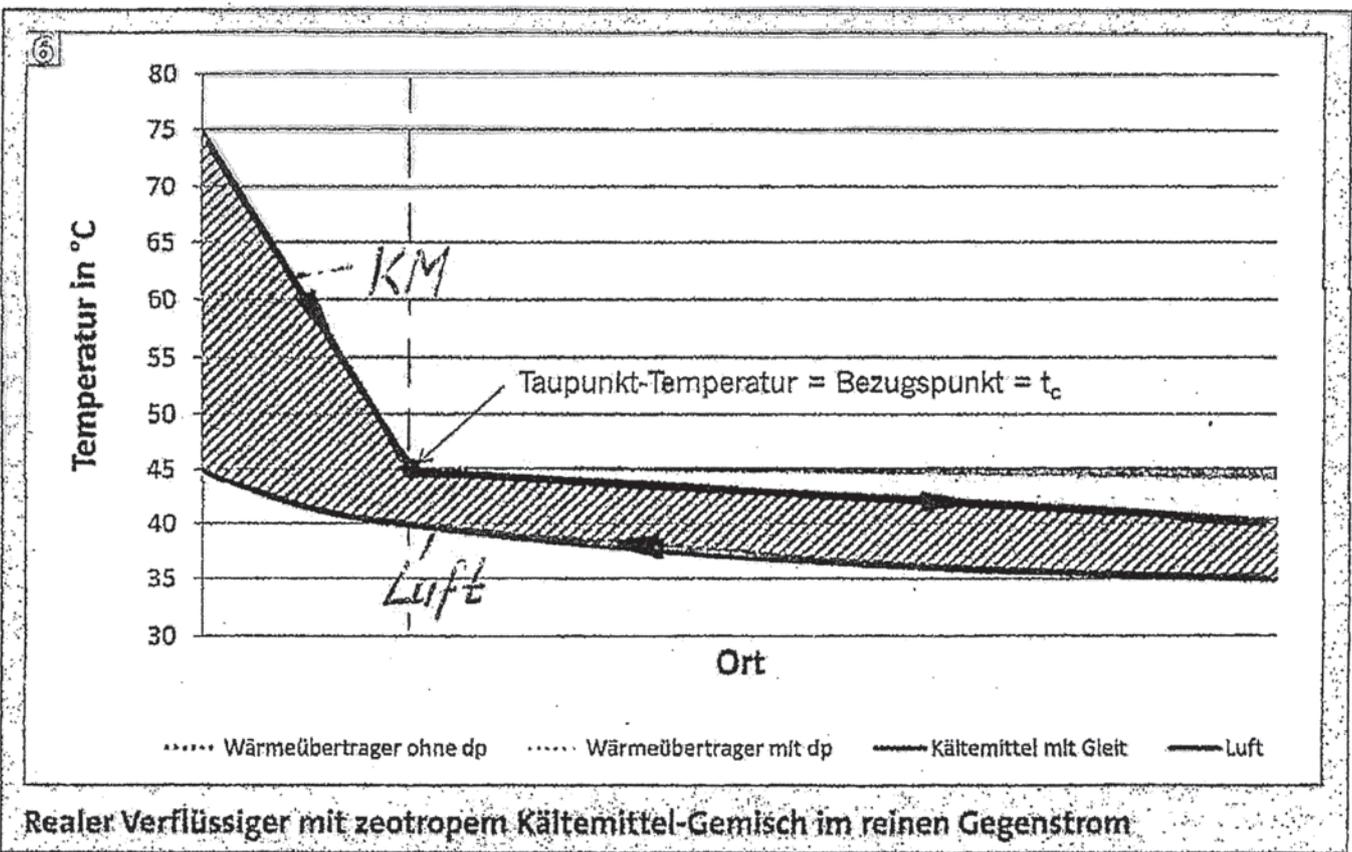
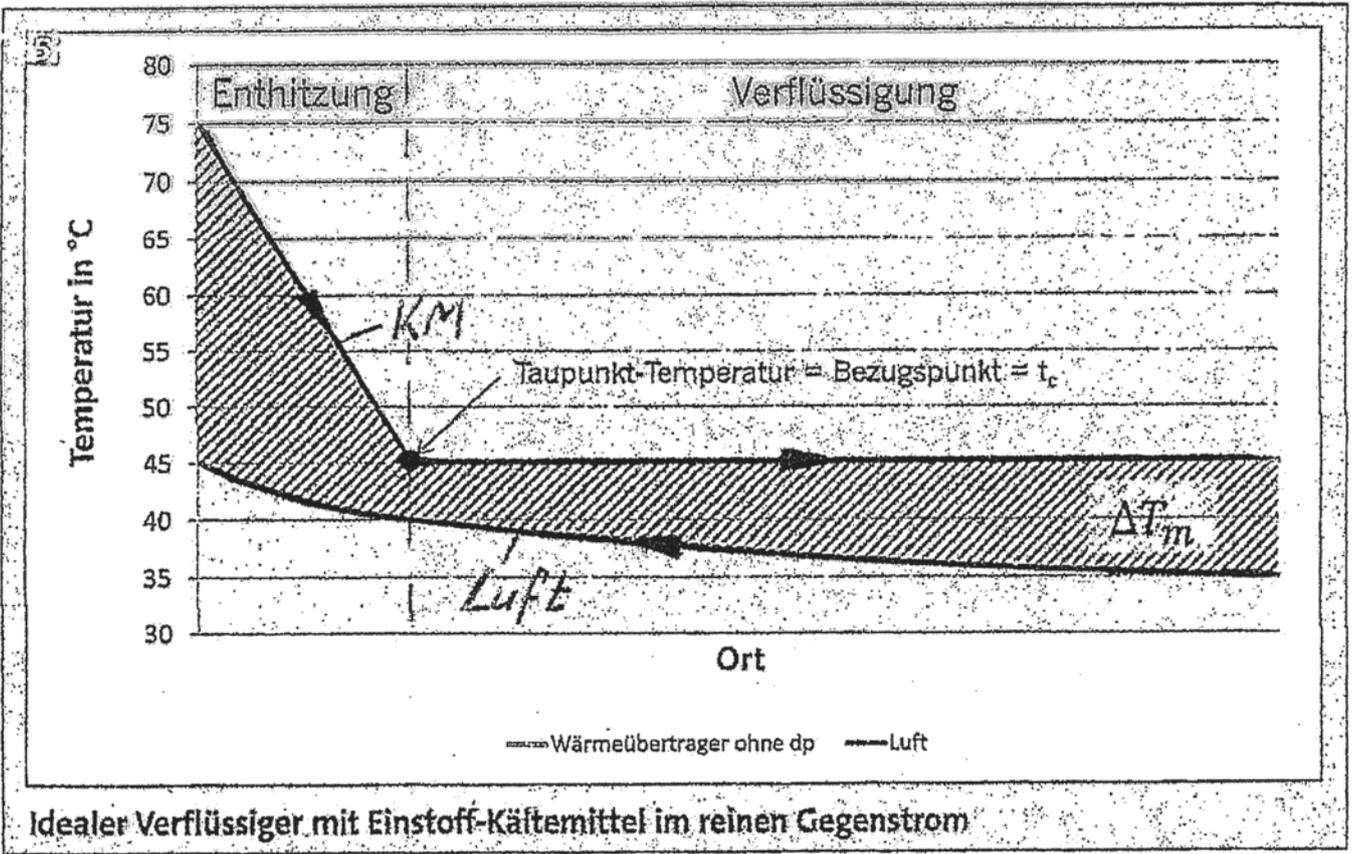
- Verflüssigerleistung  $\dot{Q}_K = 10,2 \text{ kW}$
- Verflüssigungstemperatur:  $t_K = +45^\circ\text{C}$
- Lufteintrittstemperatur  $t_L = +35^\circ\text{C}$
- damit  $\Delta t = t_K - T_L = 10 \text{ K}$

3		UI: 0000 025M	
Verflüssiger:	GCHC RD 040.1/12-45		
Leistung:	10.2 kW	Kältemittel:	R404A <sup>(1)</sup>
Luftvolumenstrom:	7084 m <sup>3</sup> /h	Heißgastemperatur:	75.0°C
Luft Eintritt:	35.0°C	Verflüssigungsbeginn:	45.0°C
Geodatische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	43.1°C
Luftgeschwindigkeit:	3.3 m/s	Heißgasvolumenstr.:	2.23 m <sup>3</sup> /h
K-Wert:	38.98 W/(m <sup>2</sup> · K)	Massenstrom:	235 kg/h
		Druckabfall:	0.31 bar / 0.65 K

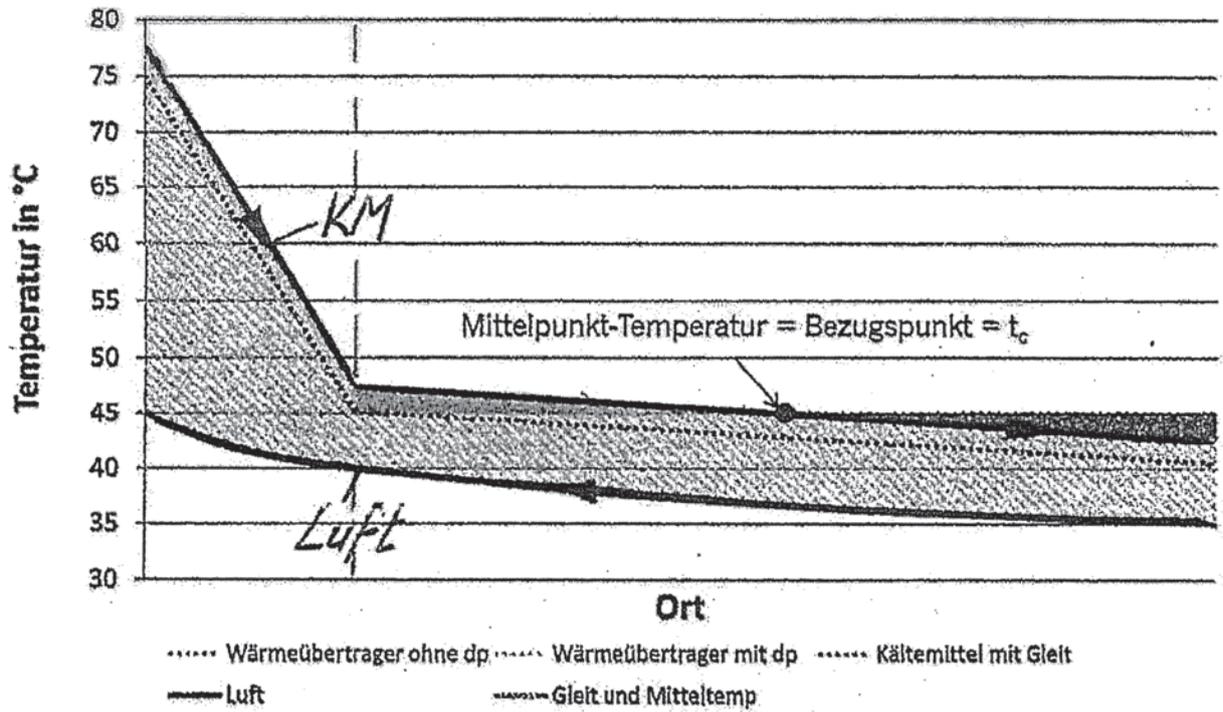
**Beispiel-Verflüssiger für Betrieb mit R-404A**

4		UI: 0000 025M	
Verflüssiger:	GCHC RD 040.1/12-45		
Leistung:	8.5 kW	Kältemittel:	R449A <sup>(1)</sup>
Luftvolumenstrom:	7084 m <sup>3</sup> /h	Heißgastemperatur:	75.0°C
Luft Eintritt:	35.0°C	Verflüssigungsbeginn:	45.0°C
Geodatische Höhe:	0 m	Kondensataustritt:	39.1°C
Luftgeschwindigkeit:	3.3 m/s	Heißgasvolumenstr.:	1.99 m <sup>3</sup> /h
K-Wert:	38.59 W/(m <sup>2</sup> · K)	Massenstrom:	161 kg/h
		Druckabfall:	0.19 bar / 0.41 K

**Beispiel-Verflüssiger für Betrieb mit R-449A**



### Verflüssiger mit Mittel-Temperatur-Auslegung



Temperaturverhältnisse am Verflüssiger mit Mittel-Temperatur-Berechnung

## 2.1.4 Werkstoffe für Luftgekühlte Verflüssiger

Material	Rohr	Lamelle	Gehäuse
Aluminium		●	
Kupfer	●	X	
Stahl verzinkt			●
Edelstahl	X	X	
Al / Epoxy		X	
Cu / Al pulverbeschichtet	X	X	

- Standartausführung

Betriebsdrücke:	Ps (bar)
Standartausführung	32
Hochdruckkältemittel (R410A, R32)	46
Gaskühler für CO <sub>2</sub>	120

## 2.1.5 Zubehör für Luftgekühlte Verflüssiger

- Schaltschrank / Drehzahlregler
- Temperaturfühler / Drucktransmitter
- Befeuchtungssprühregler EHM Spray
- Befeuchtungsregler GHM pad bei Befeuchtungsmatten (Befeuchtung in Abhängigkeit der Last)
- Wasserbesprühung für V-Block-Verflüssiger
- Schwingmetallfüße / Konsolen
- Kreislaufunterteilung
- Reparaturschalter
- Rückschlagklappen für Verflüssiger mit Radialventilator

## 2.1.6 Aufstellung von Verflüssigern

Die Leistungsdaten der Verflüssiger können nur bei ausreichender Luftzufuhr erreicht werden. Dazu gelten folgende Grundsätze:

- Hindernisse im Luftstrom vermeiden
- ausreichende Abstände zu Wänden
- Mindestabstände bei paralleler Installation einhalten
- bei vertikaler Aufstellung kann der Abstand zur Wand geringer sein, wenn höhere Füße oder Konsolen verwendet werden (siehe Abbildungen 19 bis 22)

Bild 19 - Luftgekühlte Verflüssiger Aufstellung  
Hindernis im Luftstrom

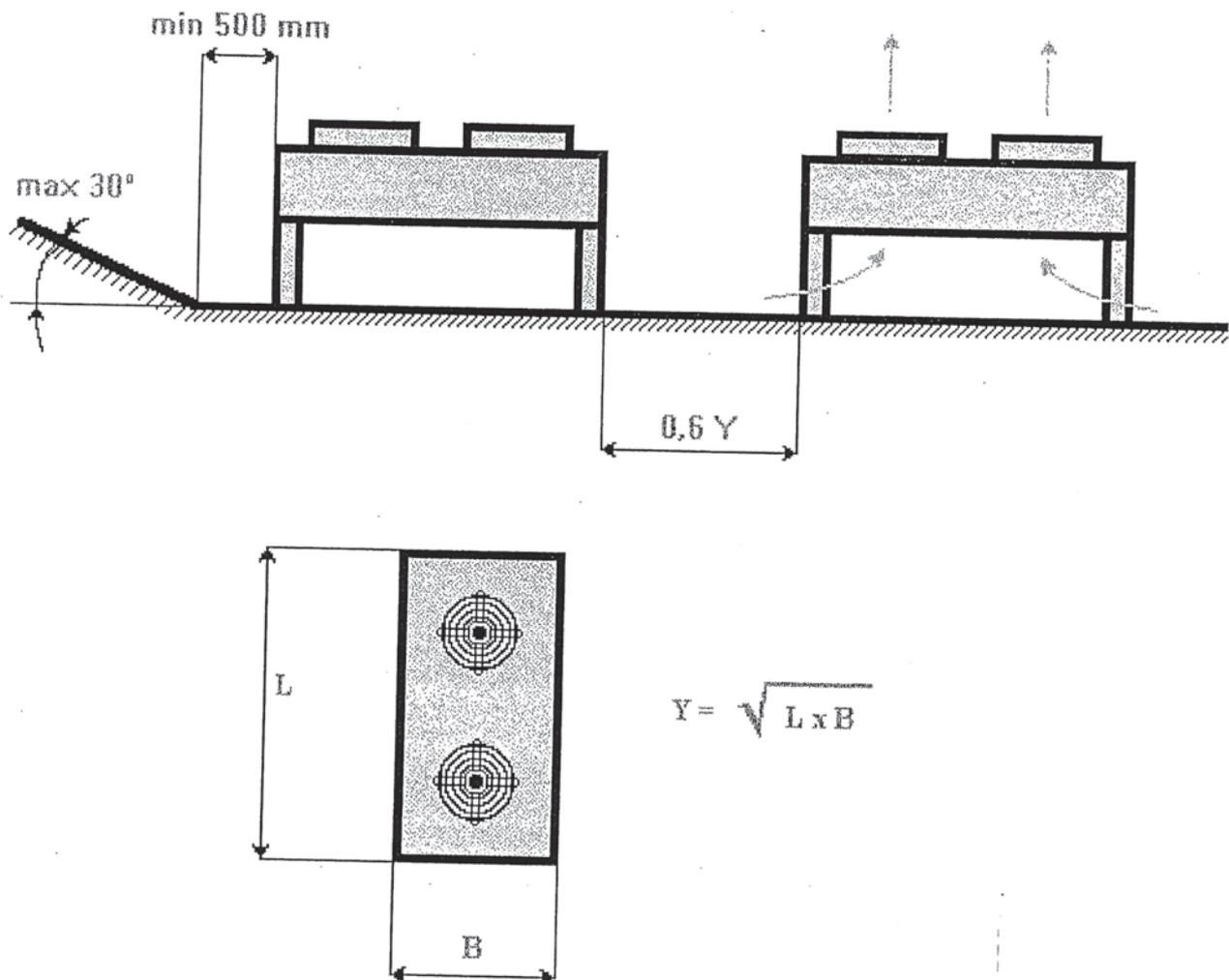


Bild 20 - Luftgekühlte Verflüssiger Aufstellung  
parallele Aufstellung vor einer Wand

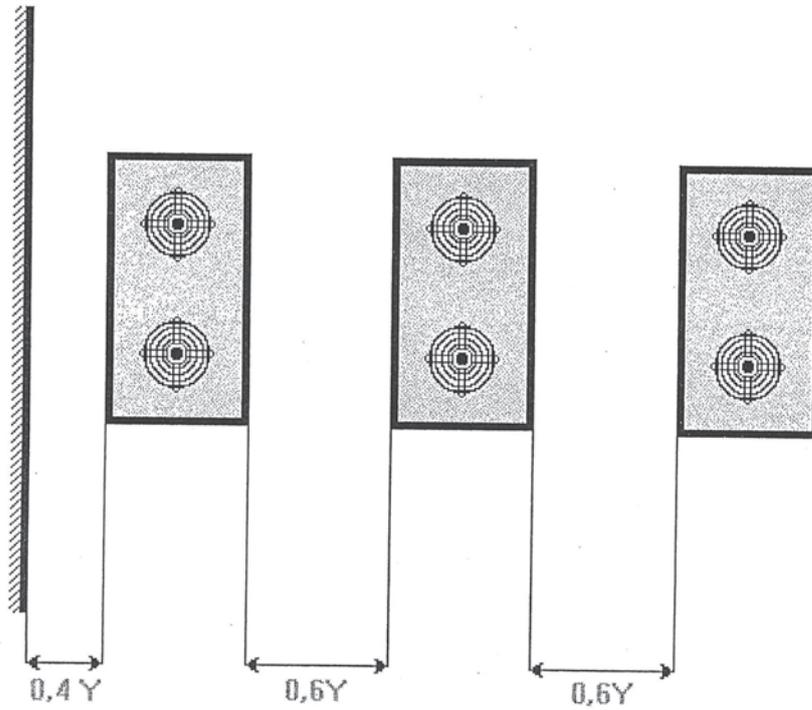


Bild 21 - Luftgekühlte Verflüssiger Aufstellung  
parallele Aufstellung vor zwei Wänden

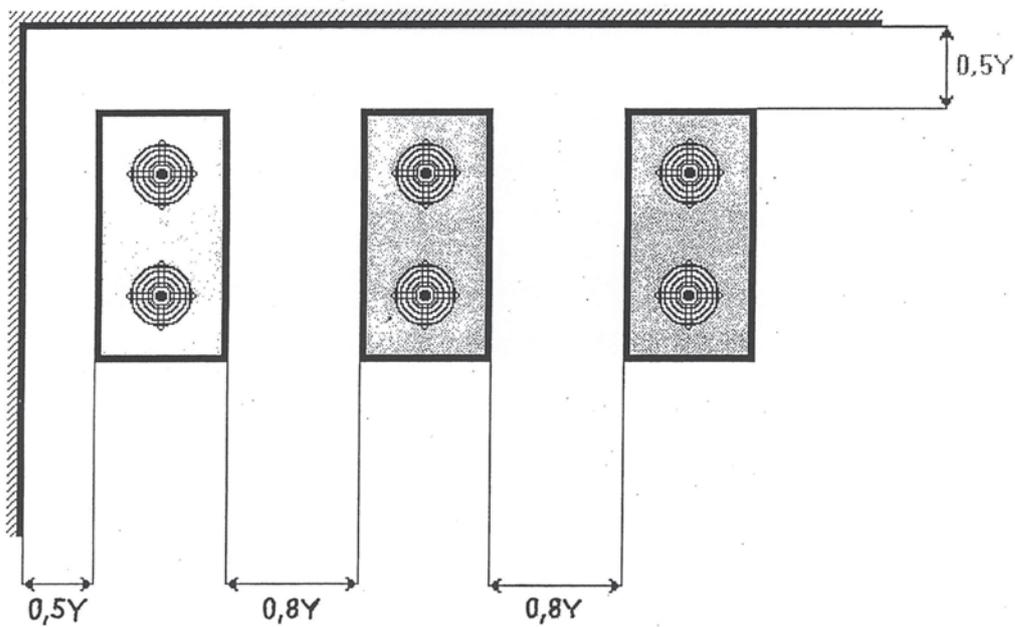


Bild 22: Luftgekühlte Verflüssiger Aufstellung vertikale Installation vor Wänden

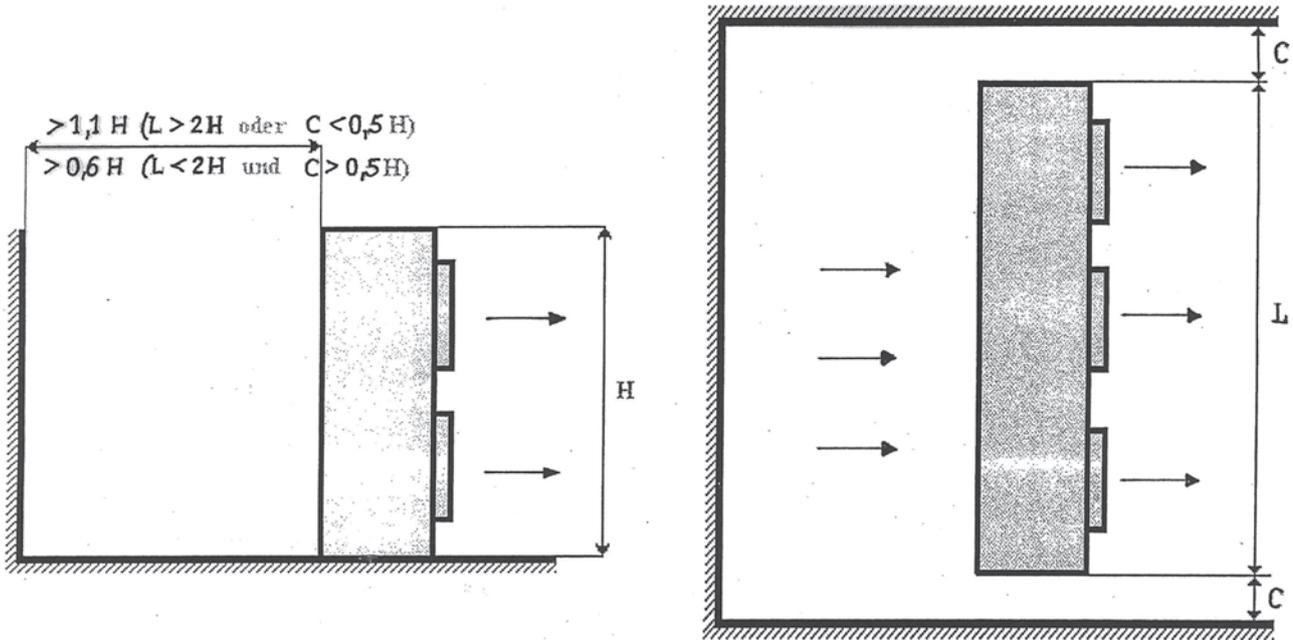
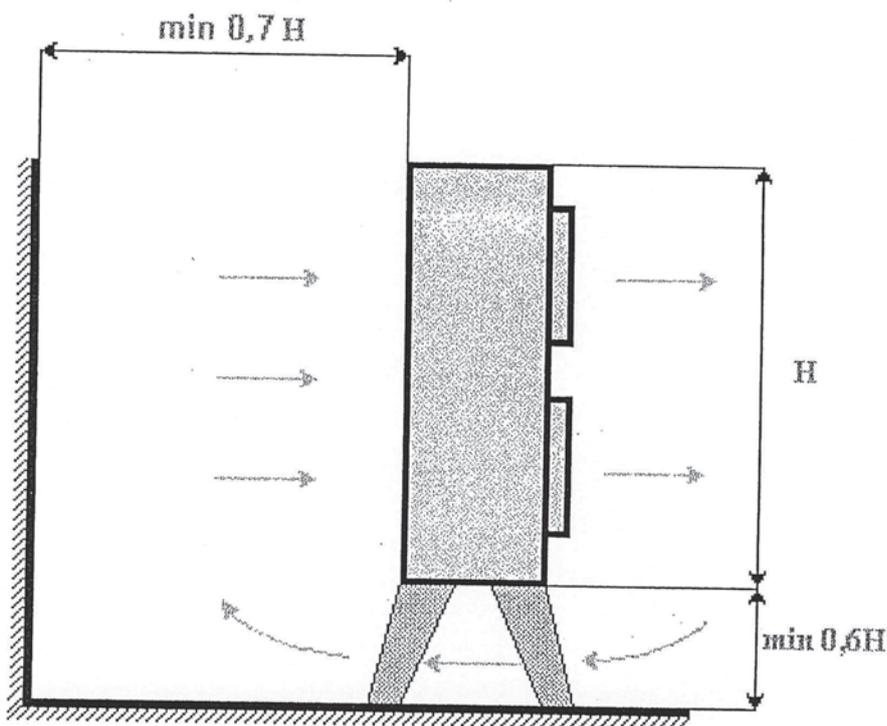


Bild 23:  
Luftgekühlte Verflüssiger Aufstellung vertikale Installation vor einer Wand auf Füßen



## 2.1.7 Schalldruckpegel, Schallausbreitung

- Jede Schallquelle erzeugt eine Schallenergie, die als Schallleistungspegel in dB(A) angegeben wird.
- Je nach Aufstellungsbedingungen eines Gerätes, den Reflexionen und Absorptionsverlusten entsteht in einer bestimmten Entfernung ein Schalldruckpegel gemessen in dB(A).
- Für Luftgekühlte Verflüssiger wird der Schalldruckpegel in der Regel in 10m Entfernung angegeben.
- Der Schalldruckpegel nimmt bei freier Ausbreitung bei Verdoppelung der Entfernung um 6 dB(A) ab.
- Gemessen wird der Schalldruckpegel 0,5 m vor dem betroffenen Fenster.

## Richtlinien für Geräuschemissionen

Nach § 16 der Gewerbeordnung "TA-Lärm" - Allgemeine Verwaltungsvorschrift über genehmigungsbedürftige Anlagen - und der Richtlinie VDI 2058 sind folgende Schalldruckpegel zulässig:

Gebiete		dB(A)
nur gewerbliche Anlagen und Industrie		70
vorwiegend gewerbliche Anlagen	tagsüber	65
	nachts	50
gewerbliche Anlagen und Wohnungen	tagsüber	60
	nachts	45
vorwiegend Wohnungen	tagsüber	55
	nachts	40
ausschließlich Wohnungen	tagsüber	50
	nachts	35
Kuranlagen, Krankenhäuser, Pflegestationen	tagsüber	45
	nachts	35
Wohnungen, die baulich mit der Anlage verbunden sind	tagsüber	40
	nachts	30

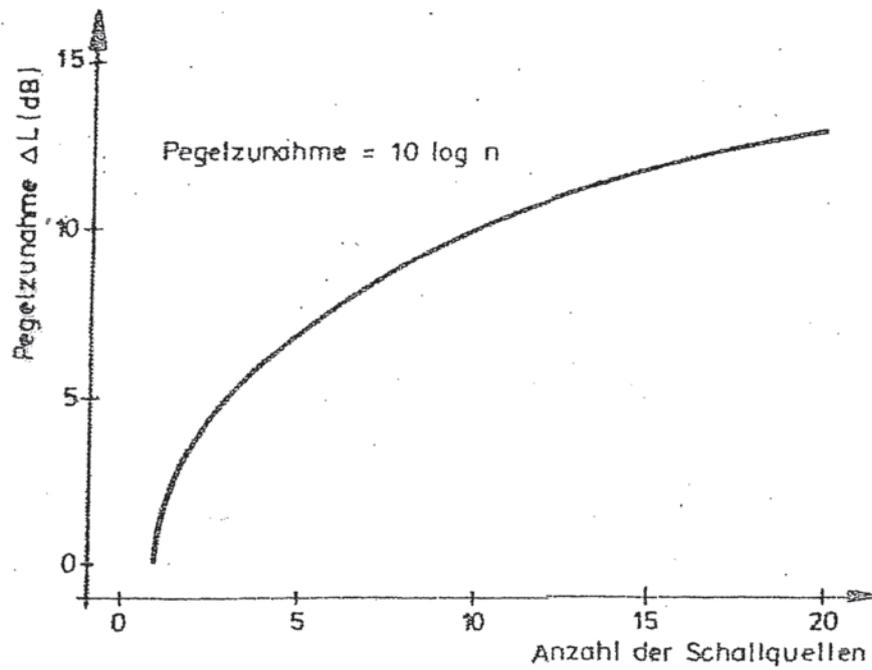
Die Nachtzeit gilt in der Regel von 22 Uhr bis 6 Uhr. Die Meßpunkte sind wie folgt festgelegt:

- Nachbargebäude von Menschen bewohnt - 0,5 m vor dem vom Lärm am stärksten betroffenen Fenster
- Nachbargebäude nicht von Menschen bewohnt - 3 m vor der Grundstücksgrenze, 1,20 m hoch über dem Erdboden.

Folgende Korrekturwerte sind zulässig bzw. anzuwenden:

- + 5 dB(A) - bei deutlich hervortretenden Einzeltönen (kreischen, pfeifen)
- 3 dB(A) - bei nur 50 % Laufzeit des Aggregates
- 3 dB(A) - wegen Meßunsicherheit
- bis - 3 dB(A) - bei hohem Fremdgeräuschpegel, z.B. Verkehrslärm.

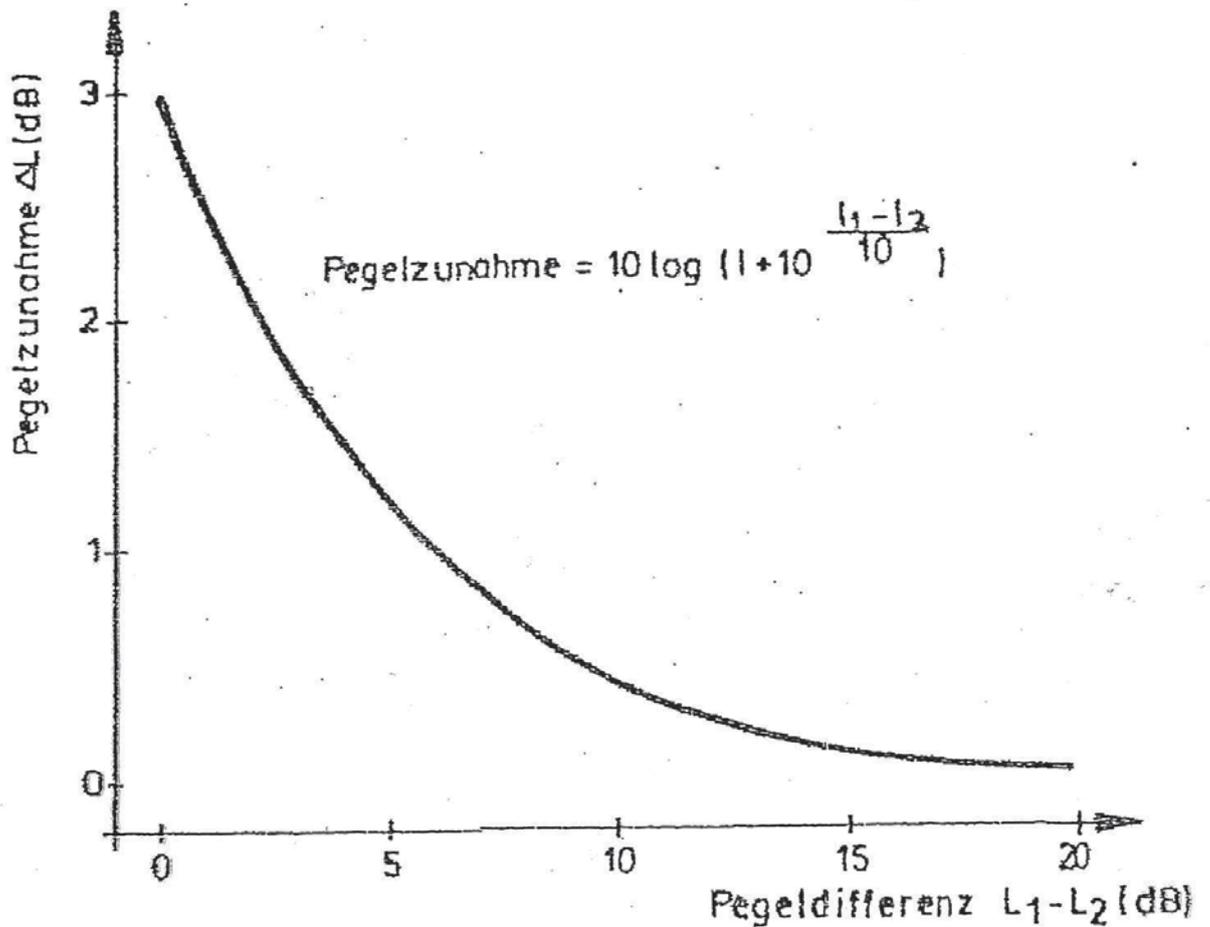
## Addition von gleichen Schallquellen



Pegelzunahme bei gleichen Schallquellen

Die Pegelzunahme kann auch aus nachfolgender Tabelle entnommen werden.

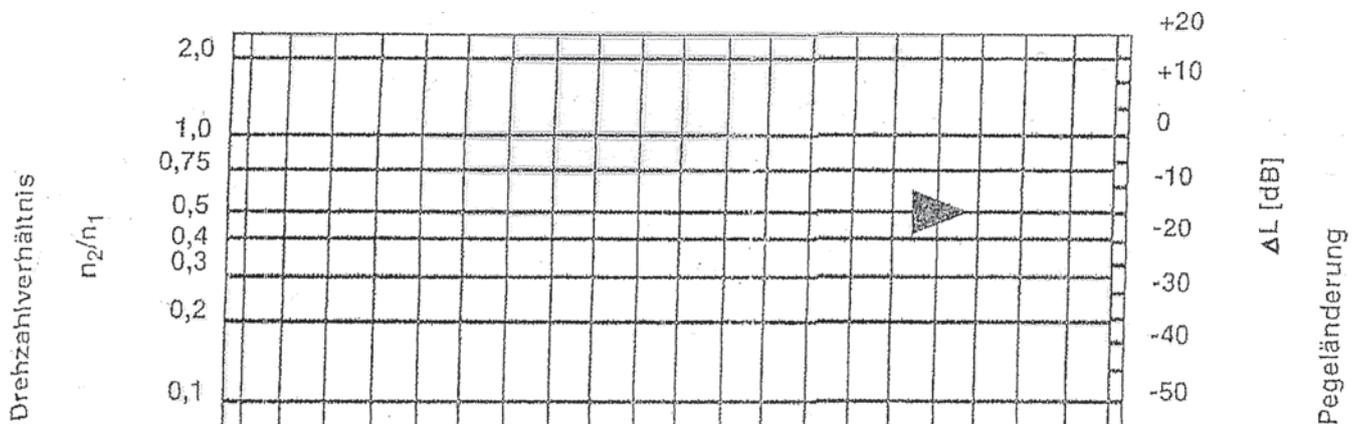
Anzahl der Schallquellen	1	2	3	4	5	6	7	8	10	20	50
Pegelzunahme in (dB bzw. dBA)	0,0	3,0	4,8	6,0	7,0	7,8	8,5	9,0	10,0	13,0	17,0



### Pegelzunahme bei unterschiedlichen Schallquellen

Beispiel: Gesucht ist der Gesamtschallpegel von 3 Schallquellen 55 / 60 / 64 dB(A)

1. Schritt: 60 dB(A) - 55 dB(A) → Pegelzunahme 1,3 dB(A)
2. Schritt: 60 dB(A) + 1,3 dB(A) = 61,3 dB(A)
3. Schritt: 64 dB(A) - 61,3 dB(A) = 2,7 dB(A) → Pegelzunahme 1,7 dB(A)
4. Schritt: 64 dB(A) + 1,7 dB(A) = 65,7 dB(A) Gesamtschallpegel



Schallpegeländerung bei Änderung der Drehzahl nach Küba-Information

## 2.1.8. Regelung luftgekühlter Verflüssiger

Der Drehzahlregelung der Ventilatoren wird heute der Vorrang vor der pressostatischen Abschaltung gegeben. Die stufenlose Drehzahlregelung bringt folgende Vorteile:

- stabile Arbeitsweise der Kälteanlage durch konstanten Verflüssigungsdruck
- Größtenteils Winterstart der Kälteanlage ohne Anstauregelung
- Reduktion der Energiekosten für Verdichter und Verflüssigerventilatoren
- gleiche Betriebsstundenzahl und höhere Standzeit der Ventilatormotore
- Senkung des mittleren Schalldruckpegels

Bei Hybridkühlern kommen Befeuchtungssprühregler z.B. GHM Spray zum Einsatz, die in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur und der Wärmelast entscheiden, ob eine Drehzahlerhöhung oder eine Besprühung kostengünstiger ist.

Die Tabelle zeigt einen Vergleich üblicher Verfahren zur stufenlosen Drehzahlregelung von Ventilatoren

Verfahren	Vorteile	Nachteile
Trafo mehrstufig oder stufenlos	niedrigster Schalldruckpegel aller Verfahren, besonders beim Anfahren und im Teillastbereich	teuer schwer hoher Einschaltstrom stufenlose Trafos verschleißbehaftet (Wartung)
elektronische Spannungsregler (Phasenanschnitt)	preiswert zuverlässig geräuscharm mit Geräuschfilter	zusätzliche Geräuschanregung bei Teillast Motorerwärmung EMV-Filter erforderlich
Frequenzumrichter	sehr guter Wirkungsgrad im Teillastbereich	teuer im kleinen Leistungsbereich (<16 A) EMV-Filter erforderlich
Ventilator mit angebautem EC-Controller	hoher Wirkungsgrad hohe Wirtschaftlichkeit in allen Betriebspunkten Schalldruckpegel ähnlich niedrig wie Trafo	teuerste Variante

Tabelle: Verfahren zur Drehzahlregelung von Ventilatoren

## 2.1.9 Energieeffizienz von Verflüssigern

### Energieeinsparung durch Einsatz energieeffizienter Geräte

Rechenbasis:

Verflüssigerleistung	-	100 kW
Laufzeit d. Anlage	-	15 Jahre
Betriebsstunden / Jahr	-	4000 h/a
Energiepreis	-	0,14 € / kWh
Zinssatz	-	4 %

Verflüssigertyp	GVH 065.1B/2 - ND.E	GVH 065.1C/3 - LS.E
Leistungsaufnahme der Ventilatoren	3,84 kW	1,27 kW
Energieeffizienzklasse <sup>2)</sup>	E (hoch)	B (sehr niedrig)
Energieverbrauch / Jahr	15.360 kWh	5.080 kWh
Energiekosten / Jahr	2.150,- €	711,- €
Investitionskosten	3.543,- €	4.375,- €
Investitionskosten verzinst <sup>1)</sup>	6.135,- €	7.576,- €
jährliche Abschreibung	409,- €	505,- €
Gesamtkosten / Jahr	2.559,- €	1.216,- €

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{\text{Investkostendifferenz}}{\text{Energiekosteneinsparung}} = \frac{1441,- \text{ €}}{3,94 \text{ €/Tag}} = \underline{\underline{365 \text{ Tage}}}$$

<sup>1)</sup> Investkosten verzinst:  $a_n = a_1 \cdot q^{n-1}$

$n$  = Laufzeit in Jahren

Klasse	Energieverbrauch	R
A	Extrem niedrig	$R > 110$
B	Sehr niedrig	$70 < R < 110$
C	Niedrig	$45 < R < 70$
D	Mittel	$30 < R < 45$
E	Hoch	$R < 30$

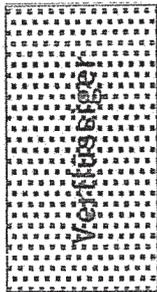
$a_1$  = Investkosten

$a_n$  = Investkosten verzinst

$q$  = Zinsfaktor

WORLDSTAR

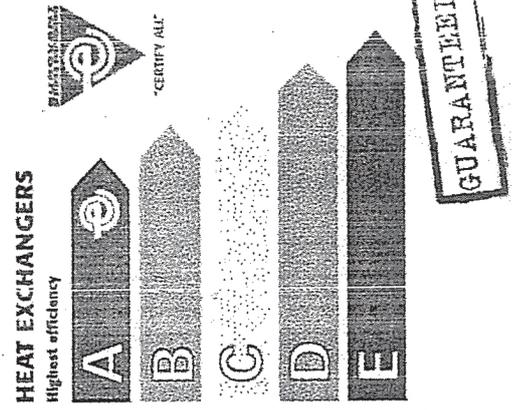
# Verflüssiger-/Rückkühlerventilatoren Einfluss auf die Leistungszahl



$$R = \frac{\dot{Q}_{nom}}{P_{KI}}$$

Class	Energieverbrauch	R
A	extrem niedrig	$R > 110$
B	sehr niedrig	$70 < R < 110$
C	niedrig	$45 < R < 70$
D	mittel	$30 < R < 45$
E	hoch	$30 < R$

Class = Energie-Effizienz-Klasse nach



# Notizen

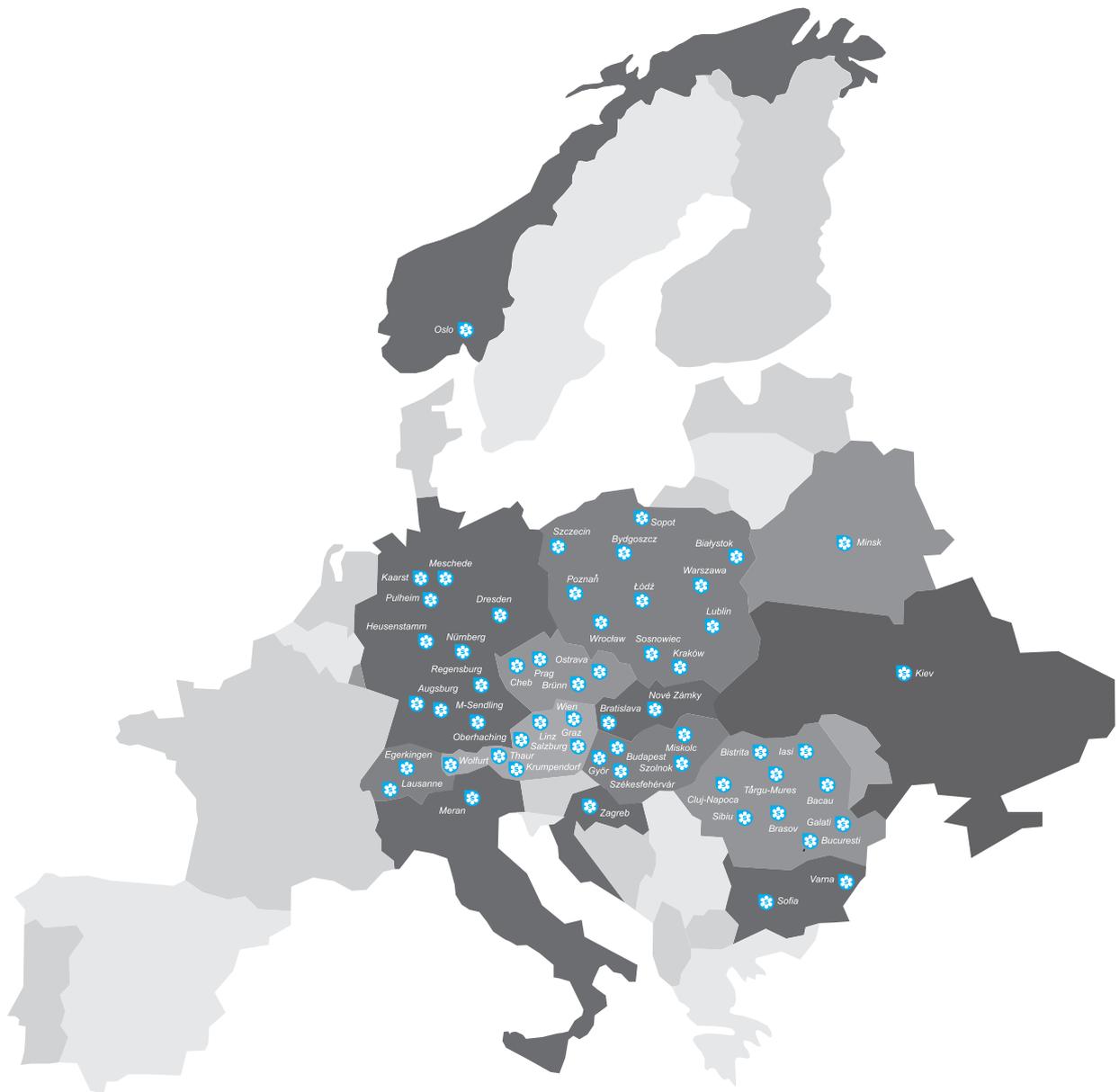
A series of 12 horizontal gray bars, stacked vertically, intended for taking notes. Each bar is a solid light gray rectangle spanning most of the page width.

# Notizen

A series of 12 horizontal gray bars, stacked vertically, intended for taking notes. Each bar is a solid light gray rectangle spanning most of the page width.

# Notizen

A series of 12 horizontal grey bars, stacked vertically, intended for taking notes. Each bar is a solid light grey color and spans most of the width of the page.



[www.schiessl.at](http://www.schiessl.at)

[office@schiessl.at](mailto:office@schiessl.at)

- ▶ **BERGHEIM**, Plainbachstrasse 1 ☎ +43 (0) 662 455 777
- ▶ **WIEN**, Biròstraße 9 ☎ +43 (0) 180 48 502
- ▶ **PASCHING** bei Linz, Gewerbepark Wagram 6 ☎ +43 (0) 722 963 050
- ▶ **GRAZ**, Kärntnerstraße 303 ☎ +43 (0) 316 685 744
- ▶ **THAUR** bei Innsbruck, Römerstraße 14 ☎ +43 (0) 522 344 677
- ▶ **PÖRTSCHACH**, Gaisrückenstraße 1 ☎ +43 (0) 4272 453 02 6020
- ▶ **WOLFURT** bei Bregenz, Bahnhofstraße 10 ☎ +43 (0) 557 420 868