

# Hybridkühler

Ein patentiertes Verfahren der E. W. **GOHL**® GmbH

## Arbeitsweise eines Hybridkühlers

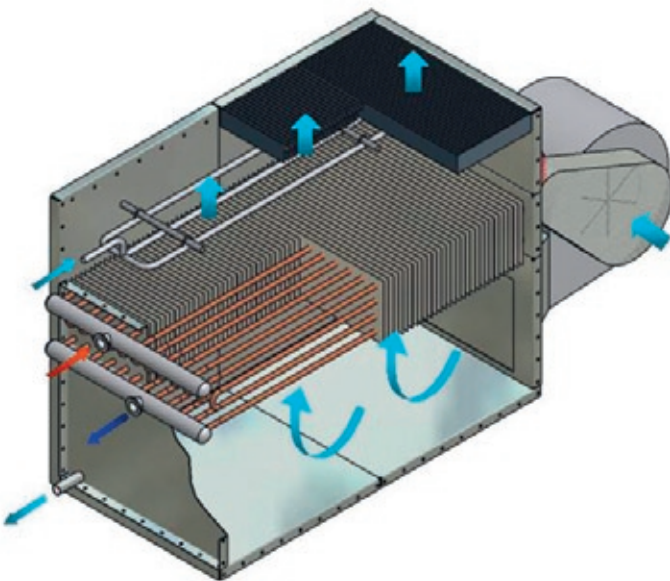
Das zu kühlende Medium des Primärkreislaufs strömt oben über einen Verteiler in den Lamellenwärmetauscher ein und verlässt es unten über einen Sammler. Beim Durchströmen des Wärmetauschers gibt das zu kühlende Medium die abzuführende Wärme an die im Gegenstrom einströmende Luft ab. Das abgekühlte Medium steht zur Kühlung eines Verbrauchers zur Verfügung. Da es sich um einen geschlossenen Kreislauf handelt, finden keine Verluste im Primärkreislauf statt und es ist immer ein sauberes Kühlmedium im Umlauf. Bei tiefen Umgebungslufttemperaturen erfolgt die Wärmeabgabe durch Trockenkühlung. Bei steigender Umgebungslufttemperatur auf etwa 15 °C wird der Trockenkühlung eine Nasskühlung überlagert.

Eine Besprühvorrichtung bringt kühllastabhängig dosiert und abgestimmt auf den Verdunstungsprozess die entsprechende optimale Wassermenge auf die Wärmetauscheroberfläche auf. Die Verdunstungsenergie der aufgebracht Wassermenge kann dann zur Kühlung herangezogen werden.

Die Besprühung erfolgt intermittierend, d. h. es wird nur soviel Wasser versprüht wie verdunstet wird. Die Zusatzwassereinsparung im Vergleich zur Nasskühlung beträgt je nach Auslegungskriterien etwa 75 %.

Die Steuerung der Sprühdauer, der Hubgeschwindigkeit der Sprühvorrichtung und der Sprühfrequenz, also die Dauer der einzelnen Sprühvorgänge und die Zeitabstände zwischen diesen, erfolgt durch einen Regler, welcher die genannten Parameter an die Leistungsvorgaben anpasst und gleichzeitig über den Ventilator die für den Verdunstungsvorgang erforderliche Luft durch den Wärmetauscher schiebt.

Eine Wascheinrichtung zur automatischen, periodischen Reinigung der Wärmetauscher verhindert Ablagerungen von Schmutz und Mineralien. Sie gewährleistet eine dauernde, optimale Wärmeübertragung des Wärmetauschers. Der Reinigungszyklus ist einstellbar. Für den Ventilatorantrieb kommen drehzahlgeregelte Drehstromnormmotoren mit Frequenzumrichter zum Einsatz. Als Frischwasser darf nur Osmosewasser oder Wasser entsprechender Qualität verwendet werden.



## Einsatzgebiet

Die Geräte werden dort eingesetzt, wo ein Kühlwasserverbraucher mit sauberem Wasser, das weder Ablagerungen bildet, noch korrosiv ist, betrieben werden soll. Wo eine wassersparende Betriebsweise mit behandeltem Zusatzwasser erwünscht und gefordert ist und Schwadenbildung vermieden werden soll. Trockenkühlung setzt bereits bei relativ hoher Umgebungslufttemperatur ein. Geringste Verlustwassermengen und automatische, regelmäßige Reinigung des Wärmetauschers sind maßgebliche Faktoren für einen wirtschaftlichen Betrieb und eine umweltschonende Wärmeabführung.



**GOHL**®

Auf Dauer gut gekühlt

# Tabelle 1 Technische Daten

Anzahl der Ventilatoren	Gerätegrößen	Nasskühlung Nennkühlleistung (Wasserabkühlung: 36°C auf 30°C bei 21°C Feuchttemp.) kW	Trockenkühlung Kühlleistung (Wasserabkühlung: 36°C auf 30°C bei ca. 16°C Umgebungslufttemp.) kW	Nennwassermenge (Primärkreislauf) G <sub>N</sub> kg/h	Luftmenge (ca.-Werte) m <sup>3</sup> /h	Radialventilator ausgelegt für eine zusätzliche statische Pressung von:											
						0 bis 40 pa				40 bis 80 pa				80 bis 130 pa			
						Leistungsaufnahme kW	Drehzahl min <sup>-1</sup>	E-Motor (1500 min <sup>-1</sup> ) kW	Schalldruck in 3 m dB(A)	Leistungsaufnahme kW	Drehzahl min <sup>-1</sup>	E-Motor (1500 min <sup>-1</sup> ) kW	Schalldruck in 3 m dB(A)	Leistungsaufnahme kW	Drehzahl min <sup>-1</sup>	E-Motor (1500 min <sup>-1</sup> ) kW	Schalldruck in 3 m dB(A)
<b>1</b>	HK 33	121	121	17.343	20.000	3,8	516	5,5	69	4,2	546	5,5	69	4,6	576	5,5	70
	HK 45	155	155	22.216	26.000	5,2	480	7,5	70	5,6	510	7,5	70	6,0	540	7,5	71
	HK 52	185	185	26.516	32.000	7,2	490	11,0	71	7,6	520	11,0	71	8,1	550	11,0	72
	HK 77	235	235	33.683	42.000	9,6	416	15,0	72	10,1	436	15,0	72	10,7	456	15,0	73
<b>2</b>	HK 2/33	242	242	34.686	40.000	7,6	516	11,0	71	8,4	546	11,0	71	9,2	576	15,0	72
	HK 2/45	310	310	44.432	52.000	10,4	480	15,0	72	11,2	510	15,0	72	12,0	540	15,0	73
	HK 2/52	370	370	53.032	64.000	14,4	490	18,5	73	15,2	520	18,5	73	16,2	550	22,0	74
	HK 2/77	470	470	67.366	84.000	19,2	416	30,0	74	20,2	436	30,0	74	21,4	456	30,0	75
<b>3</b>	HK 3/45	465	465	66.648	78.000	15,6	480	22,0	73	16,8	510	22,0	74	18,0	540	22,0	74
	HK 3/52	555	555	79.548	96.000	21,6	490	30,0	74	22,8	520	30,0	75	24,3	550	30,0	75
	HK 3/77	705	705	101.049	126.000	28,8	416	37,0	75	30,3	436	37,0	76	32,1	456	37,0	76
<b>4</b>	HK 4/45	620	620	88.864	104.000	20,8	480	2x15,0	74	22,4	510	2x15,0	75	24,0	540	2x15,0	75
	HK 4/52	740	740	106.064	128.000	28,8	490	2x18,5	75	30,4	520	2x18,5	76	32,4	550	2x22,0	76
	HK 4/77	940	940	134.732	168.000	38,4	416	2x30,0	76	40,4	436	2x30,0	77	42,8	456	2x30,0	77
<b>5</b>	HK 5/45	775	775	111.080	130.000	26,0	480	15,0+22,0	75	28,0	510	15,0+22,0	76	30,0	540	15,0+22,0	76
	HK 5/52	925	925	132.580	160.000	36,0	490	18,5+30,0	76	38,0	520	18,5+30,0	77	40,5	550	22,0+30,0	77
	HK 5/77	1175	1175	168.415	210.000	48,0	416	30,0+37,0	77	50,5	436	30,0+37,0	78	53,5	456	30,0+37,0	78
<b>6</b>	HK 6/45	930	930	133.296	156.000	31,2	480	2x22,0	75	33,6	510	2x22,0	76	36,0	540	2x22,0	76
	HK 6/52	1110	1110	159.096	192.000	43,2	490	2x30,0	76	45,6	520	2x30,0	77	48,6	550	2x30,0	77
	HK 6/77	1410	1410	202.098	252.000	57,6	416	2x37,0	77	60,6	436	2x37,0	78	64,2	456	2x37,0	78

Kühlleistungen werden nach DIN 1947 garantiert.

**Schalldruck:** die angegebenen Werte in dB(A) beziehen sich auf einen Messabstand von 3 m in waagrechtlicher Verlängerung der Ventilatorwelle (größte Schallentwicklung). Obwohl die vorwärts gekrümmten Ventilatorräder der größeren Geräte mit Radialventilatoren von einer namhaften Firma hergestellt und für besonders geräuscharmen Lauf bei hohem Wirkungsgrad ausgelegt sind, müssen die dB(A) Angaben als Richtwerte dienen, zul. Toleranz +/- 2 dB, da die Aufstellungsverhältnisse sehr verschieden sind.

### Vorteile auf einen Blick:

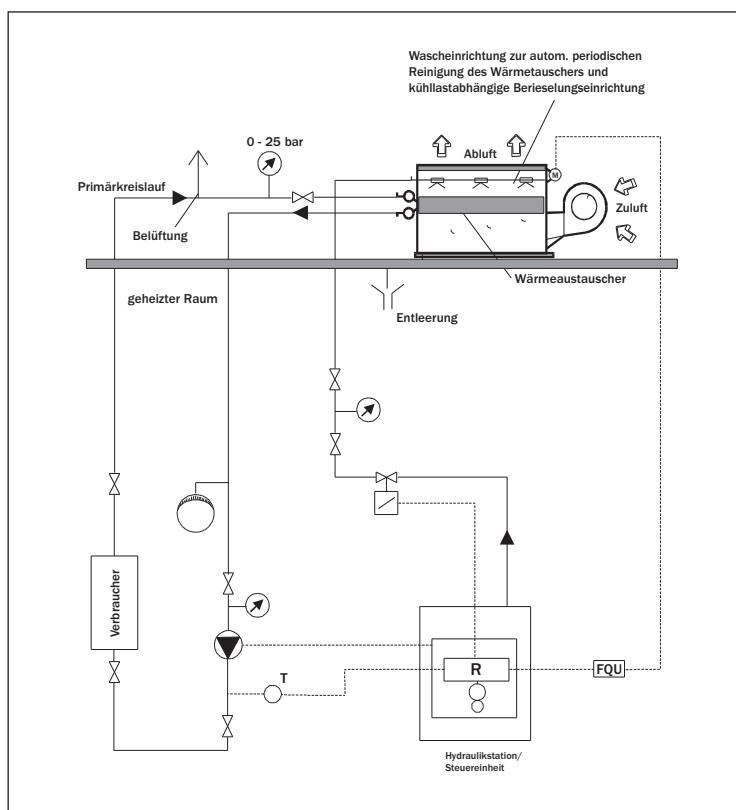
- Kühllastabhängige Regelung
- Zusatzwassereinsparung gegenüber Nasskühlung bis zu 75 %
- Automatische Wärmetauscherwascheinrichtung für gleichmäßig verfügbare Kühlleistung
- Großer Trockenkühlbereich
- Keine Schwadenbildung
- Kein Sekundärkreislauf
- Hohe Wintersicherheit
- Umweltschonende Betriebsweise durch Kombination der Vorteile von Nass- und Trocken-Kühlung

130 bis 180 pa				Lamellensystem		Hauptabmessungen (mit Wasseranschlüssen sind die Geräte um 280 mm länger)			Gewichte		Schwerstes und größtes Einzelteil (Lamellensystem)			
Leistungsaufnahme kW	Drehzahl min <sup>-1</sup>	E <sub>Motor</sub> (1500 min <sup>-1</sup> ) kW	Schalldruck in 3 m dB(A)											
5,1	606	7,5	70	417	180	3325	1250	1750	1160	1340	480	2120	1250	440
6,5	566	7,5	71	535	225	3825	1250	1750	1360	1585	600	2620	1250	440
8,7	570	11,0	72	635	265	4245	1250	1750	1540	1805	700	3040	1250	440
11,3	476	15,0	73	812	335	5180	1250	2000	2000	2335	900	3790	1250	440
10,2	606	15,0	72	834	360	3325	2420	1750	2200	2560	480	2120	1250	440
13,0	566	18,5	73	1070	450	3825	2420	1750	2570	3020	600	2620	1250	440
17,4	570	22,0	74	1270	530	4245	2420	1750	2910	3440	700	3040	1250	440
22,6	476	30,0	75	1624	670	5180	2420	2000	3710	4380	900	3790	1250	440
19,5	566	30,0	75	1605	675	3825	3590	1750	3780	4455	600	2620	1250	440
26,1	570	37,0	76	1905	795	4245	3590	1750	4280	5075	700	3040	1250	440
33,9	476	45,0	77	2436	1005	5180	3590	2000	5420	6425	900	3790	1250	440
26,0	566	2x18,5	76	2140	900	3825	4760	1750	4990	5890	600	2620	1250	440
34,8	570	2x22,0	77	2540	1060	4245	4760	1750	5650	6710	700	3040	1250	440
45,2	476	2x30,0	78	3248	1340	5180	4760	2000	7130	8470	900	3790	1250	440
32,5	566	18,5+30,0	77	2675	1125	3825	5930	1750	6200	7325	600	2620	1250	440
43,5	570	22,0+37,0	78	3175	1325	4245	5930	1750	7020	8345	700	3040	1250	440
56,5	476	30,0+45,0	79	4060	1675	5180	5930	2000	8840	10515	900	3790	1250	440
39,0	566	2x30,0	77	3210	1350	3825	7100	1750	7410	8760	600	2620	1250	440
52,2	570	2x37,0	78	3810	1590	4245	7100	1750	8390	9980	700	3040	1250	440
67,8	476	2x45,0	79	4872	2010	5180	7100	2000	10550	12560	900	3790	1250	440

**Folgende Daten sind für die Auslegung eines Hybridkühlers erforderlich:**

- 1 Temperatur des zu kühlenden Wassers
- 2 Gewünschte Wassertemperatur nach der Abkühlung
- 3 Wassermenge
- 4 Zugrunde zu legender Wärmeinhalt der Luft oder deren Temperatur am feuchten Thermometer (Feuchttemperatur)
- 5 Grundriss über die zur Verfügung stehenden Platzverhältnisse

**Bitte beachten Sie auch unsere weiterführenden Technischen Berichte!**



# Tabelle 2 Schnellauswahltabellen für häufig vorkommende Betriebsdaten

Für Betriebsbedingungen, die nicht in den Schnellauswahltabellen erfasst sind, wird die erforderliche Gerätegröße mit den Faktoren der Auswahlkurve 1 und der Nennkühlleistung nach Tabelle 1 bestimmt.

Kühlmedium Wasser

Gerätegrößen			HK33			HK45			HK52			HK77		
Abkühlung um	Feuchttemp. [°C]	Wassertemp. [°C]	Betriebskühlleistung [kW]	Betriebswassermenge [m³/h]	Druckverlust [bar]	Betriebskühlleistung [kW]	Betriebswassermenge [m³/h]	Druckverlust [bar]	Betriebskühlleistung [kW]	Betriebswassermenge [m³/h]	Druckverlust [bar]	Betriebskühlleistung [kW]	Betriebswassermenge [m³/h]	Druckverlust [bar]
5K	21	32-27	85,9	14,8	0,10	110,0	18,9	0,19	131,4	22,6	0,10	166,9	28,7	0,10
		33-28	96,8	16,6	0,13	124,0	21,3	0,23	148,0	25,5	0,13	188,0	32,3	0,12
		34-29	107,7	18,5	0,16	138,0	23,7	0,28	164,7	28,3	0,15	209,2	36,0	0,15
		35-30	118,6	20,4	0,18	151,9	26,1	0,32	181,3	31,2	0,17	230,3	39,6	0,17
		36-31	129,5	22,3	0,21	165,9	28,5	0,38	198,0	34,1	0,20	251,5	43,3	0,19
		37-32	141,6	24,4	0,25	181,4	31,2	0,44	216,5	37,2	0,23	275,0	47,3	0,23
6K	21	38-33	153,7	26,4	0,28	196,9	33,9	0,51	235,0	40,4	0,27	298,5	51,3	0,26
		33-27	88,3	12,7	0,08	113,2	16,2	0,14	135,1	19,4	0,08	171,6	24,6	0,08
		34-28	99,2	14,2	0,10	127,1	18,2	0,18	151,7	21,7	0,09	192,7	27,6	0,09
		35-29	110,1	15,8	0,12	141,1	20,2	0,21	168,4	24,1	0,11	213,9	30,7	0,11
		36-30	121,0	17,3	0,14	155,0	22,2	0,25	185,0	26,5	0,13	235,0	33,7	0,13
		37-31	131,9	18,9	0,16	169,0	24,2	0,28	201,7	28,9	0,16	256,2	36,7	0,15
7K	21	38-32	144,0	20,6	0,18	184,5	26,4	0,33	220,2	31,6	0,18	279,7	40,1	0,17
		36-29	112,5	13,8	0,09	144,2	17,7	0,17	172,1	21,1	0,09	218,6	26,9	0,09
		37-30	123,4	15,2	0,11	158,1	19,4	0,20	188,7	23,2	0,10	239,7	29,4	0,10
5K	20	38-31	134,3	16,5	0,13	172,1	21,1	0,23	205,4	25,2	0,12	260,9	32,1	0,13
		32-27	95,6	16,4	0,12	122,5	21,1	0,23	146,2	25,1	0,12	185,7	31,9	0,12
		33-28	106,5	18,3	0,15	136,4	23,5	0,28	162,8	28,0	0,15	206,8	35,6	0,14
		34-29	117,4	20,2	0,18	150,4	25,9	0,32	179,5	30,9	0,17	228,0	39,2	0,17
		35-30	128,3	22,1	0,21	164,3	28,3	0,37	196,1	33,7	0,20	249,1	42,8	0,19
		36-31	139,2	23,9	0,23	178,3	30,7	0,43	212,8	36,6	0,23	270,3	46,5	0,22
6K	20	37-32	151,3	26,0	0,27	193,8	33,3	0,50	231,3	39,8	0,26	293,8	50,5	0,26
		38-33	163,4	28,1	0,31	209,3	36,0	0,57	249,8	43,0	0,30	317,3	54,6	0,29
		33-27	98,0	14,0	0,10	125,6	18,0	0,18	149,9	21,5	0,09	190,4	27,3	0,09
		34-28	108,9	15,6	0,12	139,5	20,0	0,20	166,5	23,9	0,11	211,5	30,3	0,11
		35-29	119,8	17,2	0,14	153,5	22,0	0,24	183,2	26,3	0,13	232,7	33,4	0,13
		36-30	130,7	18,7	0,16	167,4	24,0	0,28	199,8	28,6	0,15	253,8	36,4	0,15
7K	20	37-31	141,6	20,3	0,18	181,4	26,0	0,32	216,5	31,0	0,17	275,0	39,4	0,17
		38-32	153,7	22,0	0,21	196,9	28,2	0,37	235,0	33,7	0,20	298,5	42,8	0,19
		36-29	122,2	15,0	0,11	156,6	19,2	0,19	186,9	23,0	0,10	237,4	29,2	0,10
7K	20	37-30	133,1	16,4	0,13	170,5	20,9	0,23	203,5	25,0	0,13	258,5	31,8	0,11
		38-31	144,0	17,7	0,15	184,5	22,7	0,26	220,2	27,1	0,14	280,0	34,4	0,13

Kühlmedium Wasser mit 35 Gew. % Ethylenglykol

Gerätegrößen			HK33			HK45			HK52			HK77		
Abkühlung um	Feuchttemp. [°C]	Wassertemp. [°C]	Betriebskühlleistung [kW]	Glykolwassermenge [m³/h]	Druckverlust [bar]	Betriebskühlleistung [kW]	Glykolwassermenge [m³/h]	Druckverlust [bar]	Betriebskühlleistung [kW]	Glykolwassermenge [m³/h]	Druckverlust [bar]	Betriebskühlleistung [kW]	Glykolwassermenge [m³/h]	Druckverlust [bar]
5K	21	32-27	82,5	15,9	0,14	105,6	20,3	0,26	126,1	24,3	0,14	160,2	30,9	0,13
		33-28	93,0	17,9	0,18	119,0	22,9	0,32	142,1	27,4	0,17	180,5	34,8	0,16
		34-29	103,4	19,9	0,21	132,5	25,5	0,39	158,1	30,5	0,21	200,8	38,7	0,19
		35-30	113,9	21,9	0,25	145,9	28,1	0,46	174,0	33,5	0,24	221,1	42,6	0,23
		36-31	125,6	24,2	0,30	160,9	31,0	0,55	192,1	37,0	0,29	244,0	47,0	0,27
		37-32	137,4	26,5	0,35	176,0	33,9	0,64	210,0	40,5	0,34	266,8	51,4	0,32
6K	21	38-33	149,1	28,7	0,40	191,0	36,8	0,74	228,0	43,9	0,39	289,6	55,8	0,35
		33-27	84,8	13,6	0,11	108,7	17,4	0,20	129,7	20,8	0,11	164,7	26,4	0,10
		34-28	95,2	15,3	0,13	122,0	19,6	0,25	145,6	23,4	0,13	185,0	29,7	0,12
		35-29	105,7	17,0	0,16	135,5	21,8	0,30	161,7	26,0	0,16	205,3	33,0	0,15
		36-30	116,2	18,7	0,19	148,8	23,9	0,35	177,6	28,5	0,18	225,6	36,2	0,17
		37-31	128,0	20,5	0,22	164,0	26,3	0,41	195,6	31,4	0,22	248,5	39,9	0,21
7K	21	38-32	139,7	22,4	0,26	179,0	28,7	0,48	213,6	34,3	0,25	271,3	43,6	0,24
		36-29	108,0	14,9	0,13	138,4	19,0	0,23	165,2	22,7	0,12	209,9	28,9	0,12
		37-30	118,5	16,3	0,15	151,8	20,9	0,28	181,2	24,9	0,15	230,1	31,7	0,14
5K	20	38-31	129,0	17,8	0,18	165,2	22,7	0,32	197,2	27,1	0,17	250,5	34,5	0,16
		32-27	91,8	17,7	0,17	117,6	22,7	0,32	140,4	27,0	0,17	178,3	34,3	0,16
		33-28	102,2	19,7	0,21	131,0	25,2	0,38	156,3	30,1	0,20	198,5	38,2	0,19
		34-29	112,7	21,7	0,25	144,4	27,8	0,45	172,3	33,2	0,24	218,9	42,2	0,23
		35-30	123,2	23,7	0,29	157,8	30,4	0,53	188,3	36,3	0,28	239,1	46,1	0,26
		36-31	135,0	26,0	0,34	173,0	33,3	0,62	206,4	39,8	0,33	262,2	50,5	0,31
6K	20	37-32	146,8	28,3	0,39	188,0	36,2	0,72	224,4	43,2	0,38	285,0	54,9	0,36
		38-33	158,5	30,5	0,45	203,0	39,1	0,82	242,3	46,7	0,43	307,8	59,3	0,41
		33-27	94,1	15,1	0,13	120,6	19,4	0,24	143,9	23,1	0,13	182,8	29,3	0,12
		34-28	104,5	16,8	0,16	134,0	21,5	0,29	159,9	25,7	0,15	203,0	32,6	0,14
		35-29	115,0	18,5	0,19	147,4	23,7	0,34	175,9	28,2	0,18	223,4	35,9	0,17
		36-30	125,5	20,1	0,22	160,7	25,8	0,40	191,8	30,8	0,21	243,6	39,1	0,20
7K	20	37-31	137,4	22,1	0,26	176,0	28,3	0,47	210,0	33,7	0,24	266,8	42,8	0,23
		38-32	149,1	23,9	0,29	191,0	30,7	0,54	228,0	36,6	0,28	289,5	46,5	0,27
		36-29	118,5	16,3	0,15	151,9	20,9	0,28	181,3	24,9	0,15	230,3	31,7	0,14
7K	20	37-30	129,1	17,8	0,18	165,4	22,8	0,32	197,4	27,2	0,17	250,7	34,5	0,16
		38-31	139,7	19,2	0,20	179,0	24,6	0,37	213,6	29,4	0,19	271,6	37,4	0,18

Für Geräte mit mehreren Ventilatoren sind die Kühlleistungen mit der entsprechenden Anzahl der Ventilatoren zu multiplizieren.

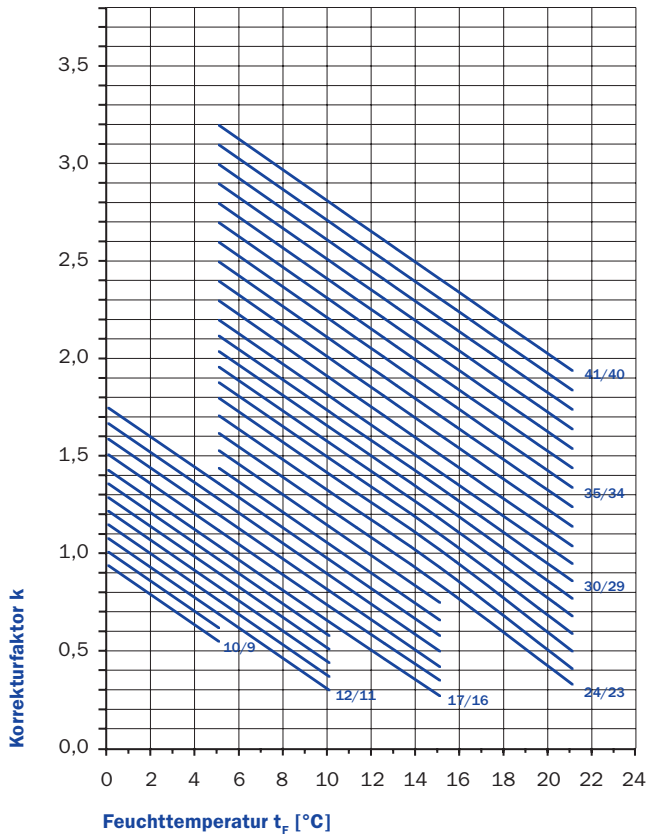
# Empfohlene Feuchttemperaturen für die Auswahl von Nasskühlung

		°C			°C			°C	
<b>EUROPA</b>			<b>Serbien</b>	Belgrad	23,0	<b>Irak</b>	Bagdad	24,0	
<b>Belgien</b>	Brüssel	22,0	<b>Slowakei</b>	Bratislava	21,0		Basra	27,5	
<b>Dänemark</b>	Kopenhagen	20,0	<b>Spanien</b>	Barcelona	24,0	<b>Iran</b>	Abadan	26,5	
<b>Deutschland</b>	Berlin	20,0	<b>Tschech. Republik</b>	Prag	21,0		Teheran	22,0	
	Köln	20,0	<b>Türkei</b>	Ankara	19,0	<b>Israel</b>	Haifa	26,5	
	Frankfurt a.M.	21,0		Istanbul	24,0		Jerusalem	22,5	
	Hamburg	20,0	<b>Ukraine</b>	Kiew	25,0		Tel Aviv	26,5	
	Leipzig	20,0	<b>Ungarn</b>	Budapest	21,0	<b>Japan</b>	Hiroshima	28,0	
	Mannheim	22,5	<b>Weissrussl.</b>	Minsk	24,5		Osaka	28,0	
	München	20,0	<b>Zypern</b>	Nikosia	24,5		Tokio	26,5	
	Nürnberg	19,5	<b>NORDAMERIKA UND SÜDAMERIKA</b>			<b>Jordanien</b>	Amman	20,0	
	Stuttgart	21,0	<b>Argentinien</b>	Buenos Aires	24,0	<b>Kuwait</b>	Kuwait	27,0	
<b>England</b>	Birmingham	19,5	<b>Brasilien</b>	Rio de Janeiro	25,5	<b>Libanon</b>	Beirut	25,5	
	London	19,0		Sao Paulo	25,5	<b>Malaysia</b>	Singapur	28,0	
	Manchester	20,0	<b>Chile</b>	Santiago	22,0	<b>Pakistan</b>	Karatschi	27,0	
<b>Finnland</b>	Helsinki	19,0	<b>Kanada</b>	Toronto	23,5	<b>Philippinen</b>	Manila	26,5	
<b>Frankreich</b>	Bordeaux	23,5		Montreal	24,0	<b>Saudi Arabien</b>	Dschidda	30,5	
	Lyon	22,5		Vancouver	19,5		Medina	26,5	
	Marseille	23,0	<b>Kuba</b>	Havanna	26,5		Riad	25,5	
	Paris	22,5	<b>Mexiko</b>	Mexiko City	17,0	<b>Sri Lanka</b>	Colombo	28,0	
	Straßburg	22,0	<b>Peru</b>	Lima	24,5	<b>Südkorea</b>	Seoul	26,0	
<b>Griechenland</b>	Athen	22,0	<b>Uruguay</b>	Montevideo	24,0	<b>Syrien</b>	Damaskus	22,5	
			<b>USA</b>	Boston	24,0	<b>Thailand</b>	Bankok	28,5	
<b>Rep. Irland</b>	Dublin	18,5		Chicago	24,0	<b>Volksrep. China</b>	Hongkong	28,0	
<b>Island</b>	Reykjavic	14,0		Denver	18,0				
<b>Italien</b>	Florenz	21,5		Los Angeles	21,0	<b>AFRIKA</b>			
	Genua	24,5		New York	24,0	<b>Ägypten</b>	Alexandrien	26,5	
	Mailand	23,0		San Francisco	18,5		Kairo	27,0	
	Neapel	24,0		Washington	25,5		Luxor	26,5	
	Palermo	25,0	<b>Venezuela</b>	Caracas	22,0	<b>Algerien</b>	Algier	26,0	
	Rom	23,0				<b>Angola</b>	Luanda	27,0	
	Turin	24,0	<b>AUSTRALIEN</b>			<b>Äthiopien</b>	Addis Abeba	22,0	
	Venedig	24,5	<b>Australien</b>	Adelaide	20,5	<b>Ghana</b>	Accra	28,0	
	<b>Kroatien</b>	Karlovac	22,0		Brisbane	24,5	<b>Kenia</b>	Nairobi	18,5
					Melbourne	23,5	<b>Kongo</b>	Brazzaville	28,0
<b>Niederlande</b>	Amsterdam	19,5		Sidney	22,0	<b>Liberia</b>	Monrovia	28,0	
	Den Haag	19,5	<b>ASIEN</b>			<b>Lybien</b>	Tripolis	24,5	
	Rotterdam	22,5	<b>Afghanistan</b>	Kabul	21,0	<b>Madagaskar</b>	Antananarivo	22,5	
<b>Nordirland</b>	Belfast	17,5	<b>Indien</b>	Bombay	28,0	<b>Marokko</b>	Casablanca	25,0	
<b>Norwegen</b>	Oslo	19,5		Kalkutta	28,5	<b>Namibia</b>	Windhuk	19,5	
<b>Österreich</b>	Graz	21,0		Madras	28,0	<b>Nigeria</b>	Lagos	28,5	
	Innsbruck	20,0		Neu-Delhi	25,5	<b>Tunesien</b>	Tunis	25,5	
	Salzburg	21,0				<b>Südafrika</b>	Kapstadt	22,5	
	Villach	20,0					Durban	24,5	
	Wien	22,0					Johannesburg	20,5	
<b>Polen</b>	Warschau	21,0					Pretoria	21,5	
<b>Portugal</b>	Lissabon	22,5				<b>Sudan</b>	Khartum	27,0	
<b>Rumänien</b>	Bukarest	22,0					Port Sudan	31,0	
<b>Russland</b>	Moskau	21,0							
<b>Schweden</b>	Stockholm	17,5							
<b>Schweiz</b>	Basel	22,5							
	Bern	21,0							
	Genf	22,5							
	Luzern	21,0							
	Zürich	21,0							

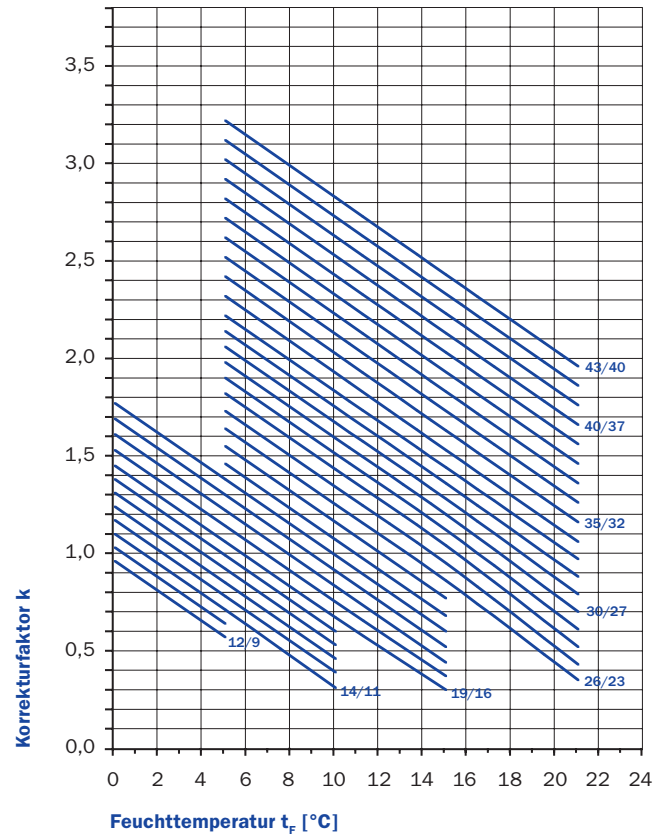
Die genannten Feuchttemperaturen sind Richtwerte, die auf in der einschlägigen Literatur bekannt gewordenen Wetterdaten beruhen. Sie stellen keine maximal aufgetretenen Werte dar, sondern dienen als Auswahlgrundlage für Nasskühlung. Es muss damit gerechnet werden, dass sie durchschnittlich etwa viermal in einem statistischen Jahr erreicht und geringfügig überschritten werden. Abänderungen, die sich im Laufe der Beobachtungsjahre ergeben können, sind vorbehalten.

# Auswahlkurven

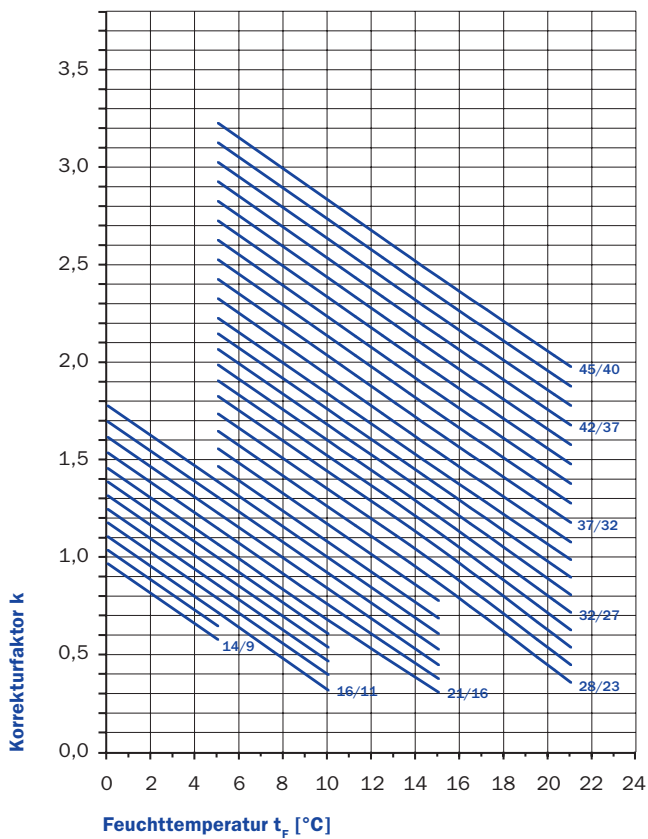
Auswahlkurve z = 1 K



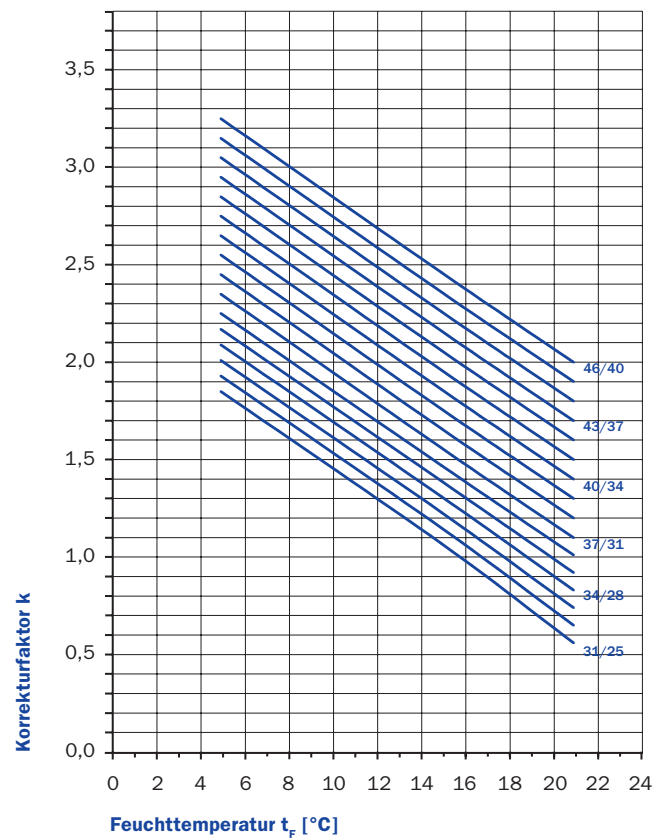
Auswahlkurve z = 3 K



Auswahlkurve z = 5 K

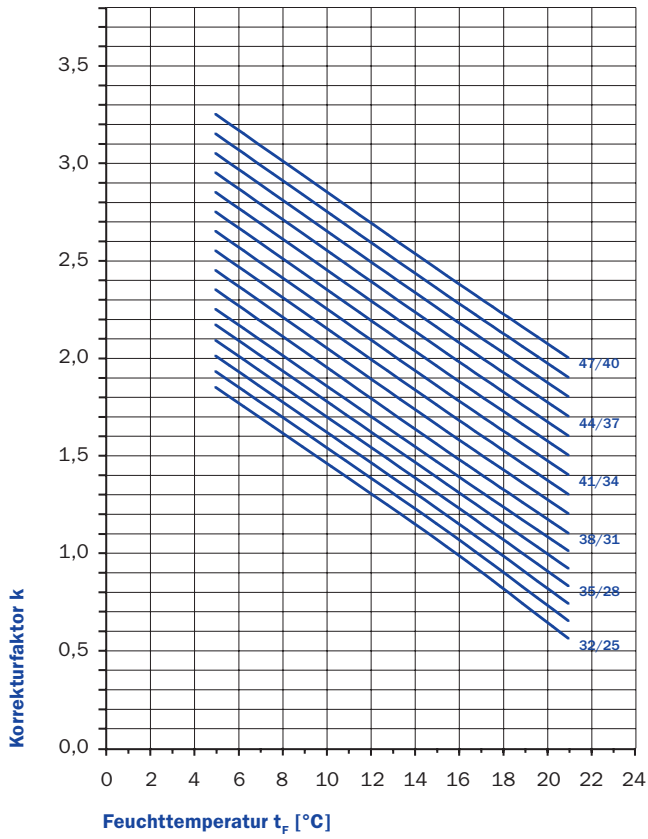


Auswahlkurve z = 6 K

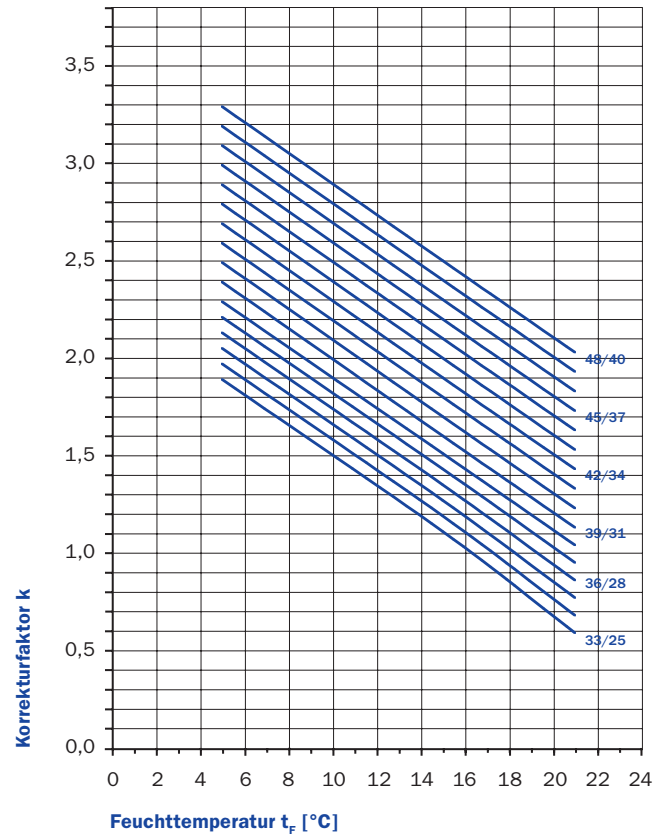


# Auswahlkurven

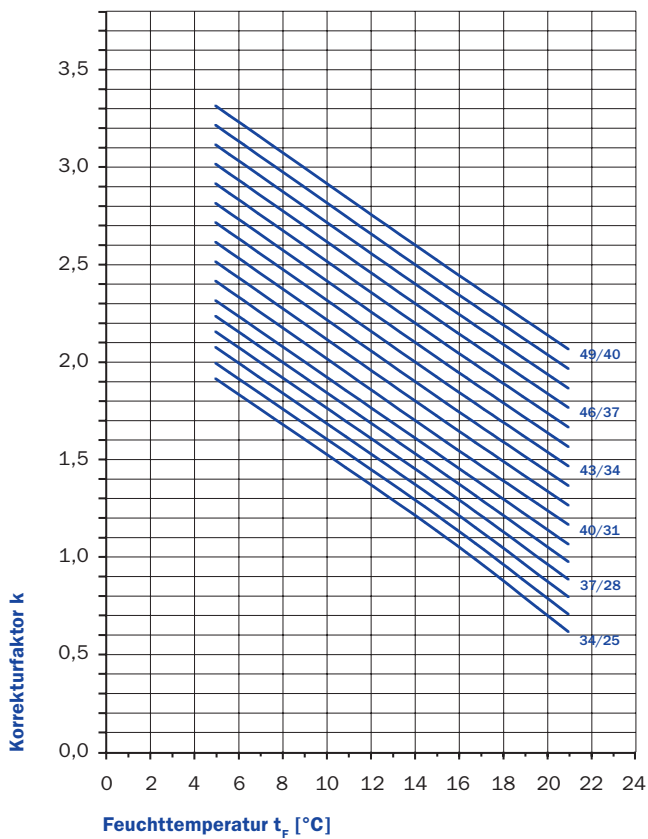
Auswahlkurve z = 7 K



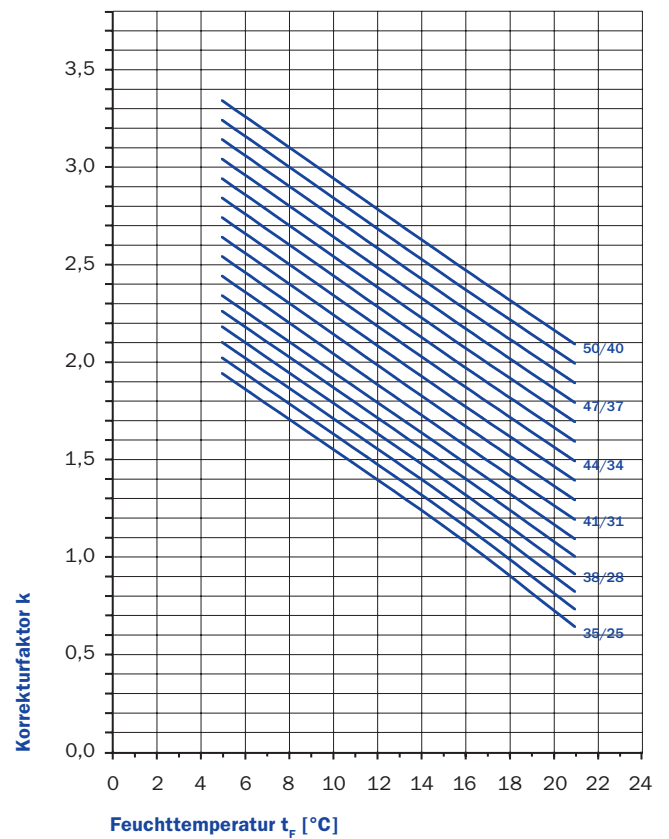
Auswahlkurve z = 8 K



Auswahlkurve z = 9 K

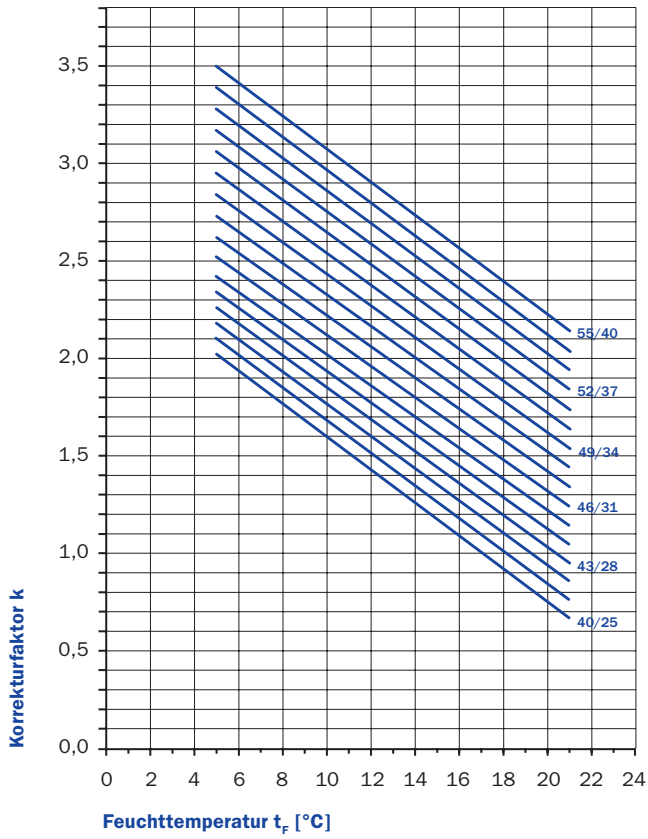


Auswahlkurve z = 10 K

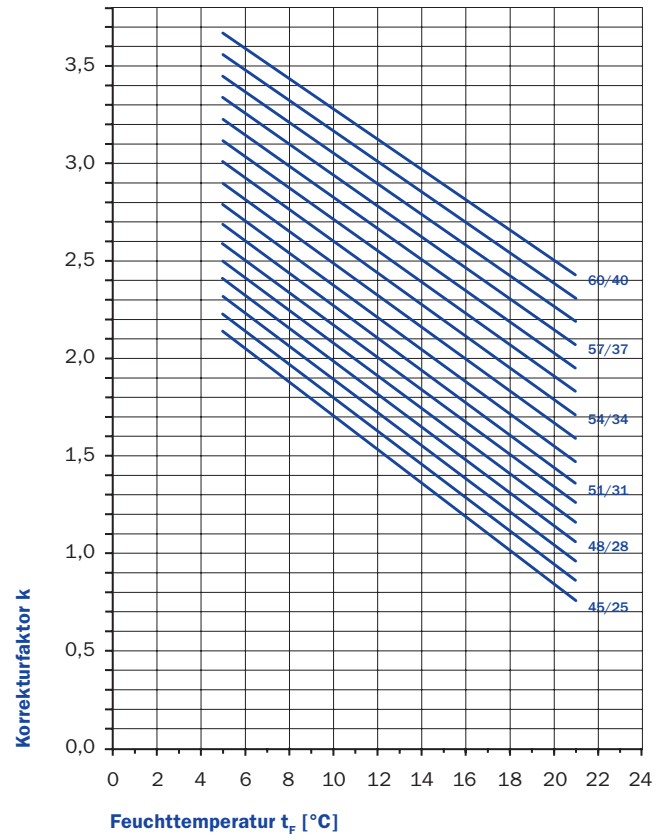


# Auswahlkurven

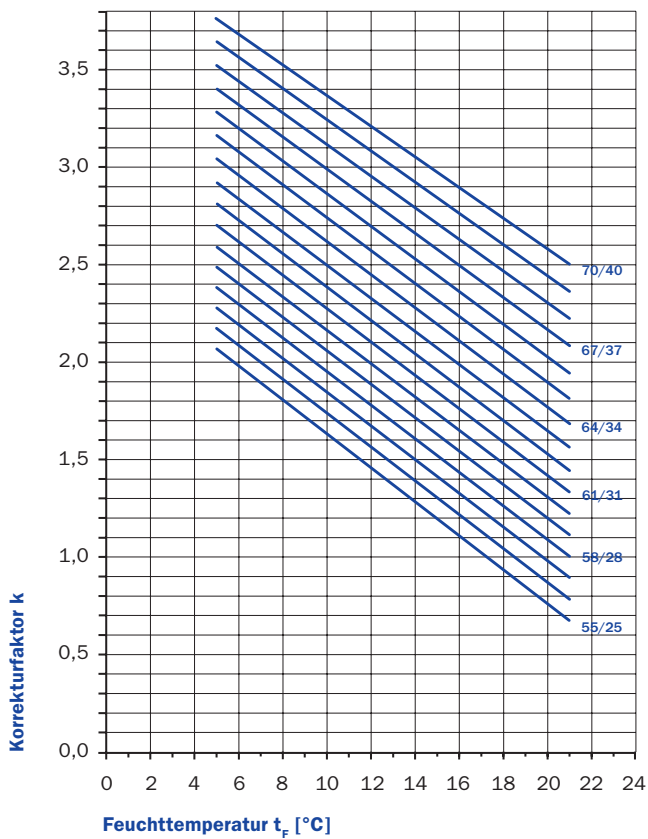
Auswahlkurve z = 15 K



Auswahlkurve z = 20 K



Auswahlkurve z = 30 K



# Verdunstungsverluste bei verschiedenen Außenluftzuständen für Hybridkühler

$t_F$ Feuchttemperatur [°C]	$t_L$ Trockenlufttemperatur [°C]	$r_F$ relative Feuchte der Luft [%]	$x$ absoluter Wassergehalt der Luft [g/kg <sub>tr.Luft</sub> ]	$h$ Enthalpie [kJ/(kg K)]	$G_{WV} = Q \times a \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$ Q in kW Verdunstungsverluste Faktor a <sup>1)</sup>	
					Energieverbrauch optimiert	Wasserverbrauch optimiert
22	34	35,8	12,05	64,9	1,522	1,522
21	32	37,9	11,40	61,2	1,490	1,490
20	30	40,5	10,87	57,8	1,365	1,290
19	28	43,3	10,34	54,4	1,240	1,090
18	26	46,6	9,88	51,2	1,070	0,845
17	24	50,3	9,47	48,1	0,900	0,600
16	22	54,5	9,09	45,1	0,800	0,450
15	20	59,6	8,97	42,3	0,700	0,300
14	18,5	61,8	8,28	39,5	0,675	<b>Trockenkühlung</b>
13	17,5	60,9	7,66	36,9	0,650	
12	16	63,3	7,23	34,3	0,625	
11	15	62,0	6,64	31,8	0,600	
10	13	69,5	6,53	29,5	0,575	
9	12	68,5	6,02	27,2	0,550	
8	10,5	71,8	5,71	24,9	0,525	
7	9,5	71,0	5,28	22,8	0,500	
6	8	75,1	5,05	20,7	0,470	
5	7	74,2	4,65	18,7	0,440	
4	6	73,5	4,30	16,8	Trocken- kühlung wegen Frostschutz (Für Sprüh- einrichtung)	
3	4,5	78,7	4,14	14,9		
2	3	85,0	4,03	13,1		
1	1,5	91,9	3,91	11,3		
0	0,1	98,0	3,77	9,5		

- 1) Bemerkung: Beim Hybridkühler wird die Wärme zum Teil konvektiv und zum Teil durch Verdunstung abgeführt. Der konvektive Anteil ist beim Hybridkühler wesentlich höher als bei dem Verdunstungskühler. Kühllastabhängige Leistungsregulierung unter Einbeziehung von Luftvolumen- und Wassermassenstrom.
- Zur Leistungsregulierung stehen zwei Optionen zur Verfügung:   
 • Energieverbrauch optimiert   
 • Wasserverbrauch optimiert.
- Die Verdunstungswassermenge ist abhängig von der eingestellten optimierten Betriebsweise.

## Auswahl der Hybridkühler

Die Wassertemperaturen und die Feuchttemperatur sind maßgebend für den Korrekturfaktor k. Je höher die Wassertemperaturen sind und je niedriger die Feuchttemperatur, desto größer ist k.

### Auswahlsystem

#### Auswahlsschritte

- 1 Betriebskühlleistung  $Q_B$  ausrechnen.
- 2 Korrekturfaktor k aus Auswahlkurven 1 bestimmen. Gegebenenfalls interpolieren.
- 3 Erforderliche Nennkühlleistung  $Q_N$  ausrechnen.
- 4 Ein Gerät auswählen, dessen Nennkühlleistung gleich oder größer ist.
- 5 Lamellenwärmetauscher mit Computerprogramm bestimmen.
- 6 Umschaltzeitpunkt von Nass- auf Trockenkühlung (bei gleicher Betriebskühlleistung) mit Computerprogramm bestimmen.

$$Q_N = \frac{Q_B}{k}$$

### Auswahlbeispiel

**Gegeben:** Zu kühlende Wassermenge  $G_W = 50000 \text{ kg/h}$   
 Wassereintrittstemperatur  $t_{WE} = + 40 \text{ °C}$   
 Wasseraustrittstemperatur  $t_{WA} = + 30 \text{ °C}$   
 Feuchttemperatur  $t_F = + 21 \text{ °C}$

Die Betriebsbedingungen sind in den Schnellauswahltabellen nicht enthalten.

#### Gefunden:

- 1  $Q_B = 50000(40-30) = 500000 \text{ kcal/h} \hat{=} 581,4 \text{ kW}$
- 2  $k = 1,08$  (Auswahlkurve für 10 K Kühlzonenbreite)
- 3  $Q_N = \frac{581,4 \text{ kW}}{1,08} = 538,33 \text{ kW}$
- 4 Gerät gewählt: HK 3/52 mit  $Q_{N \text{ ist}} = 555 \text{ kW}$
- 5 Lamellenwärmetauscher: 12 Reihen hoch mit einem Druckverlust von 0,053 bar.
- 6 Umschaltzeitpunkt von Nass- auf Trockenkühlung bei gleicher Betriebskühlleistung: + 19 °C.

#### Bei Anfragen sind folgende Daten erforderlich:

- 1 Temperatur des zu kühlenden Wassers  $t_{WE}$
- 2 Gewünschte Wassertemperatur nach der Abkühlung  $t_{WA}$
- 3 Wassermenge  $m_v$
- 4 Zugrunde zu legender Wärmeinhalt der Luft oder deren Temperatur am feuchten Thermometer (Feuchttemperatur  $t_F$ )
- 5 Grundriss über die zur Verfügung stehenden Platzverhältnisse.
- 6 Sind zusätzliche Luftwiderstände zu überwinden? (Zusätzliche stat. Pressung für den Ventilator)

# Betrieb eines Hybridkühlers

mit Ethylenglykol (Tabelle 3a)  
mit Propylenglykol (Tabelle 3b)

Wenn ein Hybridkühler bei Umgebungslufttemperaturen unter 0 °C stillgelegt wird, ohne dass es möglich ist, das Lamellensystem zu entleeren, empfiehlt es sich wegen der Einfriergefahr eine Ethylenglykol-Wassermischung für den Kreislauf zu verwenden. Für mitteleuropäische Verhältnisse wird eine Mischung von 35 Gew. % oder 32,7 Vol. % Ethylenglykol mit Wasser empfohlen.  
Bei genauer Einhaltung des Mischungsverhältnisses reicht u. U. auch eine 30 Gew. % oder 28 Vol. % Mischung.

**Tabelle 3a Ethylenglykol\*** wie z. B. Antifrogen N (eingetr. Wz)

Ethylenglykol Anteil	Gefrierbeginn der Mischung	Dichte bei +30°C in kg/m <sup>3</sup>	Spez. Wärme bei +30 °C kJ/kg K	Multiplikator für den Druckverlust im Lamellensystem gegenüber der Wassermenge	Multiplikator, um die Ethylenglykol-Umlaufmenge in l/h aus der Wassermenge in kg/h zu berechnen	Korrekturfaktor k <sub>G</sub>
40 Gew. %	- 26,7 °C	1050	3,52	1,320	1,135	0,96
35 Gew. %	- 21,8 °C	1045	3,58	1,275	1,120	0,97
30 Gew. %	- 17,0 °C	1040	3,64	1,230	1,105	0,99
25 Gew. %	- 13,0 °C	1034	3,73	1,190	1,080	1,00

Die Auswahl des Gerätes geschieht auf dieselbe Weise wie bei Wasser. Bei Schritt 3 muss der Korrekturfaktor k<sub>G</sub> für die Q<sub>N</sub> aus Tabelle 3 wie im Beispiel gezeigt, berücksichtigt werden.

Ethylenglykol hat sich in Tausenden von Anlagen dieser Art für den geschlossenen Kreislauf als Kühlsole trotz seiner toxischen Eigenschaften gut bewährt. Sollten Bedenken gegen die Verwendung bestehen, kann auf Propylenglykol\* ausgewichen werden, dessen Wärmeübergangseigenschaften bei vergleichbarer Mischung mit Wasser ungünstiger sind.

**Tabelle 3b Propylenglykol\*** wie z.B. Antifrogen L (eingetr. Wz)

Propylenglykol Anteil	Gefrierbeginn der Mischung	Dichte bei +30°C in kg/m <sup>3</sup>	Spez. Wärme bei +30 °C kJ/kg K	Multiplikator für den Druckverlust im Lamellensystem gegenüber der Wassermenge	Multiplikator, um die Propylenglykol-Umlaufmenge in l/h aus der Wassermenge in kg/h zu berechnen	Korrekturfaktor k <sub>G</sub>
45 Gew. %	- 25 °C	1033	3,70	1,42	1,090	0,91
40 Gew. %	- 21 °C	1030	3,80	1,36	1,065	0,93
35 Gew. %	- 17 °C	1027	3,88	1,31	1,040	0,95
30 Gew. %	- 14 °C	1023	3,94	1,27	1,025	0,97

**\*Anmerkung**

Reine Mischungen ohne Zusatz von Inhibitoren sollten wegen ihrer korrosiven Eigenschaften, die schlechter als bei Wasser allein sind, nicht verwendet werden. Die chem. Industrie bietet im allgemeinen auch nur Wärmeträgerflüssigkeiten auf Glykolbasis an, die mit Inhibitoren versetzt sind z. B. Antifrogen N, eingetragenes Warenzeichen für Ethylenglykol und Antifrogen L, eingetragenes Warenzeichen für Propylenglykol. Gegebenfalls Merkblätter anfordern.

## Auswahlbeispiel

**Gegeben:** Zu kühlende Wassermenge G<sub>w</sub> = 50000 kg/h  
Wassereintrittstemperatur t<sub>WE</sub> = + 40 °C  
Wasseraustrittstemperatur t<sub>WA</sub> = + 30 °C  
Feuchttemperatur t<sub>F</sub> = + 21 °C

**Gefunden:**

- 1 Q<sub>B</sub> = 50000(40-30) = 500000 kcal/h = 581,4 kW
- 2 k = 1,08 (Auswahlkurve für 6 K Kühlzonenbreite)
- 3 Korrekturfaktor k<sub>G</sub> aus Tabelle 3a : k<sub>G</sub> = 0,97
- 4  $Q_{N\text{erf.}} = \frac{Q_B}{k \cdot k_G} = \frac{581,4 \text{ kW}}{1,08 \cdot 0,97} = 554,98 \text{ kW}$
- 5 Gerät gewählt: HK 3/52 mit Q<sub>N ist</sub> = 555 kW

**Die Anlage darf im Winter nicht einfrieren und wird deshalb mit 35 Gew. % Ethylenglykol betrieben. Die Betriebsbedingungen sind in den Schnellauswahltabellen nicht enthalten!**

- 6 Lamellenwärmetauscher: 12 Reihen mit Druckverlust von 0,053 bar
- 7 Umschaltunkt von Nass- auf Trockenkühlung bei der gleichen Betriebskühlleistung ca. 18,5 °C.
- 8 Der Druckverlust durch das Lamellensystem **für Wasser** ist 0,053 bar. **Für die Mischung** ist der Druckverlust mit 1,275 (aus Tabelle 3a) zu multiplizieren, also 0,053 x 1,275 = 0,068 bar.
- 9 Zur Pumpenauswahl ist die umlaufende Ethylenglykolwassermenge notwendig. Der Multiplikator (aus Tabelle 3a) beträgt 1,12.

Im Beispiel ergibt sich:  
50000 kg/h Wasser x 1,12 = 56000 kg/h Gew. % Ethylenglykolwassermischung.

# Druckverlust im Lamellensystem

Zur Auswahl der Primärwasserkreislaufpumpe muss der Druckverlust im Lamellensystem bekannt sein. Der Druckverlust wird aus Kurve 2 abgelesen.

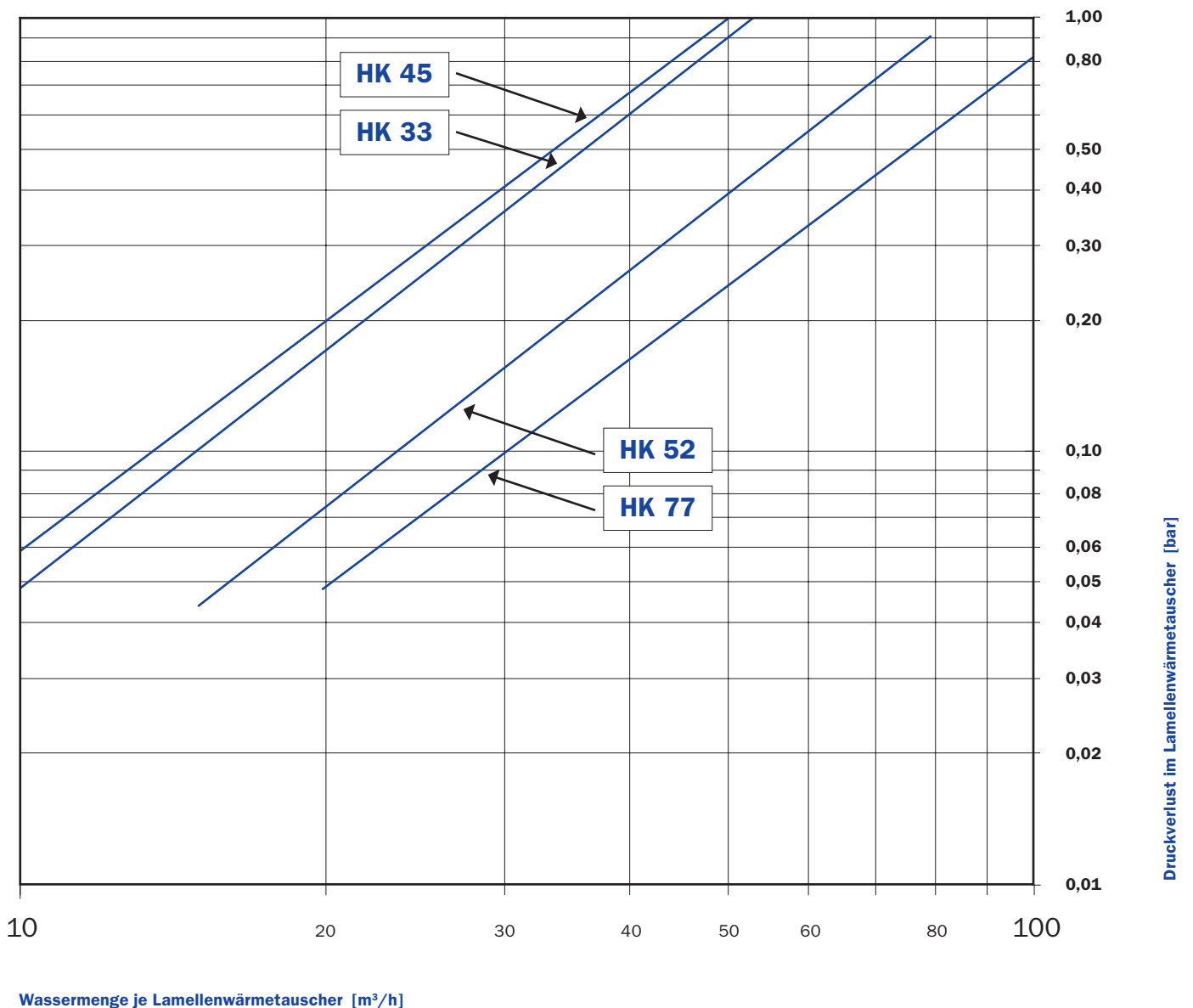
## Beispiel 1 (Wasser)

Es sind 50000 kg/h Wasser in einem Gerät HK 3/52 zu kühlen.  
Das Gerät besitzt 3 Lüfter (erste Ziffer der Bezeichnung).  
Abgelesen: 0,053 bar.

## Beispiel 2 (35 Gew. % Ethylenglykol)

Es sind 33600 kg/h Wasser in einem Gerät HK 77 zu kühlen.  
Das Gerät besitzt einen Lüfter.  
Für Wasser abgelesen: 0,12 bar.  
Aus Tabelle 3a ist der Multiplikator für den Druckverlust im Lamellensystem gegenüber der Wassermenge: 1,275  
**Für 35 Gew. % Ethylenglykol:  $0,12 \times 1,275 = 0,15 \text{ bar}$ .**  
Umlaufende Ethylenglykolwassermischung (bei gleicher Kühlzonenbreite):  $33600 \times 1,12 = 37632 \text{ l/h}$   
Multiplikator 1,12 erhalten Sie ebenfalls aus Tabelle 3a.

## Auswahlkurve 2



Wassermenge je Lamellenwärmetauscher [m³/h]

Druckverlust im Lamellenwärmetauscher [bar]

## Elektrische Steuerung

Die Steuerung des Hybridkühlers erfolgt über eine SPS. Zur Parametereingabe und für den Revisionsbetrieb steht ein „Operator Panel“, bestehend aus Eingabetasten und Display zur Verfügung.

Zur Leistungsregulierung stehen 2 Optionen zur Verfügung:

- Leistungsregulierung: **Energieverbrauch optimiert**
- Leistungsregulierung: **Wasserverbrauch optimiert**

Die Regelung spricht auf die eingestellte Wasseraustrittstemperatur  $t_{wa}$  am Hybridkühler an. Wird die eingestellte Wasseraustrittstemperatur überschritten, so setzt die PI-Regelung ein. Der Schaltschrank ist für eine Netzspannung von 230/400 V, 50 Hz in Schutzart IP 55 nach VDE ausgelegt. Die Anbindung des Ventilatormotors mit dem Frequenzumrichter muss mit abgeschirmten Leitungen erfolgen. Die Kabellänge zwischen Ventilatormotor und Schaltschrank darf max. 15 bis 20 m betragen.

### E-Schaltschrank für Einzelgeräte / Netz- und Motorspannung 400 V (3 ~) 50 Hz

Gerätegröße	Ventilatormotor 1500 min <sup>-1</sup> , 400 V 50 Hz, IP 54 Regelbereich: 10-50 Hz kW	Frequenzumrichter			Schaltschrankgröße inkl. Sockel 200 mm  H/B/T mm
		Pn Ct/VT kW	Abmessungen B/H/T mm	Gewicht kg	
HK 33	5,5-7,5	4/5,5 - 5,5/7,5	135/430/205	7	2000/800/500
HK 45	7,5	5,5/7,5	135/430/205	7	2000/800/500
HK 52	11	7,5/11	135/430/205	7	2000/800/500
HK 77	15	11/15	135/430/205	7	2000/800/500
HK 2/33	11-15	7,5/11-11/15	135/430/205	7	2000/800/500
HK 2/45	15-18,5	11/15-15/18,5	135/430/205 u. 185/595/215	7 u. 21	2000/800/500
HK 2/52	18,5-22	15/18,5-18,5/22	185/595/215	21	2000/800/500
HK 2/77	30	22/30	185/595/215	21	2000/800/500
HK 3/45	18,5-22-30	15/18,5-18,5/22-22/30	185/595/215	21	2000/1200/500
HK 3/52	30	22/30	185/595/215	21	2000/1200/500
HK 3/77	37-45	30/37-37/45	220/700/290	38	2000/1200/500
HK 4/45	2 x (15-18,5)	2 x (11/15-15/18,5)	2 x (135/430/205-185/595/215)	7-21	2000/1600/500
HK 4/52	2 x (18,5-22)	2 x (15/18,5-18,5/22)	2 x 185/595/215	2 x 21	2000/1600/500
HK 4/77	2 x 30	2 x 22/30	2 x 185/595/215	2 x 21	2000/1600/500
HK 5/45	(15-18,5)+(18,5-22-30)	(11/15-15/18,5)+(15/18,5-22/30)	2 x (135/430/205-185/595/215)	7-21	2000/1600/500
HK 5/52	(18,5-22) + 30	(15/18,5-18,5/22) + 22/30	2 x 185/595/215	2 x 21	2000/1600/500
HK 5/77	30 + (37-45)	22/30 + (30/37-37/45)	2 x (185/595/215-220/700/290)	21-38	2000/1600/500
HK 6/45	2 x (18,5-22-30)	2 x (15/18,5-18,5/22-22/30)	2 x 185/595/215	2 x 21	2000/1600/500
HK 6/52	2 x 30	2 x 22/30	2 x 185/595/215	2 x 21	2000/1600/500
HK 6/77	2 x (37-45)	2 x (30/37-37/45)	2 x 220/700/290	2 x 38	2000/1600/500

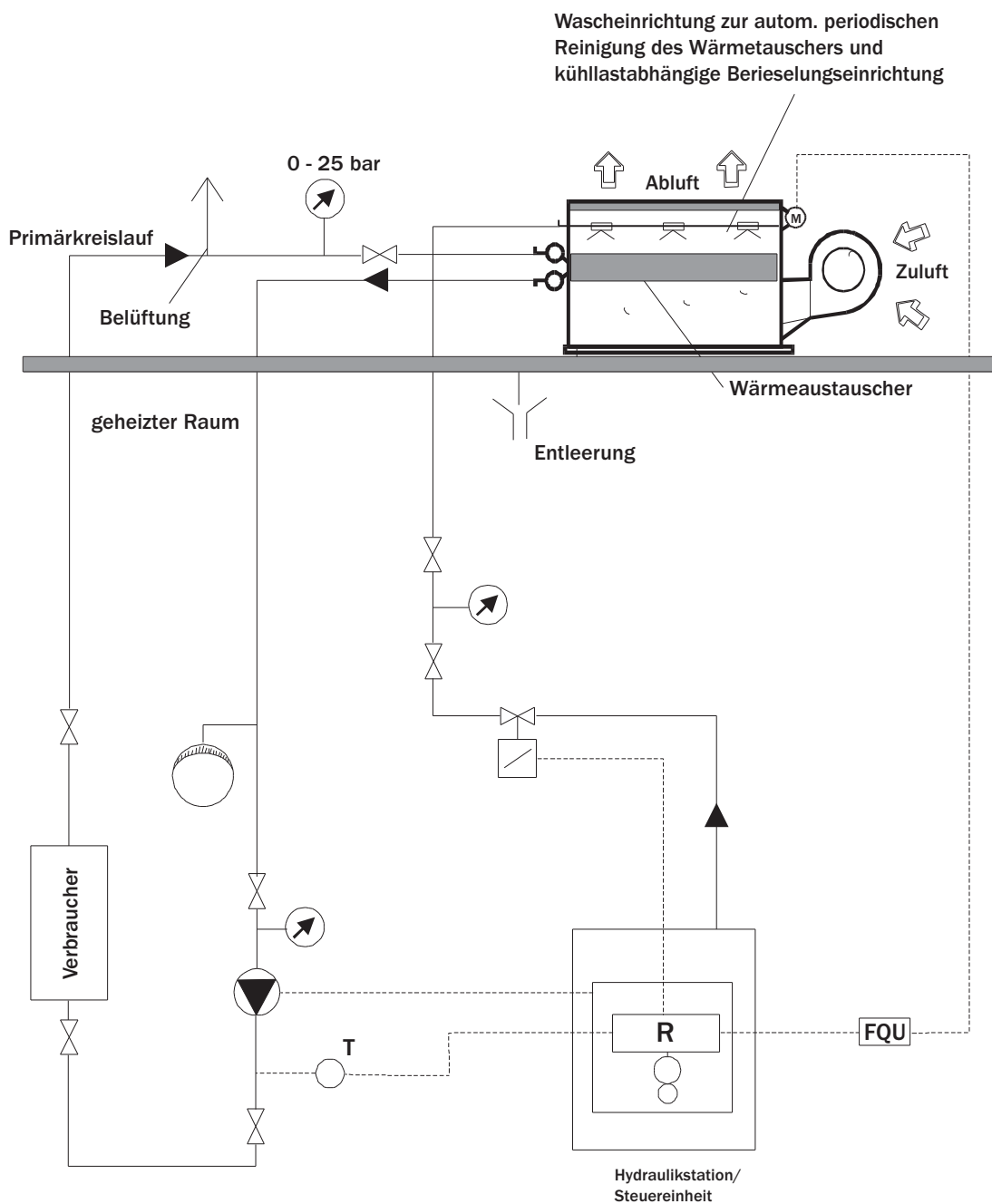
## Hydraulikstation mit Wascheinrichtung

Die Hydraulikstation wird anschlussfertig mit allen Sicherheitsarmaturen, Reinigungsbehälter mit Dosierpumpe und Leerstandsanzeige geliefert. Die hydraulischen Komponenten sind komplett verrohrt und in einem Metallschrank untergebracht. Die Verrohrung zwischen Hydraulikstation und Hybridkühler, sowie Frischwasser- und Warmwasserversorgung muss bauseits erfolgen. Die Ausführung und Fabrikate für Metallschrank, Dosierpumpe, Reinigungsbehälter, Armaturen usw. sind nach unserer Spezifikation festgelegt. Die Hydraulikstation muss in einem beheizten Raum aufgestellt werden.

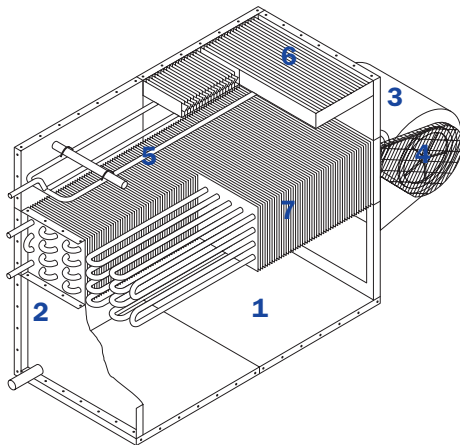
Hydraulikstation für Einzelgeräte					Hydraulikstation für mehrere Geräte		
Gerätegröße	Schrankgröße inkl. Sockel 200 mm  H/B/T mm	Hydraulik- stationgröße	Erforderl. Vordruck für die Waschanlage  bar	Erforderl. Vordruck für die Sprühanlage  bar	Anzahl der Geräte	Schrankgröße inkl. Sockel 200 mm  H/B/T mm	Hydraulik- stationgröße
HK 45	2000/800/600	R 1"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1"
HK 52	2000/800/600	R 1"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1"
HK 77	2000/800/600	R 1"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1"
HK 2/33	2000/800/600	R 1"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1"
HK 2/45	2000/800/600	R 1"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1"
HK 2/52	2000/800/600	R 1"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1"
HK 2/77	2000/800/600	R 1 1/2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1 1/2"
HK 3/45	2000/1200/600	R 1 1/2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1 1/2"
HK 3/52	2000/1200/600	R 1 1/2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1 1/2"
HK 3/77	2000/1200/600	R 1 1/2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1 1/2"
HK 4/45	2000/1200/600	R 1 1/2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1 1/2"
HK 4/52	2000/1200/600	R 1 1/2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1 1/2"
HK 4/77	2000/1200/600	R 1 1/2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1 1/2"
HK 5/45	2000/1200/600	R 1 1/2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1 1/2"
HK 5/52	2000/1200/600	R 1 1/2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 1 1/2"
HK 5/77	2000/1200/600	R 2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 2"
HK 6/45	2000/1200/600	R 2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 2"
HK 6/52	2000/1200/600	R 2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 2"
HK 6/77	2000/1200/600	R 2"	3,5	1,1 - 2,0	2 - 4	2000/1200/600	R 2"

## Vorschlag

- Primärkreislauf Ethylenglykol 35 Gew. %
- Sprüheinrichtung Die Sprüheinrichtung wird über einen Frostschutzthermostaten automatisch bei Umgebungstemperaturen  $< +5\text{ °C}$  gesperrt und entleert.
- Wascheinrichtung Bei Umgebungstemperaturen  $< +5\text{ °C}$  wird die Zuleitung automatisch entleert.
- Der Primärkreislauf wird mit einer 35 %igen Ethylenglykolwasseremulsion gefüllt, deren Gefrierpunkt bei  $-21,8\text{ °C}$  liegt. Die Hydraulikstation muss in einem *beheizten Raum* aufgestellt werden.



# Technischer Ausschreibungstext



## Technische Daten

Hybridkühler	
Typ _____	
Kühlleistung _____	kW
Wassereintrittstemperatur _____	°C
Wasseraustrittstemperatur _____	°C
Feuchtkugeltemperatur _____	°C
Umgebungslufttemperatur _____	°C
Umschaltunkt: Nass-/Trockenbetrieb _____	°C
(bei oben angegebener Leistung)	
Wasserumlaufmenge _____	m <sup>3</sup> /h
mit _____ Gew. % Ethylenglykol	
Wasserseitiger Druckverlust im Lamellensystem _____	bar
Wasserinhalt des Lamellensystems _____	kg
Oberfläche des Lamellensystems _____	m <sup>2</sup>
Frischwasserverbrauch durch Verdunstung _____	m <sup>3</sup> /h
(ca. 1,49 kg/kW)	
Tropfenverluste (max. 10 %) _____	m <sup>3</sup> /h
Frischwasserverbrauch gesamt _____	m <sup>3</sup> /h
Als Frischwasser darf nur Osmosewasser oder	
Wasser entsprechender Qualität verwendet werden.	
Sprühdüsen-Öffnungsdruck _____	0,7 bar
Sprühdüsendruck für Besprühvorgang _____	1,1-2,0 bar
Sprühdüsendruck für Waschvorgang _____	3,5 bar

Zeitdauer für Wasch- und Spülvorgang _____	12 min
Warmwasserverbrauch (45-50°C)	
je Waschvorgang _____	kg
(ca. einmal pro Woche)	
Warmwasser-Fördermenge _____	kg/h
Waschmittelverbrauch pro Waschvorgang _____	kg
Sprüheinrichtung mit Linearantrieb 24 V, 120 W, 5 A	
Anzahl der Radial-Ventilatoren _____	Stück
Zusätzlich statische Pressung für den Ventilator _____	Pa
Luftmenge _____	m <sup>3</sup> /h
Drehzahl des Ventilators _____	min <sup>-1</sup>
Leistungsaufnahme des Ventilators _____	kW
Versandgewicht der Lieferung _____	kg
Betriebsgewicht _____	kg
Abmessungen l/b/h _____	mm
Geräusch in 3 m waagrechter Entfernung	
in Verlängerung der Ventilatorwelle bei	
freier Schallausbreitung ca. _____	dB(A)

## Technische Daten mit Zubehör

Versandgewicht der Lieferung mit Zubehör _____	kg
Betriebsgewicht mit Zubehör bei einem	
Wasserstand bis zum Überlauf _____	kg
Abmessungen mit Zubehör l/b/h _____	mm

### 1 Gehäuse und Wassersammelwanne

Das Gehäuse und die Wassersammelwanne bilden eine Einheit und bestehen aus starken verzinkten und abgekanteten Blechtafeln, die kastenförmig unter Verwendung einer dauerplastischen Dichtungsmasse mit rostfreien Edelstahlschrauben zusammengefügt werden. Verzinkte Stahlträger tragen das Lamellensystem. Umlenkbleche verteilen die Luft gleichmäßig über das Lamellensystem. Eine Inspektionsluke ermöglicht das Reinigen der Wasserwanne.

### 2 Wasseranschlüsse

Die Wasseranschlüsse am Lamellensystem sind mit einem Flansch PN 16 DIN 2633 versehen. Der Entleerungsanschluss ist mit einem kunststoffbeschichtetem Grobsieb ausgerüstet.

### Überfüllsicherung

Der Füllstandsanzeiger wird als oberer Begrenzer verwendet.

### 3 Doppelseitig ansaugender Radialventilator

Als Ventilator werden geräuscharme, mit besonders hohem Wirkungsgrad laufende Niederdruckhochleistungsventilatoren mit vorwärts gekrümmten Schaufeln verwendet. Das Ventilatorrad in besonders schwerer, verzinkter Ausführung ist statisch und dynamisch ausgewuchtet.

Die Ventilatorwelle ist besonders stark dimensioniert und aus rostbeständigem, hochlegiertem Stahl X 20 Cr 13, Werkstoffnr.: 1.4021, hergestellt. Die Passfedern sind aus Stahl C 45 K nach DIN 6885. Die hochwertigen Kugellager in Stehlagergehäusen mit Lippen- oder Labyrinthdichtungen erhalten zur Wartungserleichterung bis an das Ventilatorende herausgeführte Schmiernippel. Das Ventilatorgehäuse ist aus verzinktem Stahl gefertigt und mit einem Ausblasstutzen versehen. Das Ventilatorrad kann ausgewechselt werden. Der Antrieb erfolgt durch Schmalkeilriemen. Die Riemenscheiben bestehen aus Aluminiumguss mit Stahlribben. Der Radialventilator ist in der trockenen Einstromluft untergebracht und für die Wartung leicht zugänglich.

### 4 Keilriemenschutzgitter und Luftausgitter

Die Gitter sind aus im Vollbad verzinktem Stahl hergestellt (entfällt, wenn Ventilatorverkleidung verwendet wird).

### 5 Sprüheinrichtung

Die Sprüheinrichtung dient zur intermittierenden Aufbringung von Wasser auf die Wärmetauscheroberfläche. Die Sprüheinrichtung ist auf einem horizontal hin- und herbewegbaren Wagen aufgebaut und oberhalb des Lamellenwärmetauschers angeordnet.

Sprüheinrichtung und Wagenkonstruktion sind aus Edelstahl (Werkstoff Nr. 1.4301) hergestellt. Der Wagen wird mit einem Linearantrieb hin- und herbewegt. Das Versprühen des Wassers erfolgt durch spezielle Flachstrahldüsen aus Kunststoff (Düsenersatz aus MS und Sieb aus Edelstahl).

### 6 Wascheinrichtung

Die Wascheinrichtung dient zur automatischen periodischen Reinigung des Lamellenwärmetauschers. Mit speziellem Reinigungsmittel und bei erhöhtem Düsendruck wird der Lamellenwärmetauscher periodisch gereinigt. Die Reinigung kann nur bei abgestelltem Ventilator erfolgen.

### Hydraulikstation mit Steuerung

Die Steuerung für die Kühlleistungsregelung und für den Waschvorgang wird anschlussfertig mit allen erforderlichen Sicherheitskomponenten und -armaturen, Reinigungsbehälter mit Dosierpumpe und Leerstandsanzeiger geliefert. Die elektrische Steuerung mit Frequenzumrichter und die hydraulischen Komponenten (Reinigungsbehälter, Dosierpumpe, Wasserarmaturen, ...) sind fertig verdrahtet bzw. komplett verrohrt in einem Metallschrank untergebracht. Jeder Schaltschrank ist für eine Netzspannung von 230/400 V, 50 Hz, in Schutzart IP 55 nach VDE ausgelegt. Die Anbindung des Ventilatormotors an den Frequenzumrichter muss mit abgeschirmten Leitungen erfolgen. Die Hydraulikstation mit Steuerung muss in einem beheizten Raum installiert werden. Die Kabellänge zwischen Hybridkühler und Schaltschrank darf maximal 15 bis 20 m betragen.

### 7 Wasserabscheider

Die Wassertropfenabscheider bestehen aus Kunststoff (PVC), ausgelegt für beste Wasserabscheidung bei geringem statischem Druckverlust. Im oberen Teil der Abscheider wird die Luft so gerichtet, dass sie senkrecht nach oben ausströmt.

### 8 Lamellensystem

Die flächengewellten Kupferlamellen sind auf nahtlose Kupferrohre aufgezogen, die nachträglich zur Verankerung der Lamellen auf den Rohren mechanisch aufgeweitet sind. Der Lamellenabstand beträgt 3 mm. Der Verteiler und der Sammler bestehen aus Stahl oder Kupfer. Der Rahmen wird aus Edelstahl (V2A) oder Kupferblech gefertigt. Die Druckprobe des Systems erfolgt nach DIN 8975.

### Oberflächenschutz durch Wirbelsinterung

Alle sendzimirverzinkten Blechteile des Gerätes, außer Lamellensystem, Tropfenabscheider, Ventilatorrad und Schutzgitter, werden leicht sandgestrahlt, erwärmt und in ein aufgewirbeltes Kunststoffpulverbett (Performance Polymer Alloy) getaucht. Dabei schmilzt eine homogene, 0,3 mm dicke Kunststoffschicht auf, die folgende Vorzüge aufweist: glänzende, porenfreie Oberfläche, elastisch und schlagzäh, beständig gegen verdünnte Säuren und Laugen, licht-, luft- und witterungsbeständig.

**Zubehörteile** sind in einem separaten Prospekt beschrieben.

# Aufstellungs- und Betriebshinweise

## Schalldruck

Die angegebenen Werte in dB(A) beziehen sich auf einen Messabstand von 3 m in waagrechter Verlängerung der Ventilatorwelle (größte Schallentwicklung). Obwohl die vorwärts gekrümmten Ventilatorräder der größeren Geräte mit Radialventilatoren von einer namhaften Firma hergestellt und für besonders geräuscharmen Lauf bei hohem Wirkungsgrad ausgelegt sind, müssen die dB(A) Angaben als Richtwerte dienen, da die Aufstellungsverhältnisse (Schallreflexionen von Gebäudewänden etc.) sehr verschieden sind.

## Kühlleistungen bei Antrieb der Radialventilatoren mit Frequenz geregeltem Ventilatormotor

Regelbereich zwischen 50 und 10 Hz. Stufenlose Drehzahlregelung von 1500 min<sup>-1</sup> bis 300 min<sup>-1</sup>, dabei geht die Kühlleistung von 100 auf 25 % zurück. Wenn der Ventilator und die Besprühung abgeschaltet werden, ist die Kühlleistung nur noch etwa 5 % je nach Umgebungslufttemperatur. Die Auswahl der Motoren sollte so erfolgen, dass die Motorenleistung etwa 10-15% über der Ventilatorleistungsaufnahme des jeweiligen Gerätes liegt. Die max. Baugröße für alle Motoren ist 200 L, höchstens jedoch 320 kg.

## Standardgeräte mit 2 Motoren

Geräte mit 4, 5 und 6 Ventilatoren sind mit 2 Motoren, die zusammen ein- und ausgeschaltet werden müssen, ausgerüstet. Falls eine getrennte Schaltung gefordert ist, sind zwei getrennte Geräte einzusetzen, die zu einer Einheit zusammengefügt werden können (Beispiel: statt 1 x 4/77 → 2 x 2/77) oder es ist eine luftseitige Trennwand (gegen Mehrpreis) vorzuschreiben.

## Prüf- und Betriebsdruck

Prüfdruck: 15 bar; zul. Betriebsüberdruck: max. 8 bar. Zul. Betriebstemperatur max. 100 °C.

## Frischwassereinspeisung und Wasserverbrauch

Die Einspeisemenge setzt sich zusammen aus Verdunstungsmenge und Abtropfverlusten. Die Besprühung erfolgt intermittierend, d.h. es wird nur soviel Wasser versprüht wie verdunstet wird. Die maximalen Verdunstungsverluste betragen je abgeführten kW Kühlleistung 1,49 kg/h bei maximaler ausgelegter Kühlleistung und Feuchtkugeltemperatur 21 °C. Die Abtropfverluste betragen maximal 10 % von den Verdunstungsverlusten. Als Frischwasser darf nur Osmosewasser oder Wasser entsprechender Qualität verwendet werden.

## Wascheinrichtung

Der Waschvorgang wird mit normalem Leitungswasser durchgeführt. Für den Waschvorgang wird Warmwasser von 45 bis 50 °C und ein Spezialreiniger benötigt, der automatisch dazu dosiert wird. Erforderlicher Sprühdruk 3,5 bar. Der Reinigungszyklus ist einstellbar. Je nach Betriebsbedingungen muss eine Reinigung nach 70 bis 150 Betriebsstunden durchgeführt werden. Der Wasserverbrauch pro Waschvorgang richtet sich nach der Gerätegröße.

## Hydraulikstation mit Steuerung

Die Hydraulikstation muss in einen beheizten Raum aufgestellt werden. Sie wird anschlussfertig mit allen erforderlichen Sicherheitskomponenten und -armaturen, Reinigungsbehälter und Dosierpumpe geliefert. Jeder Schaltschrank ist für eine Netzspannung von 230/400 V, 50 Hz, in Schutzart IP 35 nach VDE ausgelegt. Die Anbindung des Ventilatormotors an den Frequenzumrichter muss mit abgeschirmten Leitungen erfolgen. Die Kabellänge zwischen Ventilatormotor und Schaltschrank darf maximal 15 bis 20 m betragen.

## Zubehör

Ventilatormotoren, Überfüllsicherung, Abluftklappe „Auf/Zu“, Einblasklappe „Auf/Zu“, Wartungskanal, Hydraulikstation, Steuerung, Sprühraumluken, Schalldämpfer, Ventilatorverkleidung, Ablufthaube, Abluftdüse, Gummituchstutzen, Längsdämmbügel, Neoprenegummistreifen, „oben an/oben aus“ Ausführung usw. Diese Zusatzausführungen sind in der Broschüre „Zubehör“ beschrieben und erfordern einen Mehrpreis.

## Anlieferungsmöglichkeiten

- 1 Alle Geräte können im zerlegten Zustand geliefert werden. Die Montage erfolgt auf der Baustelle. Der Lamellenwärmetauscher ist das größte und schwerste Einzelteil. Ein Kran wird benötigt, um die Teile abzuladen und um den Lamellenwärmetauscher nach Errichtung des Gerätegehäuses einzulegen.
- 2 Im zusammengebauten, betriebsbereiten Zustand sind die Geräte Größe 33 bis einschließlich 2/77 lieferbar. Ein Kran wird nur einmal benötigt, um das Gerät vom LKW auf das vorbereitete Fundament zu setzen. Montagekosten entstehen nicht.

## Wichtige Hinweise

- 1 Es sind nur Fundamente nach unseren Vorschlägen zu verwenden. Die Fundamente für unsere Geräte (samt Verkleidungen) sollten bei Aufstellung im Freien wasserdicht sein. Bei Aufstellung im Raum trifft dies sowohl für die Fundamente als auch für den Boden zu, wobei der Boden zweckmäßigerweise als Wanne ausgebildet wird. Das Dichten kann leicht durch Zugabe eines Dichtmittels in den Beton, durch Auftragen einer wasserdichten Farbschicht oder durch Blech- oder Kunststoffabdeckungen erreicht werden.
- 2 Durchbiegung von Auflageträgern unter dem Gerät auf gesamte Länge max. L/400, bei Längsdämmbügel und Neoprenegummiunterlagen (wegen gleichmäßiger Belastung) max. L/600.
- 3 Die Geräte sind waagrecht aufzustellen bzw. auszurichten, zul. Toleranz 5 mm/3 m Länge, gemessen am Gerät.
- 4 Mit 2 oder mehreren Ventilatormotoren betriebene Geräte haben keine Trennwand, die Motoren müssen deshalb gleichzeitig oder höchstens 10 s verzögert geschaltet werden. Die Schalthäufigkeit des Ventilatormotors sollte 15/h nicht überschreiten.
- 5 Geräte, die aufgrund ihrer geringen Breite oder mit Kanalaufbauten ihrer Höhe oder der großen Windangriffsfläche wegen kippen können, sind durch Befestigen auf dem Fundament entsprechend zu sichern.
- 6 Sofern Tropfenabscheider und Sprühsystem nicht frei zugänglich sind, empfehlen wir unbedingt den Einbau von Sprühraumluken oder dem Abluftwartungskanal.
- 7 Bauseitige Rohrleitungen und Sammler/Verteiler dürfen die Geräteanschlüsse nicht belasten und müssen bauseits abgestützt bzw. aufgehängt werden.
- 8 Sind die Geräte Körperschall isoliert gelagert, so müssen zwischen den Geräteanschlüssen und beidseitigen Rohrleitungen bauseitig Kompensatoren eingebaut werden.
- 9 Die in der jeweiligen Auftragsbestätigung aufgeführten Hinweise sind im Einzelfall zu berücksichtigen.
- 10 Damit Anschlüsse und Zubehörteile entsprechend angeordnet werden können, sollte die Platzierung des Geräts bei der Bestellung angegeben werden (evtl. Aufstellungszeichnung bei großen Anlagen).
- 11 Deckendurchbrüche sollten generell ca. 100 mm größer als die Geräteabmessungen sein, so dass je Seite ein Spalt von ca. 50 mm besteht, der durch eine Verwahrung geschlossen wird.
- 12 Fundamente möglichst einheitlich (ca. 100 mm länger als die Gehäuseabmessungen) erstellen.
- 13 Bei Dach- oder anders exponierter Aufstellung sind am Kühlturmgehäuse Blitzableiter und Überspannungsschutz erforderlich bzw. empfohlen.
- 14 Die angegebenen Maße sind Richtwerte. Wegen der Toleranzen ist die Verrohrung am fertigen Gerät herzustellen.

# Besondere Konstruktionsmerkmale

## Bauweise

- 1 „Blas durch“-Hybridkühler. Der Ventilator ist dem Gerät vorgeschaltet und damit nicht der wassergesättigten, korrosionsbeschleunigenden Abströmluft ausgesetzt.
- 2 Luft „im Kurzschluss“ ist bei der gewählten Anordnung nicht möglich.
- 3 Druckraum. Die Ventilatoren fördern die Luft in einen Druckraum, in dem ein intensiver Wärmeaustausch zwischen der Luft und dem Sprühwasser stattfindet.
- 4 Völlig zerlegbar, da alle Konstruktionsteile durch Schrauben verbunden sind.
- 5 Einfacher Anschluss von Abluftkanälen, da ein umlaufender Flansch auf der Austrittsseite vorhanden ist.
- 6 Einfache Montage, wenn der Zusammenbau an Ort und Stelle erfolgen soll. Die rechteckige Bauweise ist Platz sparend.
- 7 Kompaktbauweise, mit besonders geringer Gerätehöhe und niedrigem Gewicht.
- 8 Reichhaltiges Zubehör. Drehzahlgeregelte Antriebsmotoren für die Ventilatoren. Wascheinrichtung für die Lamellenwärmetauscher, kühllastabhängige Regelung, Neoprenummiststreifen oder Längsdämmbügel zur Körperschallisolierung, Ventilatorverkleidungen, Zu- und Abluftschalldämpfer, Standardablufthauben, Sprühraumluken und weiteres Zubehör sind in der jeweils gültigen Zubehörliste beschrieben.

## Ausführung

- 1 Oberflächenschutz durch Wirbelsinterung:  
Alle sendzimverzinkten Blechteile des Gerätes werden in einem speziellen Verfahren gegen Korrosion geschützt. Die gesäuberten und entfetteten Teile werden hierzu in einem Durchlaufofen auf Objekttemperatur erhitzt und in ein aufgewirbeltes Kunststoffpulverbett eingetaucht (Wirbelsinterverfahren). Dabei schmilzt eine homogene, ca. 0,3 mm dicke thermoplastische Performance Polymer Alloy Kunststoffschicht auf. Diese Oberflächenbeschichtung weist folgende Vorzüge auf: Glänzende, porenfreie Oberfläche, elastisch und schlagzäh, beständig gegen verdünnte Säuren und Laugen, licht-, luft- und witterungsbeständig. (Ventilatorrad mit Welle und Riemenscheiben, Sprühverteiler, Schrauben, Muttern und alle im Vollbad verzinkten Teile sind nicht wirbelgesintert).
- 2 Kühllastabhängige Sprüheinrichtung.
- 3 Automatischen, periodisch arbeitende Lamellenwärmetauscherwascheinrichtung.

## Betrieb

- 1 Umweltschonende Betriebsweise durch Kombination der Vorteile Nass-/Trockenkühlung.
- 2 Großer Trockenkühlbereich, keine Schwadenbildung.
- 3 Kein Sekundärkreislauf, keine Wasserbehandlung.
- 4 Hohe Wintersicherheit.

## Wartung

- 1 Durch die niedrige Bauhöhe sind die Geräte leicht für Wartungsarbeiten zugänglich.
- 2 Die Wascheinrichtung zur automatischen, periodischen Reinigung der Lamellenwärmetauscher verhindert Ablagerungen von Schmutz und Mineralien.
- 3 Durch die Vielzahl der in der Bundesrepublik und in der Schweiz installierten Anlagen steht ein wirkungsvoller Kundendienst zur Verfügung.

## Geräusche

- 1 Geräte mit Radialventilatoren sind geräuscharm. Die vorwärtsgekrümmten Schaufeln der Ventilatorräder gestatten eine niedrige Drehzahl. Durch die erheblichen Druckreserven können zusätzliche Schalldämpfer etc. am Gerät angebracht werden.

Technische Änderungen vorbehalten.