

Körting Information

Leistungsmessungen an Dampfstrahl-Vakuumpumpen

Messung des
Saugdruckes/Vakuums

Messung des
Saugstromes

Messung der
Evakuierungszeit

Messung des
Treibdampfverbrauches

Messung des Kühl-
wasserverbrauches

Diese Information enthält eine Kurz-
form der Leistungsmessung.

In dieser Form kann die Leistungs-
messung in Problemsituationen
schnell und einfach durchgeführt
werden.

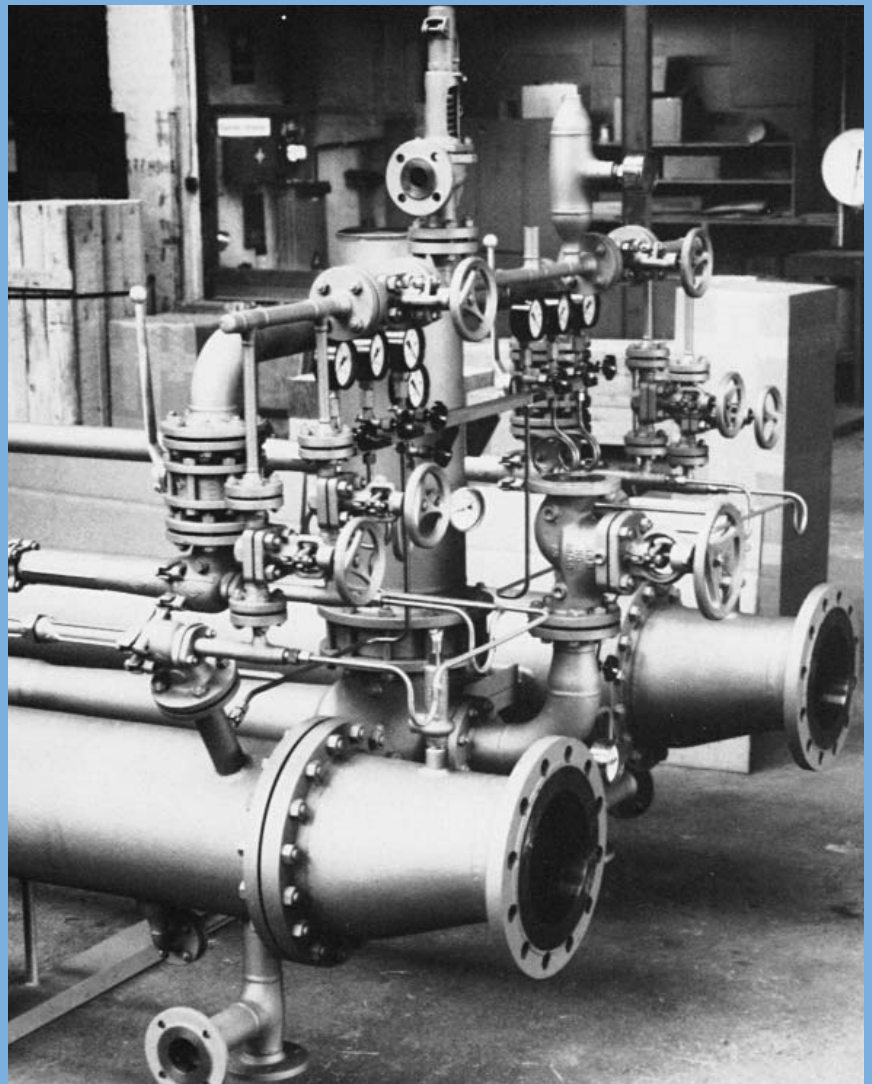
Eine vollständige Beschreibung mit
allen Möglichkeiten der Versuchs-
durchführung und den Regeln zur
Messung von Temperaturen, Drücken
und Massenströmen steht in der:

DIN 28430: Meßregeln für Dampf-
strahl-Vakuumpumpen und Dampf-
strahlkompressoren
sowie in Veröffentlichungen des:

HEAT EXCHANGE INSTITUTE
(HEI, New York)

in den:

VDMA-Einheitsblättern 24294





Einleitung

Leistungsmessungen an Dampfstrahl-Vakuumpumpen dienen dem Nachweis von Leistung (Saugdruck, Saugstrom, Anfahrzeit) und Verbrauch (Treibdampf, Kühlwasser) von Dampfstrahl-Vakuumpumpen = DVP oder Aggregaten, die solche enthalten.

Sie können auf dem Prüfstand (zu bevorzugen) oder am Aufstellungsort durchgeführt werden. Sie dienen zur Kontrolle/Gewährleistung der Auslegungsdaten und zur Überprüfung laufender oder gewarteter Anlagen. Schwerpunkt der hier beschriebenen einfachen Form ist die Bestimmung des Saugdruckes und des Saugstromes im Problemfall vor Ort.

1.0 Messung des SaugdruckesNakuums

Der Saugdruck wird am Saugstutzen oder am Kopf der Strahlpumpe gemessen.

Hier herrscht bei vollständiger Funktion der garantierte Auslegungsdruck. Unter Berücksichtigung eventueller Verluste der Zuleitung (Einlauf, Länge) bestimmt dieser Saugdruck das Vakuum in der zu evakuierenden Anlage (im Prozeß).

1.1 Meßort und Meßanschluß

Gemessen wird der Saugdruck an einer (bereits vorhandenen) Meßstelle direkt am Saugstutzen oder am Kopf der Strahlpumpe. Wird eine neue Anschlußstelle benötigt, sollte diese als Bohrung

(Durchmesser 10 mm, senkrecht zur Strömungsrichtung, ohne Grat) an einer geraden Rohrleitungsstelle mit ungestörter Strömung ausgeführt werden.

Die Anschlußleitungen (Minstdurchmesser 10 mm, aus Kupfer, dickwandigem Gummi oder durchsichtigem Kunststoff) sollten möglichst kurz und ohne Durchhang verlegt sein.

Um störendes Kondensat (Ausdampfen, Verschließen der Meßleitung) zu vermeiden, müssen die Meßleitungen **regelmäßig** belüftet werden. Die Leitungen müssen stets sauber sein. Durchsichtige Leitungen ermöglichen eine gute Kontrolle. Kühlfallen und chemische Trocknungseinrichtungen sind nicht zulässig. Verbindungsstellen sind besonders sorgfältig zu behandeln. Bedingt durch die relativ kleine Meßleitung würden eventuelle Leckagen die Messung erheblich verfälschen. Eine Absperrvorrichtung in der Meßleitung ermöglicht den Anschluß des Meßgerätes an das Vakuum, ohne Beeinflussung des zu messenden Druckes.

1.2 Druckmeßgeräte (für Vakuum)

Zum Messen des Saugdruckes sollte ein geeignetes Absolutdruckmeßgerät verwendet werden. (Empfehlungen für geeignete Meßgeräte geben wir gern auf Anfrage.)

Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Druckaufnehmer müssen vor jedem Meßzyklus kalibriert werden (absoluter Nullpunkt und mindestens ein Punkt für die Spanne). Sollte eine Kalibriervorrichtung nicht verfügbar sein, muß zumindest eine



Plausibilitätskontrolle (2 unterschiedliche Meßgeräte zeigen genau den gleichen Wert an) durchgeführt werden.

- **Die Klasse der Meßgeräte muß beachtet werden.** Der angegebene Meßfehler (meist bezogen auf den Meßbereichsendwert) muß für den aktuellen Meßpunkt umgerechnet werden und sollte $\leq 1\%$ sein. **Dieses erfüllen meist nur Labormeßgeräte.** Betriebsmeßgeräte sind oft zu ungenau für diesen Einsatzfall.
- Der Meßbereich des eingesetzten Gerätes muß auf den zu messenden Druck abgestimmt sein, d. h. der gemessene Druck sollte nicht kleiner als 10 % des Meßbereichsendwertes sein.
- Eine eventuelle Lageabhängigkeit des Meßgerätes (siehe Betriebsanleitung des Meßgerätes) ist zu berücksichtigen.
- Die Meßgeräte dürfen nicht zu hohen Temperaturen ausgesetzt werden. Dies ist besonders zu beachten, wenn der Druck an Stellen mit hoher Temperaturbelastung zu messen ist. Bei nicht vollständig temperaturkompensierten Geräten führt eine zu hohe Temperatur zu verfälschten Meßwerten (siehe auch Betriebsanleitung des Meßgerätes).
- Die Meßgeräte müssen frei von Fremdkörpern sein. Evtl. Tröpfchen oder Feststoffpartikel auf der Meßmembran verfälschen durch ihr Gewicht das Meßergebnis.

2.0 Messung des Saugstromes

Da der tatsächliche Saugstrom aus verschiedenen Gasen und Dämpfen oder aus Gemischen der unterschiedlichsten Zusammensetzungen bestehen kann und dieser Saugstrom zum Zwecke eines Leistungsnachweises in vielen Fällen nicht reproduzierbar sein wird, muß man geeignete Äquivalentströme aus Luft bzw. aus Wasserdampf ermitteln und mit diesen dann die Vakuumpumpe prüfen. Zum Nachweis der richtigen Arbeitsweise einer Vakuumpumpe genügt es vielfach schon, mit einem Äquivalentstrom atmosphärischer Luft ohne Berücksichtigung des Anteils kondensierbarer Dämpfe zu prüfen. Grundsätzlich kann man eine mehrstufige Vakuumpumpe als vollständige Einheit in der angegebenen Weise prüfen. Es ist aber auch möglich, jede Stufe einzeln zu prüfen, wobei dann die Druckverhältnisse an der Saug- und Gegendruckseite jeder Stufe nachzuweisen sind.

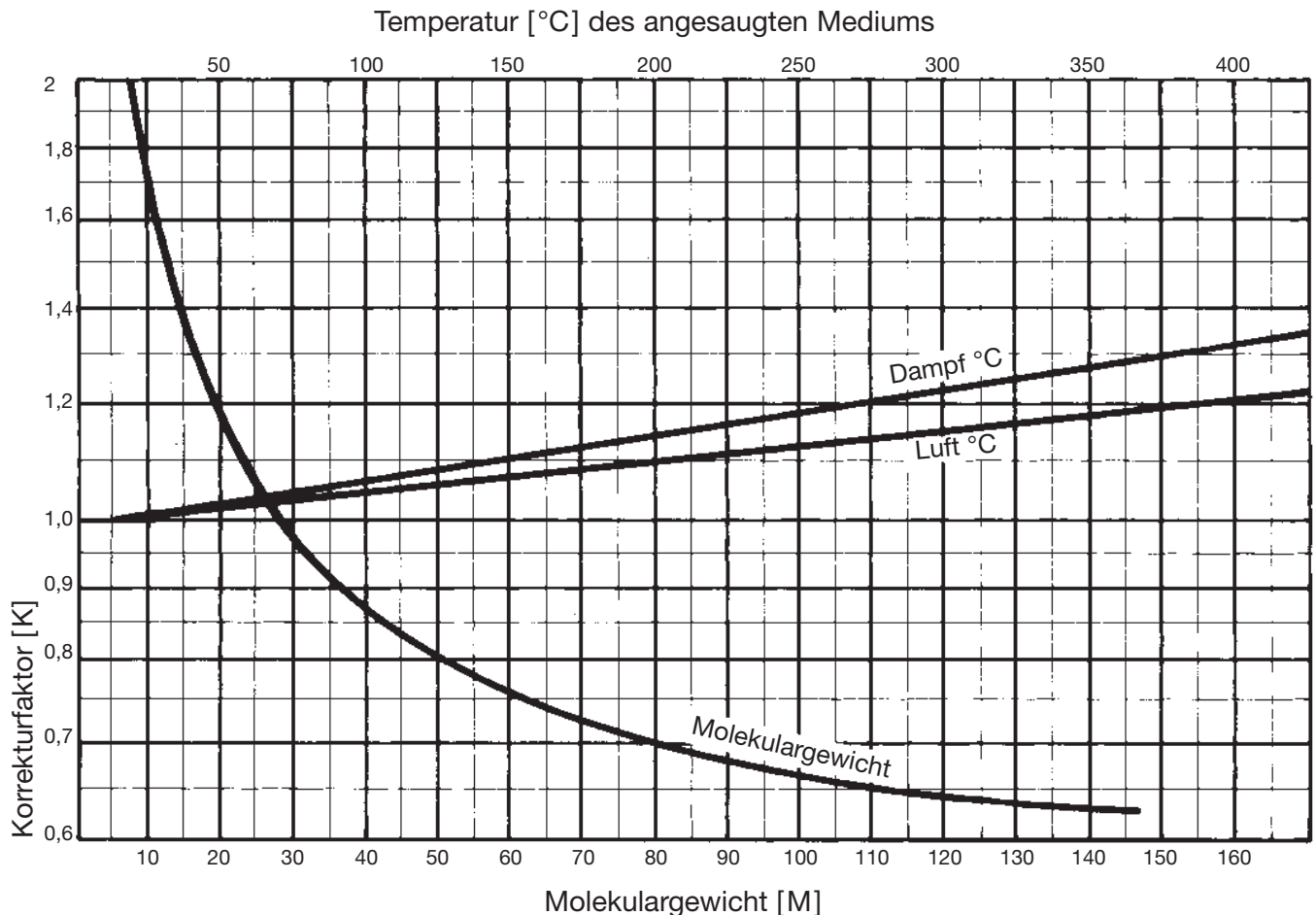
2.1 Meßmethoden

Um den kontinuierlichen Saugstrom eines gasförmigen Mediums zu ermitteln, gibt es verschiedene Methoden wie z. B. Druckdifferenzmessungen an Drosselstellen (Blenden oder Düsen) oder direkte Messungen nach dem Verdränger- und dem Schwimmkörper-Prinzip. Für die Belange von Dampfstrahl-Vakuumpumpen hat sich aber eine besonders einfache und hinreichend genaue Methode als nützlich erwiesen, nämlich das Messen des Saugstroms beim **überkritischen Durchströmen** von entsprechend bemessenen Düsen. Durch eine oder mehrere solcher Düsen läßt man in den saugseitigen Vakuumraum einer Dampfstrahl-Vakuumpumpe atmosphärische Luft oder auch Wasserdampf einströmen, wobei der Saugstrom

lediglich durch den Zustand vor der Düse und durch die engste Düsenbohrung bestimmt wird. Um das überkritische Druckgefälle zu erreichen, muß also z. B. bei atmosphärischer Luft vor der Düse, im Saugraum vor der Dampfstrahlpumpe, ein Druck ≤ 500 mbar vorhanden sein, was auch bei einer einstufigen Dampfstrahl-Vakuumpum-

pe fast immer gegeben ist. Wenn am Aufstellungsort außer Luft und Wasserdampf noch andere Gase oder Dämpfe abzusaugen sind, müssen diese Saugströme unter Berücksichtigung der tatsächlichen Temperaturen zuvor in Luft- bzw. Wasserdampf-**Äquivalente** (kg/h) umgerechnet werden (siehe Kurven Bild 1).

Bild 1: Korrekturfaktor für Saugströme in Abhängigkeit von Molekulargewicht und Temperatur



Beispiel 1:

$$5 \text{ kg Gas (M = 80), } 20^\circ\text{C,} \quad \hat{=} \quad 5 \times 0,7 = 3,5 \text{ kg Luftäquivalent (M = 29), } 20^\circ\text{C}$$

Beispiel 2:

$$20 \text{ kg Wasserdampf (M = 18), } 20^\circ\text{C,} \quad \hat{=} \quad 20 \times 1,21 = 24,2 \text{ kg Luftäquivalent (M = 29), } 20^\circ\text{C}$$

Beispiel 3:

$$100 \text{ kg Wasserdampf } 150^\circ\text{C,} \quad \hat{=} \quad 100 \times 1,1 = 110 \text{ kg Wasserdampf, } 20^\circ\text{C}$$

$$\hat{=} \quad 110 \times 1,21 = 133 \text{ kg/h Luftäquivalent (M = 29), } 20^\circ\text{C}$$



Bei Messungen mit atmosphärischer Luft können bei hinreichender Genauigkeit die Einflüsse des unterschiedlichen Barometerstandes, der Feuchtigkeit und der Temperatur vernachlässigt werden, so daß man allgemein einer bestimmten Düsenbohrung einen bestimmten Luftstrom zuzuordnen kann. Bei Wasserdampf müssen natürlich Druck, Temperatur und unter Umständen Feuchtigkeit berücksichtigt werden.

2.2 Anwendungsbereich

Steht der reale Saugstrom für eine Leistungsprüfung zur Verfügung, kann die gesamte Vakuumanlage als eine Einheit geprüft werden. Muß auf einen äquivalenten Saugstrom zurückgegriffen werden, können nur noch alle direkt hintereinander geschalteten Strahlpumpen als eine Einheit geprüft werden. Der äquivalente Saugstrom hat seine Gültigkeit nur für Strahlpumpen. Die Umrechnung basiert auf strömungsmechanischen Größen. In eventuell vorhandenen Kondensatoren bestimmen dagegen die Partialdrücke des Stoffstromes die Vorgänge. Sie dürfen somit in einer zu prüfenden Baugruppe nicht vorhanden sein. Direkt hintereinander geschaltete Strahlpumpen können auch einzeln geprüft werden. Dabei ist zusätzlich ihr maximaler Gegendruck, auf den sie fördern, mit zu bestimmen.

2.3 Meßort und Meßanschluß

Der benötigte (äquivalente) Saugstrom kann über mehrere Düsen eingegeben werden. Dabei ist es günstig, wenn die Düsen nicht direkt am Kopf der Strahlpumpe angeschlossen werden, sondern an einer zwischengeschalteten Beruhigungsstrecke (siehe Bild 2 und Bild 3). In dieser kann sich der Saugstrom für eine notwendige gleichmäßige Anströmung im Pumpenkopf über den Querschnitt verteilen. Wenn die Strahlpumpe von der zu evakuierenden Anlage nicht abgesperrt werden kann, ist sie eventuell zu drehen und mit einer Düsenaufnahmeverrichtung zu versehen.

2.4 Meßgeräte

Wird nur mit atmosphärischen Luftdüsen gearbeitet, sind keine weiteren Meßgeräte notwendig. Zum Verkleinern des Meßfehlers kann hier durch ein genaues Barometer der Luftdruck bestimmt werden und damit der Massenstrom der Düsen korrigiert werden. Dieses gilt gleichermaßen für die Umgebungstemperatur. Wird mit anderen Gasen und Dämpfen bei nicht atmosphärischen Bedingungen vor der Düse gearbeitet, müssen Druck und Temperatur dort gemessen werden. Für die Druckmeßgeräte gelten die Aussagen von 1.2.

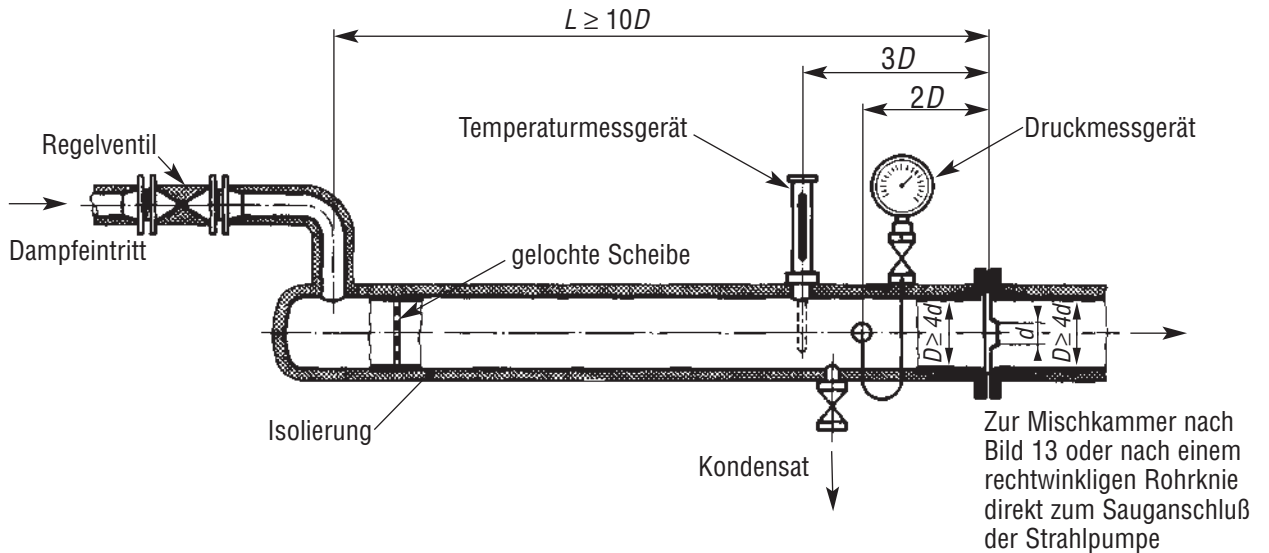


Bild 2: Anordnung für das Messen eines Wasserdampfstromes bei überkritischem Druckverhältnis

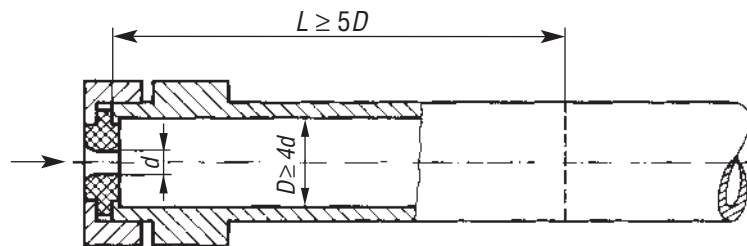


Bild 3: Anordnung für das Messen eines Luftstromes mit HEI-Düse bei überkritischem Druckverhältnis

2.5 Meßdüsen

Zur Leistungsmessung werden Düsen nach HEI-Standard (HEAT EXCHANGE INSTITUTE, New York) eingesetzt (siehe Bild 4). Durch ihre vorgegebene Kontur und Oberflächenqualität ist der Düsenverlustfaktor eindeutig definiert und reproduzierbar. Diese Düsen können deshalb bei sorgfältiger Fertigung unkalibriert eingesetzt werden.

Eine vereinfachte Form mit definiertem Durchsatz ist bei uns erhältlich (Durchsatz von 0.5 bis 15.0 kg/h Luft).

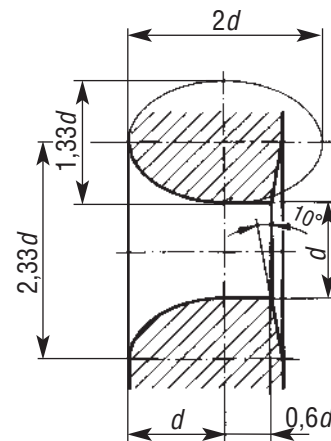


Bild 4: Maßverhältnis der HEI-Düsen



3.0 Messung der Evakuierungszeit

Die Evakuierungszeit ist die Zeit, in der die Vakuumanlage das zu evakuierende Volumen von Umgebungsdruck auf das Endvakuum gemäß Auslegungsdaten evakuiert hat.

Die vorab berechnete Evakuierungszeit gilt für ein Behältervolumen und ohne jeglichen Leckluftstrom während des Evakuierungsvorganges.

4.0 Messung des Treibstromes

Der Treibstrom ist der Dampfstrom, der durch die Treibdüse einer Dampfstrahl-Vakuumpumpe strömt. Er muß trocken (frei von Kondensat), gesättigt oder leicht überhitzt sein. Meßmethode ist wie bei der Saugstrombestimmung die Durchströmung von Düsen mit überkritischem Druckgefälle.

Als Meßdüse wird hier die vorhandene Treibdüse benutzt. Ihre von der HEI-Düse abweichende Form bewirkt einen kleineren Düsenverlustfaktor und damit einen kleineren Dampfstrom als nach HEI berechnet. Gemessen werden müssen Druck und Temperatur direkt vor der Treibdüse. Der Treibdüsendurchmesser kann entweder ausgemessen oder der Betriebsanleitung entnommen werden. Für gesättigten Treibdampf kann bei bekanntem Treibdruck nach bekanntem Treibdüsendurchmesser der Dampfstrom eindeutig mit Hilfe der „Körting-Arbeitsblätter“ Seite A 1-3.2 ermittelt werden.

5.0 Messung des Kühlwasserstromes

Der Kühlwasserstrom ist der Wassermassenstrom, der in einen Kondensator eintritt.

Gemessen werden muß die Aufwärmung, also Ein- und Austrittstemperatur des Kühlwassers. Gemessen werden sollte möglichst direkt an den Ein- und Austrittsstutzen. So können Einflüsse der Umgebung klein gehalten werden. Die Thermometer können direkt oder mit Tauchhülse eingebaut werden. Eingesetzt werden können Quecksilberthermometer oder elektrische Temperaturfühler (z. B. PT100). Wichtig ist, daß die Thermometer regelmäßig kalibriert werden. Die zu messenden Aufwärmungen in den Hauptkondensatoren betragen zum Teil nur 3 °C.

Ist der in dem Kondensator eintretende Dampfstrom bekannt, so kann bei bekannter Kühlwasseraufwärmung der tatsächliche Kühlwasserstrom aus der Wärmebilanz berechnet werden. Eine direkte Bestimmung des Kühlwasserstroms mit Hilfe von Durchflußmeßgeräten ist natürlich ebenfalls möglich.

Eine Abschätzung des Kühlwasserstroms ist auch über die Kennlinie der Kühlwasserpumpe möglich, wenn die Druckerhöhung an der Pumpe bekannt ist.



Körting Information

M 12-6

Wasserdampf Tafel (Sättigungszustand)

p mbar	p Torr	t °C	v' m³/kg	v'' m³/kg	h' kJ/kg	h'' kJ/kg	r kJ/kg	s' kJ/kg K	s'' kJ/kg K
0,000 01	0,000 007 50	-101,64	0,001 076	79 150 000	-509,23	2 311,8	2 821,0	-2 012,4	14,435 6
0,000 02	0,000 015 00	-98,25	0,001 076	40 358 000	-504,56	2 318,3	2 822,9	-1 985,5	14,154 3
0,000 03	0,000 022 50	-96,20	0,001 076	27 221 000	-501,70	2 322,3	2 824,0	-1 969,2	13,989 7
0,000 04	0,000 030 00	-94,71	0,001 076	20 588 000	-499,61	2 325,1	2 824,7	-1 957,4	13,872 6
0,000 05	0,000 037 50	-93,54	0,001 076	16 578 000	-497,95	2 327,4	2 825,3	-1 948,2	13,781 8
0,000 06	0,000 045 00	-92,58	0,001 076	13 888 000	-496,60	2 329,2	2 825,8	-1 940,7	13,708 9
0,000 07	0,000 052 50	-91,75	0,001 076	11 959 000	-495,42	2 330,8	2 826,2	-1 934,1	13,646 1
0,000 08	0,000 060 00	-91,03	0,001 077	10 506 000	-494,39	2 332,1	2 826,5	-1 928,5	13,592 0
0,000 09	0,000 067 51	-90,40	0,001 077	9 371 000	-493,48	2 333,4	2 826,8	-1 923,5	13,544 7
0,000 1	0,000 075 0	-89,81	0,001 077	8 461 000	-492,63	2 334,5	2 827,1	-1 918,9	13,501 3
0,000 2	0,000 150 0	-85,93	0,001 077	4 320 000	-486,99	2 341,8	2 828,8	-1 888,4	13,221 1
0,000 3	0,000 225 0	-83,59	0,001 078	2 916 000	-483,53	2 346,2	2 829,7	-1 870,1	13,057 7
0,000 4	0,000 300 0	-81,88	0,001 078	2 207 000	-480,99	2 349,4	2 830,4	-1 856,7	12,941 1
0,000 5	0,000 375 0	-80,54	0,001 078	1 778 000	-478,98	2 351,9	2 830,9	-1 846,2	12,851 0
0,000 6	0,000 450 0	-79,44	0,001 078	1 490 000	-476,57	2 354,7	2 831,3	-1 835,0	12,781 0
0,000 7	0,000 525 0	-78,48	0,001 078	1 283 000	-475,16	2 356,5	2 831,6	-1 827,7	12,718 4
0,000 8	0,000 600 0	-77,65	0,001 078	1 128 000	-473,93	2 358,0	2 831,9	-1 821,4	12,664 4
0,000 9	0,000 675 1	-76,92	0,001 079	1 006 000	-472,84	2 359,3	2 832,2	-1 815,8	12,617 2
0,001	0,000 750 1	-76,26	0,001 079	908 600	-471,85	2 360,5	2 832,4	-1 810,8	12,575 0
0,002	0,001 500	-71,65	0,001 079	464 600	-465,03	2 368,7	2 833,7	-1 776,6	12,298 8
0,003	0,002 250	-69,06	0,001 080	314 000	-460,76	2 373,7	2 834,5	-1 755,5	12,132 9
0,004	0,003 000	-67,11	0,001 080	237 700	-457,67	2 377,3	2 835,0	-1 740,5	12,018 7
0,005	0,003 750	-65,55	0,001 080	191 600	-455,17	2 380,2	2 835,3	-1 728,4	11,929 0
0,006	0,004 500	-64,28	0,001 080	160 700	-453,12	2 382,5	2 835,6	-1 718,5	11,857 2
0,007	0,005 250	-63,15	0,001 081	138 400	-451,30	2 384,6	2 835,9	-1 709,8	11,794 5
0,008	0,006 000	-62,20	0,001 081	121 700	-449,74	2 386,3	2 836,1	-1 702,4	11,741 8
0,009	0,006 751	-61,35	0,001 081	108 600	-448,34	2 387,9	2 836,2	-1 695,6	11,695 0
0,01	0,007 50	-60,56	0,001 081	98 110	-447,05	2 389,3	2 836,4	-1 689,7	11,652 6
0,02	0,015 00	-55,24	0,001 082	50 260	-436,30	2 398,9	2 837,2	-1 649,0	11,377 1
0,03	0,022 50	-52,17	0,001 082	33 990	-432,87	2 404,8	2 837,6	-1 624,3	11,216 7
0,04	0,030 00	-49,87	0,001 083	25 760	-428,89	2 409,0	2 837,9	-1 606,4	11,103 7
0,05	0,037 50	-48,04	0,001 083	20 780	-425,68	2 412,4	2 838,1	-1 592,1	11,015 4
0,06	0,045 00	-46,53	0,001 083	17 430	-423,01	2 415,2	2 838,2	-1 580,3	10,943 5
0,07	0,052 50	-45,23	0,001 083	15 030	-420,72	2 417,6	2 838,3	-1 570,1	10,882 9
0,08	0,060 00	-44,11	0,001 083	13 210	-418,71	2 419,6	2 838,3	-1 561,4	10,830 9
0,09	0,067 51	-43,08	0,001 084	11 800	-416,98	2 421,5	2 838,4	-1 553,0	10,783 9
0,1	0,075 0	-42,18	0,001 084	10 660	-415,25	2 423,2	2 838,4	-1 546,3	10,742 9
0,2	0,150 0	-36,03	0,001 085	5 472	-404,03	2 434,5	2 839,5	-1 498,4	10,472 4
0,3	0,225 0	-32,24	0,001 085	3 706	-396,99	2 441,5	2 839,5	-1 468,9	10,313 6
0,4	0,300 0	-29,81	0,001 086	2 811	-391,85	2 446,5	2 839,4	-1 447,7	10,202 1
0,5	0,375 0	-27,31	0,001 086	2 269	-387,68	2 450,6	2 839,2	-1 430,7	10,114 5
0,6	0,450 0	-25,21	0,001 086	1 905	-384,23	2 453,9	2 839,1	-1 416,7	10,043 7
0,7	0,525 0	-23,99	0,001 087	1 643	-381,33	2 456,7	2 839,0	-1 405,0	9,985 3
0,8	0,600 0	-22,83	0,001 087	1 445	-378,70	2 459,2	2 837,9	-1 394,5	9,933 2
0,9	0,675 1	-21,40	0,001 087	1 291	-376,33	2 461,4	2 837,7	-1 385,1	9,887 2
1	0,750	-20,33	0,001 087	1 167	-374,25	2 463,4	2 837,6	-1 376,8	9,847 1
2	1,500	-12,91	0,001 089	600,5	-359,67	2 477,0	2 836,7	-1 320,0	9,580 1
3	2,250	-8,37	0,001 090	407,3	-350,62	2 485,3	2 835,9	-1 285,5	9,424 9
4	3,000	-5,05	0,001 091	309,3	-343,93	2 491,4	2 835,3	-1 260,4	9,315 0
5	3,750	-2,41	0,001 092	249,9	-338,59	2 496,2	2 834,8	-1 240,6	9,229 8
6	4,500	0,21	0,001 093	209,9	-334,12	2 500,2	2 834,3	-1 224,1	9,160 3
7	5,250	1,886	0,001 093	181,32	-331,79	2 503,0	2 834,1	-1 209,9	9,107 7
8	6,000	3,767	0,001 094	159,74	-329,82	2 505,5	2 833,9	-1 197,5	9,058 6
9	6,751	5,454	0,001 094	142,82	-328,22	2 507,9	2 833,7	-1 186,0	9,013 3
10	7,501	6,984	0,001 094	129,21	-326,84	2 510,4	2 833,5	-1 175,0	8,971 6
11	8,251	8,393	0,001 094	118,02	-325,61	2 512,4	2 833,4	-1 164,9	8,931 8
12	9,001	9,673	0,001 094	108,67	-324,50	2 514,4	2 833,3	-1 155,0	8,893 0
13	9,751	10,87	0,001 094	100,73	-323,56	2 516,1	2 833,2	-1 146,1	8,855 8
14	10,501	11,99	0,001 094	93,90	-322,76	2 517,6	2 833,1	-1 137,3	8,820 3
15	11,251	13,04	0,001 094	87,96	-322,06	2 518,9	2 833,0	-1 128,6	8,786 8
16	12,001	14,03	0,001 094	82,87	-321,45	2 520,0	2 832,9	-1 120,1	8,755 3
17	12,751	14,97	0,001 094	78,13	-320,91	2 520,9	2 832,8	-1 111,7	8,725 4
18	13,501	15,86	0,001 094	73,03	-320,42	2 521,6	2 832,7	-1 103,4	8,697 2
19	14,251	16,70	0,001 094	68,34	-320,00	2 522,2	2 832,6	-1 095,1	8,670 6
20	15,001	17,51	0,001 094	64,01	-319,63	2 522,7	2 832,5	-1 086,9	8,645 6
21	15,751	18,28	0,001 094	60,00	-319,31	2 523,1	2 832,4	-1 078,7	8,621 9
22	16,501	19,03	0,001 094	56,24	-319,02	2 523,4	2 832,3	-1 070,6	8,600 0
23	17,251	19,75	0,001 094	52,69	-318,76	2 523,6	2 832,2	-1 062,5	8,579 7
24	18,001	20,43	0,001 094	49,31	-318,53	2 523,7	2 832,1	-1 054,5	8,560 9
25	18,751	21,09	0,001 094	46,04	-318,33	2 523,7	2 832,0	-1 046,6	8,543 6
26	19,501	21,73	0,001 094	42,87	-318,15	2 523,6	2 831,9	-1 038,7	8,527 8
27	20,251	22,35	0,001 094	40,47	-318,00	2 523,5	2 831,8	-1 031,0	8,513 3
28	21,001	22,95	0,001 094	38,19	-317,87	2 523,4	2 831,7	-1 023,4	8,500 4
29	21,751	23,53	0,001 094	36,02	-317,76	2 523,3	2 831,6	-1 016,0	8,488 8
30	22,501	24,09	0,001 094	33,96	-317,66	2 523,2	2 831,5	-1 008,7	8,478 6
32	24,001	25,07	0,001 094	29,99	-317,52	2 523,0	2 831,4	-1 001,5	8,469 5
34	25,501	26,19	0,001 094	26,59	-317,40	2 522,8	2 831,3	-994,4	8,461 4
36	27,001	27,16	0,001 094	23,66	-317,30	2 522,6	2 831,2	-987,4	8,454 3
38	28,501	28,09	0,001 094	21,12	-317,21	2 522,5	2 831,1	-980,5	8,448 0
40	30,001	28,97	0,001 094	18,82	-317,14	2 522,4	2 831,0	-973,7	8,442 6
42	31,501	29,82	0,001 094	16,70	-317,08	2 522,3	2 830,9	-967,0	8,437 8
44	33,001	30,63	0,001 094	14,72	-317,03	2 522,2	2 830,8	-960,4	8,433 6
46	34,501	31,41	0,001 094	12,84	-317,00	2 522,1	2 830,7	-954,0	8,429 7
48	36,001	32,17	0,001 094	11,03	-316,98	2 522,0	2 830,6	-947,7	8,426 2
50	37,501	32,89	0,001 094	9,38	-316,97	2 521,9	2 830,5	-941,5	8,423 0
55	41,251	34,60	0,001 094	5,78	-316,96	2 521,8	2 830,4	-935,4	8,420 1
60	45,001	36,18	0,001 094	3,74	-316,95	2 521,7	2 830,3	-929,3	8,417 4
65	48,751	37,65	0,001 094	2,22	-316,94	2 521,6	2 830,2	-923,3	8,414 8
70	52,501	39,02	0,001 094	1,25	-316,93	2 521,5	2 830,1	-917,3	8,412 3
75	56,251	40,32	0,001 094	0,74	-316,92	2 521,4	2 830,0	-911,3	8,410 0
80	60,001	41,54	0,001 094	0,46	-316,91	2 521,3	2 829,9	-905,3	8,407 8
85	63,751	42,69	0,001 094	0,28	-316,90	2 521,2	2 829,8	-900,0	8,405 8
90	67,51	43,79	0,001 094	0,18	-316,89	2 521,1	2 829,7	-895,0	8,403 9
95	71,26	44,84	0,001 094	0,12	-316,88	2 521,0	2 829,6	-890,0	8,402 2
100	75,01	45,84	0,001 094	0,08	-316,87	2 520,9	2 829,5	-885,0	8,400 6
110	82,51	47,71	0,001 094	0,04	-316,86	2 520,8	2 829,4	-880,0	8,399 1
120	90,01	49,45	0,001 094	0,02	-316,85	2 520,7	2 829,3	-875,0	8,397 7
130	97,51	51,07	0,001 094	0,01	-316,84	2 520,6	2 829,2	-870,0	8,396 4
140	105,0	52,58	0,001 094	0,01	-316,83	2 520,5	2 829,1	-865,0	8,395 2
150	112,5	54,00	0,001 094	0,01	-316,82	2 520,4	2 829,0	-860,0	8,394 0

Lieferprogramm

Strahlpumpen

Dampfstrahl-Kompressoren (Brüdenverdichter)
Dampfstrahl-Vakuumpumpen
Dampfstrahl-Flüssigkeitspumpen

Gasstrahl-Kompressoren
Gasstrahl-Vakuumpumpen (u. a. für Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen)
Gasstrahl-Feststoffpumpen (pneumatische Förderung)
Gasstrahl-Gasmischer
Abgasventilatoren

Flüssigkeitsstrahl-Gaskompressoren
Flüssigkeitsstrahl-Vakuumpumpen
Flüssigkeitsstrahl-Flüssigkeitspumpen
Flüssigkeitsstrahl-Feststoffpumpen

Mehrstufige Dampfstrahl- vakuumanlagen

Treibmedium Wasserdampf :
- ohne Zwischenkondensation
- mit Mischkondensation (geschlossene Kreisläufe)
- mit Oberflächenkondensation
- kombiniert mit Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe

Treibmedium Prozessdampf :
- mit Mischkondensation (geschlossene Kreisläufe)
- mit Oberflächenkondensation
- kombiniert mit Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe

Verfahrenstechnische Anlagen

Eis- / Trocken- und Tieftemperatur-Kondensationsanlagen
Vakuum-Kühlanlagen und -Kristallisationsanlagen
Eindampfanlagen (für Mercerisierlauge)
Anlagen zur Entstaubung, Absorption und Gaskühlung

Komponenten für verfahrenstechnische Anlagen

Venturi- und Strahlgaswäscher
Drall-Tropfenabscheider
Ejektoren zur Wasser- und Abwasserbelüftung
Dampfstrahl-Flüssigkeitserhitzer
Flüssigkeitsstrahl-Mischdüsen
Heißdampfkühler
Mischkondensatoren (Einspritzkondensatoren)
Oberflächenkondensatoren (Rohrbündelkondensatoren)



Körting Hannover AG

Bereich S
Strahlpumpen
Vakuumtechnik

Badenstedter Straße 56
D-30453 Hannover
Postfach 91 13 63
D-30433 Hannover

Telefon: +49 511 2129-0
Telefax: +49 511 2129-223
Internet: <http://www.koerting.de>
E-Mail: s@koerting.de