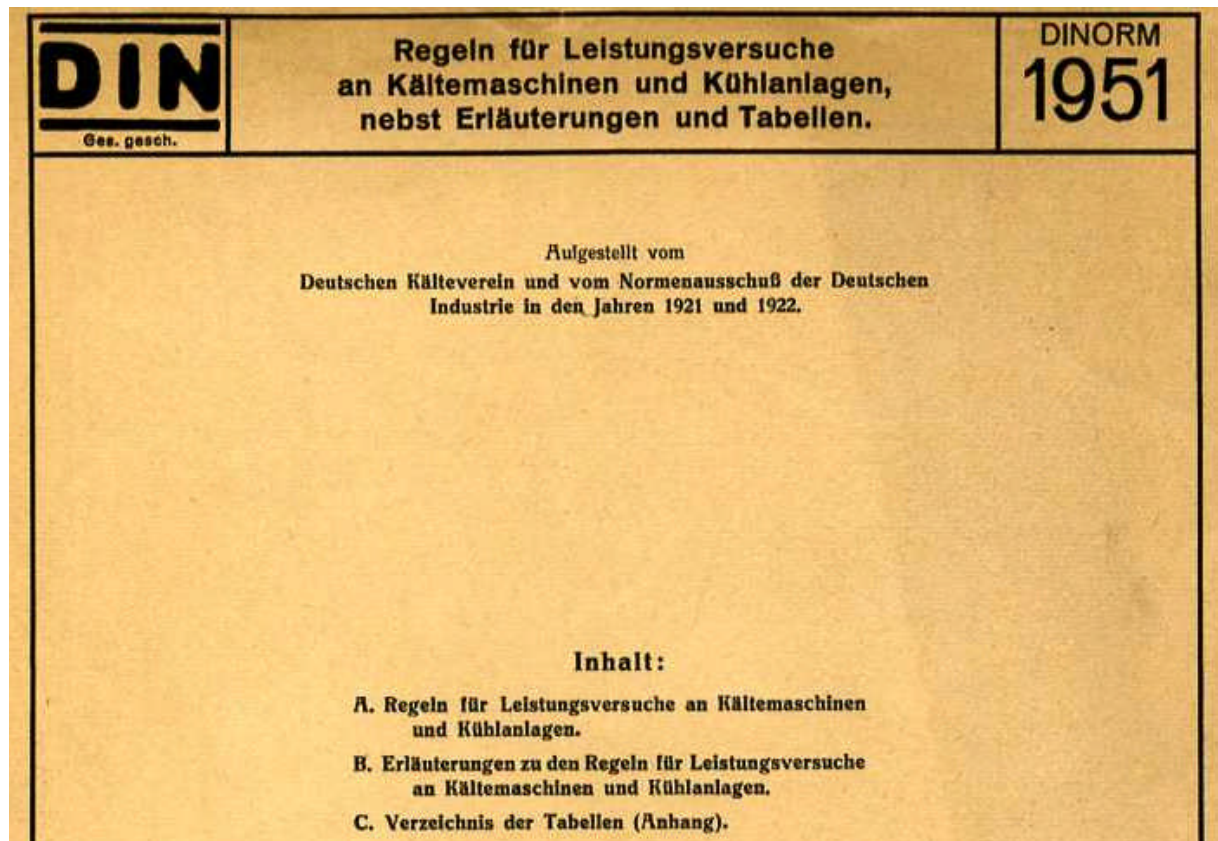


DIN 1951 von 1922

Von Helmut Barowsky haben wir die erste Ausgabe der DIN 1951 – **Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen, nebst Erläuterungen und Tabellen** von 1922 erhalten – ein wirklich historisches Dokument. In ihm wurde zum ersten Mal beschrieben, wie die Leistung von Kältemaschinen zu messen und zu bewerten ist. Autoren dieser Norm sind so bekannte Koryphäen wie Altenkirch und Plank.



Wegen der historischen Bedeutung dieses Dokumentes haben wir das Original digitalisiert und in die Website gestellt, natürlich nicht ohne Einwilligung des DIN:

gegen die beabsichtigte Verwendung der DIN 1951 in der Ausgabe von 1922 als geschichtliches Dokument auf Ihrer Website haben wir keine Einwände

DIN - Stabsstelle Archiv

i. A. Peter Anthony
Koordinator Archivdienste

Dokument umseitig

Aufgestellt vom
Deutschen Kälteverein und vom Normenausschuß der Deutschen
Industrie in den Jahren 1921 und 1922.

Inhalt:

- A. Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen
und Kühlanlagen.
- B. Erläuterungen zu den Regeln für Leistungsversuche
an Kältemaschinen und Kühlanlagen.
- C. Verzeichnis der Tabellen (Anhang).

17. Juli 1922.

Die »Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen« stellen das Ergebnis der Beratungen des unterzeichneten Ausschusses dar, der vom Deutschen Kälteverein in der Hauptversammlung 1920 gewählt wurde. Der vom Ausschuß ausgearbeitete Entwurf ist in dieser Zeitschrift 1921, Heft 4, S. 45—56, veröffentlicht und der Hauptversammlung des D. K. V. 1921 vorgelegt worden. Er wurde mit einigen hier berücksichtigten Änderungen genehmigt.

Die Regeln beschränken sich zunächst auf Kompressions-Kaltdampfmaschinen, weil den anderen Systemen (Absorptionsmaschinen, Kaltluftmaschinen, Dampfstrahl-Kältemaschinen) keine so große wirtschaftliche Bedeutung zukommt und die Versuchsmethoden bei ihnen noch nicht einheitlich durchgearbeitet sind.

Die Regeln lehnen sich sinngemäß an die vom Verein Deutscher Ingenieure und dem Verein

Deutscher Maschinenbauanstalten im Jahre 1912 aufgestellten »Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren« an.

Die Regeln zerfallen in drei Teile, und zwar

- A. den Wortlaut der »Regeln«,
- B. die Erläuterungen und Ausführungsbestimmungen,
- C. den Anhang mit den Tabellen.

Die Kreise der Kälteerzeuger und Kälteverbraucher werden gebeten, sich dieser Regeln zu bedienen, und alle Erfahrungen, die damit gemacht werden, dem Deutschen Kälteverein, Arbeitsabt. I, z. Zt. Danzig, Technische Hochschule, z. H. des Herrn Prof. Dr.-Ing. R. Plank, mitzuteilen. Diese gesammelten Erfahrungen werden der Hauptversammlung des D. K. V. zur Diskussion vorgelegt und gegebenenfalls in Neuauflagen der »Regeln« berücksichtigt werden.

Deutscher Kälte-Verein.

Ausschuß für die Aufstellung von Regeln für Leistungsversuche.

Altенkirch, Kaufmann, Knoke, Dr. Krause, Lukas, Meckel
(zugleich für den Normenausschuß der deutschen Industrie),
Prof. Dr. Plank.

A. Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen.

I. Allgemeine Bezeichnungen:

Q_0 (q_0) Kälteleistung, Verdampferleistung in kcal/h (kcal/m³),

Q (q) Kondensatorleistung in kcal/h (kcal/m³),

$J = 427 \frac{\text{mkg}}{\text{kcal}}$ mechanisches Wärmeäquivalent,

A_i indizierte Kompressorarbeit in mkg,

N_i indizierte Kompressorleistung in PS oder kW,

$K = \frac{Q_0}{N_i}$ spezifische Kälteleistung in $\frac{\text{kcal}}{\text{PS h}}$ oder $\frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}$

p_0 Verdampferdruck in at abs.,

p Kondensatordruck in at abs.,

T_0 (t_0) Verdampfungstemperatur,

T (t) Kondensationstemperatur,

T_u (t_u) Temperatur des unterkühlten Kältemediums vor dem Regulierventil,

T_s (t_s) Soletemperatur,

T_l (t_l) Lufttemperatur,

T_w (t_w) Kühlwassertemperatur,

$t_{\text{ein}}, t_{\text{au}}, \dots$ Temperaturen beim Eintritt,

$t_{\text{ein}}, t_{\text{au}}, \dots$ * * Austritt,

$G_s, G_w, \dots$ Solegewicht, Wassergewicht, . . . in kg,

c spezifische Wärme,
 γ spezifisches Gewicht,
 n Umlaufzahl in der Minute,
 λ Lieferungsgrad,
 η Wirkungsgrad.

II. Festlegung praktischer Normaltemperaturen.

- a) Für das «innere Verhalten» im Kaltdampf (vgl. die Erläuterungen unter B II)
 $t_0 = -10^\circ$, $t = +25^\circ$, $t_u = +12^\circ$.
 b) Für das «äußere Verhalten» in der Sole oder Luft und im Kühlwasser (vgl. Erl. B II.)
 $t_t = 0^\circ$, $t_s = -5^\circ$, $t_{er} = +10^\circ$, $t_{wa} = +20^\circ$

III. Vergleichsprozesse.

- a) Carnotscher Kreisprozeß im Gebiet gesättigter Dämpfe:

α) Für das innere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte von T und T_0 , wie in der Garantie angegeben.

β) Für das äußere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte der tiefsten Soletemperatur T_{sa} oder Lufttemperatur T_{ta} (als Temperatur der unteren Isotherme) und der Kühlwasserablaufftemperatur T_{wa} (als Temperatur der oberen Isotherme), wie in der Garantie angegeben.

Die Anwendung dieses Carnotschen Kreisprozesses ist natürlich nicht mehr möglich, wenn der Kondensatordruck den kritischen Druck übersteigt, was z. B. bei CO_2 -Maschinen gelegentlich auftritt.

- b) Vergleichsprozeß mit Regulierventil, Unterkühlung und adiabatischer Kompression trocken gesättigter Ansaugedämpfe (trockener Gang):

α) Für das innere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte von T , T_0 und T_u , wie in der Garantie angegeben.

β) Für das äußere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte der tiefsten Soletemperatur T_{sa} oder Lufttemperatur T_{ta} als Verdampfer-temperatur, der Kühlwasserablaufftemperatur T_{wa} als Kondensatortemperatur und der Kühlwasser-eintrittstemperatur T_{we} als Temperatur der Unterkühlung.

IV. Wirkungsgrade.

Aus der Messung der stündlichen Kälteleistung Q_0 nach einer der im nächsten Abschnitt V genannten Methoden und des indizierten Arbeitsverbrauches N_i des Kolbenkom-

pressors in PS oder kW mit Hilfe des Indikators sind die folgenden Wirkungsgrade zu berechnen:

- a) Für den Kompressor (inneres Verhalten).

α) Der Lieferungsgrad λ , der alle volumetrischen Verluste enthält. Es ist

$$\lambda = \frac{q_0}{q_{0th}};$$

dabei bedeutet q_0 die beim Versuch unter den Garantiebedingungen T , T_0 , T_u tatsächlich gemessene stündliche Bruttokälteleistung (einschließlich der durch Wärmeeinstrahlung in den Verdampfer und in die kalten Leitungen bedingten Verluste) dividiert durch das stündliche (geometrische) Hubvolumen des Kompressors in m^3 , und q_{0th} die unter den gleichen Bedingungen theoretisch mögliche Kälteleistung des Vergleichsprozesses pro m^3 angesaugten Dampfes.

q_{0th} und damit auch λ könnte dabei entweder auf den Carnot-Prozeß (III a α) bezogen werden (λ_c) oder auf den Vergleichsprozeß mit Regulierventil, Unterkühlung und adiabatischer Kompression trocken gesättigter Ansaugedämpfe (III b α). Der auf den Carnot-Prozeß bezogene Lieferungsgrad ist jedoch praktisch bedeutungslos (vgl. B IV).

Die Werte von q_{0th} für den Vergleichsprozeß III b findet man in den Tabellen 4 bis 6 im Anhang. Der «normale» Lieferungsgrad λ_n wird auf die unter II. angegebenen praktischen Normaltemperaturen bezogen.

β) Der indizierte Wirkungsgrad η_i , der die Wirtschaftlichkeit kennzeichnet. Es ist

$$\eta_i = \frac{Q_0/N_i}{Q_{0th}/N_{ith}} = \frac{K}{K_{th}};$$

dabei bedeutet $K = Q_0/N_i$ die beim Versuch unter den Garantiebedingungen (T , T_0 , T_u) tatsächlich gemessene stündliche Brutto-Kälteleistung dividiert durch den indizierten Arbeitsverbrauch in PS oder kW und $K_{th} = Q_{0th}/N_{ith}$ die entsprechende Größe für den theoretischen Vergleichsprozeß.

Q_{0th}/N_{ith} (und damit auch η_i) kann dabei entweder auf den Carnot-Prozeß (III a α) bezogen werden (η_{ic}) oder auf den Vergleichsprozeß (III b α). Diese letzteren Werte von Q_{0th}/N_{ith} findet man in den Tabellen 7 bis 9 des Anhangs.

Der «normale» indizierte Wirkungsgrad η_{in} wird auf die unter II. angegebenen praktischen Normaltemperaturen bezogen.

γ) Außer den unter α) und β) angegebenen Wirkungsgraden kann für den Kompressor noch

der mechanische Wirkungsgrad η_m bestimmt werden.

b) Für die Kühlanlage (äußeres Verhalten).

Man setzt hier in die Ausdrücke für λ (IV a α) und η_i (IV a β) nicht die Bruttokälteleistung, sondern nur die Nettokälteleistung (gemessen im Verdampfer, in der Sole oder in der Luft) unter den Garantiebedingungen (T_{ges} , T_{wa} (oder G_w), T_a (oder T_l)), und bezieht ebenso die theoretischen Werte auf die unter III a β bzw. III b β angegebenen Temperaturen. Die Berechnung von λ_e ist auch hier praktisch bedeutungslos.

V. Messung der Kälteleistung.

a) Bei Solekühlung:

- α) Durch den Solezirkulationsversuch im Beharrungszustand.
- β) Durch Kondensation von Wasserdampf oder elektrische Heizung im Beharrungszustand.
- γ) Durch den Abkühlungsversuch, der jedoch nur dann angewendet werden soll, wenn die Methoden α) oder β) nicht durchführbar sind.
- δ) Durch eine Kombination der Methoden α) oder β) mit γ) als sog. Betriebsversuch sowie zur Verlangsamung eines Abkühlungsversuchs nach γ) bei kleinem Soleinhalt im Verdampfer.

Diese 4 Methoden liefern die Netto-Kälteleistung (äußeres Verhalten). Eine Kontrolle bietet die Wärmebilanz (vgl. Vc α).

b) Bei Eiserzeugern:

Durch den Eisleistungsversuch (Netto-Kälteleistung). Eine Kontrolle bietet die Wärmebilanz (vgl. Vc α).

c) Bei direkter Verdampfung und Tauchkondensator oder Doppelrohrkondensator.

- α) Aus der Wärmebilanz $Q_0 = Q - \int A_i$ durch Messung der im Kondensator abgeführten Wärmemenge Q (Erwärmung des Kühlwassers und Wärmeaustausch mit der Luft)¹⁾ und der indizierten Kompressorarbeit A_i (Brutto-Kälteleistung).

- β) Bei Anlagen mit künstlichem Luftumlauf und Luftkühler: Aus dem Luftzirkulationsversuch im Beharrungs-

zustand (Luftabkühlung und Trocknung) (Netto-Kälteleistung).

d) Bei direkter Verdampfung und Beriebelungskondensator:

- α) Bei Anlagen mit künstlichem Luftumlauf — nach der Methode c β).

- β) Bei stiller Kühlung:

1. im Beharrungszustand durch gleichzeitige Heizung des gekühlten Raumes und Messung der Heizleistung (Kondensation von Wasserdampf, Verbrennung von Leuchtgas oder elektrisch);

2. aus der Abkühlung eines Raumes unter Berücksichtigung des Mauerwerkes und eingelagerten Kühlgutes sowie der Wärmeverluste durch die Isolierung.

Die Methoden β sind recht ungenau.

e) Der Vollständigkeit halber werden noch 2 Methoden genannt, die grundsätzlich in allen Fällen anwendbar wären, die aber zurzeit in der Praxis noch nicht genügend ausgeprobt sind.

- α) Direkte Messung der umlaufenden Mengen der Kälteflüssigkeit¹⁾.
- β) Berechnung der Kälteleistung aus den Abmessungen und dem Indikatorgramm des Kompressors unter Annahme des Lieferungsgrades λ aus früheren Versuchen für ähnliche Bauarten²⁾.

Die Anwendung einer dieser Methoden käme besonders in den Fällen d β) in Frage.

VI. Durchführung der Leistungsversuche.

a) Es steht dem Lieferanten frei, Vorversuche zu machen, die Anlage für die Hauptversuche (Abnahmeversuche) vorzubereiten und die Hauptversuche zu leiten.

b) Mit der Ausführung der Versuche sind nur solche Personen zu betrauen, welche die erforderliche Sachkenntnis und Übung besitzen.

c) Die Kompressoren müssen Indikatorstutzen besitzen. Abweichungen hiervon sind nur bei den kleinen Typen (bis etwa 10000 Normalkalorien (A II) pro Stunde) zulässig.

d) Im Versuchsbericht sind anzugeben:

Die Hauptabmessungen des Kompressors (Stichmaße), die Tourenzahl und die Größe des schädlichen Raumes. Bei der Größe der Kühl-

¹⁾ Den ersten Versuch in dieser Richtung machte Dörfel, Diss. Dresden und Zeitschr. f. d. ges. Kälte-Industrie 1908, Heft 1. Weitere Versuche sind zurzeit im Gange.

²⁾ Vgl. hierzu Dr. G. Döderlein, Prüfung und Berechnung ausgeführter Ammoniak-Kompressions-Kältemaschinen an Hand des Indikatorgramms. Verlag R. Oldenbourg, 2. Aufl., 1910.

¹⁾ Besitzt der Kompressor einen wassergekühlten Zylindermantel, so ist die hier abgeführte Wärmemenge Q' zur Kondensatorleistung hinzuzufügen.

flächen der Wärmeaustauschapparate muß vermerkt werden, ob die innere, äußere oder mittlere Kühlfläche gemeint ist. Es ist ferner anzugeben, welcher Teil der Kühlfläche wirksam auftritt, d. h. von der Sole, vom Kühlwasser oder von der Luft wirklich bespült wird.

e) Die Angaben der Kaltdampfmanometer sind im Versuchsprotokoll in Grad C anzugeben. Außerdem ist der Barometerstand zu notieren. Bei kurzen Schwingungen des Zeigers am Manometer ist für die Ablesung nicht der mittlere Ausschlag, sondern die zeitweilige Ruhelage maßgebend. Die Manometer sind möglichst nahe vor und hinter dem Kompressor anzuschließen. Die statische Flüssigkeitssäule in den Manometerleitungen muß berücksichtigt werden.

f) Die Messung der Temperatur vor dem Regulierventil auf $0,5^\circ$ genau und im Druckstutzen des Kompressors auf 1° genau ist stets erforderlich. Um die Messung zu ermöglichen, sind an den betreffenden Stellen Thermometerstutzen vorzusehen. Nach Möglichkeit ist auch die Temperatur im Saugstutzen des Kompressors (auf $0,5^\circ$ genau) zu messen. Die Kühlwasser- und Soletemperaturen müssen an den Ein- und Austrittsstellen auf $0,1^\circ$ genau gemessen werden können. Dasselbe gilt auch für die Ein- und Austrittstemperatur der Luft bei Luftkühlern.

VII. Garantien.

a) Die Garantien sind möglichst so abzufassen, daß deren Prüfung unter den darin vorausgesetzten Bedingungen möglich ist.

b) Gegenstand der Garantie bei einer Kältemaschinenanlage kann sein:

1. Die gesamte Kälteleistung Q_0 in kcal/h entweder bei t_0 , t und t_u (inneres Verhalten, Brutto-Kälteleistung) oder bei t_{s1} , t_{se} und t_{sa}^1 (äußeres Verhalten, Netto-Kälteleistung).

Garantien, die sich auf Temperaturintervalle beziehen, z. B. auf Soletemperaturen von t_{s1} bis t_{s2} , sind grundsätzlich zu vermeiden.

Aus Q_0 ergibt sich der garantierte Lieferungsgrad λ .

2. Bei Raumkühlung:

Die Erreichung und Erhaltung bestimmter Lufttemperaturen und, wenn erforderlich, auch bestimmter Luftfeuchtigkeiten bei vorgeschriebener Isolierung und bestimmten Beschickungsverhältnissen.

¹⁾ Statt t_{sa} kann auch die stündliche Kühlwassermenge G_w gegeben sein.

3. Bei Eiszeugung:

Die Eisleistung in der garantierten Betriebszeit bzw. in 24 h und die Eisbeschaffenheit (Trübeis, Klareis, Kristalleis)¹⁾.

4. Bei mehreren Soleverdampfern oder Luftkühlern:

Die Kälteleistung jedes einzelnen Apparates.

5. Der indizierte Arbeitsbedarf N_i des Kompressors in PS oder kW entweder bei t_0 und t oder bei t_s und t_{sa} . Statt t_{sa} kann man auch t_{se} und G_w festlegen. Aus 1. und 5. berechnet sich die spezifische Kälteleistung in kcal. pro PSh oder pro kWh.

Daraus ergibt sich der garantierte indizierte Wirkungsgrad η_i .

6. Der gesamte Arbeitsbedarf der Kühlanlage mit allen Apparaten (Pumpen, Ventilatoren, Rührwerken usw.).

7. Die Leistungen (Förderungen) der einzelnen Apparate (Pumpen, Ventilatoren).

c) Alle Garantien gelten, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben oder vereinbart ist, mit einer Toleranz von $\pm 5\%$, welche den Versuchsfehlern Rechnung trägt. Der Versuchsleiter muß sich in jedem Fall über den Genauigkeitsgrad der Messung im klaren sein. Bei zusammengesetzten Werten, z. B. der spezifischen Kälteleistung in kcal pro kWh, darf von der Toleranz nur einmal Gebrauch gemacht werden.

d) Für Leistungsmessungen an Antriebsmaschinen, Dampfkesseln und Ventilatoren gelten die vom Verein deutscher Ingenieure und vom Verein Deutscher Maschinenbauanstalten aufgestellten Regeln (Normen).

e) Die Garantien für die Wirtschaftlichkeit des Lieferungsumfanges gelten unter Ausschluß von Zwischenwerten als erfüllt, wenn der zugehörige wirtschaftliche Gesamtwirkungsgrad der Anlage (z. B. Kälteleistung in Calorien pro kg verfeuerter Kohle) erreicht wird. Einzelgarantien von selbständigem wirtschaftlichem Wert (wie z. B. die Kälteleistung in kcal/h für die gesamte Anlage oder für einen einzelnen Luftkühler, die Fördermenge einer Pumpe oder eines Ventilators) müssen immer erfüllt werden.

¹⁾ Über die Benennungen und Begriffsbestimmungen der verschiedenen Eissorten vgl. Zeitschr. f. d. ges. Kälte-Industrie 1912, S. 219. Es heißt dort:

Kristalleis ist ein durchsichtiges, im wesentlichen klares Eis.

Klareis ist ein Eis, welches nicht mehr als bis zum dritten Teil trüb sein darf.

Trübeis ist ein Eis, welches trübe bzw. undurchsichtig ist.

VIII. Umrechnung der gemessenen Werte auf Garantiebedingungen.

a) Die Umrechnung der gemessenen Werte von Q_0 und A_i (N_i) von den Versuchsbedingungen (t_0', t', t_s', t_w') auf die Garantiebedingungen (t_0, t, t_s, t_w) ist nur in engen Grenzen im Verhältnis der zugehörigen Werte des Vergleichsprozesses (III.) zulässig, weil sich die Werte von λ und η_i (IV.) mit den äußeren Bedingungen stark verändern. Eine solche Umrechnung ist nur zulässig, wenn die genannten Temperaturen und die Temperaturdifferenzen ($t' - t_0'$) bzw. ($t'_{sa} - t_{sa}$) beim Versuch von den in der Garantie angenommenen Werten um nicht mehr als $\pm 2^\circ$ abweichen. Nur die Temperatur vor dem Regulierventil und die Kühlwassereintrittstemperatur (t_{we})¹⁾ dürfen stärkere Abweichungen aufweisen.

b) Zeigt eine der maßgebenden Temperaturen (z. B. t' bzw. t'_{sa} im Kondensator) beim Versuch eine größere Abweichung bis zu $\pm 10^\circ$ von dem in der Garantie angenommenen Wert, so muß die zweite maßgebende Temperatur (t_0' bzw. t'_{sa} im Verdampfer) beim Versuch so gewählt wer-

¹⁾ Abweichungen in t_{we} lassen sich durch Änderung der Wassermenge G_w so kompensieren, daß die vorgeschriebene Abweichung bei t_{sa} nicht überschritten wird.

den, daß die Temperaturdifferenz $T' - T_0'$ bzw. $T'_{sa} - T_{sa}$ oder das Temperaturverhältnis $\frac{T'}{T_0'}$ bzw. $\frac{T'_{sa}}{T_{sa}}$ mit dem in der Garantie angenommenen Wert übereinstimmt. Der Versuch dient dann lediglich zur Bestimmung des Lieferungsgrades λ und des indizierten Wirkungsgrades η_i , welche bei dieser Wahl der Temperaturen erfahrungsgemäß¹⁾ die gleichen Werte besitzen, wie bei den Garantiebedingungen. Aus λ und η_i berechnet sich dann die tatsächliche Kälteleistung und der Leistungsverbrauch bei Garantiebedingungen unter Zuhilfenahme der entsprechenden theoretischen Werte (Tabellen 4 bis 9 im Anhang).

c) Lassen sich keine mit den Garantiebedingungen äquivalenten Versuchsbedingungen erreichen, und bleiben infolgedessen einseitige Abweichungen bestehen, dann müssen mehrere Leistungsversuche bei möglichst verschiedenen Werten von t' und t_0' bzw. t'_{sa} und t_{sa} durchgeführt und die Leistung bei Garantiebedingungen auf graphischem Wege durch Interpolation oder Extrapolation gefunden werden.

¹⁾ Vgl. R. Plank, Zeitschr. f. d. ges. Kälte-Industrie 1920, S. 111, und M. Hirsch, daselbst 1921, S. 8.

B. Erläuterungen zu den Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen:

I. Allgemeine Bezeichnungen.

Die Wahl der Bezeichnungen erfolgte im Einklang mit den vom Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF) gemachten Vorschlägen¹⁾.

Wärmemengen sind in Kilogrammkalorien anzugeben. Für Temperaturmessungen ist nur die Celsius-Teilung zu verwenden. Es bedeutet T die Temperatur, gemessen vom absoluten Nullpunkt, und t , gemessen vom Schmelzpunkt des Eises. Es ist danach $T = t + 273^\circ \text{C}$.

Die Wärmebilanz des Kältemaschinenprozesses lautet

$$Q = Q_0 + \frac{1}{J} A_i$$

Die für die Wirtschaftlichkeit entscheidende Leistungsziffer ϵ ist definiert durch

$$\epsilon = \frac{J Q_0}{A_i}$$

Statt dessen rechnet man praktisch meist mit der Kälteleistung K pro PSh oder kWh.

$$K = 632 \text{ kcal in PSh} \text{ oder } K = 859 \text{ kcal in kWh}$$

¹⁾ Vgl. z. B. Mitteilungen des Normenausschusses der Deutschen Industrie, Heft 11, Juni 1920 (Sonderheft), S. 311 bis 316. Auch als Sonderabdruck Nr. 104 erschienen. Außerdem Zeitschr. f. ges. Kälte-Industrie 1921, S. 1.

II. Festlegung praktischer Normaltemperaturen.

Es wird zwischen dem «inneren» und «äußeren» Verhalten der Kältemaschine unterschieden. Das «innere» Verhalten bezieht sich nur auf die Zustandsänderungen des Kältdampfes innerhalb des geschlossenen Kreisprozesses, den dieser im Kompressor, Kondensator (mit oder ohne Nachkühler), Regulierventil und Verdampfer (mit oder ohne Flüssigkeitsabscheider) durchläuft. Das «äußere» Verhalten dagegen bezieht sich auf die Zustandsänderungen der umgebenden Medien und zwar des wärmeaufnehmenden Teils (Kühlwasser, Atmosphäre) und des wärmeabgebenden Teils (Sole, Süßwasser, Kühlhaushalt).

Die Festlegung des Begriffs «Normaltemperaturen» ist nicht so zu verstehen, daß die Leistung jeder Kältemaschine auf diese Temperaturen zu beziehen und bei diesen Temperaturen nachzuweisen ist. Es soll vielmehr die Leistung jeder Kältemaschine bei denjenigen Temperaturen garantiert und untersucht werden, die dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechen.

Die «Normaltemperaturen» haben nur die Bedeutung von «Prospekttemperaturen» zur Kennzeichnung der Größe des Kompressors.

III. Vergleichsprozesse.

Als idealer Grenzprozeß hat der «Carnotsche Kreisprozeß» für gesättigte Dämpfe zu gelten. Er liefert die

höchstmöglichen Werte für das die Wirtschaftlichkeit einer Kältemaschine kennzeichnende Verhältnis der erzeugten Kälteleistung zur verbrauchten Arbeit.

Der Prozeß ist im Entropie-Temperaturdiagramm Abb. 1 dargestellt und erscheint hier als Rechteck zwischen den Grenzkurven, begrenzt von der unteren Isotherme 4 bis 1 (Verdampfer), der Kompressionsadiabate 1 bis 2 (Kompressor), der oberen Isotherme 2 bis 3 (Kondensator) und der Expansionsadiabate 3 bis 4 (Expansionszylinder).

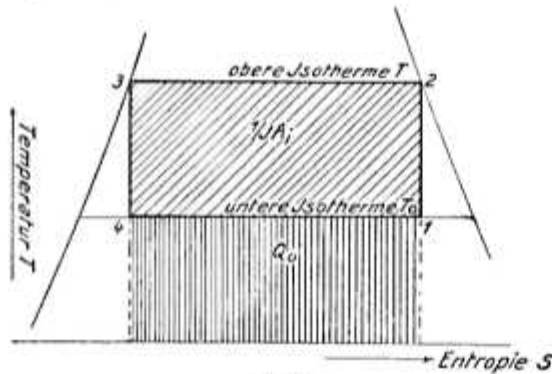


Abb. 1.

Dieser Carnotsche Kreisprozeß kann natürlich nur solange zum Vergleich herangezogen werden, wie der Druck im Kondensator unterhalb des kritischen Druckes liegt, weil nur solange von einer oberen Isotherme gesprochen werden kann. Aber auch unterhalb des kritischen Druckes ist, wie wir im Abschnitt B IV sehen werden, der Carnotsche Kreisprozeß nur zur Kennzeichnung der wirtschaftlichen Leistungsziffer (η_i), nicht aber für die Beurteilung der volumetrischen Verhältnisse (λ) geeignet.

Der wirkliche Prozeß der modernen Kältemaschinen weicht in drei Punkten vom Carnotschen Kreisprozeß ab:

1. Die Kompressionsadiabate wird wegen der damit verbundenen Verringerung der thermischen Verluste in das Überhitzungsgebiet verlegt (trockener Kompressor) entsprechend der Linie 1' 2' im Entropie-Temperaturdiagramm (Abb. 2).

2. Die Expansionsadiabate wird durch eine Drosselkurve 3' 4' in Abb. 2 ersetzt, wobei an die Stelle des Expansionszylinders ein einfaches Regulierventil tritt.

3. Das verflüssigte Kältemedium wird hinter dem Kondensator vor Eintritt in das Regulierventil so tief wie möglich unterkühlt (Linie 3' 3'' in Abb. 2).¹⁾

Man erhält auf diese Weise den in Abb. 2 dargestellten praktischen Vergleichsprozeß mit Regulierventil, Unterkühlung und adiabatischer Kompression trocken gesättigter Ansauge-dämpfe. Neben diesem »praktischen« Vergleichsprozeß ist es zweckmäßig, den »theoretischen« Carnotschen Prozeß beizubehalten, weil er die äußerste erreichbare und für alle Kältemedien gleiche Grenze darstellt, und weil es nicht ausgeschlossen ist, daß in Zukunft durch prinzipielle Verbesserungen eine weitere Annäherung erreicht werden könnte, als es im »praktischen Vergleichsprozeß«

¹⁾ Die Linie 3' 3'' ist eine Zustandsänderung bei konstantem Druck. In genügender Entfernung vom kritischen Punkt (NH_3 , SO_2) fällt diese Linie, wie in Abb. 2, mit der linken Grenzkurve praktisch zusammen. Für CO_2 dagegen weichen beide Linien nicht unerheblich voneinander ab (vgl. hierzu die i/s -Tafel für CO_2 im Anhang).

der Fall ist²⁾. Der Carnotsche Kreisprozeß ist also besonders für den Vergleich verschiedener Systeme von Kompressionskältemaschinen untereinander geeignet.

Die beiden erläuterten Vergleichsprozesse werden in den »Regeln«

- a) auf das innere Verhalten und
- b) auf das äußere Verhalten

bezogen.

Die Bezugnahme auf das innere Verhalten ist dann am Platze, wenn der Kompressor für sich allein untersucht werden soll. Es werden jedoch durch das innere Verhalten nur die Eigenschaften des Kompressors, nicht aber die der Wärmeaustauschapparate gekennzeichnet. Die Bezugnahme auf das innere Verhalten muß erfolgen, wenn sich die Garantiezahlen auf Temperaturen des Kältdampfes beziehen. Man muß sich aber bewußt sein, daß solche Garantiezahlen nicht die Güte der Anlage, sondern nur die des Kompressors kennzeichnen.

Wertvoller sind daher stets Garantiezahlen, die sich auf Temperaturen des Kühlwassers, der Sole oder der kalten Luft beziehen. Dann müssen die Vergleichsprozesse auf das äußere Verhalten bezogen werden, und man bewertet die ganze Kälteanlage.

Auf Grund des entsprechenden Vergleichsprozesses soll die Höchstleistung einer Anlage ermittelt werden, die unter denselben äußeren Bedingungen wie die zu beur-

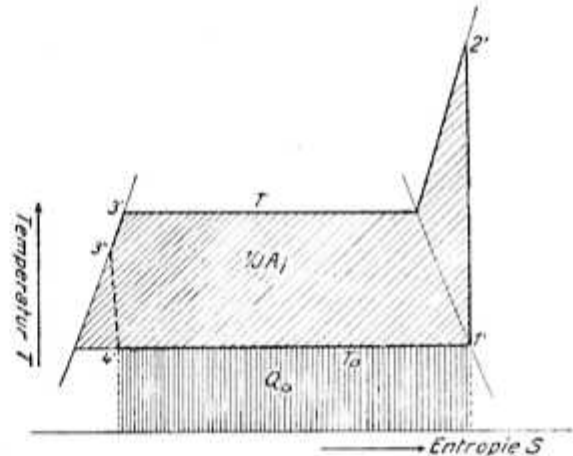


Abb. 2.

teilende arbeitet. Ist eine dieser Bedingungen z. B. eine bestimmte Kühlwasserzulauf- und Abflauftemperatur oder eine gewisse Temperaturdifferenz der zu- und abströmenden Sole, so kann als Vergleichsprozeß, genau genommen, nicht der Carnotsche Kreisprozeß in Frage kommen, bzw. der aus diesem abgeleitete Vergleichsprozeß mit Regulierventil und adiabatischer Kompression, sondern es muß der entsprechende Lorenzsche Kreisprozeß²⁾ zugrunde gelegt werden, der bei gleichmäßiger Wärmeaufnahme-fähigkeit der Wärmeträger einem Carnotschen Kreisprozeß gleichwertig ist, bei dem die mittlere Soletemperatur

$$T_{sm} = \frac{T_{se} - T_{sa}}{\ln T_{se} - \ln T_{sa}} = \sim \frac{T_{se} + T_{sa}}{2}$$

und die mittlere Kühlwassertemperatur

$$T_{wm} = \frac{T_{wa} - T_{we}}{\ln T_{wa} - \ln T_{we}} = \sim \frac{T_{wa} + T_{we}}{2}$$

ist.

¹⁾ Auf eine solche Möglichkeit deuten beispielsweise die immer wieder auftauchenden Versuche hin, bei Kohlen-säure-Kältemaschinen den Expansionszylinder einzuführen.

²⁾ H. Lorenz, Diss., München 1895, und »Beiträge zur Beurteilung der Kältemaschinen«, Z. d. V. D. I. 1895.

Da man jedoch mit den normalen einstufigen Kompressionskältemaschinen der üblichen Bauart keine Möglichkeit hat, sich dieser Höchstleistung zu nähern, vielmehr äußerstenfalls den Carnot-Prozeß mit den tiefsten Soletemperatur T_{sa} und den Kühlwasserablauf-temperaturen T_{wa} anstreben kann, so ist man berechtigt, diesen als Vergleichsprozeß zugrunde zu legen. Denn es ist andererseits von Vorteil, den Vergleichsprozeß möglichst nahe an den wirklichen heranzubringen, damit die charakteristischen Unterschiede der einzelnen Anlagen in ihren Wirkungsgraden schärfer hervortreten.

Für die eindringendere Beurteilung komplizierterer, z. B. mehrstufiger Maschinen und Anlagen, bleibt selbstverständlich der Lorenzsche Kreisprozeß bzw. der aus ihm abgeleitete Vergleichsprozeß mit Überhitzung und adiabatischer Kompression unentbehrlich, wenn man Teilwirkungsgrade ausschließen will, die größer als 1 sind, doch soll seine Anwendung als Vergleichsprozeß mit Rücksicht auf den Zweck der Normen nicht ausdrücklich verlangt werden.

Dasselbe gilt von der Berücksichtigung des Umstandes, daß bei gleichbleibender Kühlwassermenge, als festgehaltener äußerer Bedingung, die Ablauftemperatur dieses Kühlwassers in den Vergleichsprozessen nach Carnot oder Lorenz infolge der geringeren Kondensatorleistungen eine niedrigere ist, als bei der ausgeführten Maschine¹⁾.

Bei Verdampfern, die mit einem Rührwerk versehen sind, fällt übrigens die mittlere Soletemperatur praktisch mit der tiefsten Soleaustrittstemperatur zusammen.

IV. Wirkungsgrade.

Für die Messung der stündlichen Kälteleistung Q_0 ist das im folgenden Abschnitt B V Gesagte genau zu beobachten. Für die Messung des indizierten Arbeitsverbrauchs N_i des Kompressors sind die Regeln für Lei-

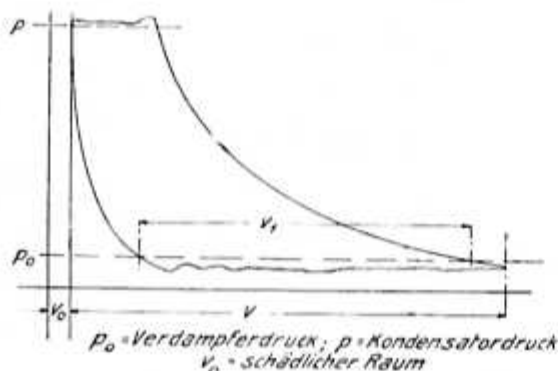


Abb. 3.

stungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren aus dem Jahre 1912 (S. 31, Punkt 22) zu beachten²⁾. Aus Q_0 und N_i berechnet sich die spezifische Kälteleistung

$$K = \frac{Q_0}{N_i}$$

Der Lieferungsgrad λ des Kompressors ist nicht identisch mit dem aus dem Diagramm Abb. 3 zu ermittelnden volumetrischen Wirkungsgrad $\lambda' = \frac{v_1}{v}$; λ' trägt nur den Verlusten durch Rückexpansion aus dem schädlichen Raum und durch Drosselung, also den sog. sicht-

baren Verlusten Rechnung. Dagegen sind in $\lambda < \lambda'$ noch die Verluste durch die Wandungswirkungen enthalten. Unter λ versteht man bei Kompressoren das Verhältnis der wirklich vom Kompressor angesaugten Gasmenge (im Zustande vor dem Saugventil) zu derjenigen Menge, die ein verlustloser Kompressor ansaugen würde. Bei Kältekompressoren setzen wir an die Stelle der angesaugten Kaldampfmengen die ihnen proportionalen Kälteleistungen. Aus den Hauptabmessungen des Kompressors (Zylinderdurchmesser, Kolbenstangendurchmesser und Kolbenhub) und der beim Versuch beobachteten Umlaufzahl n ergibt sich das stündliche (geometrische) Hubvolumen $V_h m^3$, wobei darauf zu achten ist, ob der Kompressor einfachwirkend oder doppelwirkend ist. Daraus berechnet sich bei dem Versuch die Größe

$$q_0 = \frac{Q_0}{V_h} \frac{\text{kcal}}{m^3}$$

Zum Vergleich mit diesem Wert wird bei den gleichen inneren oder äußeren Bedingungen der theoretische Wert q_{0th} herangezogen. Dieser berechnet sich aus den Dampftabellen 1 bis 3 des Anhangs wie folgt:

a) Für den Carnot-Prozeß nach Abb. 1

$$q_{0th} = \frac{r_0 (x_1 - x_4)}{x_1 v_{0''}} \frac{\text{kcal}}{m^3}$$

worin x_1 und x_4 den spezifischen Dampfgehalt in den Punkten 1 und 4, r_0 die Verdampfungswärme pro kg und $v_{0''}$ das spezifische Volumen des trocken gesättigten Dampfes in m^3 pro kg bei der Temperatur T_0 bedeuten. Die Größen x_1 und x_4 berechnen sich aus den Entropiewerten s' und s'' der Punkte 3 und 2. Es wird

$$s' = s_3 = s_4 \quad \text{und} \quad s'' = s_2 = s_1,$$

also

$$s' = s_0' + x_1 \frac{r_0}{T_0} \quad s'' = s_0'' + x_4 \frac{r_0}{T_0}$$

$$x_1 = (s' - s_0') \frac{T_0}{r_0} \quad x_4 = (s'' - s_0'') \frac{T_0}{r_0}$$

und damit

$$q_{0th} = \left(\frac{s'' - s'}{s'' - s_0''} \right) \frac{r_0}{v_{0''}}$$

Die Berechnung von q_{0th} für den Carnot-Prozeß bereitet also prinzipiell keinerlei Schwierigkeiten, indessen ist leicht einzusehen, daß dieser theoretische Wert in der Nähe des kritischen Punktes (also bei CO_2 in fast allen Fällen) sehr klein wird, so daß er den bei dem Versuch festgestellten in der Regel nicht erreicht, wenn beim Versuch, wie das bei CO_2 allgemein üblich ist, mit nahezu trocken gesättigtem Dampf im Saugstutzen gearbeitet wurde. Die Folge ist dann $\lambda_e > 1$ und der Lieferungsgrad verliert seinen praktischen Wert. Arbeitet der Kondensator gerade beim kritischen Druck, so wird sogar mit $s' = s''$ der Wert $q_{0th} = 0$ und damit $\lambda_e = \infty$. In großer Entfernung vom kritischen Punkt (für NH_3 und SO_2) wird allerdings stets $q_{0th} > q_0$ und damit $\lambda < 1$, aber in der Regel erhält man doch für den Vergleichsprozeß nach Abb. 2 größere Werte von q_{0th} und damit kleinere Werte von λ , also eine schärfere Beurteilung des volumetrischen Verhaltens. Infolgedessen kann die Berechnung von λ_e für den Carnot-Prozeß praktisch stets unterbleiben. Für die Wirtschaftlichkeit der Kältemaschine (η_d) bietet allerdings der Carnot-Prozeß das schärfste Kriterium. Er versagt hier nur oberhalb des kritischen Punktes.

b) Für den Vergleichsprozeß nach Abb. 2

$$q_{0th} = r_0 \frac{(1 - x_4)}{v_{0''}} = \frac{i_1 - i_4}{v_{0''}}$$

wo i den Wärmehalt bedeutet. Da der Punkt 1' auf der rechten Grenzkurve bei der Temperatur T_0 liegt, so ist

¹⁾ Vgl. M. Krause, Z. f. d. ges. Kälte-Industrie 1920, Heft 5.

²⁾ Zu beziehen von der Geschäftsstelle des Vereins Deutscher Ingenieure, Berlin NW 7.

$i_1' = i_0''$ aus den Dampftabellen 1 bis 3 direkt zu entnehmen. Die Drosselkurve 3'' 4' hat im Anfangs- und Endpunkt den gleichen Wärmehalt, der dem Zustand auf der linken Grenzkurve bei der Unterkühlungstemperatur T_u entspricht, also $i_4 = i_u'$ und

$$q_{0th} = \frac{i_0'' - i_u'}{v_0''}.$$

Diese Werte sind in den Tabellen 4 bis 6 berechnet.

Die Berechnung des indizierten Wirkungsgrades η_i ergibt sich aus der beim Versuch gefundenen spezifischen Kälteleistung K und der theoretischen spezifischen Kälteleistung K_{th} bei den gleichen inneren oder äußeren Bedingungen.

Diese letztere berechnet sich wie folgt:

a) Für den Carnot-Prozeß nach Abb. 1.

$$K_{th} = 632 \frac{T_0}{T - T_0} \text{ in } \frac{\text{kcal}}{\text{PSh}}$$

oder

$$K_{th} = 859 \frac{T_0}{T - T_0} \text{ in } \frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}.$$

b) Für den Vergleichsprozeß nach Abb. 2:

$$K_{th} = 632 \frac{i_0'' - i_u'}{\frac{1}{J} A_i} \text{ in } \frac{\text{kcal}}{\text{PSh}}.$$

Für die kWh ist an Stelle von 632 mit der Zahl 859 zu rechnen. A_i bedeutet die adiabatische Kompressorarbeit in mkg für 1 kg Kaldampf. Für NH_3 und SO_2 , bei denen der Prozeß weit vom kritischen Punkt entfernt verläuft, kann gesetzt werden

$$A_i = \frac{\kappa}{\kappa - 1} \cdot 10^4 p_0 v_0'' \left[\left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} - 1 \right],$$

wobei für NH_3 $\kappa = \frac{4}{3}$, $\frac{\kappa}{\kappa - 1} = 4$

und für SO_2 $\kappa = \frac{5}{4}$, $\frac{\kappa}{\kappa - 1} = 5$

gesetzt werden kann.

Für CO_2 ist wegen der Nähe des kritischen Punktes die Berechnung von A_i nach obiger Formel unzulässig. Hier empfiehlt sich die Ermittlung von A_i aus dem i/s -Diagramm von Mollier¹⁾ (s. Anhang).

Die Werte von K_{th} sind in den Tabellen 7 bis 9 berechnet.

Beispiele:

1. Ammoniakmaschine (inneres Verhalten).

Beim Versuch wurden durch Messung festgestellt

$$Q_0 = 105500 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}; N_i = 30,4 \text{ PS}$$

bei $t_0 = -10^\circ$, $t_i = +22,5^\circ$ und $t_u = +15^\circ$.

Q_0 ist hier die Brutto-Kälteleistung einschließlich der Verluste durch Wärmeeinstrahlung in den Verdampfer und die kalten Leitungen. Das stündliche Hubvolumen des Kompressors betrug beim Versuch $V = 211,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

Man erhält

$$K = \frac{Q_0}{N_i} = \frac{105500}{30,4} = 3470 \frac{\text{kcal}}{\text{PSh}}$$

$$q_0 = \frac{Q_0}{V} = \frac{105500}{211,8} = 498 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}.$$

¹⁾ Das neueste i/s -Diagramm für CO_2 stammt von Langen, Z. f. d. ges. Kälte-Industrie 1921, S. 7. Mehrere Werte von $\frac{1}{J} A_i$ sind im Taschenbuch Hütte I, 22. Aufl., S. 432, wiedergegeben.

Für den Carnot-Prozeß nach Abb. 1 erhält man aus Tabelle 1

$$\begin{aligned} s_0' &= -0,0407 & r_0 &= 309,64 \\ s' &= +0,0881 & v_0'' &= 0,4184 \\ s'' &= +1,0392 \end{aligned}$$

also

$$q_{0th} = \left(\frac{s'' - s'}{s'' - s_0'} \right) \frac{r_0}{v_0''} = \frac{0,9511}{1,0799} \cdot \frac{309,64}{0,4184} = 652 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$$

und

$$K_{th} = 632 \frac{T_0}{T - T_0} = 632 \cdot \frac{263}{32,5} = 5115 \frac{\text{kcal}}{\text{PSh}}.$$

Daraus berechnet sich

$$\lambda_0 = \frac{498}{652} = 0,764 \text{ oder } 76,4\%$$

und

$$\eta_{ic} = \frac{3470}{5115} = 0,679 \text{ oder } 67,9\%.$$

Für den Vergleichsprozeß nach Abb. 2 erhält man aus Tabelle 1

$$\begin{aligned} i_0'' &= 298,67 & p &= 9,462 \text{ at} \\ i_u' &= 16,72 & p_0 &= 2,966 \text{ „} \end{aligned}$$

und damit

$$q_{0th} = \frac{i_0'' - i_u'}{v_0''} = \frac{281,95}{0,4184} = 674 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3},$$

also größer als beim Carnot-Prozeß.

Ferner

$$A_i = 4 \cdot 10^4 \cdot 2,966 \cdot 0,4184 \left[\sqrt[4]{\frac{9,462}{2,966}} - 1 \right] = 16700 \text{ mkg}$$

und

$$K_{th} = 632 \frac{i_0'' - i_u'}{\frac{1}{427} A_i} = 632 \cdot 427 \frac{281,95}{16700} = 4560 \frac{\text{kcal}}{\text{PSh}},$$

also kleiner als beim Carnot-Prozeß. Daraus berechnet sich

$$\lambda = \frac{498}{674} = 0,739 \text{ oder } 73,9\%$$

$$\eta_i = \frac{3470}{4560} = 0,761 \text{ oder } 76,1\%;$$

wie wir sehen, ist $\lambda < \lambda_0$, also liefert der Vergleichsprozeß nach Abb. 2 das schärfere Kriterium und λ_c wird überflüssig. Dagegen ist $\eta_{ic} < \eta_i$.

2. Ammoniakmaschine (äußeres Verhalten).

Bei dem gleichen Versuch, wie im ersten Beispiel, mögen die äußeren Verhältnisse wie folgt gemessen sein:

$$t_{we} = 12^\circ \quad t_{ea} = 18^\circ \quad t_{sa} = -5^\circ.$$

Die Netto-Kälteleistung in der Sole gemessen, also ohne Wärmeeinstrahlungsverluste, betrage 100 000 kcal/h. Dann wird

$$K = \frac{100\,000}{30,4} = 3290 \frac{\text{kcal}}{\text{PSh}}$$

und

$$q_0 = \frac{100\,000}{211,8} = 472 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}.$$

Für den Carnot-Prozeß wird jetzt

$$K_{th} = 632 \cdot \frac{T_{sa}}{T_{ea} - T_{sa}} = 632 \cdot \frac{268}{23} = 7360 \frac{\text{kcal}}{\text{PSh}},$$

also

$$\eta_{ic} = \frac{3290}{7360} = 0,447 \text{ oder } 44,7\%.$$

gegen $\eta_{ic} = 67,9\%$, bezogen auf das innere Verhalten. Von den Verlusten (55,3%) entfallen also 32,1% auf den Kompressor und 23,2% auf die Wärmeaustauschapparate.

Für den Vergleichsprozeß nach Abb. 2 wird

$$\begin{aligned} i_0'' &= 300,14 \text{ (bei } t_{sa} = -5^\circ) \\ i_u' &= 13,35 \text{ (bei } t_{we} = 12^\circ) \\ p &= 8,196 \text{ (bei } t_{ea} = 18^\circ) \end{aligned}$$

$$p_0 = 3,619 \text{ (bei } t_{sa} = -5^\circ)$$

$$v_0'' = 0,3469 \text{ (bei } t_{sa} = -5^\circ)$$

$$q_{oth} = \frac{i_0'' - i_u'}{v_0''} = \frac{286,79}{0,3469} = 826 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$$

$$A_i = 4 \cdot 10^4 \cdot 3,619 \cdot 0,3469 \left[\sqrt{\frac{8,196}{3,619}} - 1 \right] = 11\,400 \text{ mkg}$$

$$K_{th} = 632 \frac{i_0'' - i_u'}{1 - A_i} = 270\,000 \cdot \frac{286,79}{11\,400} = 6790 \frac{\text{kcal}}{\text{PSh}}$$

Daraus berechnet sich

$$\lambda = \frac{472}{826} = 0,571 \text{ oder } 57,1\%$$

(gegen 73,9% beim inneren Verhalten),

$$\eta_i = \frac{3290}{6790} = 0,485 \text{ oder } 48,5\%$$

(gegen 76,1% beim inneren Verhalten).

3. Kohlensäuremaschine (inneres Verhalten).

Gemessen $Q_0 = 41\,800 \text{ kcal/h}$ (Bruttolistung). $N_i = 18,1 \text{ kW}$ bei $t_0 = -15,0^\circ$; $t = +27,5^\circ$ und $t_u = +20^\circ$.

$$V = 22,2 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Man erhält $K = \frac{Q_0}{N_i} = 2310 \frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}$

$$q_0 = \frac{Q_0}{V} = 1883 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}.$$

Carnot-Prozeß. Aus Tabelle 3

$$s_0' = -0,0304 \quad r_0 = 64,45$$

$$s' = +0,0687 \quad v_0'' = 0,01646$$

$$s'' = +0,1471$$

$$q_{oth} = \frac{(s'' - s') \cdot r_0}{(s'' - s_0')} \cdot v_0'' = 1730 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$$

$$K_{th} = 859 \frac{T_0}{T - T_0} = 859 \frac{258}{42,5} = 5215 \frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}$$

daraus berechnet sich

$$\lambda_c = \frac{1883}{1730} = 1,089 \text{ oder } 108,9\% \text{ (!)}$$

$$\eta_{ic} = \frac{2310}{5215} = 0,443 \text{ oder } 44,3\%$$

Vergleichsprozeß nach Abb. 2. Aus Tabelle 3

$$i_0'' = 55,93 \quad i_u' = 13,72$$

$$q_{oth} = \frac{i_0'' - i_u'}{v_0''} = 2565 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$$

Aus dem i/s -Diagramm (s. Anhang) erhält man

$$\frac{1}{427} A_i = 10,9 \text{ kcal}$$

und damit

$$K_{th} = 859 \frac{i_0'' - i_u'}{1 - A_i} = 3330 \frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}$$

Daraus berechnet sich

$$\lambda = \frac{1883}{2565} = 0,734 \text{ oder } 73,4\%$$

$$\eta_i = \frac{2310}{3330} = 0,694 \text{ oder } 69,4\%$$

Bei diesem Beispiel wird nicht nur $\lambda_c > \lambda$ sondern sogar $\lambda_c > 1$, weil beim Carnot-Prozeß der Wert q_{oth} kleiner ist als der gemessene. Die Berechnung von λ_c hat hier gar keinen Wert. Dagegen sehen wir deutlich, daß öko-

nomisch der Carnot-Prozeß wesentlich günstiger ist als der Vergleichsprozeß nach Abb. 2 ($\eta_{ic} < \eta_i$).

Für den mechanischen Wirkungsgrad η_m des Kompressors gelten sinngemäß die Ausführungen in den »Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren, 1912« auf den Seiten 27 bis 29 und 79 ff.

V. Messung der Kälteleistung.

a) Bei Solekühlung.

α) Beim Solezirkulationsversuch kommt es in erster Linie auf eine genaue Messung der Soletemperaturen beim Eintritt und Austritt aus dem Verdampfer und der umlaufenden Solemenge an. Für die Temperaturmessung müssen genau geeichte und miteinander verglichene Thermometer mit Zehntelgradteilung verwendet werden. Die Temperaturen müssen unmittelbar vor dem Eintritt der Sole in den Verdampfer und hinter dem Austritt aus dem Verdampfer gemessen werden.

Die Messung der umlaufenden Solemenge erfolgt am genauesten durch Wägung oder Auffüllung von Gefäßen von bekanntem Inhalt. Man bedient sich zweckmäßig zweier Gefäße, die durch einen Dreiweghahn oder Schwenkarm nacheinander gefüllt werden. Bei mittleren und größeren Anlagen versagt jedoch diese Methode, weil die Gefäße zu groß werden und schwer unterzubringen sind. Man bedient sich dann eines kleineren über dem Verdampfer aufgestellten Gefäßes, in dessen Boden oder Seitenwand eine oder mehrere scharfkantige Öffnungen nach Abb. 4 eingesetzt sind (sog. Ponceletmündungen). Beim Durchtritt durch diese Öffnungen erleidet der Strahl eine Kontraktion. Bedeutet $f = \frac{\pi d^2}{4}$ den Querschnitt der Öffnung in m^2 , H in m die Höhe der Flüssigkeit im Meßgefäß, gerechnet vom oberen Spiegel bis zur Mündung (bei seitlicher Anordnung — bis Mitte Mündung), γ das spezifische Gewicht in kg/m^3 und μ den Ausflußkoeffizienten, so ist das stündlich durch die Öffnung hindurchtretende Flüssigkeitsgewicht

$$G = 3600 \mu \gamma f \sqrt{2gH} \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

wobei $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$ die Beschleunigung der Schwere bedeutet.

Diese Methode kann sowohl zur Bestimmung der umlaufenden Solemenge G_s wie auch zur Messung von Wassermengen G_w (z. B. für das Kondensator- oder Zylinderkühlwasser) verwendet werden. Die Anwendung der Methode setzt die Kenntnis der Werte von μ für Wasser und Salzlösungen voraus. Wie der Versuch lehrt, ist der Ausflußkoeffizient μ nicht nur vom Durchmesser d der Öffnung und vom Flüssigkeitsstand H im Meßgefäß, sondern auch noch von der Zähigkeit und damit von der Temperatur und Dichte der umlaufenden Flüssigkeit etwas abhängig. Die genauesten Versuche für Wasser und Kochsalzlösungen stammen von A. Schneider¹⁾. Für Chlormagnesium und Chlorkalziumlösungen liegen noch keine Messungen vor²⁾, so daß bei diesen Lösungen vorläufig mit den gleichen Werten wie bei Kochsalzlösungen (für gleiche Dichte und Temperatur) gerechnet werden muß.

¹⁾ A. Schneider, Mitteilungen über Forschungsarbeiten des V. d. I., Heft 213, 1919.

²⁾ Derartige Versuche werden zurzeit durchgeführt.

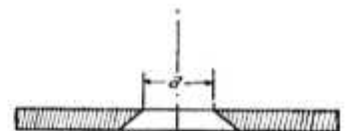


Abb. 4.

In Tabelle 13 des Anhangs sind die interpolierten und etwas ausgeglichenen Werte von Schneider für reines Wasser ($\gamma = 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$) von 0° enthalten, die mit μ_0^1 bezeichnet werden. Für eine Salzlösung mit einem spezifischen Gewicht γ in $\frac{\text{kg}}{\text{l}}$ und bei einer Temperatur t ergibt sich aus den Versuchen von Schneider annähernd

$$\mu_t^\gamma = \mu_0^1 + \frac{0,2}{d} \left(\gamma - 1 - \frac{t}{100} \right),$$

wobei d in mm einzusetzen ist. Man erhält z. B. für $d = 20$ mm, $H = 300$ mm, $\gamma = 1,10$ kg/l, $t = -10^\circ \text{C}$ aus der Tabelle 13 $\mu_0^1 = 0,613$ und $\mu_t^\gamma = 0,613 + \frac{0,2}{20} (1,10 - 1,00 + 0,10) = 0,613 + 0,002 = 0,615$.

Um an der Stelle des Meßgefäßes, an welcher die Flüssigkeitshöhe gemessen wird, einen ruhigen Spiegel zu erhalten, empfiehlt sich der Einbau von Scheidewänden, die nicht ganz bis zum Boden des Meßgefäßes reichen und infolgedessen eine völlig ungehinderte Kommunikation der einzelnen Teile des Meßgefäßes zulassen. Wirbelbildungen im Gefäß besonders an den Ausflußöffnungen sind ängstlich zu vermeiden. Bei niedrigem Flüssigkeitsstand treten an den Ausflußöffnungen leicht Trichterbildungen auf; um solche zu vermeiden, muß der Flüssigkeitsstand $H \geq 5d$ gewählt werden, mindestens aber 100 mm betragen. Kleinere Höhen beeinflussen die Versuchsgenauigkeit in unzulässiger Weise.

Da die Mündungen nicht genau kreisrund sind, ist der Durchmesser in drei zueinander um 120° geneigten Richtungen zu messen. Der (mittlere) Mündungsdurchmesser muß sehr genau bestimmt werden, und zwar bei Mündungen unterhalb 20 mm Durchm. auf 1 Hundertstel mm genau und darüber hinaus auf 1 Zehntel mm genau. Es empfiehlt sich, die Mündungen in einer amtlichen Stelle (z. B. in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt) eichen und den festgestellten Durchmesser einschlagen zu lassen. Die scharfkantige Öffnung muß fehlerlos gebohrt sein und darf keine Risse oder Zacken aufweisen, wovon man sich durch Beobachtung unter dem Mikroskop überzeugen soll.

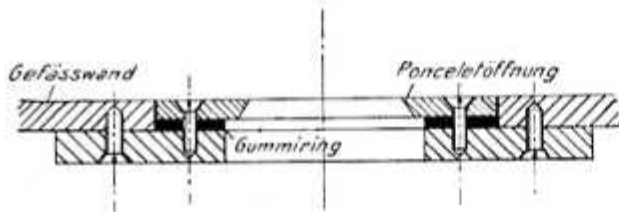


Abb. 5.

Der Einbau der Mündung in das Meßgefäß muß im Boden oder in der Seitenwand so erfolgen, daß die Flüssigkeit der Mündung von allen Seiten ungehindert zufließen und der Strahl frei austreten kann. Die Abb. 5 und 6 veranschaulichen den zweckmäßigen Einbau in ein Holz- oder Blechgefäß.

Der Abstand der Mündungsmitte von einer zur Mündungsebene senkrechten Wand soll nicht weniger als das Vierfache des Mündungsdurchmessers, mindestens aber 100 mm betragen. Bei der Anordnung mehrerer Mündungen soll der Abstand von Mitte zu Mitte Mündung nicht weniger als das Sechsfache, besser das Achtfache des größten Mündungsdurchmessers, mindestens aber 150 mm betragen.

Aus der stündlich umlaufenden Solemenge G_s ergibt sich die stündliche Netto-Kälteleistung

$$Q_0 = G_s e_s (t_{se} - t_{sa}) \frac{\text{kcal}}{\text{h}},$$

wobei e_s die spezifische Wärme der Sole bedeutet. In den Tabellen 10 bis 12 des Anhangs sind für NaCl, MgCl₂

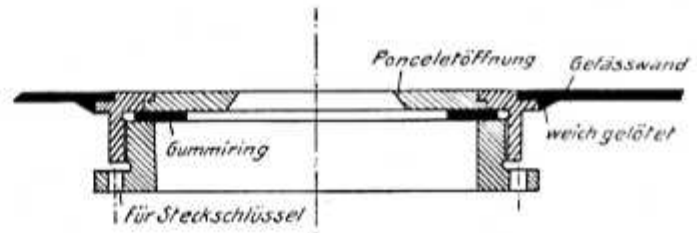


Abb. 6.

und CaCl₂ zu den spezifischen Gewichten (bei +15° C) die Beaumé-Grade, Salzgehalte, Gefrierpunkte und spezifischen Wärmen wiedergegeben¹⁾.

Die Temperaturdifferenz $t_{se} - t_{sa}$ muß mindestens 3° C betragen.

Nach Erreichung des angenäherten Beharrungszustandes und nach Beginn der Beobachtungen muß die erste halbe Stunde für die Bewertung ausgeschaltet und als Einkaufszeit angesehen werden. Der Versuch hat sich dann mindestens auf 1 h zu erstrecken, wobei größere Temperaturschwankungen an keiner Stelle, weder im Kältdampf noch in der Sole oder im Kühlwasser, vorkommen dürfen. Am Schluß des Versuches müssen alle Temperaturen möglichst genau mit den Anfangstemperaturen übereinstimmen. Diese Forderung muß hinsichtlich der tiefsten Soletemperaturen t_{sa} besonders streng erfüllt sein, läßt sich hier eine Abweichung um $\pm \Delta t_{sa}$ nicht vermeiden, so ist aus dem errechneten Wasserwert aller dieser Temperaturänderung unterworfenen Teile das entsprechende Korrektionsglied $\pm \Delta Q_0$ zur gefundenen Kälteleistung Q_0 hinzuzufügen. Handelt es sich um sehr geringe Temperaturdifferenzen, so braucht der Wasserwert nur angenähert berechnet zu werden. Treten dagegen große Temperaturdifferenzen auf, wie sich solche z. B. bei der Methode Vaö) S. 5 einstellen, so muß der Wasserwert sehr genau ermittelt werden (s. weiter unter γ).

Es empfiehlt sich, während des Versuches die wichtigsten Temperaturen auf Millimeterpapier über der Zeit graphisch aufzutragen. Man erhält dadurch eine dauernde Kontrolle über den Beharrungszustand und kann bei eintretenden Störungen deren Ursachen sofort beseitigen.

Bei gutem Beharrungszustand genügt es, die erforderlichen Ablesungen in Zeitabständen von 5 Minuten zu machen und alle 10 Minuten Indikatordiagramme zu entnehmen.

β) Bei der Messung der Kälteleistung durch Kondensation von Wasserdampf und Wägung des Kondensats ist es vor allem wichtig, den Zustand des Wasserdampfes beim Eintritt in die Heizspirale genau zu kennen. Zu dem Zwecke ist in die Dampfzuführung ein Wasserabscheider (Kondensstopf) einzubauen und so einzustellen, daß er beim Versuch nicht nur alles Wasser der Dampfzuführungsleitung, sondern auch reichlich Dampf ins Freie läßt. Außerdem ist der Dampf in der Zuführungsleitung hinter dem Wasserabscheider durch

¹⁾ Vgl. Altenkirch, Z. f. d. ges. Kälte-Industrie 1918, S. 87; 1919, S. 49 u. 77 und Koch, daselbst Märzhft 1922.

Leuchtgasflammen (oder auf andere Weise) zu überhitzen, weil sein Zustand erst dann mit voller Sicherheit angegeben werden kann. Bei hochgespanntem Dampf kann man eine schwache Überhitzung auch durch Drosselung erreichen.

Die Oberfläche der Spirale, die mit ständigem Gefälle zu verlegen ist, um die Bildung von Wassersäcken und damit die Einfriergefahr zu vermeiden, ist so groß zu bemessen, daß das Kondensat mit einer Temperatur von mindestens 10° und höchstens 60° abfließt. Sinkt die Temperatur unter 10° , so ist mit der Gefahr des Einfrierens zu rechnen, steigt sie über 60° , so beeinträchtigt starke Verdunstung die Genauigkeit der Messung.

Nach Erreichung des Beharrungszustandes fällt die erste halbe Stunde für die Bewertung aus. Der Versuch hat sich dann mindestens auf 1 h zu erstrecken, wobei die Ablesungen alle 5 min, die Indizierungen alle 10 min und die Wägungen des Kondensats alle 15 min oder häufiger zu erfolgen haben und die wichtigsten Größen gleich beim Versuch über der Zeit graphisch aufzutragen sind, um den Beharrungszustand zu kontrollieren.

Ist G_c das stündliche Gewicht des Kondensats, i der Wärmeinhalt des Dampfes beim Eintritt in die Spirale und $i' = t'$ der Wärmeinhalt bzw. die Temperatur des Kondensats beim Austritt aus der Spirale, so ist die stündliche Netto-Kälteleistung

$$Q_0 = G_c (i - i') \frac{\text{kcal}}{\text{h}}.$$

Bei der Messung der Kälteleistung durch elektrische Heizung beobachtet man bei Gleichstrom die Spannung E und die Stromstärke I mit Hilfe genauer Volt- und Amperemeter. Die Netto-Kälteleistung ist dann

$$Q_0 = 0,859 I E \frac{\text{kcal}}{\text{h}}.$$

Bei Wechselstrom wird die elektrische Leistung am besten durch ein Wattmeter gemessen, um die Unsicherheit des Leistungsfaktors ($\cos \varphi$) auszuschalten.

γ) Der Abkühlungsversuch ist zwar an jeder Kühlanlage, die einen Sole- oder Süßwasserbehälter besitzt, am leichtesten durchzuführen, doch ist er nicht so genau, wie ein Versuch im Beharrungszustand. Seine Anwendung kann daher nur in solchen Fällen zugelassen werden, in denen sich ein Versuch im Beharrungszustand nach den Methoden α oder β , S. 5, nicht durchführen läßt, oder wenn sich der Aufbau einer solchen Versuchseinrichtung bei kleinen Anlagen mit einer Kälteleistung von weniger als 10000 kcal/h nicht lohnt. Der Abkühlungsversuch ist besonders dann am Platze, wenn es sich um eine schnelle aber nicht sehr genaue Bestimmung handelt (z. B. bei Vorversuchen oder bei Betriebskontrollen und nur ausnahmsweise bei Abnahmeversuchen).

Beim Beginn des Abkühlungsversuches muß die Temperatur der Sole im Verdampfer mindestens um 5° höher sein als die der Garantie zugrunde liegende bzw. bei normalem Betriebe gebrauchte Soletemperatur. Das wird entweder durch eine entsprechende Betriebspause oder nötigenfalls durch Anheizen erreicht. Während des Versuches müssen alle Solezu- und Ableitungen am Verdampfer dicht geschlossen sein, und es muß das Rührwerk in Bewegung bleiben, um die Temperatur an allen Stellen möglichst gleichmäßig zu halten. Trotzdem empfiehlt es sich, die Soletemperatur an mehreren Stellen zu messen und Mittelwerte zu bilden, die gleich beim Versuch über der Zeit graphisch aufzutragen sind. Im gleichen Schaubild trägt man zweckmäßig auch den Verlauf der Verdampfungstemperatur t_0 auf. Die Kurve für die Soletemperatur muß einen ganz stetigen Verlauf zeigen, und

zwar fällt die Temperatur zuerst schneller und dann immer langsamer ab. Der Abkühlungsversuch wird, wenn möglich, solange fortgesetzt, bis die Soletemperatur 5° tiefer abgekühlt ist als den Garantiebedingungen entspricht. Es ist jedoch darauf zu achten, daß hierbei der Gefrierpunkt der Sole bei der jeweils vor dem Versuch festzustellenden Dichte nicht erreicht wird. (Benutzung der Tabellen 10 bis 12 des Anhangs.)

Für die Temperaturmessung verwendet man Thermometer mit Zehntelgradeinteilung. Je langsamer die Abkühlung erfolgt, um so genauer ist das Resultat. Die Häufigkeit der Ablesungen richtet sich nach der Abkühlungsgeschwindigkeit, der Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Ablesungen soll nicht größer sein, als der Abkühlung um 1° bei der garantierten Soletemperatur entspricht. Sinkt dieser Zeitraum (z. B. bei kleinem Soleinhalt des Verdampfers) unter 2 min, so ist eine künstliche Verlangsamung, also die Anwendung der Methode α δ), S. 5, am Platze. Die stündliche Abkühlung Δt bestimmt man nicht aus dem ganzen Verlauf der Abkühlungskurve, sondern nur für die der Garantie entsprechenden Temperatur (durch graphische Differentiation oder, genau genug, durch Differenzenbildung¹⁾).

Ist w der Wasserwert des Verdampfers, so wird die stündliche Netto-Kälteleistung

$$Q_0 = w \cdot \Delta t \frac{\text{kcal}}{\text{h}}.$$

Bei der Bestimmung des Wasserwertes sind die Eisenmassen des Verdampfergefäßes möglichst genau zu berücksichtigen, dagegen ist die Isolierung nicht mitzurechnen. Bei der Berechnung des Soleinhaltes ist die Verdrängung durch eingetauchte Hohlkörper (z. B. die Verdampferschlangen) zu berücksichtigen, dagegen kann die Verdrängung durch eiserne Vollkörper (Rührwerksteile, Schellen, Träger u. dgl.) unter gleichzeitiger Vernachlässigung der entsprechenden Eisenmassen außer acht bleiben, weil die spezifischen Wärmen, bezogen auf die Volumeneinheit, bei Eisen und konzentrierten Salzlösungen beinahe die gleichen sind.

δ) Eine Kombination der vorerwähnten Methoden α) oder β) mit γ) wird dann erforderlich, wenn der normale Betrieb einer Kühlanlage durch die Abnahmeversuche nicht unterbrochen werden darf. Man muß dabei auf eine große Genauigkeit der Ergebnisse im allgemeinen verzichten. Die größte Fehlerquelle liegt in der Bestimmung des Wasserwertes, wenn zu dem Verdampfer noch lange Leitungsnetze, Apparate und Mauerwerke hinzutreten. Sinngemäß sind auch hier die bei den vorerwähnten Methoden genannten Richtlinien zu beachten.

b) Für die Messung der Eiszerzeugung ist die Versuchsdauer mindestens so lange auszudehnen, bis sämtliche Zellen einmal durchgefroren sind. Auf die Einhaltung des Beharrungszustandes muß streng geachtet werden. Nach Erreichung des Beharrungszustandes und nach Beginn der Ablesungen muß die erste Stunde für die Bewertung ausgeschaltet werden. Die Entnahme des erzeugten Eises nach vollständigem Durchfrieren des Zelleninhaltes und die Wiedereinfüllung der Zellen mit Wasser muß in gleichmäßigen Zeitabschnitten derart erfolgen, daß die Soletemperatur im Eiszeuger weder steigt noch sinkt. Ganz besonders ist darauf zu achten, daß beim Schluß des Versuches die Temperatur der Sole mit deren Anfangstemperatur genau übereinstimmt.

¹⁾ Durch einen anschließenden Erwärmungsversuch kann man die Wärmeeinstrahlung in den Verdampfer bei der vorhandenen Raumtemperatur leicht und ziemlich genau bestimmen.

c) Bei direkter Verdampfung können die in Abschnitt a) genannten Methoden nicht mehr angewendet werden, und man muß sich dann mit einem geringeren Genauigkeitsgrad begnügen.

a) Besitzt die Anlage einen Tauch- oder Doppelrohrkondensator, bei dem sich die Kondensatorleistung Q bequem bestimmen läßt, und induziert man gleichzeitig den Kompressor, so kann man die Brutto-Kälteleistung (inneres Verhalten) ziemlich genau aus der Wärmebilanz bestimmen. Die Bestimmung von Q erfolgt aus der Messung der stündlich durch den Kondensator fließenden Kühlwassermenge $G_w \frac{\text{kg}}{\text{h}}$ entweder mit Hilfe eines eingebauten Wassermessers oder, wie beim Solezirkulationsversuch, durch Einschaltung eines Meßgefäßes mit einer Poncelet-Mündung unter Benutzung der Werte der Tabelle 13 im Anhang. Gleichzeitig beobachtet man die Kühlwassertemperaturen t_{we} und t_{wa} beim Eintritt und Austritt mit genauen miteinander verglichenen Thermometern in Zehntelgradeinteilung. Es wird dann

$$Q = G_w (t_{wa} - t_{we}) \frac{\text{kcal}}{\text{h}}.$$

Bei Doppelrohrkondensatoren, in denen das Kältemedium den äußeren Ringraum durchströmt, kann man noch eine Korrektur anbringen, die dem Wärmeaustausch mit der umgebenden Luft Rechnung trägt. Dieses Korrektionsglied wird aber recht unsicher, da man die Temperaturverteilung im Kondensator nicht kennt und auch den Wärmeübergangskoeffizienten nur schätzungsweise mit

$$\alpha = 6 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$$

angeben kann.

Besitzt der Kompressor einen Kühlmantel um den Zylinder und die Stopfbuchse, durch den stündlich $G_w' \text{ kg}$ Wasser fließen, die sich von t'_{we} auf t'_{wa} erwärmen, so ist zur Kondensatorleistung noch der Betrag

$$Q' = G_w' (t'_{wa} - t'_{we}) \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

hinzuzufügen.

Schließlich läßt sich auch noch die Wärmeabgabe Q_d der Druckstutzen (durch Messung der Temperatur t' im Druckstutzen und t'' vor dem Kondensator) und die Wärmeaufnahme der Saugleitung Q_s annähernd bestimmen¹⁾. Ist N_k die recht genau bestimmbare induzierte Kompressorleistung in PS oder kW, so lautet die genaue Wärmebilanz

$$Q_0 + Q_s = Q + Q' + Q_d - \frac{632}{859} N_k.$$

¹⁾ Für die Berechnung von Q_d braucht man außer den Temperaturen t' und t'' noch die stündlich umlaufende Menge des Kältemediums G_k in kg und seine spezifische Wärme c_p . Man erhält G_k angenähert aus Q , wenn man den Wärmeinhalt des dampfförmigen Kältemediums vor Eintritt in den Kondensator (Druck p -Temperatur t') mit i und den Wärmeinhalt des flüssigen unterkühlten Kältemediums vor Eintritt in das Regulierventil, wie früher, mit i'_u bezeichnet. Dann wird

$$Q_d = G_k c_p (t' - t'')$$

und

$$G_k = \frac{Q}{i - i'_u} = G_w \frac{(t_{wa} - t_{we})}{i - i'_u}.$$

Dabei ist für NH_3 $c_p = 0,6$, für SO_2 $c_p = 0,17$ zu setzen, während bei CO_2 die Größe $c_p (t' - t'')$ am besten aus dem i/s -Diagramm als Differenz der Wärmeinhalte abzugreifen ist. Q_s kann bei gut isolierten und nicht sehr langen Saugleitungen vernachlässigt werden.

β) Beim Luftzirkulationsversuch, der sich immer durchführen läßt, wenn die Kühlanlage einen besonderen Luftkühler mit Ventilator besitzt, kommt es darauf an, die zirkulierende Luftmenge sowie deren Temperatur und relative Feuchtigkeit vor und hinter dem Luftkühler möglichst genau zu messen. Außerdem muß darauf geachtet werden, daß der Beharrungszustand beim Versuch möglichst gut eingehalten wird. Die mittlere Lufttemperatur muß beim Beginn und beim Ende des Versuchs genau übereinstimmen. Lassen sich Temperaturänderungen nicht vermeiden, so muß unter Berücksichtigung des Wasservertes aller von dieser Temperaturänderung betroffenen Teile eine Korrektur wie bei der Methode Va a), S. 12, angebracht werden.

Die Lufttemperaturen t_{le} und t_{la} beim Eintritt und Austritt sind möglichst nahe am Luftkühler mit genauen miteinander verglichenen Thermometern mit Zehntelgradeinteilung zu messen.

Das stündlich zirkulierende Luftvolumen V_L in m^3 bestimmt man nach einer der in Abschnitt 24, S. 13, der »Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren«²⁾ genannten Methoden. In den hölzernen Kanälen der Luftkühlanlagen erweist es sich am bequemsten, das zirkulierende Luftvolumen durch netzweise Messung der Geschwindigkeit mit Hilfe von Flügelanemometern zu bestimmen. Die Messung erfolgt am besten in einem geraden Stück des Hauptauskanals, weil dort die Strömung am geregeltsten verläuft. Es ist darauf zu achten, daß hinter der Meßstelle keine Hilfskanäle mehr einmünden und daß wirklich die ganze vom Ventilator angesaugte Luftmenge durch die Meßstelle hindurchgeht.

Die der Luftabkühlung entsprechende Kälteleistung Q_0' berechnet sich dann aus

$$Q_0' = V_L C_p (t_{le} - t_{la}) \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

wobei $C_p = 0,31$ die Wärmekapazität von 1 m^3 Luft bei 0° und 760 mm Hg bedeutet. Weicht die Temperatur t_m und der Druck p_m (in mm Hg) an der Meßstelle von t_l merklich von 0° und 760 mm ab, so rechnet man mit $C_p = 0,31 \frac{273}{T_m} \frac{p_m}{760}$.

Zu den Werten Q_0' tritt ferner noch der Teil Q_0'' hinzu, welcher der Lufttrocknung im Luftkühler entspricht.

Zur Bestimmung von Q_0'' muß die relative Feuchtigkeit der Luft f_e und f_a beim Eintritt und Austritt, also bei den Temperaturen t_{le} und t_{la} gemessen werden. Die Messung erfolgt mit Hilfe von Psychrometern, d. h. es wird in den Luftstrom neben den trockenen Thermometern je ein feuchtes Thermometer eingebracht, welches die Temperatur t'_{le} bzw. t'_{la} anzeigt. Bezeichnen wir mit p_s bzw. p'_s die Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes bei der Temperatur t_l bzw. t'_l , so wird die relative Feuchtigkeit in Prozenten

$$f = 100 \frac{p'_s - \frac{1}{2} (t_l - t'_l)}{p_s} \%$$

und muß für die Eintritts- und Austrittsstelle (f_e und f_a) berechnet werden. Sinkt die Temperatur unter 0° , so muß die Spannkraft über Eis genommen werden²⁾. Die Werte der Spannkraft des Wasserdampfes sind in dem für die Kältetechnik wichtigen Bereich in Tabelle 14 des Anhangs wiedergegeben.

¹⁾ a. a. O.

²⁾ Vgl. R. Plank, Die Messung der relativen Feuchtigkeit der Luft in Gefrierräumen, Z. f. d. ges. Kälte-Industrie 1916, Heft 3, und A. Gramberg, Technische Messungen, 4. Aufl., S. 415. Verlag Springer, Berlin 1920.

Bezeichnen wir ferner mit W_s den Wassergehalt von 1 m³ Luft in Gramm beim Zustand der Sättigung, vgl. Tabelle 15 des Anhangs, so ist der Wassergehalt W bei der relativen Feuchtigkeit f

$$W = \frac{f}{100} \cdot W_s$$

Man bestimmt diesen Wassergehalt für den Zustand der Luft beim Eintritt (W_e) und Austritt (W_a). Die Differenz $W_e - W_a$ stellt die Trocknung der Luft dar und schlägt sich im Luftkühler nieder. Bedeutet r die latente Wärme bei der Aggregatzustandsänderung des Wasserdampfes, so wird der zweite Teil der Kälteleistung

$$Q_0'' = V_1 r (W_e - W_a) \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Dabei ist $r = 0,6 \text{ kcal/g}$, wenn die Kondensation in Form von Tropfen erfolgt und $r = 0,68 \text{ kcal/g}$, wenn sich unterhalb 0° Reif absetzt. Die ganze Netto-Kälteleistung ist dann

$$Q_0 = Q_0' + Q_0'' \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

zu der noch bei Störung des Beharrungszustandes das oben erwähnte Korrektionsglied hinzutritt.

d) Bei Anlagen mit direkter Verdampfung und Berieselungskondensator ist die Messung der Kälteleistung ziemlich unsicher.

a) Besitzt die Anlage einen Luftkühler mit Ventilator, so kann man den Luftzirkulationsversuch nach $Vc\beta$) durchführen.

Es gelten dann die vorstehend genannten Ausführungsbestimmungen. Die Möglichkeit einer Kontrolle durch die Wärmebilanz ($Vc\alpha$) besteht jedoch nicht mehr.

β) Beistiller Kühlung stehen nur noch die in den »Regeln«, Abschnitt $A V d \beta$), erwähnten sehr rohen Methoden zur Verfügung, die nur einen ungefähren Anhalt für die Größe der Kälteleistung geben.

VI. Durchführung der Leistungsversuche.

Zu c). Die Größe des schädlichen Raumes bestimmt man am genauesten durch Auffüllen mit Öl. Der zylindrische Raum zwischen Kolbenboden und Zylinderdeckel kann aber auch durch einen Bleiabdruck bestimmt werden, und der durch den Einbau der Ventile bedingte zusätzliche schädliche Raum läßt sich aus der Konstruktionszeichnung annähernd berechnen.

Zu d). Die in der Kältetechnik benutzten Federmanometer zeigen nicht den absoluten Druck, sondern den Überdruck an. Es ist daher erforderlich, neben den Manometerangaben auch noch den Barometerstand zu notieren. Weicht dieser vom normalen erheblich ab, so ist eine entsprechende Korrektur an den abgelesenen Sättigungstemperaturen anzubringen.

Die kurzen Ausschläge der Zeiger innerhalb eines Kolbenhubs rühren in der Regel von vorübergehenden Druckschwankungen her, die durch die Ventilwiderstände verursacht werden. Daher ist bei Druckmanometern im allgemeinen die tiefste Lage, bei Saugmanometern dagegen die höchste Lage des Zeigers maßgebend. In diesen Lagen kommen die Manometer vorübergehend zur Ruhe.

Die im Maschinenhaus aufgestellten Druckmanometer werden manchmal an die obere Verteilungsleitung eines auf dem Dach aufgestellten Berieselungskondensators angeschlossen. In solchen und ähnlichen Fällen kann es vorkommen, daß das Kältemedium im Fallrohr zum Manometer kondensiert, wenn nämlich die Temperatur im Maschinenhaus und etwaigen sonstigen Räumen, durch welche die Fallleitung hindurchgeht, unterhalb der dem Kondensatordruck entsprechenden Sättigungstemperatur liegt. Dann lastet auf dem Druckmanometer neben

dem tatsächlichen Kondensatordruck noch der Druck dieser Flüssigkeitssäule. Dieser letzte muß also von der Angabe des Manometers in Abzug gebracht werden. Dabei kann für das spezifische Gewicht γ' der verflüssigten Kältemedien gesetzt werden: Für NH_3 $\gamma' = 0,61 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$,

für SO_2 $\gamma' = 1,38 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$, während sich für Kohlensäure die Werte von $\gamma' = \frac{1}{\rho'}$ aus Tabelle 3 des Anhangs ergeben.

VII. Garantien.

Zu a). Die Garantien sind nicht auf »Normaltemperaturen« (II) zu beziehen, sondern auf solche Temperaturen, die dem Verwendungszweck der Anlage entsprechen.

Zu b). Die vielfach übliche Methode, die Kälteleistung bei Solekühlung auf ein Temperaturintervall, z. B. von -2° bis -5°C , zu beziehen, ist zu verwerfen; beim Solozirkulationsversuch fällt dabei die tatsächliche mittlere Soletemperatur in der Regel nahezu mit der tiefsten Temperatur (-5°C) zusammen, vgl. 8. 9), während beim Abkühlungsversuch die mittlere Soletemperatur sehr genau dem arithmetischen Mittel der beiden in der Garantie angegebenen Grenzwerte ($-3,5^\circ \text{C}$) entsprechen würde. Um derartige Unstimmigkeiten zu vermeiden, müssen die Garantien stets auf feste Temperaturen bezogen werden.

Die theoretische Kälteleistung des Vergleichsprozesses hängt nur von t_0 und t_u (bzw. t_a und t_{ue}), nicht aber von t (bzw. t_{wa} oder G_w) ab¹⁾. Die praktische Kälteleistung ist aber von der Kondensationstemperatur bzw. Kühlwasserablauftemperatur nicht unabhängig, weil sie den Verlauf der Rückexpansionslinie im Indikator diagramm und damit die Werte von λ und η_d beeinflußt. Bei einem Tauchkondensator oder Doppelrohrkondensator von gegebener Kühlfläche ist bei gegebener Verdampfungstemperatur (Kälteleistung) und richtiger Füllung mit Kältemedium die Kondensationstemperatur t bzw. Kühlwasserablauftemperatur t_{wa} durch die Kühlwassereintrittstemperatur t_{we} und Kühlwassermenge G_w eindeutig gegeben. Dagegen hängt beim Berieselungskondensator t_{wa} noch von den atmosphärischen Verhältnissen (Verdunstungsgeschwindigkeit) stark ab. Diese Abhängigkeit ist experimentell noch fast gar nicht untersucht²⁾. Auf jeden Fall ist es zweckmäßig, in den Garantiebedingungen bei Berieselungskondensatoren neben t_{we} und G_w noch die Temperatur und relative Feuchtigkeit der Außenluft zu vermerken.

Zu c). Die Genauigkeit der einzelnen Messungen der Kälteleistung nach den Methoden a γ), a δ), c) und besonders d) des Abschnittes V ist im allgemeinen geringer als $\pm 5\%$. Man kann hier jedoch die Genauigkeit steigern, wenn man die Kälteleistung nach zwei verschiedenen Methoden bestimmt oder, wenn nur eine Methode durchführbar ist, den Mittelwert aus mehreren Versuchen nimmt.

VIII. Umrechnung der gemessenen Werte auf Garantiebedingungen.

Zu a). Sind z. B. die Kälteleistung und der Kraftverbrauch bei $t_0 = -15^\circ$ und $t = -25^\circ$ garantiert, so

¹⁾ Eine Ausnahme bildet nur CO_2 wegen der Nähe des kritischen Punktes.

²⁾ Den ersten Versuch einer Klärung der theoretischen Grundlagen machte M. Krause, Diss., Danzig, und Z. f. d. ges. Kälteindustrie 1916, S. 1 ff. Vgl. auch K. Neumann, »Die Beurteilung von Kaminkühlern«, Z. d. V. d. I. 1921, S. 1070.

kann man die Umrechnung von Versuchs- auf Garantiebedingungen im Verhältnis der zugehörigen theoretischen Werte des Vergleichsprozesses (Tabellen 4 bis 9 des Anhangs) vornehmen, wenn beim Versuch etwa folgende Temperaturen eingehalten werden konnten:

1. $t_0' = -15^\circ$; $t' = +23^\circ$ bis $+27^\circ$,
2. $t_0' = -13^\circ$ bis -17° ; $t' = +25^\circ$,
3. $t_0' = -14^\circ$ bis -16° ; $t' = +24^\circ$ bis $+26^\circ$.

Zu b). Es kommt häufig vor, daß Abnahmeversuche in einer Jahreszeit vorgenommen werden müssen, in der die Kühlwasserverhältnisse wesentlich günstiger sind als in der Garantie angenommen. Ist z. B. bei einem Versuch an einem kalten Wintertage bei dem unter a) angegebenen Garantiebeispiel keine höhere Kondensationstemperatur als $t' = +18^\circ$ zu erreichen, so würde man bei $t_0 = -15^\circ$ für die Kälteleistung viel zu günstige Bedingungen haben. Man müßte den Versuch bei $t_0' = -21^\circ$ durchführen, weil dabei $\frac{T}{T_0} = \frac{T'}{T_0'}$ wird. Die stündliche Kälteleistung wird bei dieser um 6° liefern Verdampfungstemperatur natürlich viel kleiner ausfallen dürfen, als in der Garantie angegeben, und man benutzt den Versuch nur zur Berechnung von λ und η aus dem Vergleich mit den theoretischen Werten bei $t' = +18^\circ$ und $t_0' = -21^\circ$. Mit den gleichen Werten von λ und η

berechnet man dann die praktische Kälteleistung bei den Garantiebedingungen.

Zu fast demselben Resultat gelangt man, wenn man die beim Versuch einzuhaltende Verdampfungstemperatur aus der Bedingung $T - T_0 = T' - T_0'$ berechnet. Es wird dann in obigem Beispiel $t_0' = -22^\circ$ statt -21° . Diese Abweichung von 1° ist aber nach der Bestimmung A VIII a, S. 7, zulässig. Selbst in extremen Fällen ergeben sich nach den beiden Umrechnungsmethoden keine größeren Abweichungen für die beim Versuch einzuhaltende Temperaturdifferenz $T' - T_0'$ als 2° , so daß nach der Bestimmung A VIII a beide Methoden gleichwertig erscheinen.

Diese Methode ist natürlich nicht immer durchführbar, weil häufig die Konzentration der Sole oder die Gefahr einer Schädigung des Kühlgutes die erforderliche stärkere Abkühlung verbieten. Einfacher liegen in der Regel diese Verhältnisse, wenn sich die in der Garantie vorgesehene Verdampfungstemperatur t_0 aus irgendeinem Grunde nicht einhalten läßt, weil man dann die Kondensationstemperatur durch Regelung der Kühlwasserzufuhr bequem anpassen kann.

Versagt die Anpassung, so bleibt nur noch die unständliche und kostspielige Umrechnungsmethode VIII c) übrig.

C. Verzeichnis der Tabellen.¹⁾

1. Dampftabelle für gesättigte Dämpfe des Ammoniaks.
2. " " " " " der schwefligen Säure.
3. " " " " " der Kohlensäure.
4. Theoret. Kälteleistung in kcal/m² für Ammoniak.
5. " " " " " schwefl. Säure.
6. " " " " " Kohlensäure.
7. " " " " " kcal/PSh für Ammoniak.
8. " " " " " schwefl. Säure.

9. Theoret. Kälteleistung in kcal/PSh für Kohlensäure.
10. Eigenschaften der Chlornatriumlösungen.
11. " " " Chlormagnesiumlösungen.
12. " " " Chlorkalziumlösungen.
13. Ausflußkoeffizienten für reines Wasser von 0° .
14. Spannkraft des Wasserdampfes.
15. Wasserdampfgehalt in Luft im Zustand der Sättigung.
16. i/s -Diagramm für Kohlensäure.

¹⁾ Über die Dampftabelle für Ammoniak vergleiche Altenkirch, Zs. f. d. ges. Kälte-Industrie, 28, 173, 1921. Der Dampftabelle für schweflige Säure liegen die Werte der Hütte (XXIII, 1918) zu Grunde, die sich den neuen Messungen von Henning und Stock (Zs. f. Physik, Bd. IV, 226, 1921) besser anschließen, als die von Königer (Die Kompressionskältemaschine, 1921) ange-

gebene Tabelle. Die Dampftabelle für Kohlensäure ist aus den von Langen (Zt. f. d. ges. Kälte-Industrie, 28, 2, 1921) gegebenen Werten interpoliert. Einige geringfügige Abweichungen sind durch graphischen Ausgleich bedingt.

Über die Berechnung der Leistungstabellen 4 bis 9 (vgl. Altenkirch, Zs. f. d. ges. Kälte-Industrie, 29, Heft 9, 1922).

ANHANG.

Tabelle 1. Ammoniak-Dampftabelle.

Temperatur	Druck p, at. abs.	Rauminhalt		Spez. Gewicht		Wärmeinhalt		Energie		Verdampfungswärme			Entropie		
		der Flüssig- keit v'	des Dampf- tes v''	der Flüssig- keit γ'	des Dampf- tes γ''	der Flüssig- keit i'	des Dampf- tes i''	der Flüssig- keit u'	des Dampf- tes u''	ge- samte $r = i'' - i'$	innere $r' = u'' - u'$	äußere $r'' = i'' - i'$	der Flüssig- keit s'	des Dampf- tes s''	$r' - s'$
°C	kg/cm ²	l/kg	m ³ /kg	kg/l	kg/m ³	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg
-50	0,4168	1,4245	2,6170	0,7020	0,382	53,83	284,14	53,84	258,60	337,97	312,44	25,53	-0,2169	1,2980	1,5149
-49	0,4421	1,4269	2,4776	0,7008	0,403	52,78	284,55	52,79	258,90	337,32	311,68	25,64	-0,2122	1,2930	1,5052
-48	0,4686	1,4293	2,3471	0,6996	0,425	51,72	284,95	51,74	259,19	336,66	310,92	25,75	-0,2075	1,2881	1,4956
-47	0,4964	1,4318	2,2246	0,6984	0,449	50,66	285,35	50,68	259,49	336,00	310,16	25,85	-0,2028	1,2833	1,4861
-46	0,5256	1,4342	2,1096	0,6972	0,474	49,60	285,75	49,62	259,78	335,34	309,40	25,95	-0,1981	1,2785	1,4766
-45	0,5562	1,4367	2,0015	0,6960	0,500	48,54	286,14	48,56	260,07	334,68	308,63	26,05	-0,1935	1,2738	1,4673
-44	0,5882	1,4392	1,9000	0,6948	0,527	47,48	286,54	47,50	260,37	334,02	307,87	26,15	-0,1889	1,2692	1,4581
-43	0,6217	1,4417	1,8045	0,6936	0,555	46,42	286,93	46,44	260,66	333,35	307,11	26,25	-0,1843	1,2646	1,4489
-42	0,6568	1,4442	1,7146	0,6924	0,584	45,36	287,32	45,38	260,96	332,68	306,34	26,35	-0,1797	1,2600	1,4397
-41	0,6935	1,4468	1,6300	0,6912	0,614	44,30	287,71	44,32	261,25	332,01	305,57	26,45	-0,1751	1,2555	1,4306
-40	0,7318	1,4493	1,5503	0,6900	0,645	43,24	288,10	43,26	261,54	331,34	304,80	26,54	-0,1705	1,2510	1,4215
-39	0,7719	1,4519	1,4752	0,6888	0,678	42,18	288,49	42,20	261,83	330,67	304,03	26,64	-0,1660	1,2465	1,4125
-38	0,8137	1,4545	1,4045	0,6875	0,712	41,12	288,88	41,14	262,12	329,99	303,26	26,73	-0,1615	1,2421	1,4036
-37	0,8573	1,4571	1,3377	0,6863	0,748	40,06	289,27	40,08	262,42	329,31	302,49	26,82	-0,1570	1,2378	1,3948
-36	0,9028	1,4597	1,2746	0,6851	0,785	38,99	289,65	39,02	262,71	328,63	301,72	26,91	-0,1525	1,2336	1,3861
-35	0,9503	1,4623	1,2151	0,6839	0,823	37,92	290,03	37,95	263,00	327,95	300,95	27,00	-0,1480	1,2294	1,3774
-34	0,9999	1,4649	1,1589	0,6826	0,863	36,85	290,41	36,89	263,29	327,26	300,17	27,09	-0,1435	1,2252	1,3687
-33	1,0515	1,4676	1,1058	0,6814	0,905	35,79	290,79	35,83	263,57	326,57	299,39	27,18	-0,1390	1,2211	1,3601
-32	1,1052	1,4703	1,0555	0,6801	0,948	34,72	291,17	34,76	263,86	325,88	298,61	27,27	-0,1346	1,2170	1,3516
-31	1,1610	1,4730	1,0080	0,6789	0,992	33,65	291,54	33,69	264,15	325,19	297,83	27,36	-0,1302	1,2130	1,3432
-30	1,2190	1,4757	0,9630	0,6777	1,038	32,58	291,91	32,62	264,43	324,49	297,05	27,44	-0,1258	1,2090	1,3348
-29	1,279	1,4784	0,9204	0,6764	1,086	31,51	292,28	31,55	264,71	323,79	296,26	27,53	-0,1214	1,2050	1,3264
-28	1,342	1,4811	0,8801	0,6752	1,136	30,44	292,64	30,48	264,98	323,08	295,47	27,62	-0,1170	1,2011	1,3181
-27	1,407	1,4839	0,8418	0,6739	1,188	29,37	293,00	29,41	265,26	322,37	294,68	27,70	-0,1126	1,1972	1,3098
-26	1,475	1,4867	0,8056	0,6726	1,242	28,29	293,36	28,34	265,54	321,66	293,88	27,78	-0,1083	1,1934	1,3017
-25	1,546	1,4895	0,7712	0,6714	1,297	27,22	293,72	27,27	265,81	320,94	293,08	27,86	-0,1040	1,1896	1,2936
-24	1,619	1,4923	0,7386	0,6701	1,354	26,14	294,07	26,20	266,08	320,22	292,27	27,94	-0,0997	1,1858	1,2855
-23	1,695	1,4951	0,7076	0,6688	1,413	25,07	294,42	25,13	266,35	319,49	291,46	28,02	-0,0954	1,1821	1,2775
-22	1,774	1,4980	0,6782	0,6676	1,474	23,99	294,77	24,05	266,62	318,76	290,65	28,10	-0,0911	1,1784	1,2695
-21	1,856	1,5008	0,6502	0,6663	1,538	22,91	295,12	22,97	266,88	318,03	289,84	28,18	-0,0868	1,1747	1,2615
-20	1,940	1,5037	0,6236	0,6650	1,604	21,83	295,46	21,89	267,14	317,29	289,03	28,26	-0,0826	1,1710	1,2536
-19	2,027	1,5066	0,5983	0,6637	1,672	20,75	295,80	20,82	267,40	316,55	288,22	28,34	-0,0783	1,1674	1,2457
-18	2,117	1,5096	0,5742	0,6624	1,742	19,67	296,13	19,74	267,65	315,80	287,40	28,42	-0,0741	1,1638	1,2379
-17	2,211	1,5125	0,5513	0,6611	1,814	18,59	296,46	18,66	267,90	315,05	286,57	28,49	-0,0699	1,1602	1,2301
-16	2,309	1,5155	0,5295	0,6598	1,889	17,50	296,79	17,58	268,15	314,29	285,74	28,56	-0,0657	1,1567	1,2224
-15	2,410	1,5185	0,5087	0,6585	1,966	16,41	297,12	16,50	268,40	313,53	284,90	28,63	-0,0615	1,1532	1,2147
-14	2,514	1,5215	0,4889	0,6572	2,046	15,32	297,44	15,42	268,64	312,76	284,06	28,70	-0,0573	1,1498	1,2071
-13	2,621	1,5245	0,4700	0,6559	2,128	14,24	297,75	14,34	268,88	311,99	283,22	28,77	-0,0531	1,1464	1,1995
-12	2,732	1,5276	0,4520	0,6546	2,213	13,15	298,06	13,26	269,12	311,21	282,38	28,84	-0,0489	1,1430	1,1919
-11	2,847	1,5307	0,4348	0,6533	2,300	12,06	298,37	12,17	269,36	310,43	281,53	28,90	-0,0448	1,1396	1,1844
-10	2,966	1,5338	0,4184	0,6520	2,390	10,97	298,67	11,08	269,60	309,64	280,68	28,96	-0,0407	1,1362	1,1769
-9	3,089	1,5369	0,4028	0,6507	2,483	9,88	298,97	9,99	269,83	308,85	279,82	29,03	-0,0366	1,1329	1,1695
-8	3,216	1,5400	0,3878	0,6493	2,579	8,79	299,27	8,90	270,06	308,05	278,96	29,09	-0,0325	1,1296	1,1621
-7	3,347	1,5432	0,3735	0,6480	2,678	7,70	299,56	7,81	270,29	307,25	278,10	29,15	-0,0284	1,1263	1,1547
-6	3,481	1,5464	0,3599	0,6467	2,779	6,60	299,85	6,72	270,52	306,45	277,24	29,21	-0,0243	1,1231	1,1474
-5	3,619	1,5496	0,3469	0,6453	2,883	5,50	300,14	5,63	270,74	305,64	276,37	29,27	-0,0202	1,1199	1,1401
-4	3,761	1,5528	0,3344	0,6440	2,991	4,41	300,42	4,54	270,96	304,83	275,50	29,33	-0,0161	1,1167	1,1328
-3	3,908	1,5561	0,3225	0,6426	3,102	3,31	300,70	3,45	271,18	304,01	274,63	29,39	-0,0120	1,1135	1,1255
-2	4,060	1,5594	0,3111	0,6413	3,216	2,21	300,98	2,36	271,40	303,19	273,75	29,44	-0,0080	1,1103	1,1183
-1	4,217	1,5627	0,3002	0,6399	3,332	1,11	301,25	1,26	271,61	302,36	272,87	29,49	-0,0040	1,1072	1,1112
0	4,379	1,5660	0,2897	0,6386	3,452	0,00	301,52	0,16	271,82	301,52	271,98	29,54	0,0000	1,1041	1,1041
+1	4,545	1,5694	0,2797	0,6372	3,576	1,10	301,78	0,94	272,02	300,68	271,09	29,59	+0,0040	1,1010	1,0970
+2	4,716	1,5727	0,2700	0,6358	3,703	2,21	302,04	2,04	272,22	299,84	270,19	29,64	+0,0080	1,0979	1,0899
+3	4,892	1,5761	0,2608	0,6345	3,834	3,32	302,30	3,14	272,42	298,99	269,29	29,69	+0,0120	1,0949	1,0829
+4	5,073	1,5796	0,2520	0,6331	3,969	4,43	302,55	4,24	272,62	298,13	268,38	29,74	+0,0160	1,0919	1,0759
+5	5,259	1,5831	0,2435	0,6317	4,108	5,54	302,80	5,34	272,81	297,26	267,47	29,79	+0,0200	1,0889	1,0689
+6	5,450	1,5866	0,2353	0,6303	4,250	6,65	303,04	6,44	273,00	296,39	266,55	29,84	+0,0240	1,0859	1,0619
+7	5,647	1,5901	0,2275	0,6289	4,396	7,76	303,27	7,54	273,18	295,51	265,63	29,88	+0,0280	1,0829	1,0549
+8	5,849	1,5936	0,2200	0,6275	4,546	8,87	303,50	8,65	273,36	294,63	264,70	29,92	+0,0319	1,0799	1,0480
+9	6,057	1,5972	0,2128	0,6261	4,700	9,99	303,73	9,76	273,54	293,74	263,77	29,96	+0,0358	1,0770	1,0412
+10	6,271	1,6008	0,2058	0,6247	4,859	11,11	303,95	10,87	273,71	292,84	262,84	30,00	+0,0397	1,0741	1,0344

Tabelle 1 (Fortsetzung). Ammoniak-Dampftabelle.

Temperatur <i>t</i> °C	Druck <i>p</i> (at abs.) kg/cm ²	Rauminhalt		Spez. Gewicht		Wärmeinhalt		Energie		Verdampfungswärme			Entropie		
		der Flüssig- keit <i>v'</i> l/kg	des Dampfes <i>v''</i> m ³ /kg	der Flüssig- keit <i>γ'</i> kg/l	des Dampfes <i>γ''</i> kg/m ³	der Flüssig- keit <i>F'</i> kcal/kg	des Dampfes <i>F''</i> kcal/kg	der Flüssig- keit <i>u'</i> kcal/kg	des Dampfes <i>u''</i> kcal/kg	gesamte <i>r = v'' - v'</i> kcal/kg	innere <i>u'' - u'</i> kcal/kg	äußere <i>P · (v'' - v')</i> kcal/kg	der Flüssig- keit <i>s'</i>	des Dampfes <i>s''</i>	<i>s'' - s'</i> $\frac{r}{T}$
+10	6,271	1,6008	0,2058	0,6247	4,859	+11,11	303,95	+10,87	273,71	292,84	262,84	30,00	+0,0397	1,0741	1,0344
+11	6,490	1,6045	0,1992	0,6233	5,022	+12,23	304,17	+11,98	273,88	291,94	261,90	30,04	+0,0436	1,0712	1,0276
+12	6,715	1,6081	0,1927	0,6218	5,189	+13,35	304,38	+13,09	274,05	291,03	260,96	30,08	+0,0475	1,0683	1,0208
+13	6,946	1,6118	0,1866	0,6204	5,361	+14,47	304,59	+14,20	274,21	290,12	260,01	30,11	+0,0514	1,0654	1,0140
+14	7,183	1,6156	0,1806	0,6190	5,537	+15,59	304,79	+15,31	274,37	289,20	259,06	30,14	+0,0553	1,0626	1,0073
+15	7,427	1,6193	0,1740	0,6175	5,718	+16,72	304,99	+16,43	274,53	288,27	258,10	30,17	+0,0592	1,0598	1,0006
+16	7,677	1,6231	0,1694	0,6161	5,904	+17,85	305,19	+17,55	274,69	287,34	257,14	30,20	+0,0631	1,0570	0,9939
+17	7,933	1,6270	0,1642	0,6146	6,094	+18,98	305,38	+18,67	274,85	286,40	256,18	30,23	+0,0670	1,0542	0,9872
+18	8,196	1,6308	0,1591	0,6132	6,289	+20,11	305,57	+19,79	275,00	285,46	255,21	30,25	+0,0709	1,0514	0,9805
+19	8,465	1,6347	0,1542	0,6117	6,489	+21,24	305,75	+20,91	275,15	284,51	254,24	30,27	+0,0747	1,0486	0,9739
+20	8,741	1,6386	0,1494	0,6103	6,694	+22,38	305,93	+22,04	275,30	283,55	253,26	30,29	+0,0785	1,0459	0,9674
+21	9,024	1,6426	0,1449	0,6088	6,904	+23,52	306,10	+23,16	275,44	282,58	252,28	30,31	+0,0824	1,0432	0,9608
+22	9,314	1,6466	0,1405	0,6073	7,119	+24,66	306,27	+24,28	275,58	281,61	251,29	30,32	+0,0862	1,0405	0,9543
+23	9,611	1,6506	0,1363	0,6058	7,339	+25,80	306,43	+25,41	275,71	280,63	250,30	30,34	+0,0900	1,0378	0,9478
+24	9,915	1,6547	0,1322	0,6043	7,564	+26,94	306,59	+26,54	275,84	279,65	249,30	30,35	+0,0938	1,0351	0,9413
+25	10,225	1,6588	0,1283	0,6028	7,795	+28,09	306,75	+27,67	275,97	278,66	248,30	30,36	+0,0976	1,0324	0,9348
+26	10,544	1,6630	0,1245	0,6013	8,031	+29,24	306,89	+28,80	276,09	277,66	247,29	30,37	+0,1014	1,0297	0,9283
+27	10,870	1,6672	0,1209	0,5998	8,273	+30,39	307,03	+29,93	276,21	276,65	246,28	30,38	+0,1052	1,0270	0,9218
+28	11,204	1,6714	0,1174	0,5983	8,521	+31,54	307,17	+31,06	276,32	275,64	245,26	30,38	+0,1090	1,0243	0,9153
+29	11,546	1,6757	0,1140	0,5968	8,775	+32,69	307,30	+32,20	276,43	274,62	244,23	30,39	+0,1128	1,0217	0,9089
+30	11,895	1,6800	0,1107	0,5952	9,034	+33,84	307,43	+33,34	276,54	273,59	243,20	30,39	+0,1165	1,0191	0,9026
+30	11,895	1,6800	0,1107	0,5952	9,034	+33,84	307,43	+33,34	276,54	273,59	243,20	30,39	+0,1165	1,0191	0,9026
+31	12,252	1,6844	0,1075	0,5937	9,300	+35,00	307,55	+34,48	276,64	272,55	242,16	30,39	+0,1203	1,0165	0,8962
+32	12,617	1,6888	0,1045	0,5921	9,573	+36,16	307,67	+35,62	276,74	271,50	241,11	30,39	+0,1241	1,0139	0,8898
+33	12,991	1,6932	0,1015	0,5906	9,852	+37,32	307,78	+36,76	276,83	270,45	240,06	30,38	+0,1278	1,0113	0,8835
+34	13,374	1,6977	0,0986	0,5890	10,138	+38,48	307,88	+37,91	276,92	269,39	239,01	30,38	+0,1315	1,0087	0,8772
+35	13,765	1,7023	0,0959	0,5875	10,431	+39,65	307,97	+39,06	277,01	268,32	237,95	30,37	+0,1352	1,0061	0,8709
+36	14,165	1,7069	0,0932	0,5859	10,731	+40,82	308,06	+40,21	277,09	267,24	236,89	30,36	+0,1390	1,0035	0,8645
+37	14,573	1,7115	0,0906	0,5843	11,038	+41,99	308,15	+41,36	277,17	266,15	235,82	30,34	+0,1427	1,0009	0,8582
+38	14,990	1,7162	0,0881	0,5827	11,353	+43,16	308,23	+42,51	277,25	265,06	234,74	30,32	+0,1464	0,9984	0,8520
+39	15,415	1,7209	0,0857	0,5811	11,675	+44,34	308,30	+43,66	277,32	263,96	233,66	30,30	+0,1501	0,9958	0,8457
+40	15,850	1,7257	0,0833	0,5795	12,005	+45,52	308,37	+44,82	277,39	262,85	232,57	30,28	+0,1538	0,9933	0,8395
+41	16,294	1,7305	0,0810	0,5779	12,343	+46,70	308,43	+45,97	277,45	261,73	231,48	30,25	+0,1575	0,9908	0,8333
+42	16,747	1,7354	0,0788	0,5762	12,689	+47,88	308,49	+47,13	277,51	260,60	230,38	30,22	+0,1612	0,9882	0,8270
+43	17,210	1,7404	0,0767	0,5746	13,042	+49,06	308,54	+48,29	277,57	259,47	229,28	30,19	+0,1649	0,9857	0,8208
+44	17,682	1,7454	0,0746	0,5729	13,404	+50,24	308,58	+49,45	277,62	258,33	228,17	30,16	+0,1686	0,9832	0,8146
+45	18,165	1,7504	0,0726	0,5713	13,774	+51,43	308,61	+50,61	277,67	257,18	227,06	30,12	+0,1722	0,9807	0,8085
+46	18,658	1,7555	0,0707	0,5696	14,153	+52,62	308,64	+51,77	277,71	256,02	225,94	30,08	+0,1759	0,9781	0,8022
+47	19,161	1,7607	0,0688	0,5680	14,540	+53,81	308,66	+52,93	277,75	254,85	224,81	30,04	+0,1796	0,9756	0,7960
+48	19,673	1,7659	0,0670	0,5663	14,936	+55,00	308,68	+54,10	277,78	253,67	223,68	30,00	+0,1832	0,9731	0,7899
+49	20,195	1,7712	0,0652	0,5646	15,341	+56,20	308,69	+55,27	277,81	252,48	222,54	29,95	+0,1868	0,9706	0,7838
+50	20,727	1,7766	0,0635	0,5629	15,756	+57,40	308,69	+56,44	277,83	251,29	221,39	29,90	+0,1904	0,9681	0,7777

Tabelle 2. Schweflig-Säure-Dampftabelle.

Temperatur <i>t</i> °C	Druck <i>p</i> (at abs.) kg/cm ²	Rauminhalt		Spez. Gewicht		Wärmeinhalt		Verdampfungswärme			Entropie		
		der Flüssig- keit <i>v'</i> l/kg	des Dampfes <i>v''</i> m ³ /kg	der Flüssig- keit <i>γ'</i> kg/l	des Dampfes <i>γ''</i> kg/m ³	der Flüssig- keit <i>F'</i> kcal/kg	des Dampfes <i>F''</i> kcal/kg	gesamte <i>r = v'' - v'</i> kcal/kg	innere <i>u'' - u'</i> kcal/kg	äußere $P \cdot (v'' - v')$ kcal/kg	der Flüssig- keit <i>s'</i>	des Dampfes <i>s''</i>	<i>s'' - s'</i> $\frac{r}{T}$
-30	0,389	0,663	0,822	1,5090	1,217	-9,05	88,72	97,77	90,27	7,50	-0,0351	0,3672	0,4024
-27,5	0,444	0,665	0,725	1,5029	1,379	-8,34	89,01	97,36	89,77	7,59	-0,0322	0,3643	0,3965
-25	0,505	0,668	0,643	1,4968	1,556	-7,62	89,28	96,91	89,24	7,67	-0,0293	0,3614	0,3907
-22,5	0,573	0,671	0,573	1,4907	1,745	-6,89	89,54	96,43	88,69	7,74	-0,0263	0,3586	0,3849
-20	0,648	0,674	0,513	1,4846	1,950	-6,15	89,77	95,92	88,12	7,80	-0,0234	0,3557	0,3791
-17,5	0,731	0,676	0,458	1,4785	2,183	-5,41	89,98	95,38	87,52	7,86	-0,0205	0,3528	0,3733
-15	0,823	0,679	0,410	1,4724	2,440	-4,66	90,16	94,82	86,90	7,92	-0,0176	0,3499	0,3675
-12,5	0,923	0,682	0,367	1,4662	2,720	-3,91	90,32	94,22	86,25	7,98	-0,0146	0,3471	0,3617
-10	1,033	0,685	0,330	1,4601	3,024	-3,14	90,46	93,60	85,57	8,03	-0,0117	0,3442	0,3559
-7,5	1,153	0,688	0,298	1,4538	3,354	-2,36	90,59	92,95	84,87	8,08	-0,0088	0,3413	0,3501
-5	1,283	0,691	0,270	1,4476	3,708	-1,58	90,69	92,27	84,15	8,12	-0,0059	0,3385	0,3443
-2,5	1,425	0,694	0,245	1,4413	4,082	-0,79	90,77	91,56	83,40	8,16	-0,0029	0,3356	0,3385
-0	1,580	0,697	0,223	1,4350	4,490	-0,00	90,82	90,82	82,62	8,20	0,0000	0,3327	0,3327

Tabelle 2 (Fortsetzung). Schweflig-Säure-Dampftabelle.

Temperatur <i>t</i> °C	Druck (at abs) <i>p</i> kg/cm ²	Rauminhalt		Spez. Gewicht		Wärmeinhalt		Verdampfungswärme			Entropie		
		der Flüssig- keit <i>v'</i> l/kg	des Dampfes <i>v''</i> m ³ /kg	der Flüssig- keit <i>γ'</i> kg/l	des Dampfes <i>γ''</i> kg/m ³	der Flüssig- keit <i>i'</i> kcal/kg	des Dampfes <i>i''</i> kcal/kg	gesamte <i>i'' - i' = r</i> kcal/kg	innere <i>u'' - u'</i> <i>= q</i> kcal/kg	äußere <i>p · (v'' - v')</i> <i>= J</i> kcal/kg	der Flüssig- keit <i>s'</i>	des Dampfes <i>s''</i>	<i>s'' - s'</i> <i>= r</i> kcal/kg
		l/kg	m ³ /kg	kg/l	kg/m ³	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg			
0	1,58	0,697	0,223	1,4350	4,490	0,00	90,82	90,82	82,62	8,20	0,0000	0,3327	0,3327
+2,5	1,75	0,700	0,203	1,4286	4,941	+ 0,80	90,85	90,05	81,82	8,23	+ 0,0030	0,3298	0,3268
+5	1,93	0,703	0,184	1,4223	5,443	+ 1,61	90,86	89,25	80,99	8,26	+ 0,0059	0,3269	0,3210
+7,5	2,13	0,706	0,167	1,4159	5,999	+ 2,43	90,85	88,42	80,15	8,27	+ 0,0088	0,3240	0,3152
+10	2,34	0,710	0,152	1,4095	6,592	+ 3,25	90,81	87,56	79,28	8,28	+ 0,0117	0,3212	0,3094
+12,5	2,57	0,713	0,139	1,4029	7,224	+ 4,08	90,76	86,67	78,38	8,29	+ 0,0146	0,3183	0,3036
+15	2,81	0,716	0,127	1,3964	7,893	+ 4,92	90,68	85,76	77,46	8,30	+ 0,0176	0,3154	0,2978
+17,5	3,07	0,719	0,117	1,3897	8,603	+ 5,77	90,58	84,82	76,52	8,30	+ 0,0205	0,3125	0,2920
+20	3,35	0,723	0,107	1,3831	9,374	+ 6,62	90,47	83,85	75,55	8,30	+ 0,0234	0,3096	0,2862
+22,5	3,65	0,726	0,098	1,3763	10,226	+ 7,48	90,33	82,85	74,56	8,29	+ 0,0264	0,3068	0,2804
+25	3,97	0,730	0,090	1,3695	11,148	+ 8,35	90,17	81,82	73,54	8,28	+ 0,0293	0,3039	0,2746
+27,5	4,31	0,734	0,083	1,3625	12,143	+ 9,23	89,99	80,76	72,50	8,26	+ 0,0322	0,3010	0,2688
+30	4,67	0,738	0,076	1,3556	13,210	+ 10,11	89,78	79,67	71,44	8,23	+ 0,0351	0,2981	0,2629
+32,5	5,05	0,742	0,070	1,3484	14,342	+ 11,00	89,55	78,55	70,35	8,20	+ 0,0381	0,2952	0,2571
+35	5,46	0,746	0,064	1,3412	15,556	+ 11,90	89,30	77,40	69,24	8,16	+ 0,0410	0,2923	0,2513
+37,5	5,89	0,750	0,060	1,3338	16,871	+ 12,80	89,03	76,23	68,11	8,12	+ 0,0439	0,2894	0,2455
+40	6,35	0,754	0,055	1,3264	18,282	+ 13,71	88,74	75,03	66,95	8,08	+ 0,0468	0,2865	0,2397

Tabelle 3. Kohlensäure-Dampftabelle.

Temperatur <i>t</i> °C	Druck (at abs) <i>p</i> kg/cm ²	Rauminhalt		Spez. Gewicht		Innere Energie		Wärmeinhalt		Verdampfungswärme			Entropie		
		der Flüssig- keit <i>v'</i> l/kg	des Dampfes <i>v''</i> m ³ /kg	der Flüssig- keit <i>γ'</i> kg/m ³	des Dampfes <i>γ''</i> kg/m ³	der Flüssig- keit <i>u'</i> kcal/kg	des Dampfes <i>u''</i> kcal/kg	der Flüssig- keit <i>i'</i> kcal/kg	des Dampfes <i>i''</i> kcal/kg	gesamte <i>i'' - i' = r</i> kcal/kg	innere <i>u'' - u'</i> <i>= q</i> kcal/kg	äußere <i>p · (v'' - v')</i> <i>= J</i> kcal/kg	der Flüssig- keit <i>s'</i>	des Dampfes <i>s''</i>	<i>s'' - s'</i> <i>= r</i> kcal/kg
		l/kg	m ³ /kg	kg/m ³	kg/m ³	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg
50	6,96	0,866	0,05620	1155	17,8	-26,93	45,94	26,79	55,09	81,88	72,87	9,01	-0,1057	0,2613	0,3670
-47,5	7,70	0,873	0,05092	1146	19,7	-25,60	46,09	-25,45	55,25	80,70	71,69	9,01	-0,0998	0,2579	0,3577
-45	8,50	0,880	0,04620	1136	21,7	-24,29	46,23	-24,12	55,40	79,52	70,52	9,00	-0,0940	0,2546	0,3486
-42,5	9,36	0,887	0,04198	1127	23,9	-23,00	46,36	-22,81	55,53	78,34	69,36	8,98	-0,0883	0,2514	0,3397
-40	10,28	0,895	0,03820	1117	26,2	-21,72	46,48	-21,51	55,65	77,16	68,20	8,96	-0,0828	0,2482	0,3310
-37,5	11,26	0,903	0,03482	1107	28,8	-20,45	46,59	-20,22	55,75	75,97	67,04	8,93	-0,0773	0,2451	0,3224
-35	12,31	0,912	0,03180	1097	31,5	-19,18	46,69	-18,92	55,84	74,76	65,87	8,90	-0,0719	0,2421	0,3140
-32,5	13,42	0,921	0,02909	1086	34,4	-17,92	46,78	-17,63	55,91	73,54	64,70	8,84	-0,0666	0,2391	0,3057
-30	14,60	0,930	0,02666	1075	37,5	-16,67	46,85	-16,35	55,97	72,32	63,52	8,80	-0,0613	0,2362	0,2975
-27,5	15,86	0,940	0,02448	1064	40,8	-15,42	46,91	-15,07	56,01	71,08	62,33	8,75	-0,0561	0,2333	0,2894
-25	17,19	0,950	0,02253	1052	44,4	-14,17	46,96	-13,79	56,03	69,82	61,13	8,69	-0,0509	0,2305	0,2814
-22,5	18,60	0,961	0,02077	1041	48,1	-12,91	46,99	-12,49	56,04	68,53	59,90	8,63	-0,0457	0,2277	0,2734
-20	20,00	0,972	0,01919	1029	52,1	-11,64	46,99	-11,18	56,02	67,20	58,63	8,57	-0,0406	0,2249	0,2655
-17,5	21,67	0,984	0,01776	1016	56,3	-10,36	46,97	-9,86	55,98	65,84	57,33	8,51	-0,0355	0,2221	0,2576
-15	23,33	0,997	0,01646	1003	60,8	-9,07	46,94	-8,52	55,93	64,45	56,01	8,44	-0,0304	0,2193	0,2497
-12,5	25,09	1,010	0,01526	990	65,5	-7,76	46,89	-7,16	55,86	63,02	54,65	8,37	-0,0253	0,2165	0,2418
-10	26,94	1,024	0,01416	976	70,6	-6,43	46,82	-5,78	55,76	61,54	53,25	8,29	-0,0203	0,2136	0,2339
-7,5	28,89	1,039	0,01313	963	76,1	-5,08	46,74	-4,37	55,64	60,01	51,82	8,19	-0,0152	0,2107	0,2259
-5	30,95	1,054	0,01218	949	82,1	-3,70	46,65	-2,94	55,48	58,42	50,35	8,07	-0,0102	0,2077	0,2179
-2,5	33,11	1,070	0,01128	935	88,7	-2,30	46,54	-1,48	55,28	56,76	48,84	7,92	-0,0052	0,2046	0,2098
0	35,39	1,088	0,01043	920	95,9	-0,90	46,39	0,00	55,03	55,03	47,29	7,74	0,0000	0,2015	0,2015
+2,5	37,73	1,107	0,00962	904	103,9	+ 0,52	46,20	+ 1,50	54,71	53,21	45,68	7,53	+ 0,0051	0,1982	0,1931
+5	40,29	1,126	0,00886	888	112,9	+ 1,96	45,95	+ 3,02	54,30	51,28	43,99	7,29	+ 0,0104	0,1948	0,1844
+7,5	42,93	1,147	0,00814	872	122,9	+ 3,42	45,64	+ 4,57	53,81	49,24	42,22	7,02	+ 0,0157	0,1912	0,1755
+10	45,69	1,170	0,00746	855	134,1	+ 4,94	45,26	+ 6,19	53,24	47,05	40,32	6,73	+ 0,0212	0,1874	0,1662
+12,5	48,59	1,196	0,00683	836	146,5	+ 6,54	44,82	+ 7,90	52,59	44,69	38,28	6,41	+ 0,0268	0,1833	0,1565
+15	51,63	1,225	0,00624	816	160,3	+ 8,23	44,29	+ 9,71	51,83	42,12	36,06	6,06	+ 0,0328	0,1790	0,1462
+17,5	54,82	1,259	0,00569	795	175,7	+ 10,03	43,66	+ 11,64	50,95	39,31	33,63	5,68	+ 0,0391	0,1744	0,1353
+20	58,15	1,300	0,00516	770	193,3	+ 11,95	42,89	+ 13,72	49,92	36,20	30,94	5,26	+ 0,0457	0,1692	0,1235
+22,5	61,64	1,351	0,00467	740	214,0	+ 14,00	41,93	+ 15,97	48,68	32,71	27,93	4,78	+ 0,0526	0,1632	0,1106
+25	65,29	1,420	0,00418	704	239,3	+ 16,20	40,71	+ 18,42	47,06	28,74	24,51	4,23	+ 0,0598	0,1562	0,0964
+27,5	69,11	1,520	0,00367	658	273,5	+ 18,80	38,88	+ 21,26	44,84	23,58	20,08	3,50	+ 0,0687	0,1471	0,0784
+30	73,09	1,675	0,00306	597	333,3	+ 22,34	35,41	+ 25,22	40,56	15,34	13,07	2,27	+ 0,0830	0,1336	0,0506
+31	74,73	1,865	0,00255	536	392,0	+ 25,40	32,29	+ 28,66	36,75	8,09	6,89	1,20	+ 0,0940	0,1206	0,0266
+31,35	75,31	2,160	0,00216	463	463,0	+ 28,44	28,44	+ 32,25	32,25	0,00	0,00	0,00	+ 0,1058	0,1058	0,0000

Tabelle 4. Theoretische Kälteleistung in kcal von 1 m³ Ammoniak.

Verdampfungs-temperatur °C	Temperatur vor dem Regulierventil																	
	10	12,5*	15*	17,5*	20*	22,5*	25*	27,5*	30*	32,5*	35*	37,5*	40*	42,5*	45*	47,5*	50*	
— 50	104,3	103,3	102,2	101,1	100,0	98,9	97,8	96,7	95,6	94,5	93,4	92,3	91,2	90,1	88,9	87,8	86,6	
— 47,5	119,9	118,7	117,5	116,2	115,0	113,8	112,5	111,2	110,0	108,8	107,4	106,2	104,9	103,6	102,3	101,0	99,7	
— 45	137,4	136,0	134,6	133,2	131,8	130,4	128,9	127,5	126,1	124,7	123,1	121,7	120,2	118,8	117,3	115,8	114,3	
— 42,5	156,9	155,3	153,7	152,2	150,5	148,9	147,3	145,7	144,0	142,4	140,7	139,1	137,4	135,7	134,0	132,3	130,6	
— 40	178,7	176,9	175,1	173,3	171,4	169,6	167,7	165,9	164,0	162,2	160,3	158,4	156,5	154,6	152,7	150,8	148,8	
— 37,5	202,9	200,9	198,8	196,7	194,6	192,6	190,4	188,3	186,2	184,2	182,0	179,9	177,7	175,6	173,4	171,3	169,1	
— 35	229,6	227,3	224,9	222,6	220,3	218,0	215,6	213,2	210,8	208,5	206,1	203,7	201,2	198,8	196,4	194,0	191,5	
— 32,5	259,1	256,5	253,9	251,3	248,6	246,1	243,4	240,7	238,0	235,3	232,7	230,0	227,2	224,5	221,8	219,0	216,2	
— 30	291,6	288,7	285,8	282,9	279,9	277,0	274,0	271,0	268,0	265,0	262,0	259,0	255,9	252,8	249,7	246,6	243,5	
— 27,5	327,3	324,0	320,8	317,6	314,2	311,0	307,6	304,3	300,9	297,6	294,2	290,8	287,4	284,0	280,5	277,0	273,5	
— 25	366,4	362,8	359,2	355,6	351,9	348,2	344,4	340,7	336,9	333,3	329,4	325,7	321,9	318,1	314,2	310,3	306,4	
— 22,5	409,2	405,2	401,2	397,2	393,0	388,9	384,7	380,6	376,4	372,3	368,0	363,9	359,7	355,4	351,1	346,8	342,4	
— 20	456,0	451,5	447,0	442,5	437,9	433,4	428,8	424,2	419,5	414,9	410,2	405,5	400,9	396,1	391,4	386,6	381,8	
— 17,5	506,9	501,9	496,9	492,0	486,9	481,9	476,8	471,7	466,5	461,4	456,2	451,0	445,8	440,6	435,4	430,0	424,7	
— 15	562,3	556,7	551,2	545,8	540,1	534,6	528,9	523,3	517,6	511,9	506,2	500,5	494,7	488,9	483,0	477,2	471,3	
— 12,5	622,3	616,2	610,1	604,1	597,8	591,7	585,5	579,3	573,0	566,7	560,4	554,1	547,7	541,3	534,9	528,4	521,9	
— 10	687,2	680,5	673,8	667,1	660,3	653,5	646,7	639,9	633,0	626,0	619,0	612,1	605,0	598,0	590,9	583,8	576,7	
— 7,5	757,4	750,0	742,6	735,3	727,8	720,4	712,8	705,4	697,8	690,2	682,5	674,8	667,0	659,2	651,5	643,6	635,8	
— 5	833,1	825,0	816,9	808,9	800,7	792,5	784,2	776,0	767,7	759,4	751,0	742,5	733,9	725,4	716,9	708,3	699,7	
— 2,5	914,7	905,8	896,9	888,1	879,1	870,1	861,1	852,1	843,0	833,9	824,7	815,4	806,1	796,7	787,4	778,0	768,6	
0	1002,5	992,8	983,1	973,3	963,5	953,7	943,9	934,0	924,1	914,1	904,0	893,9	883,7	873,5	863,3	853,0	842,7	
+ 2,5	1096,9	1086,3	1075,7	1065,0	1054,3	1043,6	1032,8	1022,0	1011,2	1000,3	989,3	978,3	967,2	956,1	944,9	933,7	922,4	
+ 5	1198,1	1186,6	1175,0	1163,4	1151,7	1140,0	1128,3	1116,5	1104,7	1092,8	1080,8	1068,9	1056,8	1044,7	1032,5	1020,3	1008,0	
+ 7,5	1306,6	1294,1	1281,5	1269,0	1256,2	1243,5	1230,7	1217,9	1205,0	1192,0	1179,0	1166,0	1152,8	1139,7	1126,4	1113,1	1099,7	
+ 10	1422,9	1409,3	1395,6	1381,9	1368,1	1354,3	1340,4	1326,4	1312,4	1298,3	1284,2	1270,0	1255,7	1241,4	1227,0	1212,5	1198,0	

Tabelle 5. Theoretische Kälteleistung in kcal von 1 m³ Schweflige Säure.

Verdampfungs-temperatur °C	Temperatur vor dem Regulierventil													
	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	
— 30	103,9	102,9	101,8	100,8	99,8	98,7	97,7	96,6	95,6	94,5	93,4	92,3	91,3	
— 27,5	118,2	117,0	115,9	114,7	113,5	112,3	111,1	109,9	108,7	107,5	106,3	105,1	103,9	
— 25	133,8	132,5	131,2	129,9	128,6	127,3	125,9	124,5	123,2	121,8	120,4	119,0	117,6	
— 22,5	150,5	149,0	147,6	146,1	144,6	143,1	141,6	140,1	138,6	137,1	135,5	133,9	132,3	
— 20	168,9	167,3	165,6	164,0	162,3	160,6	158,9	157,2	155,5	153,8	152,0	150,2	148,4	
— 17,5	189,4	187,6	185,7	183,9	182,1	180,2	178,3	176,4	174,5	172,5	170,5	168,6	166,6	
— 15	212,0	210,0	208,0	206,0	203,9	201,8	199,7	197,6	195,4	193,3	191,1	188,9	186,7	
— 12,5	237,1	234,9	232,6	230,4	228,1	225,8	223,4	221,0	218,6	216,2	213,7	211,3	208,9	
— 10	264,3	261,8	259,3	256,8	254,2	251,6	249,0	246,3	243,6	240,9	238,2	235,5	232,8	
— 7,5	293,1	290,3	287,5	284,7	281,8	278,9	276,0	273,1	270,2	267,0	264,2	261,2	258,1	
— 5	324,0	320,9	317,7	314,6	311,4	308,2	305,0	301,8	298,6	295,3	292,0	288,6	285,2	
— 2,5	356,9	353,4	349,9	346,5	343,0	339,5	336,0	332,5	328,9	325,3	321,7	318,0	314,3	
0	392,8	389,0	385,2	381,4	377,6	373,7	369,8	365,9	362,0	358,0	354,0	350,0	346,0	
+ 2,5	432,7	428,6	424,4	420,2	416,0	411,8	407,5	403,2	398,8	394,4	389,9	385,5	381,0	
+ 5,0	476,5	472,0	467,4	462,8	458,2	453,5	448,8	444,0	439,2	434,3	429,4	424,4	419,4	
+ 7,5	524,4	519,4	514,3	509,3	504,2	499,1	493,9	488,7	483,4	478,0	472,6	467,1	461,6	
+ 10	576,5	571,0	565,5	559,9	554,3	548,6	542,9	537,1	531,3	525,4	519,5	513,5	507,5	

Tabelle 6. Theoretische Kälteleistung in kcal von 1 m³ Kohlensäure.

Druck: $p = 50$ at		$p = 55$ at				$p = 60$ at					$p = 65$ at							
Verdamp- fungstem- peratur °C	Temperatur vor dem Regulierungs- ventil 10° 12,5°	Temperatur vor dem Regulierungsventil				Temperatur vor dem Regulierungsventil					Temperatur vor dem Regulierungsventil							
		10°	12,5°	15°	17,5°	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	
—50	875	837	880	845	808	775	884	852	818	785	743	888	857	826	792	754	713	667
—47,5	971	928	974	936	896	856	979	943	906	868	824	983	949	916	876	836	791	741
—45	1074	1028	1078	1036	992	947	1083	1043	1002	961	912	1087	1049	1010	971	925	876	820
—42,5	1185	1036	1190	1144	1096	1046	1195	1151	1106	1060	1007	1200	1158	1115	1071	1022	967	905
—40	1305	1252	1311	1261	1208	1153	1316	1269	1219	1168	1109	1321	1276	1229	1180	1125	1066	997
—37,5	1435	1377	1441	1386	1328	1267	1446	1394	1340	1285	1219	1452	1402	1351	1298	1239	1173	1095
—35	1574	1510	1580	1520	1457	1389	1586	1529	1470	1409	1338	1593	1538	1482	1423	1359	1289	1204
—32,5	1724	1653	1730	1664	1596	1523	1736	1674	1610	1544	1465	1743	1685	1623	1560	1488	1411	1318
—30	1883	1805	1890	1818	1744	1661	1897	1830	1759	1684	1601	1904	1841	1774	1702	1625	1540	1440
—27,5	2053	1968	2060	1981	1900	1814	2067	1993	1916	1839	1743	2075	2005	1932	1859	1770	1678	1570
—25	2231	2142	2240	2155	2066	1969	2248	2167	2083	1995	1898	2257	2180	2100	2016	1926	1825	1708
—22,5	2421	2323	2430	2338	2243	2138	2439	2352	2261	2166	2059	2448	2366	2279	2189	2090	1981	1854
—20	2620	2512	2630	2530	2428	2315	2640	2546	2448	2346	2229	2650	2561	2467	2370	2261	2145	2008
—17,5	2828	2715	2839	2732	2620	2497	2849	2747	2641	2530	2406	2860	2763	2661	2557	2442	2317	2168
—15	3048	2925	3059	2944	2824	2691	3071	2961	2846	2725	2593	3083	2978	2868	2754	2633	2498	2339
—12,5	3281	3151	3295	3170	3041	2897	3308	3189	3065	2935	2790	3321	3208	3089	2966	2834	2689	2519
—10	3530	3389	3545	3412	3273	3116	3560	3433	3299	3156	3000	3574	3453	3324	3191	3047	2892	2710
—7,5	3797	3644	3812	3668	3518	3348	3827	3690	3546	3392	3226	3841	3711	3573	3427	3275	3109	2912
—5	4083	3919	4098	3943	3781	3601	4113	3965	3811	3647	3469	4129	3987	3840	3684	3518	3339	3125
—2,5	4391	4213	4407	4239	4064	3871	4423	4263	4096	3920	3728	4439	4287	4127	3959	3781	3585	3350
0	4721	4530	4741	4560	4371	4160	4761	4587	4405	4213	4005	4780	4613	4438	4256	4065	3855	3590

Druck: $p = 70$ at										$p = 75$ at									
Temperatur vor dem Regulierungsventil:										Temperatur vor dem Regulierungsventil:									
°C	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	
—50	891	862	832	799	763	726	685	633	584	894	866	837	804	770	737	702	657	596	
—47,5	987	954	923	884	846	805	760	703	651	991	959	929	890	854	818	778	729	662	
—45	1091	1055	1018	980	936	891	841	780	725	1095	1060	1025	986	945	904	861	806	734	
—42,5	1204	1164	1123	1081	1033	983	928	863	803	1208	1170	1131	1088	1042	997	950	891	809	
—40	1326	1283	1238	1191	1138	1083	1022	953	883	1330	1289	1246	1199	1148	1099	1046	982	891	
—37,5	1458	1410	1361	1309	1252	1191	1124	1049	969	1462	1417	1370	1318	1263	1208	1151	1080	985	
—35	1599	1547	1493	1435	1374	1307	1234	1152	1064	1594	1534	1483	1425	1365	1305	1242	1165	1069	
—32,5	1750	1694	1635	1574	1503	1431	1352	1262	1175	1762	1702	1646	1584	1515	1451	1384	1298	1198	
—30	1911	1851	1787	1717	1642	1562	1477	1379	1289	1917	1859	1798	1728	1656	1584	1512	1418	1318	
—27,5	2083	2015	1946	1874	1788	1703	1610	1501	1399	2089	2024	1959	1886	1803	1727	1648	1545	1438	
—25	2265	2191	2115	2033	1946	1852	1751	1633	1522	2272	2201	2129	2047	1963	1878	1792	1681	1573	
—22,5	2457	2378	2295	2207	2111	2010	1900	1772	1655	2465	2389	2310	2221	2129	2038	1944	1824	1706	
—20	2660	2574	2484	2389	2285	2176	2057	1918	1786	2668	2586	2500	2404	2304	2206	2104	1973	1861	
—17,5	2871	2778	2680	2578	2467	2350	2220	2089	1956	2880	2791	2698	2594	2488	2382	2270	2129	1992	
—15	3094	2994	2889	2778	2660	2533	2392	2230	2104	3098	3008	2908	2796	2682	2567	2445	2292	2155	
—12,5	3333	3225	3111	2991	2863	2727	2574	2394	2243	3343	3241	3132	3010	2887	2764	2635	2482	2345	
—10	3587	3471	3348	3217	3079	2932	2768	2575	2409	3598	3488	3370	3238	3105	2972	2835	2682	2545	
—7,5	3855	3730	3598	3455	3308	3151	2973	2760	2567	3867	3748	3622	3478	3336	3194	3043	2892	2745	
—5	4143	4008	3867	3715	3554	3384	3195	2970	2767	4156	4028	3893	3739	3585	3430	3266	3104	2957	
—2,5	4455	4309	4156	3992	3819	3633	3431	3186	2973	4468	4330	4184	4018	3852	3682	3506	3337	3180	
0	4797	4638	4470	4293	4106	3907	3688	3420	3197	4811	4661	4501	4321	4141	3960	3768	3582	3425	

Druck: $p = 80$ at. Temperatur vor dem Regulierungsventil																			
°C	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	42,5°	45°	47,5°	50°		
—50	897	870	842	810	776	745	712	672	618	475	251	165	108	61	30	9	—		
—47,5	994	963	934	897	861	826	789	745	686	543	280	185	123	71	36	11	—		
—45	1098	1065	1031	993	952	914	873	823	760	615	312	205	139	83	43	14	—		
—42,5	1212	1175	1138	1095	1051	1009	964	910	839	693	347	226	156	96	51	17	—		
—40	1334	1295	1254	1207	1157	1112	1062	1002	925	780	384	249	174	109	59	20	—		
—37,5	1467	1423	1378	1326	1273	1223	1168	1102	1018	871	424	276	194	124	68	25	—		
—35	1609	1561	1512	1454	1396	1341	1282	1209	1118	968	467	304	215	139	77	29	—		
—32,5	1761	1709	1655	1594	1527	1468	1404	1324	1225	1070	513	334	237	154	86	34	—		
—30	1923	1867	1808	1739	1669	1603	1534	1446	1338	1175	561	366	260	170	96	40	—		
—27,5	2096	2033	1970	1898	1818	1747	1672	1576	1459	1288	613	400	285	187	106	46	—		
—25	2279	2211	2142	2061	1979	1900	1818	1715	1587	1405	668	433	312	205	117	52	—		
—22,5	2472	2399	2324	2236	2147	2061	1972	1861	1722	1528	724	471	339	222	127	56	—		
—20	2675	2597	2515	2421	2323	2231	2134	2013	1863	1658	783	515	366	230	137	60	—		
—17,5	2888	2803	2714	2612	2508	2409	2304	2173	2010	1793	844	563	393	256	146	62	—		
—15	3114	3022	2926	2815	2703	2596	2483	2340	2165	1935	908	615	421	272	154	62	—		
—12,5	3353	3255	3151	3031	2910	2795	2674	2548	2332	2084	974	671	449	288	161	60	—		
—10	3608	3503	3391	3261	3130	3006	2877	2708	2508	2242	1043	731	478	304	167	55	—		
—7,5	3878	3765	3645	3503	3364	3231	3088	2912	2692	2407	1115	794	506	319	171	48	—		

Tabelle 6. (Fortsetzung.) Theoretische Kälteleistung in kcal von 1 m³ Kohlensäure.

Druck: $p = 85$ at

Verdampfungs-temperatur °C	Temperatur vor dem Regulierventil																
	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	42,5°	45°	47,5°	50°
—50	899	873	846	815	782	752	720	683	636	561	475	342	190	108	64	33	16
—47,5	996	967	939	903	868	833	798	757	706	627	536	384	211	127	78	43	25
—45	1101	1069	1037	1000	959	922	883	837	780	697	602	426	233	144	91	51	32
—42,5	1214	1180	1144	1102	1059	1019	976	925	863	772	671	467	257	164	107	62	42
—40	1337	1300	1261	1215	1166	1123	1075	1019	952	855	744	512	285	188	126	76	54
—37,5	1470	1428	1385	1334	1283	1235	1182	1120	1046	942	823	571	315	213	146	91	66
—35	1613	1567	1520	1463	1407	1354	1298	1228	1148	1033	905	629	345	236	163	103	74
—32,5	1766	1715	1663	1604	1539	1483	1420	1345	1259	1134	992	695	376	259	179	114	81
—30	1928	1874	1817	1750	1682	1619	1551	1469	1376	1240	1086	766	410	283	196	125	87
—27,5	2101	2041	1980	1910	1833	1764	1691	1601	1500	1353	1186	833	448	309	214	138	94
—25	2285	2220	2154	2075	1995	1919	1839	1742	1631	1470	1289	965	488	335	231	150	99
—22,5	2479	2408	2337	2251	2165	2081	1995	1890	1769	1595	1396	983	533	363	249	161	104
—20	2682	2607	2529	2438	2342	2253	2158	2045	1914	1729	1509	1067	578	388	264	171	106
—17,5	2896	2814	2729	2630	2528	2433	2332	2208	2066	1867	1628	1162	625	417	282	180	111
—15	3122	3035	2943	2834	2724	2622	2514	2379	2227	2011	1754	1260	673	447	301	190	117
—12,5	3362	3268	3168	3051	2933	2822	2706	2560	2395	2162	1887	1360	720	476	319	198	122
—10	3617	3517	3409	3283	3155	3035	2910	2753	2575	2323	2027	1479	765	508	340	208	130
—7,5	3888	3780	3665	3527	3392	3263	3125	2960	2767	2494	2175	1597	805	536	360	216	136
—5	4180	4062	3939	3792	3645	3504	3358	3179	2971	2676	2331	1725	840	560	376	210	137
—2,5	4493	4367	4233	4075	3916	3764	3605	3412	3190	2870	2496	1862	869	579	379	208	124
0	4836	4701	4555	4384	4210	4049	3878	3667	3423	3077	2670	2006	890	590	377	188	102

Druck: $p = 90$ at

—50	901	876	850	820	788	758	727	693	651	601	550	452	292	200	137	95	66
—47,5	998	970	943	908	874	840	806	768	721	667	611	505	326	223	154	107	76
—45	1103	1073	1042	1005	966	930	892	848	798	738	676	559	362	248	173	121	87
—42,5	1217	1184	1149	1108	1066	1027	986	938	882	814	747	620	402	276	194	136	99
—40	1340	1304	1266	1221	1174	1132	1086	1033	973	899	823	685	444	305	216	151	111
—37,5	1474	1433	1391	1341	1292	1245	1194	1136	1070	989	906	762	488	336	240	169	125
—35	1617	1572	1526	1471	1417	1365	1311	1245	1174	1085	995	837	539	369	266	189	140
—32,5	1770	1721	1670	1612	1550	1495	1434	1364	1287	1190	1090	923	596	405	294	210	156
—30	1933	1880	1824	1759	1695	1632	1566	1490	1406	1301	1192	1014	645	442	323	232	172
—27,5	2106	2048	1989	1920	1847	1779	1708	1624	1533	1419	1300	1107	705	481	352	256	189
—25	2290	2227	2164	2087	2010	1935	1857	1766	1667	1542	1414	1204	769	524	383	280	206
—22,5	2484	2417	2348	2264	2181	2099	2015	1916	1808	1672	1534	1307	835	571	415	305	223
—20	2688	2617	2542	2453	2360	2272	2180	2073	1956	1810	1660	1415	903	623	449	331	241
—17,5	2903	2825	2743	2646	2547	2453	2355	2239	2112	1953	1791	1536	973	676	483	356	258
—15	3130	3046	2957	2851	2744	2644	2539	2413	2276	2104	1929	1663	1047	731	518	381	275
—12,5	3370	3280	3183	3069	2955	2846	2733	2598	2449	2263	2080	1800	1125	786	554	405	292
—10	3626	3529	3425	3302	3179	3061	2939	2792	2633	2432	2230	1939	1206	842	591	428	308
—7,5	3898	3793	3682	3548	3418	3290	3156	3002	2829	2613	2395	2089	1290	896	627	451	323
—5	4191	4077	3957	3815	3673	3534	3391	3223	3038	2804	2570	2249	1378	950	663	472	335
—2,5	4504	4383	4253	4100	3946	3796	3641	3460	3262	3010	2756	2422	1470	1002	697	490	344
0	4847	4717	4578	4411	4244	4084	3918	3718	3504	3232	2958	2602	1567	1054	732	503	348

Druck: $p = 95$ at

—50	903	879	853	821	793	761	734	701	663	624	584	521	420	330	232	167	124
—47,5	1000	973	946	912	879	846	813	777	734	692	649	580	469	362	250	186	140
—45	1106	1076	1045	1009	972	937	900	858	813	765	718	641	514	397	280	207	157
—42,5	1220	1188	1153	1113	1072	1034	994	949	898	846	794	710	578	436	312	231	177
—40	1343	1308	1270	1226	1181	1140	1095	1045	990	931	876	783	631	480	344	255	197
—37,5	1477	1437	1396	1347	1300	1253	1204	1150	1090	1025	964	867	693	529	379	282	219
—35	1621	1576	1531	1478	1426	1374	1322	1260	1196	1125	1058	949	770	585	417	311	242
—32,5	1774	1726	1676	1619	1560	1506	1446	1381	1311	1234	1158	1041	848	644	459	344	268
—30	1937	1885	1830	1767	1706	1645	1580	1509	1431	1348	1266	1138	935	707	502	378	294
—27,5	2111	2054	1996	1928	1858	1792	1724	1645	1560	1471	1380	1242	1030	773	548	414	322
—25	2295	2233	2172	2096	2021	1949	1873	1788	1696	1599	1502	1350	1125	841	596	452	351
—22,5	2490	2424	2356	2274	2194	2114	2033	1940	1840	1733	1631	1464	1214	910	645	490	380
—20	2694	2625	2551	2464	2374	2288	2200	2099	1991	1874	1764	1584	1315	983	697	531	411
—17,5	2910	2834	2753	2658	2563	2470	2375	2267	2150	2021	1903	1713	1417	1059	751	573	442
—15	3137	3055	2968	2865	2760	2662	2561	2442	2316	2176	2049	1846	1535	1142	808	617	474
—12,5	3378	3290	3195	3084	2972	2866	2757	2629	2493	2341	2206	1989	1660	1228	868	663	507
—10	3634	3539	3438	3317	3197	3083	2965	2826	2681	2516	2371	2142	1795	1317	929	709	539
—7,5	3907	3803	3695	3564	3438	3313	3184	3038	2880	2703	2546	2305	1940	1414	994	757	572
—5	4201	4088	3970	3831	3694	3559	3420	3262	3092	2900	2734	2478	2090	1518	1061	804	603
—2,5	4515	4395	4267	4118	3969	3823	3672	3502	3320	3114	2933	2667	2245	1628	1133	851	633
0	4858	4730	4595	4431	4270	4113	3951	3763	3568	3345	3149	2864	2405	1747	1212	897	661

Tab. 6. (Fortsetzung.) Theoretische Kälteleistung kcal von 1 m³ Kohlensäure.

Druck: $p = 100$ at

Verdampfungs-temperatur °C	Temperatur vor dem Regulierventil															
	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	42,5°	45°	47,5°
—50	905	881	856	827	797	769	740	708	672	638	603	558	500	420	315	240
—47,5	1002	976	949	915	884	852	820	785	745	708	669	621	555	464	351	266
—45	1108	1079	1048	1013	977	943	907	867	825	783	740	686	615	512	390	295
—42,5	1222	1191	1156	1117	1078	1041	1002	959	911	866	818	758	680	564	432	327
—40	1346	1311	1274	1231	1187	1147	1104	1055	1004	954	902	835	750	622	478	361
—37,5	1480	1441	1400	1352	1307	1261	1214	1161	1105	1050	993	923	827	684	527	398
—35	1624	1580	1536	1484	1433	1383	1332	1273	1213	1152	1090	1010	908	752	580	438
—32,5	1777	1730	1681	1625	1568	1515	1458	1395	1329	1262	1193	1106	995	826	637	482
—30	1941	1890	1836	1774	1714	1655	1594	1524	1451	1379	1304	1207	1087	905	697	529
—27,5	2115	2059	2002	1935	1867	1803	1738	1662	1582	1504	1422	1316	1185	988	760	580
—25	2300	2239	2178	2104	2030	1961	1889	1807	1720	1635	1547	1430	1289	1077	827	633
—22,5	2495	2430	2363	2282	2204	2128	2050	1960	1865	1773	1679	1551	1399	1171	897	687
—20	2700	2631	2558	2473	2386	2303	2218	2120	2019	1919	1816	1679	1514	1270	971	745
—17,5	2916	2841	2761	2668	2575	2486	2394	2290	2180	2071	1960	1813	1632	1372	1046	805
—15	3144	3063	2977	2876	2774	2679	2580	2467	2349	2231	2111	1952	1757	1479	1125	867
—12,5	3385	3298	3205	3096	2986	2884	2778	2656	2528	2401	2272	2101	1890	1592	1200	932
—10	3642	3548	3448	3330	3212	3102	2988	2855	2719	2581	2442	2261	2032	1710	1298	998
—7,5	3915	3812	3705	3578	3454	3334	3209	3069	2921	2774	2624	2430	2182	1833	1390	1067
—5	4210	4097	3979	3845	3712	3582	3448	3296	3136	2976	2817	2600	2341	1961	1486	1139
—2,5	4525	4405	4278	4133	3988	3847	3701	3539	3367	3196	3022	2806	2509	2094	1586	1213
0	4869	4742	4606	4448	4290	4139	3982	3803	3617	3433	3246	3012	2688	2234	1692	1289

Druck: $p = 105$ at

—50	907	883	858	830	801	774	746	714	680	648	616	577	532	462	379	305
—47,5	1004	978	951	918	888	857	826	792	754	719	683	642	591	516	426	340
—45	1110	1081	1051	1016	981	948	914	875	835	795	755	709	655	574	476	378
—42,5	1225	1194	1159	1121	1083	1047	1009	967	922	879	834	783	725	634	526	419
—40	1349	1314	1277	1235	1193	1154	1112	1064	1015	968	919	862	800	698	581	464
—37,5	1483	1444	1404	1357	1313	1268	1223	1171	1117	1065	1012	953	880	767	639	510
—35	1627	1584	1540	1489	1439	1391	1341	1285	1226	1169	1111	1043	965	843	703	563
—32,5	1781	1734	1686	1631	1575	1523	1469	1408	1343	1280	1216	1143	1055	925	770	615
—30	1945	1895	1841	1780	1721	1664	1606	1538	1467	1399	1330	1248	1150	1013	841	669
—27,5	2119	2064	2007	1942	1875	1814	1751	1677	1600	1526	1450	1360	1255	1110	920	730
—25	2305	2244	2183	2111	2039	1973	1904	1824	1739	1659	1577	1478	1367	1207	1001	795
—22,5	2500	2435	2369	2290	2214	2141	2065	1978	1886	1799	1711	1602	1480	1311	1085	859
—20	2706	2637	2564	2481	2397	2317	2234	2139	2041	1946	1851	1734	1601	1420	1174	928
—17,5	2922	2847	2768	2677	2587	2501	2411	2310	2205	2102	1999	1872	1730	1541	1269	997
—15	3151	3070	2985	2886	2787	2694	2598	2489	2376	2255	2134	2015	1866	1667	1371	1075
—12,5	3392	3305	3214	3107	3000	2901	2798	2680	2557	2437	2317	2168	2004	1798	1476	1154
—10	3649	3556	3457	3342	3226	3120	3009	2881	2749	2620	2490	2332	2155	1938	1588	1238
—7,5	3922	3820	3714	3591	3469	3354	3233	3097	2954	2815	2676	2504	2315	2085	1705	1325
—5	4218	4105	3988	3858	3729	3603	3474	3326	3172	3019	2873	2687	2484	2237	1825	1413
—2,5	4534	4414	4288	4147	4006	3870	3729	3571	3404	3243	3082	2887	2665	2397	1951	1505
0	4880	4753	4617	4463	4310	4164	4012	3838	3656	3484	3310	3097	2849	2560	2078	1596

Druck: $p = 110$ at

—50	909	885	860	832	804	778	751	720	687	656	625	590	552	498	427	358
—47,5	1006	980	953	921	891	862	832	798	762	728	693	656	612	553	475	399
—45	1112	1083	1053	1019	985	953	920	882	843	805	767	724	677	612	527	443
—42,5	1227	1196	1162	1125	1087	1052	1016	975	931	890	847	800	748	675	583	489
—40	1351	1316	1280	1239	1198	1160	1119	1073	1025	980	933	881	826	743	643	542
—37,5	1486	1447	1407	1362	1318	1275	1230	1180	1128	1078	1027	973	909	818	708	594
—35	1630	1587	1544	1494	1445	1398	1350	1295	1238	1183	1127	1065	998	900	778	655
—32,5	1784	1738	1690	1636	1581	1531	1478	1419	1356	1296	1234	1167	1094	989	853	718
—30	1949	1899	1846	1786	1728	1673	1616	1550	1481	1416	1349	1274	1196	1083	933	783
—27,5	2123	2069	2012	1948	1883	1823	1762	1690	1615	1544	1471	1389	1304	1183	1018	853
—25	2309	2249	2188	2117	2047	1983	1916	1838	1756	1679	1600	1510	1418	1287	1107	925
—22,5	2505	2440	2373	2297	2222	2151	2078	1993	1904	1820	1736	1637	1538	1397	1201	1000
—20	2712	2642	2569	2488	2406	2328	2248	2155	2061	1970	1878	1773	1664	1512	1299	1080
—17,5	2928	2853	2774	2685	2597	2513	2426	2328	2226	2127	2028	1914	1796	1633	1402	1164
—15	3157	3076	2991	2895	2798	2708	2615	2509	2399	2292	2186	2061	1936	1761	1510	1252
—12,5	3398	3312	3221	3116	3012	2915	2816	2701	2581	2466	2351	2217	2083	1898	1624	1346
—10	3656	3563	3465	3352	3240	3136	3028	2904	2775	2651	2526	2384	2239	2044	1744	1444
—7,5	3929	3827	3722	3602	3484	3371	3254	3121	2982	2849	2714	2559	2403	2196	1869	1548
—5	4225	4113	3997	3870	3744	3622	3497	3352	3203	3056	2914	2745	2577	2357	2002	1655
—2,5	4542	4423	4297	4160	4023	3891	3755	3599	3437	3282	3127	2948	2761	2522	2137	1767
0	4890	4763	4627	4477	4328	4187	4041	3869	3692	3525	3359	3162	2965	2710	2294	1886

Tabelle 6. (Fortsetzung.) Theoretische Kälteleistung in kcal von 1 m³ Kohlensäure.

Druck: $p = 115$ at

Verdamp- fungs- tempera- tur	Temperatur vor dem Regulierventil																
	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	42,5°	45°	47,5°	50°
— 50	911	887	862	834	807	781	755	725	693	663	632	599	565	516	462	404	345
— 47,5	1008	982	955	924	894	866	837	804	769	735	701	666	627	572	511	448	385
— 45	1114	1085	1055	1022	989	957	925	888	851	813	776	735	695	635	566	497	428
— 42,5	1229	1198	1165	1128	1091	1057	1022	982	939	899	857	812	768	705	628	551	474
— 40	1353	1319	1283	1243	1203	1165	1125	1081	1034	990	944	895	850	780	695	610	524
— 37,5	1488	1450	1410	1366	1323	1280	1236	1189	1138	1089	1038	986	935	859	761	664	573
— 35	1632	1590	1547	1498	1450	1404	1357	1304	1249	1195	1139	1082	1024	942	836	731	633
— 32,5	1787	1741	1693	1640	1587	1538	1485	1429	1368	1309	1248	1185	1119	1029	915	802	696
— 30	1952	1902	1849	1791	1734	1680	1624	1561	1494	1430	1364	1294	1222	1126	1001	877	762
— 27,5	2126	2072	2016	1953	1889	1830	1771	1702	1629	1559	1487	1411	1335	1227	1092	957	832
— 25	2312	2253	2192	2122	2054	1991	1926	1851	1772	1696	1618	1534	1453	1337	1189	1041	905
— 22,5	2509	2444	2377	2303	2229	2160	2089	2007	1921	1838	1755	1663	1578	1451	1289	1127	980
— 20	2716	2646	2573	2494	2414	2338	2260	2170	2080	1990	1899	1801	1710	1570	1394	1218	1059
— 17,5	2933	2857	2778	2692	2606	2524	2439	2345	2246	2148	2050	1944	1845	1694	1505	1315	1144
— 15	3162	3081	2996	2903	2808	2720	2629	2527	2421	2315	2210	2093	1989	1827	1621	1415	1232
— 12,5	3403	3318	3227	3125	3023	2928	2831	2729	2624	2509	2397	2282	2166	1995	1743	1520	1323
— 10	3661	3569	3471	3361	3253	3150	3044	2924	2800	2677	2554	2421	2298	2112	1872	1631	1419
— 7,5	3935	3834	3729	3612	3497	3386	3272	3143	3009	2877	2744	2601	2470	2270	2010	1749	1521
— 5	4231	4120	4005	3881	3758	3638	3516	3376	3232	3086	2946	2788	2650	2437	2155	1872	1627
— 2,5	4549	4431	4305	4171	4038	3909	3776	3625	3469	3315	3162	2995	2839	2614	2307	2000	1737
0	4897	4772	4636	4489	4345	4206	4065	3897	3727	3561	3397	3213	3045	2806	2472	2137	1855

Druck: $p = 120$ at

— 50	912	888	863	836	809	784	758	729	699	668	637	606	575	530	484	437	388
— 47,5	1010	984	956	926	897	869	840	809	776	741	706	674	639	590	537	486	432
— 45	1116	1087	1057	1024	992	961	929	894	858	820	782	744	706	655	595	538	479
— 42,5	1231	1200	1167	1131	1095	1061	1026	988	947	906	864	822	780	725	658	595	530
— 40	1355	1321	1285	1246	1207	1170	1131	1088	1043	998	952	906	860	800	726	656	585
— 37,5	1490	1452	1412	1369	1327	1285	1242	1196	1148	1098	1047	998	947	881	800	723	645
— 35	1634	1592	1549	1502	1455	1409	1362	1312	1260	1205	1149	1096	1040	967	879	794	709
— 32,5	1789	1743	1696	1644	1592	1543	1492	1437	1380	1320	1259	1200	1139	1059	964	871	778
— 30	1954	1904	1852	1795	1739	1686	1631	1570	1507	1442	1376	1310	1244	1157	1054	953	851
— 27,5	2129	2075	2019	1957	1895	1837	1778	1712	1643	1572	1500	1428	1356	1259	1149	1040	928
— 25	2315	2256	2195	2127	2060	1998	1934	1862	1787	1710	1632	1553	1475	1368	1250	1131	1009
— 22,5	2512	2447	2380	2308	2236	2168	2098	2019	1938	1854	1770	1684	1600	1481	1355	1227	1094
— 20	2719	2649	2576	2499	2422	2347	2271	2183	2098	2007	1915	1824	1732	1600	1466	1328	1184
— 17,5	2937	2861	2782	2698	2615	2533	2450	2359	2266	2167	2067	1969	1869	1725	1582	1434	1278
— 15	3166	3085	3000	2909	2818	2730	2640	2542	2442	2335	2228	2121	2014	1858	1705	1546	1376
— 12,5	3408	3322	3231	3132	3034	2939	2843	2736	2627	2512	2397	2282	2167	1998	1834	1665	1479
— 10	3665	3573	3476	3369	3263	3162	3058	2942	2824	2701	2577	2454	2330	2145	1970	1790	1588
— 7,5	3940	3839	3734	3621	3508	3399	3286	3162	3035	2902	2768	2636	2502	2301	2113	1920	1702
— 5	4237	4126	4011	3890	3770	3652	3530	3396	3260	3113	2972	2826	2685	2470	2266	2055	1822
— 2,5	4556	4437	4312	4181	4051	3923	3791	3647	3500	3345	3190	3036	2881	2653	2427	2197	1948
0	4905	4779	4644	4509	4358	4221	4080	3922	3761	3594	3428	3257	3091	2860	2602	2346	2082

Tabelle 7. Theoretische Kälteleistung der NH₃-Maschine in kcal/PSH.

Verflüssigungstemperatur °C	Temperatur v. dem Reinlieventill °C	Verdampfungs-Temperatur																	°C	10°
		-50°	-47,5°	-45°	-42,5°	-40°	-37,5°	-35°	-32,5°	-30°	-27,5°	-25°	-22,5°	-20°	-17,5°	-15°	-12,5°	-10°		
-10	0	1814	1943	2084	2239	2411	2591	2784	3000	3240	3506	3800	4124	4480	4870	5296	5760	6264	6800	7370
	+2,5	1797	1924	2064	2219	2388	2576	2785	3000	3240	3506	3800	4124	4480	4870	5296	5760	6264	6800	7370
	+5	1779	1905	2044	2196	2363	2551	2768	2992	3233	3500	3792	4116	4472	4860	5286	5752	6256	6792	7360
	+7,5	1761	1886	2024	2174	2342	2529	2755	2988	3229	3500	3792	4116	4472	4860	5286	5752	6256	6792	7360
	+10	1743	1867	2003	2152	2318	2501	2704	2933	3190	3482	3800	4124	4480	4870	5296	5760	6264	6800	7370
+12,5	0	1737	1857	1989	2133	2292	2467	2661	2874	3117	3388	3697	4030	4390	4780	5200	5660	6160	6700	7270
	+2,5	1720	1840	1970	2113	2272	2443	2636	2847	3087	3356	3665	4000	4360	4750	5170	5630	6130	6670	7240
	+5	1703	1822	1951	2092	2250	2420	2610	2820	3058	3324	3627	3974	4334	4724	5144	5604	6104	6644	7214
	+7,5	1686	1804	1932	2072	2226	2396	2584	2792	3028	3292	3595	3942	4302	4692	5112	5572	6072	6612	7182
	+10	1669	1786	1913	2051	2204	2372	2558	2765	2998	3260	3563	3910	4270	4660	5080	5540	6040	6580	7150
+15	0	1652	1767	1893	2030	2181	2348	2532	2737	2968	3227	3522	3870	4240	4630	5050	5510	6010	6550	7120
	+2,5	1635	1749	1874	2010	2160	2326	2509	2699	2908	3166	3460	3808	4178	4568	4988	5448	5948	6488	7058
	+5	1618	1731	1855	1990	2139	2304	2486	2684	2892	3149	3442	3790	4160	4550	4970	5430	5930	6470	7040
	+7,5	1601	1713	1836	1970	2118	2281	2461	2658	2865	3121	3414	3762	4132	4522	4942	5402	5902	6442	7012
	+10	1584	1695	1817	1950	2100	2255	2426	2616	2828	3084	3380	3728	4100	4490	4910	5370	5870	6410	7000
+17,5	0	1567	1676	1797	1928	2076	2232	2402	2590	2800	3054	3350	3698	4070	4460	4880	5340	5840	6380	7000
	+2,5	1550	1658	1778	1908	2055	2210	2379	2566	2776	3029	3324	3672	4044	4434	4854	5314	5814	6354	7000
	+5	1533	1640	1759	1888	2034	2189	2356	2542	2752	2995	3248	3542	3890	4280	4690	5150	5650	6190	7000
	+7,5	1516	1622	1740	1868	2013	2167	2333	2518	2728	2971	3224	3518	3866	4256	4666	5126	5626	6166	7000
	+10	1499	1604	1721	1848	1992	2145	2307	2481	2680	2923	3176	3470	3818	4208	4618	5078	5578	6118	7000
+20	0	1482	1586	1702	1828	1971	2123	2284	2456	2648	2860	3098	3342	3636	3984	4374	4784	5244	5764	7000
	+2,5	1465	1568	1683	1808	1950	2101	2261	2432	2624	2836	3074	3318	3612	3960	4350	4760	5220	5740	7000
	+5	1448	1550	1664	1788	1929	2079	2238	2408	2590	2792	3030	3274	3568	3916	4306	4716	5176	5696	7000
	+7,5	1431	1532	1645	1768	1908	2057	2215	2384	2566	2768	3006	3250	3544	3892	4282	4692	5152	5672	7000
	+10	1414	1514	1626	1748	1887	2035	2192	2359	2540	2742	2980	3224	3518	3866	4256	4666	5126	5646	7000
+22,5	0	1397	1496	1607	1728	1866	2013	2169	2334	2516	2718	2956	3198	3442	3736	4084	4474	4884	5344	7000
	+2,5	1380	1478	1588	1708	1845	1991	2146	2310	2492	2694	2932	3174	3418	3712	4060	4450	4860	5320	7000
	+5	1363	1460	1569	1688	1824	1969	2123	2286	2468	2670	2908	3150	3394	3688	4036	4426	4836	5296	7000
	+7,5	1346	1442	1550	1668	1803	1947	2100	2262	2444	2646	2884	3126	3370	3664	4012	4402	4812	5272	7000
	+10	1329	1424	1531	1648	1782	1925	2077	2238	2409	2590	2792	3030	3274	3568	3916	4306	4716	5176	7000

Tabelle 7. (Fortsetzung.) Theoretische Kälteleistung der NH₃-Maschine in kcal/PSh.

Ver- flüssigungs- temperatur	Temperatur v. dem Reinleitventil	Verdampfungs-Temperatur																								
		-50°	-47,5°	-45°	-42,5°	-40°	-37,5°	-35°	-32,5°	-30°	-27,5°	-25°	-22,5°	-20°	-17,5°	-15°	-12,5°	-10°	-7,5°	-5°	-2,5°	0°	2,5°	5°	7,5°	10°
+25	+10	1378	1461	1558	1657	1765	1883	2010	2148	2300	2467	2650	2853	3079	3333	3618	3942	4312	4742	5241	5834	6546	7417	8507	9913	11784
	+12,5	1364	1449	1542	1640	1748	1864	1990	2127	2278	2443	2624	2825	3049	3300	3583	3905	4270	4696	5190	5778	6483	7346	8426	9817	11672
	+15	1350	1434	1526	1623	1730	1845	1970	2105	2255	2418	2598	2797	3018	3266	3547	3866	4228	4649	5130	5722	6419	7274	8344	9721	11559
	+17,5	1336	1419	1510	1606	1712	1826	1950	2084	2232	2393	2572	2769	2988	3234	3512	3827	4186	4603	5088	5685	6385	7242	8312	9692	11446
	+20	1321	1404	1494	1589	1694	1806	1929	2062	2209	2368	2545	2740	2957	3200	3476	3787	4143	4556	5037	5638	6291	7130	8179	9529	11352
+27,5	+22,5	1307	1389	1478	1572	1676	1787	1909	2040	2186	2343	2518	2712	2927	3167	3440	3748	4101	4509	4986	5550	6227	7057	8066	9433	11217
	+25	1292	1374	1461	1555	1657	1767	1888	2018	2162	2318	2491	2683	2886	3134	3404	3700	4058	4462	4934	5492	6163	6983	8013	9336	11102
	+27,5	1318	1399	1486	1580	1680	1789	1908	2036	2175	2328	2496	2681	2885	3114	3368	3656	3982	4355	4787	5291	5888	6603	7484	8583	9909
	+15	1304	1385	1471	1564	1663	1771	1889	2016	2153	2305	2471	2654	2856	3083	3335	3620	3942	4312	4740	5239	5830	6540	7411	8499	9902
	+17,5	1291	1370	1456	1547	1646	1753	1869	1995	2131	2281	2446	2627	2827	3052	3301	3584	3903	4269	4693	5187	5772	6476	7338	8415	9804
+30	+20	1277	1356	1440	1531	1629	1735	1850	1974	2109	2257	2421	2600	2798	3021	3267	3547	3863	4226	4645	5135	5714	6411	7264	8331	9706
	+22,5	1263	1341	1425	1514	1611	1716	1830	1953	2087	2234	2395	2573	2769	2989	3234	3511	3824	4182	4598	5082	5656	6346	7191	8247	9608
	+25	1249	1326	1409	1498	1594	1698	1810	1932	2065	2210	2370	2546	2740	2958	3200	3474	3784	4139	4550	5030	5598	6281	7117	8163	9510
	+27,5	1235	1311	1393	1481	1576	1679	1790	1911	2042	2186	2341	2518	2711	2926	3166	3437	3744	4095	4502	4977	5539	6215	7043	8078	9411
	+15	1262	1339	1420	1508	1602	1703	1813	1932	2062	2205	2356	2525	2711	2917	3147	3404	3693	4022	4398	4833	5340	5942	6665	7550	8657
+32,5	+17,5	1249	1325	1405	1492	1586	1686	1795	1912	2041	2180	2329	2500	2684	2888	3116	3370	3656	3982	4354	4784	5287	5883	6600	7476	8572
	+20	1235	1311	1390	1476	1569	1668	1776	1892	2020	2158	2308	2474	2656	2858	3084	3336	3619	3942	4310	4736	5234	5824	6524	7402	8487
	+22,5	1222	1297	1375	1460	1552	1650	1757	1872	1999	2135	2284	2448	2629	2828	3052	3301	3582	3901	4266	4687	5181	5765	6468	7327	8401
	+25	1208	1282	1360	1444	1535	1632	1738	1852	1977	2112	2260	2422	2601	2799	3020	3266	3544	3860	4222	4639	5127	5705	6401	7252	8315
	+27,5	1195	1268	1345	1428	1518	1614	1719	1832	1956	2089	2236	2396	2573	2769	2988	3231	3507	3819	4178	4590	5073	5645	6334	7176	8229
+35	+30	1181	1253	1330	1412	1501	1596	1700	1812	1934	2066	2211	2370	2545	2739	2953	3196	3469	3773	4133	4541	5019	5585	6267	7100	8142
	+17,5	1209	1280	1358	1440	1528	1623	1725	1837	1956	2087	2229	2383	2554	2741	2949	3179	3439	3730	4061	4439	4878	5389	5997	6725	7616
	+20	1196	1267	1343	1425	1512	1606	1707	1818	1936	2065	2206	2359	2528	2713	2919	3147	3395	3672	4020	4395	4829	5335	5936	6658	7540
	+22,5	1184	1253	1329	1410	1496	1589	1689	1799	1916	2044	2183	2334	2502	2685	2888	3114	3370	3654	3979	4350	4779	5280	5875	6590	7463
	+25	1171	1240	1314	1395	1479	1572	1671	1780	1895	2022	2160	2310	2475	2657	2858	3082	3334	3616	3937	4305	4730	5226	5815	6522	7387
+37,5	+27,5	1158	1226	1300	1379	1463	1555	1653	1760	1875	2000	2136	2285	2449	2628	2827	3049	3299	3578	3896	4259	4680	5171	5754	6454	7310
	+30	1145	1212	1285	1364	1447	1538	1635	1741	1854	1978	2113	2260	2422	2600	2797	3016	3263	3540	3854	4214	4630	5116	5693	6386	7233
	+32,5	1131	1198	1270	1348	1430	1520	1616	1721	1833	1956	2089	2235	2395	2571	2766	2983	3227	3501	3812	4168	4580	5061	5632	6318	7156
	+20	1159	1228	1300	1377	1460	1549	1645	1748	1860	1980	2112	2255	2410	2582	2771	2980	3211	3473	3766	4095	4480	4923	5438	6049	6782
	+22,5	1147	1215	1286	1362	1445	1533	1628	1730	1841	1960	2090	2232	2385	2555	2742	2949	3178	3438	3728	4057	4435	4872	5383	5988	6714
+40	+25	1134	1201	1272	1347	1429	1516	1610	1711	1821	1939	2068	2208	2360	2528	2713	2918	3145	3402	3689	4015	4389	4822	5328	5926	6645
	+27,5	1122	1188	1258	1332	1413	1500	1593	1693	1801	1918	2046	2184	2335	2501	2684	2887	3112	3366	3650	3972	4343	4771	5272	5864	6576
	+30	1109	1174	1244	1317	1397	1483	1575	1674	1781	1896	2023	2160	2309	2473	2653	2856	3079	3329	3611	3930	4297	4720	5216	5806	6496
	+32,5	1096	1161	1230	1302	1381	1466	1557	1655	1761	1875	2000	2136	2284	2446	2626	2825	3046	3293	3572	3888	4250	4669	5160	5740	6436
	+35	1083	1147	1215	1287	1365	1449	1539	1636	1741	1854	1978	2112	2258	2419	2597	2793	3012	3256	3532	3845	4203	4618	5103	5677	6366
+42,5	+22,5	1112	1176	1245	1318	1396	1480	1570	1667	1770	1883	2004	2137	2280	2437	2610	2800	3010	3243	3507	3801	4137	4521	4968	5486	6100
	+25	1100	1164	1231	1304	1381	1464	1553	1649	1751	1863	1983	2114	2256	2411	2582	2770	2979	3209	3470	3762	4094	4474	4917	5420	6037
	+27,5	1088	1151	1217	1290	1366	1448	1536	1631	1732	1843	1962	2091	2232	2385	2555	2740	2947	3175	3432	3723	4051	4427	4865	5373	5974
	+30	1076	1138	1204	1275	1351	1432	1519	1613	1713	1823	1940	2068	2208	2359	2527	2711	2915	3141	3395	3682	4008	4380	4813	5316	5911
	+32,5	1064	1125	1190	1261	1335	1416	1502	1595	1694	1802	1919	2045	2183	2333	2499	2681	2883	3107	3359	3642	3964	4333	4760	5258	5848
+45	+35	1051	1112	1176	1246	1320	1400	1485	1577	1675	1782	1897	2022	2159	2307	2471	2651	2851	3073	3322	3602	3921	4286	4708	5201	5785
	+37,5	1038	1098	1162	1231	1304	1383	1467	1558	1655	1761	1875	1999	2134	2281	2443	2621	2819	3038	3284	3562	3877	4238	4655	5143	5721

+25	1068	1129	1194	1262	1337	1415	1500	1588	1792	1905	2028	2180	2305	2403	2637	2828	3039	3274	3540	3835	4175	4561	5011	5592
-27.5	1056	1117	1181	1249	1322	1399	1484	1573	1670	1773	1885	2006	2137	2280	2436	2609	2798	3017	3240	3503	3795	4131	4513	4958
-30	1044	1105	1167	1235	1307	1384	1467	1555	1651	1753	1864	1984	2114	2255	2410	2580	2768	2975	3205	3465	3754	4087	4463	4896
-32.5	1032	1092	1154	1221	1292	1369	1451	1538	1633	1733	1843	1962	2091	2230	2384	2552	2738	2942	3170	3428	3714	4043	4417	4853
-35	1020	1079	1140	1207	1277	1353	1434	1520	1614	1714	1822	1940	2067	2205	2367	2543	2737	2949	3185	3439	3723	4050	4429	4869
-37.5	1008	1066	1127	1193	1262	1337	1417	1503	1595	1694	1801	1918	2043	2180	2331	2495	2677	2877	3100	3352	3633	3954	4321	4746
-40	996	1053	1113	1178	1247	1321	1400	1485	1576	1674	1780	1895	2019	2155	2304	2466	2646	2844	3065	3313	3592	3909	4272	4692
-42.5	1026	1085	1146	1210	1280	1355	1433	1519	1610	1708	1813	1927	2051	2183	2330	2488	2664	2855	3068	3304	3572	3869	4212	4600
-30	1014	1073	1133	1197	1266	1340	1417	1503	1592	1690	1793	1906	2028	2159	2305	2461	2635	2825	3035	3269	3533	3828	4167	4551
-32.5	1003	1060	1119	1183	1251	1324	1401	1486	1574	1671	1773	1884	2005	2135	2279	2434	2606	2794	3002	3234	3495	3787	4122	4502
-35	991	1048	1106	1170	1237	1309	1386	1469	1556	1652	1753	1863	1982	2112	2254	2410	2577	2763	2979	3199	3456	3746	4077	4453
-37.5	979	1035	1093	1156	1222	1294	1369	1451	1538	1633	1733	1842	1960	2089	2228	2380	2548	2732	2935	3163	3418	3704	4031	4403
-40	968	1023	1080	1142	1208	1278	1353	1434	1520	1614	1713	1821	1937	2065	2202	2353	2519	2700	2902	3127	3379	3662	3985	4354
-42.5	956	1010	1067	1128	1193	1263	1337	1417	1502	1594	1692	1799	1914	2040	2176	2325	2489	2669	2868	3091	3340	3620	3939	4304
-30	987	1042	1100	1162	1227	1297	1372	1452	1538	1630	1728	1833	1948	2073	2206	2355	2513	2680	2861	3065	3305	3583	3903	4248
-32.5	976	1030	1088	1149	1214	1283	1357	1436	1521	1612	1709	1813	1927	2050	2182	2329	2486	2661	2850	3063	3299	3564	3861	4202
-35	964	1018	1075	1135	1200	1268	1341	1419	1503	1593	1689	1793	1905	2027	2158	2302	2458	2631	2818	3029	3263	3525	3819	4156
-37.5	953	1006	1062	1122	1186	1253	1326	1403	1486	1575	1670	1772	1884	2004	2133	2276	2430	2601	2787	2995	3227	3486	3777	4110
-40	941	994	1049	1108	1172	1238	1310	1386	1468	1556	1650	1751	1862	1981	2109	2249	2402	2571	2755	2961	3190	3446	3734	4063
-42.5	930	982	1036	1095	1158	1223	1294	1370	1451	1538	1631	1731	1840	1958	2084	2223	2374	2541	2723	2927	3153	3406	3691	4016
-45	918	969	1023	1081	1143	1208	1278	1353	1433	1519	1611	1710	1818	1934	2060	2196	2346	2511	2691	2892	3116	3366	3648	3969
-32.5	951	1002	1057	1116	1178	1243	1314	1390	1470	1557	1649	1748	1854	1969	2095	2230	2378	2537	2715	2907	3124	3364	3634	3936
-35	940	990	1045	1103	1164	1230	1299	1374	1454	1539	1630	1728	1834	1947	2071	2205	2351	2509	2685	2875	3090	3327	3594	3893
-37.5	928	979	1033	1090	1151	1216	1284	1358	1437	1521	1611	1708	1813	1925	2047	2180	2324	2481	2655	2843	3055	3290	3554	3850
-40	917	967	1020	1077	1137	1201	1269	1342	1420	1503	1592	1688	1792	1903	2024	2155	2297	2453	2624	2811	3020	3253	3514	3807
-42.5	905	955	1008	1064	1123	1187	1254	1325	1403	1485	1573	1668	1770	1880	2000	2130	2270	2424	2594	2779	2985	3216	3474	3763
-45	894	943	995	1051	1109	1172	1238	1309	1386	1467	1554	1648	1749	1858	1976	2105	2243	2396	2563	2746	2950	3178	3433	3719
-47.5	882	931	982	1037	1095	1157	1222	1293	1369	1449	1535	1628	1728	1835	1952	2079	2216	2367	2532	2713	2915	3140	3392	3675
-35	914	964	1016	1072	1131	1194	1260	1331	1407	1488	1574	1667	1766	1875	1990	2117	2251	2400	2561	2739	2933	3152	3392	3664
-37.5	903	953	1004	1060	1118	1180	1246	1316	1391	1471	1556	1648	1746	1854	1968	2093	2226	2373	2532	2708	2901	3117	3354	3623
-40	892	941	992	1047	1104	1166	1231	1300	1374	1454	1538	1629	1726	1833	1945	2068	2200	2345	2503	2677	2868	3082	3316	3582
-42.5	881	930	980	1034	1091	1152	1216	1285	1358	1437	1520	1609	1706	1811	1922	2044	2175	2318	2474	2646	2835	3046	3278	3541
-45	870	918	968	1021	1077	1138	1201	1269	1341	1419	1501	1590	1686	1789	1899	2019	2149	2290	2445	2616	2802	3010	3240	3500
-47.5	859	906	956	1008	1064	1124	1186	1253	1325	1402	1483	1571	1665	1767	1876	1995	2123	2263	2416	2585	2769	2974	3202	3459
-50	848	894	943	995	1050	1109	1171	1237	1308	1384	1464	1551	1644	1745	1853	1970	2097	2235	2386	2552	2735	2938	3163	3417

+40

+42.5

+45

+47.5

+50

Tabelle 8. Theoretische Kälteleistung der SO₂-Maschine in kal/PSh.

Verflüssigungstemperatur °C	Temperatur vor dem Regulier-ventil °C	Verdampfungstemperatur																
		-30°	-27,5°	-25°	-22,5°	-20°	-17,5°	-15°	-12,5°	-10°	-7,5°	-5°	-2,5°	0°	2,5°	5,0°	7,5°	10°
+10	0	3453	3756	4104	4508	4977	5534	6203	7020	8046	9365	11126	13592	17297	—	—	—	—
	+ 2,5	3422	3722	4067	4468	4933	5485	6148	6958	7975	9282	11027	13472	17144	23268	—	—	—
	+ 5	3391	3688	4030	4427	4888	5435	6092	6895	7903	9199	10928	13351	16990	23059	35200	—	—
	+ 7,5	3359	3654	3993	4386	4843	5385	6036	6832	7830	9114	10828	13229	16835	22848	34878	70980	—
	+10	3327	3619	3955	4344	4797	5334	5979	6768	7757	9029	10727	13106	16678	22635	34553	70319	∞
+12,5	0	3251	3523	3832	4186	4596	5075	5641	6322	7156	8200	9544	11337	13851	—	—	—	—
	+ 2,5	3222	3491	3798	4149	4555	5030	5591	6266	7092	8128	9459	11237	13728	17468	—	—	—
	+ 5	3193	3459	3763	4111	4514	4984	5541	6209	7028	8055	9374	11136	13604	17311	23491	—	—
	+ 7,5	3163	3427	3728	4073	4472	4938	5490	6152	6961	7981	9288	11034	13480	17152	23276	35529	—
	+10	3133	3394	3693	4035	4430	4892	5438	6092	6899	7906	9201	10931	13355	16992	23059	35198	71623
+15	+12,5	3102	3361	3657	3996	4387	4845	5386	6036	6833	7831	9114	10827	13228	16831	22840	34864	70946
	0	3071	3316	3593	3916	4269	4686	5175	5751	6444	7291	8357	9726	11553	—	—	—	—
	+ 2,5	3044	3286	3561	3875	4231	4644	5129	5700	6387	7229	8283	9610	11451	13989	—	—	—
	+ 5	3016	3256	3528	3840	4192	4602	5083	5649	6330	7164	8209	9554	11348	13863	17637	—	—
	+ 7,5	2988	3226	3495	3804	4153	4560	5036	5597	6272	7098	8134	9466	11244	13736	17476	23715	—
+17,5	+10	2959	3195	3462	3768	4114	4517	4988	5544	6213	7032	8058	9378	11139	13608	17313	23494	35859
	+12,5	2930	3164	3429	3732	4075	4474	4940	5491	6154	6965	7981	9289	11033	13479	17149	23271	35419
	+15	2901	3133	3395	3695	4035	4430	4892	5438	6094	6898	7904	9199	10927	13349	16983	23046	35175
	+ 2,5	2884	3105	3353	3634	3951	4316	4737	5229	5812	6513	7370	8444	9826	11671	—	—	—
	+ 5	2858	3077	3322	3601	3915	4277	4694	5182	5759	6454	7304	8368	9738	11596	14127	—	—
+20	+ 7,5	2831	3048	3291	3568	3879	4238	4651	5134	5706	6395	7237	8291	9649	11461	13998	17808	—
	+10	2804	3019	3260	3534	3843	4198	4607	5085	5653	6335	7169	8214	9559	11354	13868	17642	23935
	+12,5	2776	2989	3229	3500	3806	4157	4563	5037	5599	6275	7101	8136	9468	11246	13737	17475	23709
	+15	2749	2960	3197	3466	3769	4117	4519	4988	5545	6214	7032	8057	9376	11136	13604	17307	23481
	+17,5	2721	2930	3165	3431	3731	4076	4474	4939	5490	6153	6963	7978	9284	11028	13470	17136	23251
+22,5	+ 5	2715	2915	3139	3391	3673	3994	4363	4787	5284	5873	6581	7446	8531	9926	11789	—	—
	+ 7,5	2690	2888	3110	3360	3639	3957	4323	4743	5235	5819	6529	7378	8453	9835	11681	14268	—
	+10	2664	2860	3081	3329	3604	3920	4282	4699	5186	5764	6459	7309	8374	9744	11572	14135	17981
	+12,5	2638	2833	3051	3297	3570	3883	4241	4654	5137	5709	6398	7240	8294	9651	11462	14000	17810
	+15	2612	2805	3021	3264	3535	3845	4200	4609	5087	5654	6336	7170	8214	9558	11352	13865	17638
+25	+17,5	2586	2777	2991	3231	3500	3807	4158	4563	5037	5598	6273	7099	8133	9464	11240	13729	17464
	+20	2559	2748	2960	3198	3464	3768	4116	4517	4986	5542	6210	7028	8052	9369	11127	13591	17289
	+ 7,5	2563	2745	2949	3175	3427	3714	4038	4409	4838	5340	5934	6649	7523	8619	10027	11908	—
	+10	2539	2719	2921	3145	3395	3679	4000	4367	4793	5290	5879	6587	7453	8539	9934	11797	14409
	+12,5	2514	2693	2892	3115	3362	3643	3962	4325	4747	5240	5823	6524	7383	8458	9840	11685	14272
+27,5	+15	2489	2666	2864	3085	3329	3608	3923	4283	4701	5189	5766	6461	7311	8376	9745	11572	14134
	+17,5	2464	2639	2835	3054	3296	3572	3884	4241	4654	5138	5709	6397	7239	8294	9649	11458	13995
	+20	2439	2612	2806	3023	3263	3536	3845	4198	4607	5086	5652	6333	7166	8210	9552	11343	13855
	+22,5	2413	2585	2771	2991	3229	3499	3805	4155	4560	5034	5594	6268	7093	8126	9454	11227	13712
	+10	2425	2591	2777	2982	3210	3464	3753	4080	4455	4890	5396	5995	6717	7600	8706	10129	12029
+30	+12,5	2401	2566	2750	2954	3179	3431	3717	4041	4413	4843	5345	5938	6653	7528	8623	10032	11914
	+15	2377	2541	2723	2925	3148	3398	3681	4002	4370	4796	5293	5881	6589	7455	8540	9935	11799
	+17,5	2353	2515	2696	2896	3117	3364	3645	3962	4327	4749	5241	5823	6524	7382	8456	9837	11682
	+20	2329	2489	2668	2866	3085	3330	3608	3922	4283	4701	5188	5764	6459	7308	8371	9739	11565
	+22,5	2305	2463	2640	2836	3053	3296	3571	3882	4239	4652	5135	5705	6393	7233	8285	9639	11447
+32,5	+25	2280	2437	2612	2806	3020	3261	3533	3841	4195	4604	5081	5646	6326	7158	8199	9539	11328

Tabelle 8. (Fortsetzung.) Theoretische Kälteleistung der SO₂-Maschine in kal/PSh.

Ver- flüssi- gungs- tempe- ratur °C	Tempe- ratur vor dem Re- gulier- ventil °C	Verdampfungs-temperatur																
		-30°	-27,5°	-25°	-22,5°	-20°	-17,5°	-15°	-12,5°	-10°	-7,5°	-5°	-2,5°	0°	+2,5°	+5,0°	+7,5°	+10°
+27,5	+12,5	2209	2451	2620	2808	3014	3244	3502	3793	4124	4503	4940	5453	6059	6788	7679	8795	10231
	+15	2276	2427	2594	2781	2985	3213	3468	3756	4081	4459	4892	5400	6000	6722	7605	8710	10131
	+17,5	2253	2403	2568	2753	2955	3181	3434	3719	4043	4415	4844	5347	5941	6656	7530	8624	10033
	+20	2230	2378	2542	2725	2925	3149	3399	3682	4002	4371	4795	5293	5881	6589	7454	8537	9932
	+22,5	2206	2353	2516	2696	2894	3116	3364	3644	3961	4326	4746	5239	5821	6522	7377	8459	9830
	+25	2183	2328	2489	2668	2864	3083	3329	3606	3920	4281	4696	5164	5760	6454	7300	8362	9727
	+27,5	2159	2303	2462	2639	2833	3050	3293	3567	3878	4235	4646	5129	5699	6385	7223	8273	9624
+30	+15	2183	2323	2480	2651	2839	3047	3280	3540	3834	4167	4549	4992	5509	6121	6856	7757	8884
	+17,5	2161	2300	2455	2624	2810	3017	3247	3505	3796	4126	4504	4943	5455	6061	6788	7680	8796
	+20	2139	2276	2430	2597	2782	2986	3214	3470	3757	4085	4459	4893	5400	6000	6720	7603	8708
	+22,5	2117	2253	2405	2570	2753	2955	3181	3434	3719	4043	4413	4843	5345	5938	6651	7525	8619
	+25	2094	2229	2379	2543	2724	2924	3148	3398	3680	4001	4367	4792	5289	5876	6582	7447	8529
	+27,5	2071	2205	2353	2516	2695	2893	3114	3362	3641	3958	4321	4741	5233	5814	6512	7368	8438
	+30	2048	2180	2327	2488	2665	2861	3080	3325	3601	3915	4274	4690	5176	5751	6442	7288	8347
+32,5	+17,5	2076	2207	2350	2508	2680	2869	3081	3315	3578	3875	4212	4597	5045	5567	6184	6927	7836
	+20	2055	2184	2326	2482	2653	2840	3050	3282	3542	3836	4170	4551	4994	5511	6122	6857	7757
	+22,5	2033	2161	2302	2456	2625	2811	3019	3248	3506	3797	4127	4504	4943	5454	6059	6787	7677
	+25	2011	2138	2278	2430	2598	2781	2987	3214	3469	3757	4084	4457	4891	5397	5996	6716	7597
	+27,5	1989	2115	2253	2404	2570	2751	2955	3180	3432	3717	4040	4410	4839	5340	5932	6645	7517
	+30	1967	2092	2228	2378	2542	2721	2923	3145	3395	3677	3996	4362	4787	5282	5868	6573	7435
	+32,5	1945	2068	2203	2351	2513	2691	2890	3110	3357	3636	3952	4314	4734	5224	5803	6500	7353
+35	+20	1966	2098	2232	2377	2535	2710	2901	3113	3351	3616	3915	4256	4646	5096	5622	6247	6997
	+22,5	1945	2076	2209	2359	2509	2682	2871	3081	3317	3579	3875	4213	4599	5044	5565	6183	6925
	+25	1924	2054	2185	2328	2482	2653	2841	3049	3282	3542	3834	4169	4551	4992	5507	6118	6853
	+27,5	1903	2032	2161	2303	2456	2625	2811	3017	3247	3504	3793	4125	4502	4939	5448	6053	6780
	+30	1882	2010	2137	2277	2429	2596	2780	2984	3212	3466	3752	4080	4454	4885	5389	5988	6707
	+32,5	1872	1987	2113	2252	2402	2567	2749	2951	3176	3428	3711	4035	4405	4831	5330	5922	6633
	+35	1851	1964	2089	2226	2374	2538	2718	2917	3140	3389	3669	3989	4355	4777	5270	5855	6558
+37,5	+22,5	1887	2000	2123	2259	2404	2561	2740	2933	3147	3387	3654	3957	4301	4695	5149	5681	6311
	+25	1867	1979	2101	2235	2379	2537	2714	2902	3114	3352	3616	3916	4256	4646	5095	5622	6245
	+27,5	1846	1957	2078	2210	2353	2509	2682	2871	3081	3316	3577	3874	4211	4597	5041	5562	6179
	+30	1826	1935	2055	2186	2327	2482	2653	2840	3047	3280	3538	3832	4165	4547	4986	5502	6112
	+32,5	1805	1913	2032	2162	2301	2454	2623	2808	3013	3244	3499	3790	4119	4497	4931	5441	6045
	+35	1784	1891	2009	2137	2275	2426	2593	2776	2979	3207	3460	3747	4073	4446	4876	5380	5977
	+37,5	1763	1869	1985	2112	2248	2398	2563	2744	2945	3170	3420	3704	4026	4395	4820	5318	5908
+40	+25	1802	1908	2022	2148	2282	2430	2592	2768	2962	3181	3422	3692	3998	4345	4742	5202	5739
	+27,5	1783	1887	2000	2125	2258	2404	2564	2739	2931	3147	3385	3653	3956	4299	4692	5147	5678
	+30	1763	1866	1978	2101	2233	2377	2536	2709	2899	3113	3348	3613	3913	4253	4641	5091	5617
	+32,5	1743	1845	1956	2078	2208	2351	2508	2679	2867	3079	3311	3573	3870	4206	4590	5035	5555
	+35	1723	1824	1933	2054	2183	2324	2479	2648	2834	3044	3274	3533	3826	4158	4538	4978	5492
	+37,5	1703	1803	1911	2030	2158	2297	2451	2618	2802	3009	3237	3493	3782	4111	4486	4921	5429
	+40	1682	1781	1888	2006	2132	2270	2422	2587	2769	2974	3199	3452	3738	4063	4434	4864	5366

Tabelle 9. Theoretische Kälteleistung der CO₂-Maschine in kcal/PSH.

Druck: $p = 50$ at			$p = 55$ at				$p = 60$ at					$p = 65$ at						
Verdampfungs- temperatur °C	Temperatur vor dem Regulierungsventil		Temperatur vor dem Regulierungsventil				Temperatur vor dem Regulierungsventil					Temperatur vor dem Regulierungsventil						
	10°	12,5°	10°	12,5°	15°	17,5°	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°
—50	1390	1333	1314	1261	1205	1145	1249	1205	1157	1106	1052	1197	1158	1114	1067	1018	107	914
—47,5	1483	1422	1401	1344	1285	1212	1330	1283	1231	1177	1119	1272	1229	1182	1132	1080	1027	967
—45	1587	1520	1497	1438	1373	1306	1418	1368	1312	1254	1192	1353	1307	1257	1204	1149	1093	1026
—42,5	1702	1629	1601	1538	1470	1399	1513	1460	1401	1339	1273	1442	1392	1339	1284	1226	1163	1087
—40	1827	1747	1714	1646	1574	1498	1615	1559	1497	1431	1360	1537	1485	1429	1371	1308	1238	1153
—37,5	1961	1873	1833	1760	1682	1600	1723	1663	1597	1527	1453	1635	1581	1521	1460	1394	1316	1223
—35	2108	2011	1962	1884	1799	1710	1840	1776	1705	1631	1553	1740	1683	1620	1555	1485	1399	1301
—32,5	2274	2167	2106	2021	1929	1832	1968	1900	1824	1744	1661	1856	1796	1729	1658	1583	1494	1393
—30	2460	2342	2267	2174	2072	1965	2110	2036	1955	1869	1780	1983	1920	1849	1772	1691	1602	1500
—27,5	2668	2538	2447	2345	2235	2118	2268	2187	2101	2009	1914	2125	2059	1981	1898	1811	1718	1606
—25	2897	2753	2643	2532	2414	2287	2440	2351	2260	2162	2060	2278	2200	2122	2034	1942	1842	1718
—22,5	3138	2979	2848	2728	2601	2463	2618	2522	2426	2322	2212	2436	2365	2270	2176	2078	1974	1836
—20	3412	3236	3082	2950	2812	2663	2820	2716	2612	2502	2384	2613	2528	2433	2334	2231	2118	1968
—17,5	3727	3532	3353	3215	3073	2913	3060	2946	2833	2713	2585	2818	2726	2625	2519	2406	2285	2125
—15	4120	3903	3680	3535	3387	3215	3338	3214	3090	2958	2818	3053	2953	2845	2729	2607	2475	2302
—12,5	4627	4386	4076	3919	3760	3576	3647	3515	3380	3232	3077	3317	3200	3086	2963	2830	2690	2507
—10	5258	4990	4560	4379	4198	4001	4020	3877	3728	3563	3390	3632	3512	3379	3239	3095	2945	2750
—7,5	5987	5686	5129	4928	4724	4510	4479	4318	4150	3968	3776	4000	3881	3730	3570	3424	3254	3040
—5	6900	6616	5804	5625	5380	5141	5045	4856	4670	4466	4250	4464	4321	4157	3990	3820	3624	3386
—2,5	8330	7925	6836	6532	6220	5932	5710	5502	5285	5051	4803	4986	4831	4654	4464	4270	4052	3797
—0	10040	9540	8070	7734	7385	7025	6580	6338	6085	5813	5523	5657	5495	5297	5080	4842	4576	4280

Druck: $p = 70$ at. Temperatur vor dem Regulierungsventil:										$p = 75$ at. Temperatur vor dem Regulierungsventil:									
°C	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	
—50	1152	1114	1074	1031	986	938	886	828	1107	1073	1037	997	954	909	860	805	730		
—47,5	1221	1181	1139	1093	1045	995	939	876	1175	1139	1101	1058	1012	964	912	853	775		
—45	1296	1254	1209	1161	1110	1058	997	929	1249	1210	1169	1124	1075	1024	968	906	825		
—42,5	1381	1335	1287	1237	1183	1126	1067	984	1328	1287	1243	1196	1144	1090	1030	963	880		
—40	1472	1423	1371	1318	1261	1198	1123	1044	1412	1368	1321	1272	1218	1160	1096	1025	940		
—37,5	1562	1512	1456	1400	1340	1271	1192	1106	1499	1453	1402	1350	1293	1232	1166	1090	1000		
—35	1658	1606	1547	1487	1424	1359	1268	1174	1591	1542	1488	1433	1373	1310	1241	1159	1063		
—32,5	1764	1709	1648	1583	1515	1439	1356	1254	1688	1637	1581	1521	1457	1393	1323	1238	1128		
—30	1880	1823	1758	1688	1614	1536	1452	1341	1793	1740	1682	1616	1547	1481	1410	1322	1198		
—27,5	2009	1947	1877	1801	1722	1641	1551	1430	1909	1854	1792	1721	1648	1578	1503	1410	1275		
—25	2147	2080	2004	1924	1840	1754	1657	1525	2034	1974	1908	1833	1757	1682	1602	1503	1359		
—22,5	2290	2219	2137	2053	1965	1873	1767	1624	2163	2103	2032	1952	1870	1789	1703	1600	1446		
—20	2448	2373	2284	2195	2103	2004	1890	1735	2307	2244	2168	2082	1994	1906	1817	1707	1544		
—17,5	2627	2548	2455	2359	2260	2154	2031	1863	2472	2404	2322	2231	2138	2044	1949	1833	1656		
—15	2832	2748	2650	2544	2438	2324	2192	2010	2660	2586	2497	2401	2302	2201	2099	1977	1783		
—12,5	3069	2976	2868	2754	2639	2515	2372	2175	2873	2793	2695	2592	2486	2378	2268	2138	1925		
—10	3348	3244	3123	3000	2875	2740	2582	2370	3119	3029	2921	2810	2695	2579	2460	2330	2082		
—7,5	3674	3559	3430	3295	3158	3009	2835	2606	3398	3299	3183	3062	2935	2808	2678	2533	2254		
—5	4060	3932	3792	3642	3490	3325	3132	2885	3723	3613	3487	3354	3211	3071	2928	2767	2451		
—2,5	4500	4354	4199	4031	3859	3677	3461	3197	4091	3969	3831	3686	3527	3370	3208	3031	2673		
0	5055	4885	4710	4519	4322	4120	3880	3590	4548	4400	4255	4093	3914	3736	3550	3349	2945		

Druck: $p = 80$ at. Temperatur vor dem Regulierungsventil:																	
°C	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	42,5°	45°	47,5°	50°
—50	1064	1035	1002	965	924	881	836	789	722	573	301	201	130	80	36	4	—
—47,5	1131	1100	1065	1026	982	936	888	838	772	624	323	221	141	91	42	8	—
—45	1205	1170	1132	1090	1043	993	942	892	828	673	342	238	152	100	48	11	—
—42,5	1279	1242	1203	1159	1109	1058	1005	950	887	721	366	254	165	109	54	15	—
—40	1359	1320	1278	1232	1179	1126	1072	1012	944	770	391	269	178	117	60	19	—
—37,5	1444	1402	1356	1307	1251	1197	1142	1077	1003	819	417	283	191	125	66	22	—
—35	1533	1488	1438	1386	1328	1272	1215	1144	1065	869	444	298	205	134	73	26	—
—32,5	1623	1575	1524	1467	1406	1350	1291	1220	1129	919	472	314	219	143	79	31	—
—30	1719	1668	1616	1554	1489	1432	1370	1298	1197	971	502	332	234	153	86	35	—
—27,5	1824	1773	1717	1651	1584	1522	1456	1379	1271	1026	534	353	250	164	93	39	—
—25	1938	1884	1825	1755	1685	1618	1549	1465	1351	1088	568	377	266	176	100	43	—
—22,5	2057	2003	1940	1864	1788	1715	1643	1555	1434	1159	603	403	282	188	106	47	—
—20	2190	2134	2060	1984	1902	1823	1748	1655	1526	1239	641	431	299	200	112	49	—
—17,5	2345	2282	2205	2122	2036	1952	1872	1771	1633	1327	686	461	319	212	118	48	—
—15	2521	2449	2370	2278	2187	2097	2011	1903	1754	1423	735	494	341	224	124	44	—
—12,5	2716	2638	2554	2456	2358	2262	2169	2051	1890	1527	789	529	364	237	130	37	—
—10	2936	2850	2760	2655	2548	2446	2344	2221	2042	1640	849	566	389	250	136	28	—
—7,5	3180	3086	2987	2871	2753	2645	2533	2402	2205	1765	914	606	414	263	140	20	—
—5	3460	3357	3248	3121	2990	2874	2750	2609	2392	1910	986	649	441	276	142	13	—
—2,5	3776	3664	3546	3408	3265	3139	3002	2847	2605	2085	1067	695	469	289	140	5	—
0	4162	4040	3910	3759	3601	3463	3308	3135	2865	2300	1161	745	499	302	135	0	—

Tabelle 9. (Fortsetzung.) Theoretische Kälteleistung der CO₂-Maschine in kcal/PSH.Druck: $p = 85$ at

Verdamp- fungs- temperatur °C	Temperatur vor dem Regulierventil																
	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	42,5°	45°	47,5°	50°
-50	1026	1001	970	936	896	855	814	771	717	650	542	350	209	138	91	49	16
-47,5	1096	1067	1036	996	956	914	873	829	775	703	583	380	226	150	100	57	21
-45	1168	1136	1102	1058	1018	974	931	884	828	752	622	407	242	161	109	65	26
-42,5	1240	1206	1169	1123	1081	1035	990	940	881	800	659	434	258	171	117	72	31
-40	1314	1277	1238	1194	1146	1098	1051	999	935	850	697	460	274	181	125	79	35
-37,5	1392	1353	1312	1267	1215	1166	1117	1061	992	901	736	487	292	193	134	85	39
-35	1475	1434	1390	1342	1288	1238	1186	1125	1052	952	776	517	312	207	144	91	43
-32,5	1561	1518	1471	1419	1364	1312	1258	1193	1115	1005	812	550	333	223	154	97	46
-30	1653	1608	1557	1501	1444	1390	1333	1264	1182	1060	855	586	355	239	164	102	49
-27,5	1753	1706	1652	1590	1532	1475	1414	1341	1253	1120	901	624	378	254	174	108	52
-25	1859	1809	1752	1687	1625	1563	1500	1423	1329	1187	950	664	401	269	184	113	54
-22,5	1967	1917	1859	1788	1721	1653	1587	1507	1408	1262	1001	706	425	284	194	118	56
-20	2090	2038	1978	1900	1826	1753	1684	1600	1495	1345	1060	750	450	300	205	123	56
-17,5	2233	2176	2110	2029	1948	1871	1798	1707	1595	1437	1134	798	478	319	217	128	57
-15	2392	2329	2257	2167	2086	2005	1927	1828	1708	1539	1222	853	508	343	231	133	56
-12,5	2571	2504	2426	2333	2242	2156	2072	1964	1835	1652	1327	918	540	369	245	138	54
-10	2772	2699	2613	2518	2416	2325	2233	2115	1975	1776	1450	994	575	394	260	143	51
-7,5	2984	2909	2820	2714	2605	2507	2408	2278	2127	1913	1503	1082	615	418	274	148	48
-5	3235	3152	3054	2936	2820	2714	2607	2469	2310	2072	1758	1182	662	442	287	153	44
-2,5	3520	3428	3320	3191	3066	2950	2834	2690	2505	2263	1946	1295	717	466	299	158	39
0	3855	3752	3633	3490	3357	3230	3104	2945	2738	2495	2160	1420	780	490	310	162	32

Druck: $p = 90$ at

-50	993	970	940	909	870	833	796	755	712	669	602	493	319	216	150	108	72
-47,5	1066	1040	1009	971	933	896	859	816	770	720	650	534	347	235	165	119	81
-45	1136	1107	1075	1035	996	958	920	875	825	768	696	573	373	253	179	130	89
-42,5	1205	1172	1138	1096	1056	1015	975	929	875	815	739	612	397	270	192	140	97
-40	1274	1238	1202	1158	1116	1073	1030	982	924	863	783	650	421	286	205	150	106
-37,5	1346	1310	1272	1226	1182	1137	1092	1039	978	913	829	690	448	303	219	160	114
-35	1423	1387	1347	1298	1251	1204	1157	1099	1036	965	878	733	476	322	234	170	123
-32,5	1506	1468	1425	1373	1324	1275	1225	1163	1097	1020	930	779	505	343	249	181	132
-30	1594	1554	1504	1454	1400	1350	1296	1239	1162	1078	985	829	536	367	265	192	142
-27,5	1689	1645	1596	1538	1484	1429	1372	1304	1230	1140	1043	882	568	394	282	204	152
-25	1789	1741	1689	1627	1570	1512	1452	1382	1302	1207	1104	938	601	423	299	217	161
-22,5	1889	1840	1787	1726	1661	1599	1534	1462	1377	1280	1168	996	636	453	316	230	170
-20	2004	1951	1896	1823	1760	1694	1625	1550	1459	1359	1238	1057	674	484	335	244	179
-17,5	2135	2078	2019	1942	1872	1802	1730	1649	1553	1445	1317	1129	716	514	356	258	189
-15	2279	2220	2157	2077	1998	1924	1849	1760	1658	1540	1405	1187	763	544	378	273	200
-12,5	2445	2382	2312	2228	2141	2062	1982	1885	1776	1646	1504	1265	816	574	402	288	212
-10	2630	2560	2484	2396	2301	2216	2130	2023	1907	1764	1619	1354	875	605	429	305	224
-7,5	2833	2757	2675	2577	2477	2384	2292	2176	2050	1894	1737	1456	931	638	454	324	235
-5	3060	2977	2888	2779	2675	2573	2475	2349	2212	2040	1874	1573	1004	673	483	345	244
-2,5	3317	3226	3131	3010	2901	2787	2682	2545	2396	2212	2026	1706	1079	710	513	367	252
0	3610	3510	3408	3273	3160	3032	2920	2771	2610	2426	2202	1855	1166	750	545	391	259

Druck: $p = 95$ at

-50	966	943	914	884	849	817	783	744	706	667	620	558	437	318	234	170	131
-47,5	1038	1012	982	948	912	879	844	802	763	717	673	602	476	346	256	196	144
-45	1106	1078	1047	1011	974	939	902	857	816	765	717	645	512	373	278	212	155
-42,5	1171	1140	1108	1069	1031	994	955	908	864	812	761	688	546	399	299	228	166
-40	1236	1203	1169	1126	1087	1049	1006	958	911	859	806	730	580	425	319	243	178
-37,5	1305	1270	1234	1190	1149	1109	1064	1013	963	908	852	771	616	450	339	259	190
-35	1378	1343	1303	1258	1214	1172	1126	1072	1018	961	901	813	654	476	360	275	203
-32,5	1456	1420	1378	1330	1283	1239	1190	1134	1076	1017	953	858	694	504	381	292	216
-30	1540	1502	1456	1407	1357	1311	1258	1200	1138	1076	1007	906	735	535	402	310	230
-27,5	1629	1588	1539	1487	1435	1386	1330	1269	1203	1138	1065	956	779	567	425	329	244
-25	1722	1678	1626	1571	1517	1464	1406	1342	1272	1203	1126	1009	826	599	450	349	259
-22,5	1817	1770	1716	1658	1601	1545	1485	1418	1343	1271	1189	1065	874	632	477	370	275
-20	1923	1872	1814	1753	1693	1633	1571	1501	1421	1345	1258	1125	925	665	506	392	292
-17,5	2047	1992	1930	1865	1798	1735	1670	1594	1510	1426	1336	1193	979	700	536	413	310
-15	2183	2125	2059	1990	1917	1850	1781	1699	1610	1516	1422	1270	1039	758	567	435	329
-12,5	2334	2272	2203	2130	2051	1978	1904	1815	1721	1620	1518	1359	1103	779	600	458	348
-10	2501	2436	2364	2287	2199	2119	2039	1943	1843	1736	1625	1460	1175	825	635	482	368
-7,5	2695	2626	2558	2473	2380	2274	2188	2084	1976	1866	1739	1568	1262	880	677	508	389
-5	2900	2819	2731	2638	2540	2447	2355	2243	2126	2011	1866	1688	1364	952	726	537	411
-2,5	3129	3043	2951	2848	2744	2642	2542	2422	2296	2166	2008	1821	1477	1057	783	570	433
0	3392	3300	3202	3086	2977	2863	2756	2626	2490	2343	2170	1970	1610	1210	850	609	455

Tabelle 9. (Fortsetzung.) Theoretische Kälteleistung der CO₂-Maschine in kcal/PSh.

Druck: $p = 100$ at

Verdamp- fungs- temperatur °C	Temperatur vor dem Regulierventil																
	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	42,5°	45°	47,5°	50°
—50	943	920	892	862	831	803	772	736	700	664	628	583	522	443	327	252	189
—47,5	1014	989	959	927	894	861	831	793	755	714	678	626	563	448	354	272	206
—45	1081	1054	1022	988	954	922	886	846	806	761	724	667	601	481	380	292	222
—42,5	1142	1113	1081	1044	1008	975	937	894	852	807	765	708	636	513	404	311	236
—40	1202	1171	1139	1099	1061	1027	987	942	898	852	806	748	671	545	428	331	251
—37,5	1268	1234	1200	1158	1119	1082	1040	993	947	899	851	790	708	577	452	351	267
—35	1338	1301	1264	1220	1180	1141	1097	1048	999	950	899	834	748	610	478	371	284
—32,5	1412	1374	1336	1288	1245	1204	1158	1108	1055	1004	950	880	790	644	506	392	301
—30	1491	1452	1412	1361	1315	1271	1223	1171	1114	1062	1003	929	835	682	535	414	319
—27,5	1574	1533	1491	1438	1389	1343	1292	1236	1176	1122	1059	982	882	724	566	437	338
—25	1662	1619	1574	1519	1467	1418	1365	1305	1242	1184	1118	1039	932	769	598	462	357
—22,5	1753	1707	1658	1602	1547	1495	1440	1377	1310	1248	1178	1099	982	817	631	488	377
—20	1852	1803	1750	1693	1634	1579	1522	1455	1384	1315	1244	1163	1036	870	666	516	399
—17,5	1969	1916	1858	1798	1734	1676	1616	1545	1469	1392	1320	1230	1101	927	706	545	422
—15	2093	2041	1978	1915	1846	1783	1729	1655	1564	1480	1404	1304	1169	987	752	575	447
—12,5	2230	2176	2111	2045	1971	1901	1833	1754	1668	1580	1497	1390	1244	1050	798	606	474
—10	2387	2326	2258	2188	2108	2031	1959	1875	1783	1692	1600	1486	1332	1118	851	639	503
—7,5	2567	2499	2417	2342	2256	2175	2097	2006	1907	1816	1711	1588	1425	1193	908	675	533
—5	2747	2674	2595	2513	2429	2335	2250	2152	2046	1932	1835	1700	1527	1278	970	714	566
—2,5	2961	2881	2795	2706	2606	2516	2421	2316	2203	2100	1973	1825	1639	1377	1037	757	600
0	3207	3119	3025	2926	2818	2720	2615	2502	2380	2260	2128	1967	1761	1497	1110	804	638

Druck: $p = 105$ at

—50	926	901	875	846	817	790	761	728	694	660	627	589	545	472	385	310	242
—47,5	994	969	940	909	878	850	819	784	747	710	676	631	586	511	415	333	263
—45	1058	1032	1001	968	935	906	873	836	796	756	721	671	625	547	443	355	283
—42,5	1116	1089	1058	1023	988	956	921	883	841	800	761	711	661	582	469	377	301
—40	1174	1145	1113	1075	1039	1005	968	928	885	844	801	750	696	617	495	400	319
—37,5	1237	1206	1173	1133	1095	1058	1019	977	933	889	844	791	734	652	524	424	337
—35	1303	1270	1235	1193	1153	1114	1074	1029	983	936	890	835	774	687	556	448	356
—32,5	1374	1339	1303	1258	1215	1175	1133	1084	1036	987	939	881	815	723	588	473	375
—30	1449	1412	1374	1325	1281	1240	1195	1142	1092	1042	990	930	860	760	620	498	396
—27,5	1528	1489	1448	1397	1350	1307	1260	1204	1151	1100	1045	980	906	799	653	523	418
—25	1612	1570	1526	1473	1423	1378	1329	1270	1214	1161	1104	1034	956	840	687	548	440
—22,5	1698	1653	1606	1551	1499	1451	1399	1340	1279	1224	1164	1091	1006	883	722	573	461
—20	1791	1744	1693	1636	1581	1531	1476	1414	1350	1290	1229	1152	1060	930	759	599	490
—17,5	1900	1849	1795	1734	1675	1622	1566	1497	1431	1363	1301	1219	1126	985	803	628	518
—15	2019	1965	1908	1844	1780	1723	1664	1590	1520	1447	1381	1292	1199	1047	853	661	549
—12,5	2148	2091	2032	1965	1897	1834	1771	1691	1618	1542	1468	1377	1274	1117	910	699	583
—10	2290	2230	2169	2099	2026	1955	1889	1804	1726	1648	1563	1471	1357	1194	974	743	622
—7,5	2448	2383	2317	2244	2165	2091	2018	1931	1843	1764	1670	1570	1447	1279	1038	792	662
—5	2624	2553	2482	2405	2319	2242	2161	2069	1974	1891	1789	1676	1545	1371	1106	846	703
—2,5	2821	2745	2669	2586	2492	2410	2321	2223	2121	2029	1919	1792	1654	1470	1178	905	745
0	3048	2964	2881	2791	2686	2600	2501	2395	2285	2178	2064	1920	1775	1584	1255	970	790

Druck: $p = 110$ at

—50	910	884	860	833	804	778	750	720	687	656	624	586	551	497	427	360	293
—47,5	976	949	923	894	863	835	805	772	737	704	671	629	592	536	459	386	317
—45	1038	1010	982	951	918	888	857	822	785	748	715	670	631	572	490	411	339
—42,5	1094	1065	1036	1003	969	937	904	868	829	790	755	710	667	607	518	435	360
—40	1150	1120	1089	1053	1019	984	951	912	872	832	794	750	703	642	547	460	380
—37,5	1210	1180	1148	1109	1072	1036	1001	960	919	875	836	790	741	677	579	485	402
—35	1273	1242	1209	1168	1128	1091	1054	1010	968	920	881	832	781	713	613	511	424
—32,5	1341	1308	1273	1230	1188	1150	1111	1063	1019	970	928	877	822	749	646	537	448
—30	1412	1378	1340	1295	1251	1211	1170	1119	1073	1024	977	924	866	787	679	564	473
—27,5	1487	1451	1410	1362	1316	1275	1231	1178	1129	1080	1029	973	912	828	714	593	499
—25	1567	1528	1483	1433	1385	1342	1296	1241	1188	1139	1083	1025	961	871	750	623	525
—22,5	1649	1608	1560	1508	1457	1412	1364	1308	1251	1200	1140	1081	1011	917	787	655	552
—20	1738	1694	1644	1590	1536	1489	1438	1381	1320	1264	1202	1141	1065	966	827	690	581
—17,5	1838	1790	1740	1682	1625	1575	1522	1460	1396	1333	1272	1205	1126	1022	874	727	613
—15	1949	1896	1846	1784	1724	1670	1614	1547	1480	1411	1348	1275	1194	1084	927	768	649
—12,5	2071	2013	1962	1895	1832	1775	1715	1642	1572	1499	1431	1353	1268	1154	986	813	688
—10	2205	2144	2090	2018	1952	1890	1826	1746	1673	1598	1523	1440	1350	1231	1052	865	730
—7,5	2353	2288	2229	2154	2084	2018	1949	1864	1784	1708	1625	1536	1439	1314	1118	919	776
—5	2518	2448	2384	2305	2230	2159	2085	1994	1907	1829	1738	1642	1536	1404	1192	977	826
—2,5	2702	2628	2560	2477	2392	2317	2236	2140	2046	1961	1862	1760	1644	1501	1274	1039	880
0	2911	2832	2758	2670	2573	2493	2404	2302	2200	2105	2000	1891	1763	1603	1366	1105	938

Tabelle 9. (Fortsetzung.) Theoretische Kälteleistung der CO₂-Maschine in kcal/PSH.
Druck: $p = 115 \text{ at}$

Verdampfungs- temperatur °C	Temperatur vor dem Regulierventil:														
	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°	42,5°	45°
-50	894	868	845	820	792	767	740	712	680	652	619	585	555	510	451
-47,5	956	928	904	877	848	821	793	763	729	698	664	627	595	547	481
-45	1016	987	961	932	901	872	844	811	775	741	707	667	633	582	516
-42,5	1071	1041	1014	983	951	920	890	855	818	782	747	706	669	616	547
-40	1126	1095	1066	1032	1000	966	935	898	860	823	786	745	705	650	578
-37,5	1184	1153	1122	1086	1052	1016	983	944	905	865	827	785	742	685	610
-35	1244	1213	1180	1143	1106	1070	1033	992	952	909	870	827	780	720	643
-32,5	1310	1278	1242	1203	1164	1128	1089	1045	1003	957	916	872	820	757	677
-30	1380	1347	1308	1267	1225	1188	1147	1101	1056	1010	961	919	863	795	712
-27,5	1453	1417	1376	1333	1289	1250	1207	1159	1112	1065	1015	967	910	837	749
-25	1530	1491	1448	1403	1357	1315	1271	1221	1171	1122	1069	1018	959	883	788
-22,5	1610	1568	1524	1477	1427	1383	1338	1286	1232	1181	1125	1072	1016	931	828
-20	1695	1651	1605	1557	1502	1456	1409	1355	1296	1243	1185	1129	1063	984	870
-17,5	1788	1741	1693	1642	1584	1535	1485	1427	1366	1309	1250	1191	1126	1038	916
-15	1889	1840	1790	1735	1674	1622	1569	1506	1442	1381	1320	1257	1183	1097	968
-12,5	2002	1950	1898	1839	1775	1720	1663	1596	1529	1462	1398	1328	1253	1162	1027
-10	2127	2072	2017	1955	1888	1829	1767	1695	1625	1554	1485	1409	1330	1234	1092
-7,5	2266	2207	2147	2081	2011	1948	1880	1801	1729	1658	1580	1497	1417	1312	1161
-5	2422	2358	2293	2222	2148	2079	2005	1926	1846	1772	1686	1598	1511	1398	1235
-2,5	2594	2527	2457	2380	2300	2225	2144	2063	1977	1898	1803	1712	1615	1492	1318
0	2790	2718	2642	2559	2472	2395	2311	2220	2124	2035	1936	1839	1731	1592	1411

Druck: $p = 120 \text{ at}$

-50	878	854	831	808	780	757	730	705	674	648	614	584	558	515	466
-47,5	937	912	888	863	833	808	780	853	721	691	657	624	590	551	499
-45	995	968	943	915	885	857	829	899	766	733	698	663	630	586	531
-42,5	1049	1021	995	965	933	901	875	942	808	773	737	701	665	620	561
-40	1103	1073	1046	1014	981	950	920	884	850	813	775	739	700	654	591
-37,5	1159	1128	1099	1066	1031	998	966	930	893	855	815	780	737	689	622
-35	1217	1185	1154	1121	1084	1050	1014	978	938	899	856	823	775	724	655
-32,5	1281	1248	1214	1180	1141	1106	1068	1031	988	946	902	868	815	760	690
-30	1350	1315	1278	1242	1201	1165	1125	1087	1041	998	950	915	858	798	727
-27,5	1422	1385	1346	1308	1265	1227	1186	1145	1097	1052	1001	962	905	840	767
-25	1497	1458	1417	1377	1332	1293	1250	1207	1156	1108	1054	1011	955	887	809
-22,5	1576	1535	1492	1449	1402	1361	1316	1271	1217	1166	1110	1062	1006	937	852
-20	1658	1615	1570	1524	1476	1432	1385	1337	1280	1227	1168	1115	1058	982	896
-17,5	1743	1698	1651	1603	1551	1504	1454	1403	1344	1291	1227	1173	1110	1044	940
-15	1835	1788	1739	1688	1632	1582	1529	1474	1413	1359	1292	1235	1167	1100	988
-12,5	1930	1891	1839	1786	1726	1673	1617	1558	1494	1434	1365	1302	1233	1157	1043
-10	2055	2005	1950	1895	1831	1774	1715	1650	1584	1518	1447	1378	1306	1217	1104
-7,5	2185	2129	2071	2013	1946	1884	1821	1754	1682	1616	1536	1461	1387	1280	1171
-5	2332	2270	2208	2144	2074	2007	1940	1862	1792	1724	1635	1556	1477	1374	1245
-2,5	2494	2427	2361	2291	2218	2145	2074	1993	1914	1842	1745	1664	1576	1467	1328
0	2680	2606	2536	2458	2382	2302	2227	2141	2054	1970	1871	1785	1688	1571	1422

Tabelle 10. Chlornatriumlösung.

Spezifisches Gewicht bei 15°C	°Be	Salzgehalt in % der Lösung	Salzgehalt in 100 Teilen Wasser	Gefrier- punkt °C	Spezifische Wärme der Lösung bei								
					-20°	-10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	
1,00	0,1	0,1	0,1	0,0	0,793			1,001	0,999	0,997	0,996	0,997	0,998
1,01	1,6	1,5	1,5	0,8				0,973	0,975	0,978	0,981	0,984	0,987
1,02	3,0	2,9	3,0	1,7				0,956	0,959	0,963	0,966	0,970	0,973
1,03	4,3	4,3	4,5	2,7				0,941	0,945	0,948	0,951	0,955	0,958
1,04	5,7	5,6	5,9	3,6				0,927	0,931	0,934	0,937	0,940	0,943
1,05	7,0	7,0	7,5	4,6				0,914	0,917	0,920	0,923	0,926	0,929
1,06	8,3	8,3	9,0	5,5				0,901	0,904	0,907	0,910	0,913	0,916
1,07	9,6	9,6	10,6	6,6				0,889	0,892	0,895	0,898	0,901	0,904
1,08	10,8	11,0	12,3	7,8				0,878	0,881	0,884	0,887	0,889	0,892
1,09	12,0	12,3	14,0	9,1				0,867	0,870	0,873	0,876	0,878	0,881
1,10	13,2	13,6	15,7	10,4			0,855	0,857	0,860	0,863	0,865	0,868	0,870
1,11	14,4	14,9	17,5	11,8			0,845	0,848	0,850	0,853	0,856	0,858	0,860
1,12	15,6	16,2	19,3	13,2			0,836	0,839	0,841	0,844	0,846	0,849	0,851
1,13	16,7	17,5	21,2	14,6			0,828	0,830	0,832	0,835	0,837	0,840	0,842
1,14	17,8	18,8	23,1	16,2			0,819	0,822	0,824	0,826	0,829	0,831	0,833
1,15	18,9	20,0	25,0	17,8			0,811	0,814	0,816	0,818	0,821	0,823	0,825
1,16	20,0	21,2	26,9	19,4			0,803	0,806	0,808	0,810	0,813	0,815	0,817
1,17	21,1	22,4	29,0	21,2			0,796	0,798	0,800	0,803	0,805	0,807	0,809
1,18	22,1	23,7	31,1	23,3			0,789	0,791	0,793	0,795	0,797	0,799	0,801
1,19	23,1	24,9	33,1	25,7			0,782	0,784	0,786	0,788	0,790	0,792	0,793
1,20	24,2	26,1	35,3	27,7			0,778	0,779	0,781	0,783	0,784	0,786	
1,203	24,4	26,3	35,7	29,0			0,776	0,778	0,780	0,781	0,783	0,785	

Tabelle 11. Chlormagnesiumlösung.

Spez. Gewicht bei 15 °C	°Be	Salzgehalt in % der Lösung	Salzgehalt in 100 Tl. Wasser	Gefrier- punkt °C	Spezifische Wärme der Lösung bei							
					-30°	-20°	-10°	0°	10°	20°	30°	40°
1,00	0,1	0,2	0,2	0,0				1,003	0,999	0,998	0,997	0,997
1,01	1,6	1,4	1,4	- 0,7				0,983	0,982	0,982	0,981	0,981
1,02	3,0	2,6	2,7	- 1,4				0,964	0,965	0,965	0,966	0,966
1,03	4,4	3,7	3,9	- 2,2				0,946	0,948	0,949	0,950	0,951
1,04	5,7	4,9	5,2	- 3,1				0,929	0,931	0,933	0,934	0,936
1,05	7,0	6,1	6,5	- 4,0				0,912	0,914	0,917	0,919	0,921
1,06	8,4	7,2	7,8	- 5,0				0,895	0,898	0,901	0,904	0,907
1,07	9,7	8,3	9,1	- 6,0				0,878	0,881	0,885	0,888	0,892
1,08	10,8	9,4	10,4	- 7,2				0,861	0,865	0,869	0,873	0,877
1,09	12,0	10,5	11,7	- 8,7				0,845	0,850	0,854	0,859	0,863
1,10	13,2	11,6	13,1	- 10,3			0,826	0,830	0,835	0,840	0,845	0,850
1,11	14,4	12,7	14,5	- 12,3			0,811	0,816	0,821	0,826	0,831	0,836
1,12	15,6	13,8	16,0	- 14,5			0,797	0,802	0,807	0,813	0,818	0,823
1,13	16,7	14,9	17,5	- 17,1			0,782	0,788	0,794	0,800	0,805	0,811
1,14	17,8	16,0	19,1	- 19,9		0,762	0,769	0,775	0,781	0,787	0,793	0,799
1,15	18,9	17,0	20,5	- 22,9		0,751	0,757	0,763	0,769	0,775	0,782	0,788
1,16	20,0	18,0	22,0	- 26,0		0,739	0,745	0,751	0,757	0,764	0,770	0,777
1,17	21,1	19,1	23,6	- 29,1		0,728	0,734	0,740	0,746	0,753	0,759	0,766
1,18	22,1	20,1	25,2	- 32,2	0,711	0,717	0,723	0,729	0,735	0,742	0,748	0,755
1,184	22,5	20,6	25,9	- 33,6	0,707	0,713	0,719	0,725	0,731	0,738	0,744	0,751
1,19	23,2	21,2	26,9	- 32,1	0,701	0,707	0,713	0,719	0,725	0,732	0,738	0,745
1,20	24,2	22,2	28,5	- 29,8		0,696	0,702	0,708	0,714	0,721	0,727	0,734
1,21	25,2	23,2	30,2	- 27,5		0,686	0,692	0,698	0,704	0,711	0,717	0,724
1,22	26,1	24,2	31,9	- 25,2		0,676	0,682	0,688	0,694	0,701	0,707	0,714
1,23	27,1	25,2	33,7	- 23,0		0,666	0,673	0,679	0,685	0,691	0,698	0,704
1,24	28,0	26,2	35,5	- 20,9		0,657	0,663	0,669	0,675	0,682	0,688	0,695
1,25	29,0	27,2	37,4	- 19,0		0,654	0,660	0,666	0,672	0,679	0,686	0,693
1,26	29,9	28,2	39,3	- 17,5		0,645	0,651	0,657	0,663	0,669	0,676	0,683
1,27	30,8	29,2	41,2	- 16,7		0,635	0,641	0,647	0,654	0,660	0,666	0,673
1,28	31,7	30,2	43,2	- 16,4		0,626	0,632	0,638	0,644	0,651	0,657	0,664
1,29	32,5	31,1	45,2	- 16,6		0,617	0,623	0,629	0,635	0,642	0,648	0,655
1,30	33,4	32,1	47,2	- 14,5		0,608	0,614	0,620	0,626	0,633	0,639	0,646
1,31	34,2	33,0	49,3	- 9,8			0,605	0,611	0,617	0,624	0,630	0,637
1,32	35,1	34,0	51,5	- 5,0			0,596	0,602	0,609	0,615	0,621	0,628
1,326	35,6	34,6	52,9	- 0,0			0,590	0,597	0,604	0,610	0,616	0,623
1,33	35,9	35,0	53,8	+ 10,0				0,590	0,593	0,600	0,606	0,612
1,34	36,7	35,9	55,9	+ 30,0							0,597	0,603

Tabelle 12. Chlorkalziumlösung.

Spez. Gewicht bei 15 °C	°Be	Salzgehalt in % der Lösung	Salzgehalt in 100 Tl. Wasser	Gefrier- punkt °C	Spezifische Wärme der Lösung bei									
					-40°	-30°	-20°	-10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°
1,00	0,1	0,1	0,1	- 0,0					1,003	0,999	0,998	0,997	0,996	0,997
1,01	1,6	1,3	1,3	- 0,6					0,986	0,984	0,983	0,982	0,981	0,982
1,02	3,0	2,5	2,6	- 1,2					0,968	0,967	0,967	0,966	0,966	0,967
1,03	4,3	3,6	3,7	- 1,8					0,950	0,950	0,951	0,951	0,951	0,952
1,04	5,7	4,8	5,0	- 2,4					0,932	0,933	0,934	0,935	0,936	0,937
1,05	7,0	5,9	6,3	- 3,0					0,915	0,917	0,918	0,919	0,921	0,922
1,06	8,3	7,1	7,6	- 3,7					0,899	0,901	0,903	0,904	0,906	0,908
1,07	9,6	8,3	9,0	- 4,4					0,882	0,885	0,887	0,890	0,892	0,895
1,08	10,8	9,4	10,4	- 5,2					0,866	0,869	0,872	0,875	0,879	0,882
1,09	12,0	10,5	11,7	- 6,1					0,851	0,854	0,858	0,861	0,865	0,868
1,10	13,2	11,5	13,0	- 7,1					0,836	0,840	0,844	0,848	0,852	0,856
1,11	14,4	12,6	14,4	- 8,1					0,822	0,825	0,830	0,835	0,839	0,844
1,12	15,6	13,7	15,9	- 9,1					0,808	0,813	0,817	0,822	0,827	0,831
1,13	16,7	14,7	17,3	- 10,2			0,789	0,795	0,800	0,805	0,810	0,815	0,820	
1,14	17,8	15,8	18,8	- 11,4			0,776	0,782	0,788	0,793	0,798	0,803	0,808	
1,15	18,9	16,8	20,2	- 12,7			0,764	0,770	0,776	0,781	0,787	0,791	0,797	
1,16	20,0	17,8	21,7	- 14,2			0,753	0,758	0,764	0,770	0,775	0,780	0,786	
1,17	21,1	18,9	23,3	- 15,7			0,742	0,747	0,753	0,759	0,765	0,770	0,775	
1,18	22,1	19,9	24,9	- 17,4			0,731	0,737	0,742	0,748	0,754	0,760	0,765	
1,19	23,1	20,9	26,5	- 19,2			0,721	0,727	0,732	0,738	0,744	0,750	0,756	
1,20	24,2	21,9	28,0	- 21,2			0,705	0,711	0,717	0,723	0,729	0,735	0,741	0,747
1,21	25,1	22,8	29,6	- 23,3			0,696	0,702	0,708	0,714	0,720	0,726	0,732	0,738
1,22	26,1	23,8	31,2	- 25,7			0,688	0,694	0,700	0,706	0,712	0,718	0,724	0,730
1,23	27,1	24,7	32,9	- 28,3			0,680	0,686	0,692	0,698	0,704	0,710	0,716	0,722
1,24	28,0	25,7	34,6	- 31,2		0,667	0,673	0,679	0,685	0,691	0,697	0,703	0,709	0,715
1,25	29,0	26,6	36,2	- 34,6		0,660	0,666	0,672	0,678	0,684	0,690	0,696	0,702	0,708
1,26	29,9	27,5	37,9	- 38,6		0,653	0,659	0,665	0,671	0,677	0,683	0,689	0,695	0,701
1,27	30,8	28,4	39,7	- 43,6	0,640	0,646	0,652	0,658	0,664	0,670	0,676	0,682	0,688	0,694
1,28	31,7	29,4	41,6	- 50,1	0,634	0,640	0,646	0,652	0,658	0,664	0,670	0,676	0,682	0,688
1,286	32,2	29,9	42,7	- 55,0	0,630	0,636	0,642	0,648	0,654	0,660	0,666	0,672	0,678	0,684
1,29	32,5	30,3	43,5	- 50,6	0,627	0,633	0,639	0,645	0,651	0,657	0,663	0,670	0,676	0,682
1,30	33,4	31,2	45,1	- 41,6	0,621	0,627	0,633	0,639	0,645	0,651	0,657	0,663	0,670	0,676
1,31	34,2	32,1	47,3	- 33,9		0,620	0,626	0,633	0,639	0,645	0,651	0,657	0,664	0,670
1,32	35,1	33,0	49,3	- 27,1		0,620	0,627	0,633	0,639	0,645	0,652	0,658	0,665	
1,33	35,9	33,9	51,3	- 21,2		0,614	0,621	0,627	0,634	0,640	0,646	0,653	0,659	
1,34	36,7	34,7	53,2	- 15,6			0,615	0,621	0,628	0,634	0,641	0,647	0,654	
1,35	37,5	35,6	55,3	- 10,2			0,609	0,616	0,622	0,629	0,636	0,643	0,649	
1,36	38,3	36,4	57,4	- 5,1				0,610	0,617	0,624	0,631	0,638	0,644	
1,37	39,1	37,3	59,5	- 0,0				0,604	0,611	0,618	0,625	0,632	0,639	

Tabelle 13. Ausflußkoeffizient μ_0^1 für Wasser ($\gamma=1$) von O°.

H mm	d = 5,0 mm	7,5 mm	10,0 mm	15,0 mm	20,0 mm	30 bis 50 mm
50	0,697	0,6795	0,6655	0,645	0,6305	0,620
60	0,694	0,677	0,6635	0,643	0,629	0,6195
70	0,691	0,6745	0,6615	0,6415	0,6275	0,619
80	0,688	0,672	0,6595	0,640	0,6265	0,618
90	0,685	0,6695	0,6575	0,6385	0,6255	0,6175
100	0,682	0,6675	0,6555	0,637	0,6245	0,617
110	0,6795	0,6655	0,6535	0,6355	0,6235	0,6165
120	0,6775	0,6635	0,6520	0,6345	0,623	0,616
130	0,6755	0,6615	0,6505	0,6335	0,622	0,6155
140	0,674	0,6595	0,649	0,6325	0,621	0,615
150	0,6725	0,658	0,6475	0,6315	0,6205	0,6145
160	0,671	0,657	0,6465	0,6305	0,6195	0,614
170	0,6695	0,656	0,6455	0,6295	0,619	0,6135
180	0,668	0,655	0,6445	0,6285	0,6185	0,6135
190	0,667	0,654	0,6435	0,6275	0,618	0,613
200	0,666	0,653	0,6425	0,627	0,6175	0,6125
220	0,664	0,651	0,6405	0,6255	0,616	0,612
240	0,662	0,649	0,638	0,624	0,615	0,6115
260	0,660	0,6475	0,6365	0,623	0,6145	0,611
280	0,658	0,646	0,635	0,622	0,614	0,6105
300	0,656	0,644	0,634	0,621	0,613	0,610
320	0,6545	0,6425	0,633	0,620	0,6125	0,6095
340	0,653	0,641	0,632	0,6195	0,612	0,609
360	0,652	0,640	0,631	0,6185	0,611	0,6085
380	0,651	0,639	0,630	0,6175	0,6105	0,608
400	0,650	0,638	0,629	0,617	0,610	0,607
450	0,648	0,6365	0,628	0,616	0,609	0,6065
500	0,6465	0,635	0,6265	0,615	0,608	0,606
550	0,645	0,6335	0,625	0,614	0,607	0,6055
600	0,644	0,6325	0,6235	0,613	0,606	0,605
650	0,643	0,6315	0,6225	0,612	0,6055	
700	0,642	0,6310	0,622	0,6115	0,6055	0,605
750	0,641	0,6305	0,6215	0,611	0,605	
800	0,6405	0,6295	0,621	0,6105		
900	0,6395	0,6285	0,620	0,610	0,605	0,605
1000	0,6385	0,6275	0,619	0,6095		

Tabelle 14. Sättigungsdruck p_s des Wasserdampfs in mm/Quecksilber¹⁾.

(Unterhalb 0° Sättigungsdruck über Eis; oberhalb 0° Sättigungsdruck über Wasser).

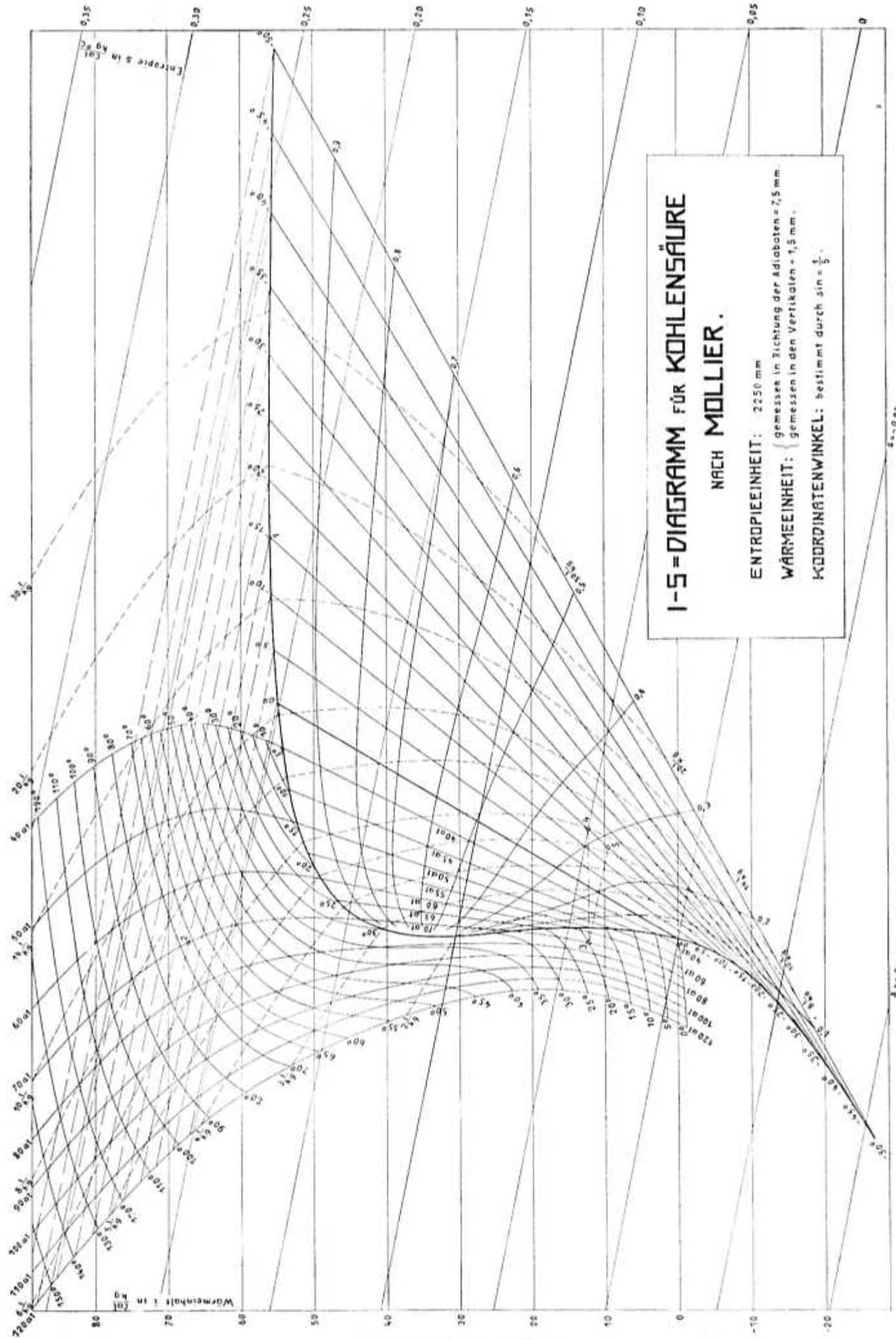
Temperatur °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur °C
-15	1,24	1,23	1,22	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	-15
-14	1,36	1,35	1,33	1,32	1,31	1,30	1,28	1,27	1,26	1,25	-14
-13	1,49	1,47	1,46	1,45	1,43	1,42	1,41	1,39	1,38	1,37	-13
-12	1,63	1,61	1,60	1,58	1,57	1,56	1,54	1,53	1,51	1,50	-12
-11	1,78	1,76	1,75	1,73	1,72	1,70	1,69	1,67	1,66	1,64	-11
-10	1,95	1,93	1,91	1,89	1,88	1,86	1,85	1,83	1,81	1,80	-10
-9	2,13	2,11	2,09	2,07	2,05	2,03	2,02	2,00	1,98	1,96	-9
-8	2,32	2,30	2,28	2,26	2,24	2,22	2,20	2,18	2,16	2,15	-8
-7	2,53	2,51	2,49	2,47	2,45	2,43	2,40	2,38	2,36	2,34	-7
-6	2,76	2,74	2,71	2,69	2,67	2,65	2,62	2,60	2,58	2,55	-6
-5	3,01	2,98	2,96	2,93	2,91	2,88	2,86	2,83	2,81	2,79	-5
-4	3,28	3,25	3,22	3,19	3,17	3,14	3,11	3,09	3,06	3,03	-4
-3	3,57	3,54	3,51	3,48	3,45	3,42	3,39	3,36	3,33	3,30	-3
-2	3,88	3,85	3,82	3,78	3,75	3,72	3,69	3,66	3,63	3,60	-2
-1	4,22	4,18	4,15	4,11	4,08	4,05	4,01	3,98	3,95	3,91	-1
0	4,58	4,54	4,51	4,47	4,43	4,40	4,36	4,32	4,29	4,25	0
+0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72	4,75	4,79	4,82	4,86	4,89	+0
+1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26	+1
+2	5,29	5,33	5,37	5,41	5,45	5,49	5,53	5,57	5,61	5,65	+2
+3	5,69	5,73	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06	+3
+4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50	+4
+5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,97	+5
+6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46	+6
+7	7,51	7,57	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99	+7
+8	8,05	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55	+8
+9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,85	8,91	8,97	9,03	9,09	9,15	+9
+10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,59	9,65	9,71	9,78	+10

¹⁾ Nach Holborn, Scheel und Henning, Wärmetabellen der Phys. Techn. Reichsanstalt, Verlag Vieweg und Sohn 1919.

Tabelle 15. Wasserdampfgehalt W_s in Gramm in einem Kubikmeter Luft im Zustand der Sättigung bei verschiedenen Temperaturen t_s .

$$W_s = 289 \frac{p_s}{T_s} \quad (p_s \text{ siehe Tabelle 14})$$

t_s	W_s	t_s	W_s
-15	1,39	0	4,84
-14	1,52	1	5,20
-13	1,66	2	5,56
-12	1,80	3	5,96
-11	1,96	4	6,36
-10	2,14	5	6,80
-9	2,33	6	7,26
-8	2,52	7	7,75
-7	2,75	8	8,28
-6	2,99	9	8,82
-5	3,25	10	9,40
-4	3,52	11	10,01
-3	3,82	12	10,67
-2	4,14	13	11,35
-1	4,48	14	12,08
0	4,84	15	12,83



Die »Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen« stellen das Ergebnis der Beratungen des unterzeichneten Ausschusses dar, der vom Deutschen Kälteverein in der Hauptversammlung 1920 gewählt wurde. Der vom Ausschuß ausgearbeitete Entwurf ist in dieser Zeitschrift 1921, Heft 4, S. 45—56, veröffentlicht und der Hauptversammlung des D. K. V. 1921 vorgelegt worden. Er wurde mit einigen hier berücksichtigten Änderungen genehmigt.

Die Regeln beschränken sich zunächst auf Kompressions-Kaltdampfmaschinen, weil den anderen Systemen (Absorptionsmaschinen, Kaltluftmaschinen, Dampfstrahl-Kältemaschinen) keine so große wirtschaftliche Bedeutung zukommt und die Versuchsmethoden bei ihnen noch nicht einheitlich durchgearbeitet sind.

Die Regeln lehnen sich sinngemäß an die vom Verein Deutscher Ingenieure und dem Verein

Deutscher Maschinenbauanstalten im Jahre 1912 aufgestellten »Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren« an.

Die Regeln zerfallen in drei Teile, und zwar

- A. den Wortlaut der »Regeln«,
- B. die Erläuterungen und Ausführungsbestimmungen,
- C. den Anhang mit den Tabellen.

Die Kreise der Kälteerzeuger und Kälteverbraucher werden gebeten, sich dieser Regeln zu bedienen, und alle Erfahrungen, die damit gemacht werden, dem Deutschen Kälteverein, Arbeitsabt. I, z. Zt. Danzig, Technische Hochschule, z. H. des Herrn Prof. Dr.-Ing. R. Plank, mitzuteilen. Diese gesammelten Erfahrungen werden der Hauptversammlung des D. K. V. zur Diskussion vorgelegt und gegebenenfalls in Neuauflagen der »Regeln« berücksichtigt werden.

Deutscher Kälte-Verein.

Ausschuß für die Aufstellung von Regeln für Leistungsversuche.

Altenkirch, Kaufmann, Knoke, Dr. Krause, Lukas, Meckel
(zugleich für den Normenausschuß der deutschen Industrie),
Prof. Dr. Plank.

A. Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und Kühlanlagen.

I. Allgemeine Bezeichnungen:

Q_0 (q_0) Kälteleistung, Verdampferleistung in kcal/h (kcal/m³),

Q (q) Kondensatorleistung in kcal/h (kcal/m³),

$J = 427 \frac{\text{mkg}}{\text{kcal}}$ mechanisches Wärmeäquivalent,

A_i indizierte Kompressorarbeit in mkg, .

N_i indizierte Kompressorleistung in PS oder kW,

$K = \frac{Q_0}{N_i}$ spezifische Kälteleistung in $\frac{\text{kcal}}{\text{PS h}}$ oder $\frac{\text{kcal}}{\text{kWh}}$.

p_0 Verdampferdruck in at abs.,

p Kondensatordruck in at abs.,

T_0 (t_0) Verdampfungstemperatur,

T (t) Kondensationstemperatur,

T_u (t_u) Temperatur des unterkühlten Kältemediums vor dem Regulierventil,

T_s (t_s) Soletemperatur,

T_i (t_i) Lufttemperatur,

T_w (t_w) Kühlwassertemperatur,

$t_{se}, t_{we} \dots$ Temperaturen beim Eintritt,

$t_{sa}, t_{wa} \dots$ » » Austritt,

$G_s, G_w \dots$ Solegewicht, Wassergewicht in kg,

- c spezifische Wärme,
- γ spezifisches Gewicht,
- n Umlaufzahl in der Minute,
- λ Lieferungsgrad,
- η Wirkungsgrad.

II. Festlegung praktischer Normaltemperaturen.

- a) Für das »innere Verhalten« im Kaltdampf (vgl. die Erläuterungen unter B II)
 $t_0 = -10^\circ$, $t = +25^\circ$, $t_u = +12^\circ$.
- b) Für das »äußere Verhalten« in der Sole oder Luft und im Kühlwasser (vgl. Erl. B II.)
 $t_l = 0^\circ$, $t_s = -5^\circ$, $t_{we} = +10^\circ$, $t_{wa} = +20^\circ$

III. Vergleichsprozesse.

- a) Carnotscher Kreisprozeß im Gebiet gesättigter Dämpfe:

α) Für das innere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte von T und T_0 , wie in der Garantie angegeben.

β) Für das äußere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte der tiefsten Soletemperatur T_{sa} oder Lufttemperatur T_{la} (als Temperatur der unteren Isotherme) und der Kühlwasserablaufftemperatur T_{wa} (als Temperatur der oberen Isotherme), wie in der Garantie angegeben.

Die Anwendung dieses Carnotschen Kreisprozesses ist natürlich nicht mehr möglich, wenn der Kondensatordruck den kritischen Druck übersteigt, was z. B. bei CO_2 -Maschinen gelegentlich auftritt.

- b) Vergleichsprozeß mit Regulierventil, Unterkühlung und adiabatischer Kompression trocken gesättigter Ansaugedämpfe (trockener Gang):

α) Für das innere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte von T , T_0 und T_u , wie in der Garantie angegeben.

β) Für das äußere Verhalten, bezogen auf die gleichen Werte der tiefsten Soletemperatur T_{sa} oder Lufttemperatur T_{la} als Verdampfer-temperatur, der Kühlwasserablaufftemperatur T_{wa} als Kondensatortemperatur und der Kühlwasser-eintrittstemperatur T_{we} als Temperatur der Unterkühlung.

IV. Wirkungsgrade.

Aus der Messung der stündlichen Kälteleistung Q_0 nach einer der im nächsten Abschnitt V genannten Methoden und des indizierten Arbeitsverbrauches N_i des Kolbenkom-

pressors in PS oder kW mit Hilfe des Indikators sind die folgenden Wirkungsgrade zu berechnen:

- a) Für den Kompressor (inneres Verhalten).

α) Der Lieferungsgrad λ , der alle volumetrischen Verluste enthält. Es ist

$$\lambda = \frac{q_0}{q_{0th}};$$

dabei bedeutet q_0 die beim Versuch unter den Garantiebedingungen T , T_0 , T_u tatsächlich gemessene stündliche Bruttokälteleistung (einschließlich der durch Wärmeeinstrahlung in den Verdampfer und in die kalten Leitungen bedingten Verluste) dividiert durch das stündliche (geometrische) Hubvolumen des Kompressors in m^3 , und q_{0th} die unter den gleichen Bedingungen theoretisch mögliche Kälteleistung des Vergleichsprozesses pro m^3 angesaugten Dampfes.

q_{0th} und damit auch λ könnte dabei entweder auf den Carnot-Prozeß (III a α) bezogen werden (λ_c) oder auf den Vergleichsprozeß mit Regulierventil, Unterkühlung und adiabatischer Kompression trocken gesättigter Ansaugedämpfe (III b α). Der auf den Carnot-Prozeß bezogene Lieferungsgrad ist jedoch praktisch bedeutungslos (vgl. B IV).

Die Werte von q_{0th} für den Vergleichsprozeß III b findet man in den Tabellen 4 bis 6 im Anhang. Der »normale« Lieferungsgrad λ_n wird auf die unter II. angegebenen praktischen Normaltemperaturen bezogen.

- β) Der indizierte Wirkungsgrad η_i , der die Wirtschaftlichkeit kennzeichnet. Es ist

$$\eta_i = \frac{Q_0/N_i}{Q_{0th}/N_{ith}} = \frac{K}{K_{th}};$$

dabei bedeutet $K = Q_0/N_i$ die beim Versuch unter den Garantiebedingungen (T , T_0 , T_u) tatsächlich gemessene stündliche Brutto-Kälteleistung dividiert durch den indizierten Arbeitsverbrauch in PS oder kW und $K_{th} = Q_{0th}/N_{ith}$ die entsprechende Größe für den theoretischen Vergleichsprozeß.

Q_{0th}/N_{ith} (und damit auch η_i) kann dabei entweder auf den Carnot-Prozeß (III a α) bezogen werden (η_{ic}) oder auf den Vergleichsprozeß (III b α). Diese letzteren Werte von Q_{0th}/N_{ith} findet man in den Tabellen 7 bis 9 des Anhangs.

Der »normale« indizierte Wirkungsgrad η_{in} wird auf die unter II angegebenen praktischen Normaltemperaturen bezogen.

- γ) Außer den unter α) und β) angegebenen Wirkungsgraden kann für den Kompressor noch