spiraxsarco.com



DAMPF & KONDENSAT KOMPAKT

Praxisleitfaden mit Arbeitsblättern für Dampftechnologie, Kondensatwirtschaft, Fluid- und Regelungstechnik.



First for Steam Solutions

EXPERTISE | SOLUTIONS | SUSTAINABILITY

spirax sarco

DAMPF & KONDENSAT KOMPAKT

Praxisleitfaden mit Arbeitsblättern für Dampftechnologie, Kondensatwirtschaft, Fluid- und Regelungstechnik.

Weitere Handbücher von Spirax Sarco:

- Leitfaden für die Praxis
- Grundlagen der Dampf- und Kondensattechnologie
- Grundlagen des Einsatzes von Wärmetauschern in Dampfanlagen
- Grundlagen für Wartung und Betrieb von Dampfanlagen
- Grundlagen Dampfkühlung
- Grundlagen Dampfspeicher
- Grundlagen Wasserchemie

Alle unsere **Handbücher** finden Sie online unter spiraxsarco.com/global/de-DE/dampfwissen

Lern about steam:

Lerneinheiten zu Grundsätzen der Dampftechnik und Wärmeübertragung finden Sie online unter spiraxsarco.com/learn-about-steam

3D CAD Model Library:

Die **3D CAD Model Library** von Spirax Sarco ist eine über TraceParts bereitgestellte Online-Bibliothek, in der Nutzer Produkte nach verschiedenen Attributen suchen und kostenlose 3D-Modelle in über 60 Dateiformaten herunterladen können. spiraxsarco.com/resources-and-design-tools/3dml/new-3d-cad-model-library

Resources and Design Tools:

Entdecken Sie zentrale **Auslegungstools, technische Ressourcen und fundiertes Fachwissen** rund um Dampf- und Kondensatsysteme von Spirax Sarco. spiraxsarco.com/resources-and-design-tools

© „DAMPF & KONDENSAT KOMPAKT“ der SPIRAX SARCO GmbH Konstanz.
Nachdruck, auch auszugsweise, Kopie, Vervielfältigung und Verbreitung
gleich welcher Art nur nach ausdrücklicher Genehmigung von SPIRAX SARCO.

Redaktion & Layout: Spirax Sarco GmbH I Verantwortlich für den Inhalt: der Herausgeber

Vorwort

Unser Praxisleitfaden „DAMPF & KONDENSAT KOMPAKT“ mit Arbeitsblättern für Dampftechnologie, Kondensatwirtschaft, Fluid- und Regelungstechnik basiert auf langjährigen Erfahrungen darüber, welche physikalischen Informationen in der Praxis Anwendung finden. Die Arbeitsblätter sind seit über 20 Jahren hilfreiches Handwerkzeug vieler Fachleute. Wir bedanken uns bei allen Lesern für Ihre Verbesserungsvorschläge und Anmerkungen.

Die Arbeitsblätter erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder absolute wissenschaftliche Korrektheit. Sie orientieren sich vor allem an der einfachen Handhabung in der Praxis. Vor allem aber ersetzen sie nicht das Fachwissen und die Erfahrung des Benutzers. Im Zweifel wird auf weiterführende Literatur verwiesen.

Verschiedene Informationen und Darstellungen sind von Spirax Sarco entwickelt worden, unterliegen dem Copyright und dürfen von Spirax Sarco-Kunden genutzt werden. Die Vervielfältigung und Nutzung in Fachliteratur, elektronischen und anderen Medien bedarf der ausdrücklichen Zustimmung durch Spirax Sarco.

Spirax Sarco Konstanz
April 2026

Inhaltsverzeichnis

Wärmeberechnung 6
Wasserdampftafel 7
Wärmedurchgang 8

Dampfleitungen 10
Dimensionierung 11
Strömungsgeschwindigkeit 12
Druckverlust. 13

Kondensatleitungen. 14
Dimensionierung 15

Kondensatanfall. 16
Auswahl Kondensatableiter. 18
Merkmale Kondensatableiter. 19

Regelungstechnik 20
k_v-Diagramm Dampf 21
k_v-Diagramm Wasser. 22

Nachverdampfung 24

Rückstaueffekt. 26
Staupunktdiagramm 27

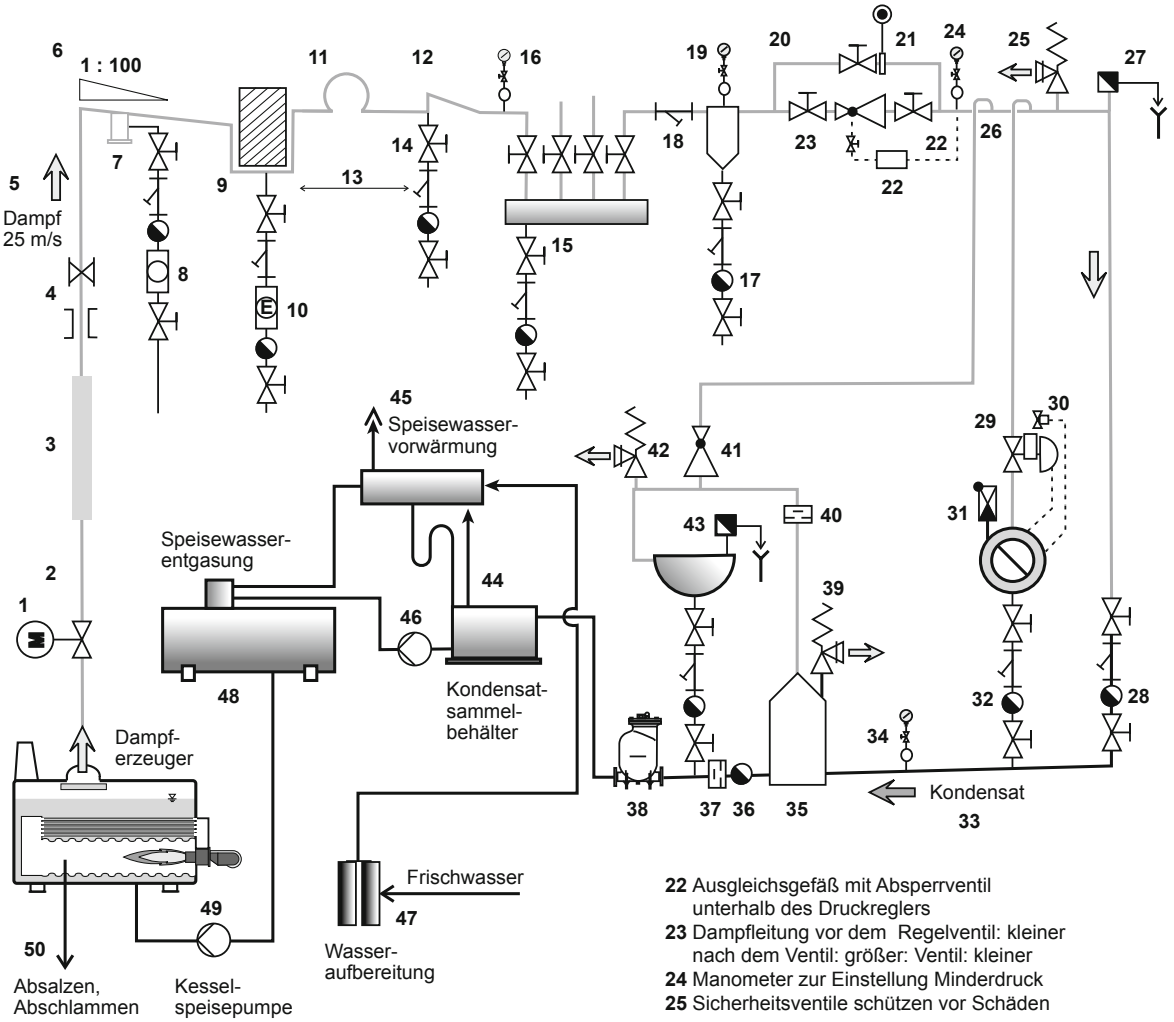
Überhitzung 28
Mollier-Diagramm 29

Kondensatrückspeiseanlagen 30

Ausdehnung von Stahlrohren 31

Inbetriebnahme, Konzeptionelle Fehler. 32
Die größten Fehler beim Planen von Dampfanlagen . 33

Wichtige Normen und Regelwerke 34
Einheiten 36
Umrechnungen 37
Flanschmaße. 38
Nahtlose Stahlrohre / Baulängen von Stellventilen . . . 39
Zeichnungssymbole. 40



Dampfleitung
- **1** Langsam in Betrieb nehmen (mehrere Minuten)
- **2** Dampfleitung: lieber zu groß als zu klein
- **3** Leitung und Halterungen isolieren
- **4** Fest- und Gleitlager vorsehen
- **5** Dampfgeschwindigkeit 25 m/s, bei Heißdampf 40–60 m/s
- **6** Dampfleitung mit Gefälle verlegen
- **11** Kompensatoren für die Leitungsausdehnung
- **12** Lange Leitung mit Gefälle im Sägezahn verlegen
- **16** Druckanzeige für den wirklich vorhandenen Dampfdruck
- **27** Leitungsende entlüften

Dampfleitung entwässern
- **7** Leitung über Entwässerungsstutzen entwässern
- **8** Schauglas gibt Einblick ins Geschehen
- **9** Tiefpunkte entwässern
- **10** SPIRAtec-Prüfkammer zur Kondensatableiterüberwachung
- **13** Alle 25 m entwässern
- **14** Senkrechte Anstiege entwässern
- **15** Dampfverteiler entwässern
- **17** Dampftrockner anstaufrei entwässern
- **28** Leitungsende entwässern

Druckreduzierung
- **18** Schmutzfänger schützt vor groben Partikeln
- **19** Manometer gibt den wirklichen Vordruck
- **20** Bypass für den Wartungsfall
- **21** Steckblende zur Sicherheit
- **22** Ausgleichsgefäß mit Absperrventil unterhalb des Druckreglers
- **23** Dampfleitung vor dem Regelventil: kleiner nach dem Ventil: größer: Ventil: kleiner
- **24** Manometer zur Einstellung Minderdruck
- **25** Sicherheitsventile schützen vor Schäden

Verbraucher
- **26** Dampfentnahme von oben anschließen
- **29** Temperaturregelung: Druckschwankungen und Vakuum möglich
- **30** Sicherheitstemperaturbegrenzung wo nötig
- **31** Vakuumbrecher baut Vakuum ab
- **32** Jeden Verbraucher separat entwässern
- **43** Auch Verbraucher entlüften!

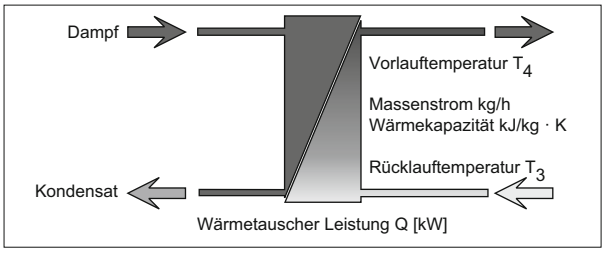
Kondensatsystem
- **33** Eine Kondensatleitung ist keine Wasserleitung!
- **34** Wertvolle Information: die Druckanzeige
- **35** Entspanner zur Nachdampfverwertung
- **36** Keine Reihenschaltung von Kondensatableitern!
- **37** Rückschlagventil entkoppelt Anlagenteile
- **38** Mechanische Pumpen fördern heißes Kondensat ohne Hilfsenergie
- **39** Sicherheitsventil sichert den Entspanner ab
- **40** Rückschlagventil verhindert zu hohen Druck
- **41** Druckregler sorgt für konstanten Dampfdruck
- **42** Sicherheitsventil schützt Verbraucher vor Überdruck
- **44** Kondensatrückspeiseanlage mit ein oder zwei Pumpen
- **45** Speisewasservorwärmung mittels Wrasendampf
- **46** Auf NPSH-Wert, Druck und Temperatur achten

Wasseraufbereitung
- **47** Angaben des Kesselherstellers beachten
- **48** Speisewasser entgasen, um Sauerstoff auszutreiben und Korrosion zu begrenzen
- **49** Speisepumpe: NPSH-Wert beachten
- **50** Abschlammen und Absalzen sorgen für gute Dampfqualität und stabile Betriebszustände

Wärmebedarf

1. ddieren aller Verbraucher; Gleichzeitigkeit berücksichtigen
2. Dampf- und Energieverluste mit berücksichtigen

Der Wärmebedarf einer Anlage oder eines Wärmetauschers lässt sich oft vom Typenschild des Apparates ablesen. Ist die Leistung aber nicht bekannt (auch um die echten Leistungsdaten des Prozesse abzuklären), werden die Daten der Sekundärseite verwendet.



$Q = m \times c_p \times DT$

Q	Leistung in kW
m	Massenstrom in kg / h
c_p	Wärmekapazität des Sekundärmediums
ΔT	Temperaturdifferenz $T_1 - T_2$

Einige Beispiele für die Wärmekapazität c_p bei ca. 20 °C

Flüssigkeit	c_p in kJ / kg K
Wasser	4,2
Ethylalkohol	2,3
Methylalkohol	2,51
Azeton	2,13
Benzin	2,21
Benzol	1,75

Glycerin	2,42
Kerosin	2,0
Olivenöl	1,96
Rizinusöl	1,79
Seewasser	3,93
Sesamöl	1,63
Toluol	1,5

Werden Flüssigkeiten z. B. mit Wasser gemischt, verändert sich die Wärmekapazität näherungsweise um den Wert der Massen-Mischungsverhältnisse.

Dampfbedarf

Faustformel

für Dampfdrücke bis 13 bar:
1 KW entspricht ca. 1,8 kg / h Dampf

Berechnung

- Leistung Q in kW (vom Verbraucher)
- Dampfdruck p in bar
- Wärmeinhalt Δh_v aus Wasserdampftafel (in kJ / kg)
- Faktor 3600: 1 kW = 3600 kJ / h

benötigte Dampfmenge: $\dot{m} = \frac{Q}{\Delta h_v} \times 3600$ (in kg / h Dampf)

Beispiel: gegeben: Wärmetauscher mit 150 kW
10 $bar_ü$ Dampf

aus Wasserdampftafel: $\Delta h_v = 1999$ kJ / kg

Berechnung Dampfbedarf: $\dot{m} = \frac{150\ kW}{1999\ kJ/kg} \times 3600\ s/h$ = **270 kg / h Dampf** (1 kW = 1 kJ / s)

nach Faustformel:
1,8 x 150 kW = **270 kg / h Dampf**

Wasserdampftafel (trocken gesättigter Wasserdampf)

Überdruck p_e [$bar_ü$]	absoluter Druck p_{abs} [bar_{abs}]	Sattdampftemperatur t_s [°C]	Enthalpie Wasser h' [kJ/kg]	Verdampf.-wärme Δh_v [kJ/kg]	Enthalpie Dampf h'' [kJ/kg]	Volumen Dampf v'' [m³/kg]	Dichte Dampf ρ'' [kg/m³]
Der Überdruck ist bezogen auf einen absoluten Umgebungsdruck von 1,0 bar	0,10	45,8	191,8	2393,0	2584,8	14,6700	0,0682
	0,20	60,1	251,5	2358,0	2609,5	7,6500	0,1307
	0,30	69,1	289,3	2336,0	2625,3	5,2290	0,1912
	0,40	75,9	317,7	2319,0	2637,0	3,9930	0,2504
	0,50	81,3	340,6	2305,0	2645,6	3,2400	0,3086
	0,60	86,0	359,9	2294,0	2653,9	2,7320	0,3660
	0,70	90,0	376,8	2283,0	2659,8	2,3650	0,4228
	0,80	93,5	391,7	2274,0	2665,7	2,0870	0,4792
	0,90	96,7	405,2	2266,0	2671,2	1,8690	0,5350
	1,00	99,6	417,0	2258,0	2675,0	1,6940	0,5903
0,10	1,10	102,3	429,0	2251,0	2680,0	1,5490	0,6456
0,20	1,20	104,8	439,0	2244,0	2683,0	1,4280	0,7003
0,30	1,30	107,1	449,0	2238,0	2687,0	1,3250	0,7547
0,40	1,40	109,3	458,0	2232,0	2690,0	1,2360	0,8091
0,50	1,50	111,4	467,0	2226,0	2693,0	1,1590	0,8628
0,60	1,60	113,3	475,0	2221,0	2696,0	1,0910	0,9166
0,70	1,70	115,2	483,0	2216,0	2699,0	1,0310	0,9699
0,80	1,80	116,9	491,0	2211,0	2702,0	0,9770	1,0235
0,90	1,90	118,6	498,0	2206,0	2704,0	0,9290	1,0764
1,00	2,00	120,2	505,0	2201,0	2706,0	0,8850	1,1299
1,50	2,50	127,4	535,0	2181,0	2716,0	0,7180	1,3928
2,00	3,00	133,5	561,0	2163,0	2724,0	0,6060	1,6502
2,50	3,50	138,9	584,0	2147,0	2731,0	0,5240	1,9084
3,00	4,00	143,6	605,0	2133,0	2738,0	0,4620	2,1645
3,50	4,50	147,9	623,0	2120,0	2743,0	0,4140	2,4155
4,00	5,00	151,8	640,0	2107,0	2747,0	0,3750	2,6667
4,50	5,50	155,5	656,0	2096,0	2752,0	0,3430	2,9155
5,00	6,00	158,8	670,0	2085,0	2755,0	0,3160	3,1646
6,00	7,00	165,0	697,0	2065,0	2762,0	0,2727	3,6670
7,00	8,00	170,4	721,0	2046,0	2767,0	0,2403	4,1615
8,00	9,00	175,4	743,0	2029,0	2772,0	0,2148	4,6555
9,00	10,00	179,9	763,0	2013,0	2776,0	0,1943	5,1467
10,00	11,00	184,1	781,0	1999,0	2780,0	0,1774	5,6370
11,00	12,00	188,0	798,0	1984,0	2782,0	0,1632	6,1275
12,00	13,00	191,6	815,0	1971,0	2786,0	0,1511	6,6181
13,00	14,00	195,0	830,0	1958,0	2788,0	0,1407	7,1073
14,00	15,00	198,3	845,0	1945,0	2790,0	0,1317	7,5930
15,00	16,00	201,4	859,0	1933,0	2792,0	0,1237	8,0841
16,00	17,00	204,3	872,0	1921,0	2793,0	0,1166	8,5763
17,00	18,00	207,1	885,0	1910,0	2795,0	0,1103	9,0662
18,00	19,00	209,8	897,0	1899,0	2796,0	0,1047	9,5511
19,00	20,00	212,4	909,0	1888,0	2797,0	0,0995	10,0503
20,00	21,00	214,9	920,0	1878,0	2798,0	0,0949	10,5374
24,00	25,00	223,9	962,0	1839,0	2801,0	0,0799	12,5156
25,00	26,00	226,0	972,0	1829,0	2801,0	0,0769	13,0039
29,00	30,00	233,8	1008,0	1794,0	2802,0	0,0666	15,0150
30,00	31,00	235,7	1017,0	1785,0	2802,0	0,0645	15,5039
39,00	40,00	250,3	1087,0	1713,0	2800,0	0,0498	20,0803
40,00	41,00	251,8	1095,0	1705,0	2800,0	0,0485	20,6186
49,00	50,00	263,9	1154,0	1640,0	2794,0	0,0394	25,3807
59,00	60,00	275,6	1214,0	1571,0	2785,0	0,0324	30,8642
69,00	70,00	285,8	1267,0	1506,0	2773,0	0,0274	36,4964
79,00	80,00	295,0	1317,0	1443,0	2760,0	0,0235	42,5532
89,00	90,00	303,3	1364,0	1381,0	2745,0	0,0205	48,7805
99,00	100,00	311,0	1408,0	1320,0	2728,0	0,0180	55,5556
149,00	150,00	342,1	1611,0	1004,0	2615,0	0,0103	97,0874
199,00	200,00	365,7	1826,0	592,0	2418,0	0,0059	169,491
220,00	221,00	374,2	2107,0	0,0	2107,0	0,0032	312,500

Der Wärmestrom Q (W) eines Wärmetauschers steigt mit dem Wärmedurchgangskoeffizient k ($W/m^2 \cdot K$), mit der Größe der Heizfläche A (m^2) und mit der Temperaturdifferenz $t_1 – t_2$ (K) zwischen heizendem und beheiztem Stoff. Als „**Wärmetauscherformel**" oder „**Wärmedurchgangsformel**" geschrieben:

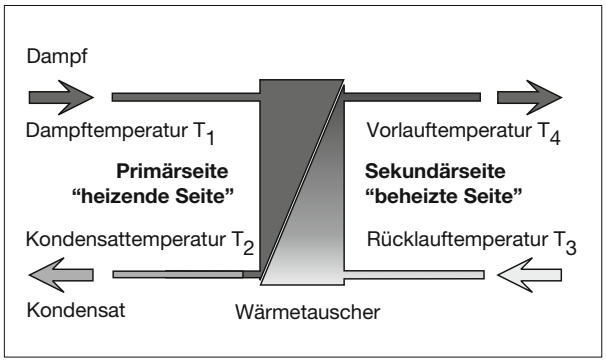
$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot (\Delta T)$$

$\dot{Q}$ = Wärmestrom in Watt
k = Wärmedurchgangskoeffizient (in $W/m^2 \cdot K$)
A = Wärmetauscheroberfläche (in m^2)
ΔT = Temperaturdifferenz

Heizmedium (Stoff 1)	Beheiztes Medium (Stoff 2)	Umlauf	k-Wert $W/m^2 \cdot K$
Gas	Gas, 1 bar	erzwungen	5 - 10
Gas	Gas, 200 bar	erzwungen	100 - 400
Flüssigkeit	Gas, 1 bar	erzwungen	10 - 40
Flüssigkeit	Gas, 200 bar	erzwungen	200 - 600
Flüssigkeit	Flüssigkeit	natürlich	50 - 600
Flüssigkeit	Flüssigkeit	erzwungen	100 - 1200
Dampf	Gas	natürlich	5 - 10
Dampf	Gas	erzwungen	15 - 60
Dampf	Flüssigkeit	natürlich	100 - 1000
Dampf	Flüssigkeit	erzwungen	600 - 3000

Temperaturdifferenz

Bei der Berechnung von Wärmetauschprozessen ist die Temperaturdifferenz ΔT an jeder Stelle des Apparates eine andere. Aus diesem Grund muss für die Berechnung des Wärmetausches die mittlere Temperaturdifferenz ΔT_m herangezogen werden.



Logarithmische Temperaturdifferenz
(für flüssig-flüssig und flüssig-gasförmigen Wärmetausch)

$$\Delta T_m = ((T_1-T_3) – (T_2-T_4)) / \ln ((T_1-T_3)/(T_2-T_4))$$

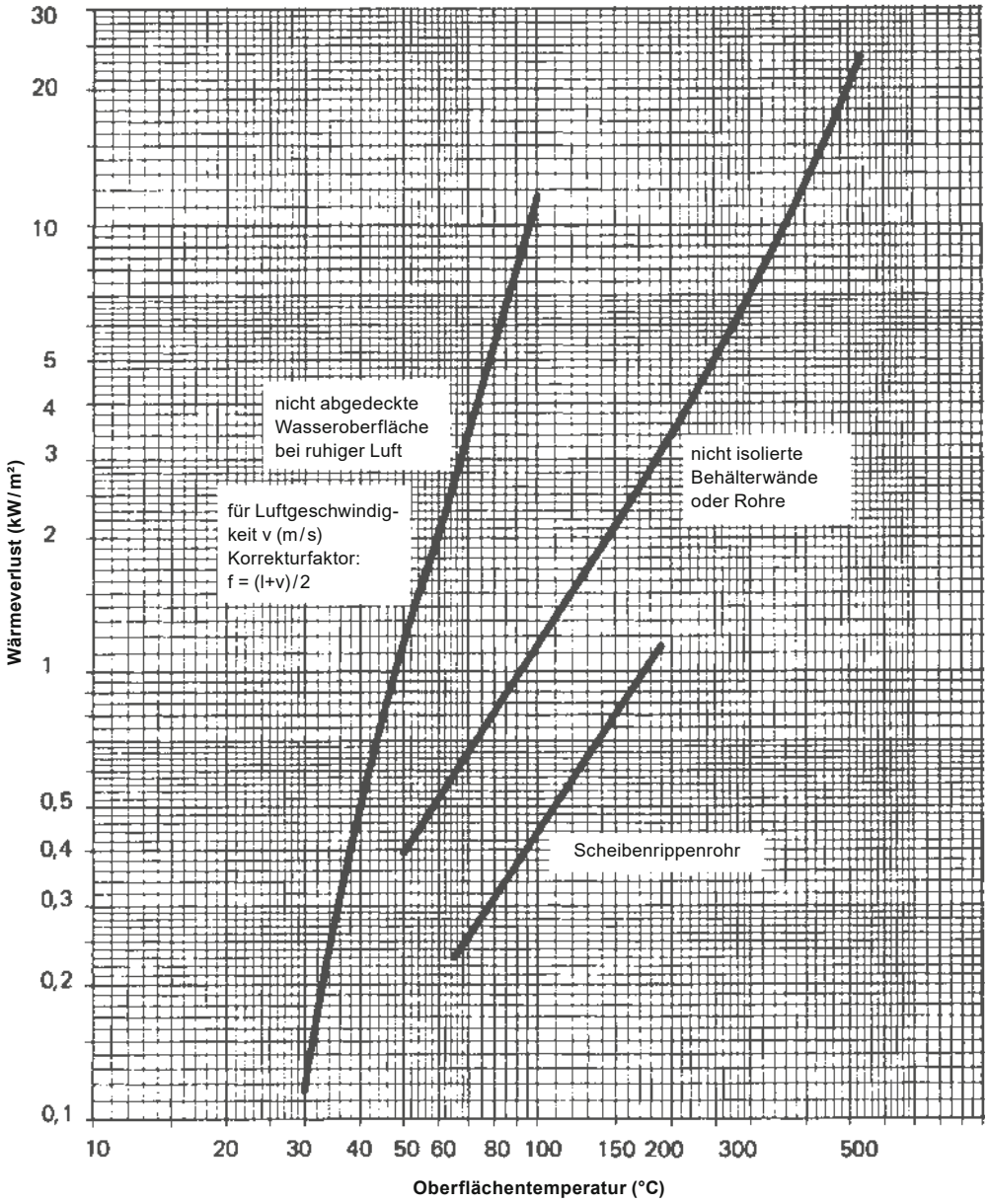
Arithmetische Temperaturdifferenz
(vereinfachte Formel für kondensierenden Wasserdampf)

$$\Delta T_m = T_D - (T_3+T_4)/2$$

T_D = Dampftemperatur

Wärmeverluste in Räumen von ca. 20 °C

(nur zur überschlägigen Berechnung)



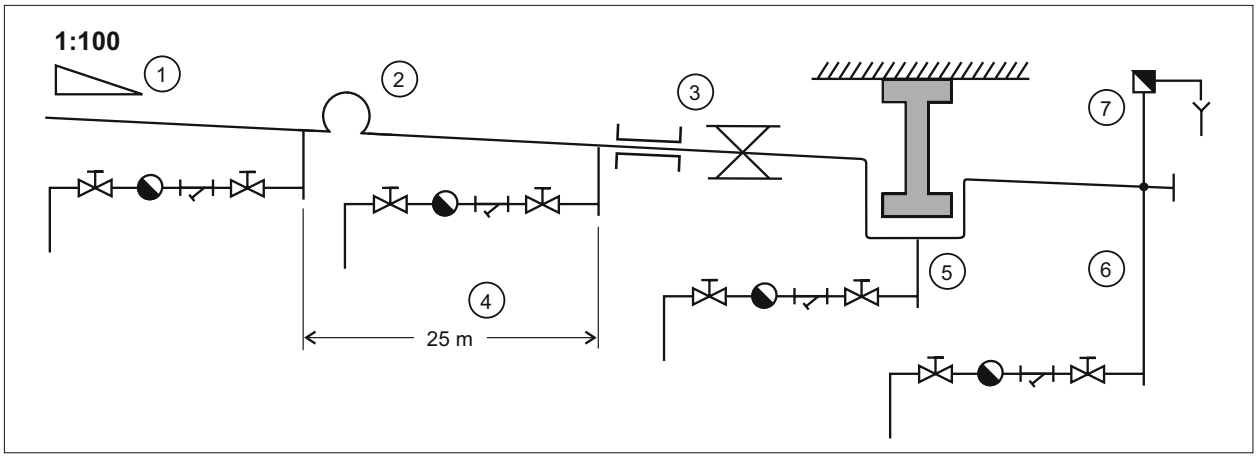
Beispiele:

1. Ein offener, nicht isolierter Behälter, 4 m lang, 1,5 m breit, 1 m hoch, mit Wasser von 80 °C gefüllt, verliert Wärme:
   a) durch die Verdunstung von der Wasseroberfläche von
   $A = 4 \times 1,5 = 6\ m^2$: $Q_a = 5,8 \times 6 = 34,8\ kW$
   b) durch die Behälterwände und den Boden mit zusammen
   $A = 17\ m^2$ Oberfläche: $Q_b = 0,8 \times 17 = 13,6\ kW$
   Der gesamte Wärmeverlust des Behälters beträgt also etwa 48,4 kW.

2. Nicht isolierte Kondensatleitung DN 100 von 50 m Länge in einem Innenraum bei einer Rohrtemperatur von 100 °C.
   Gesamte Rohroberfläche: $A = 18\ m^2$
   Wärmeverlust: $Q = 1,1 \times 18 = 19,8\ kW$

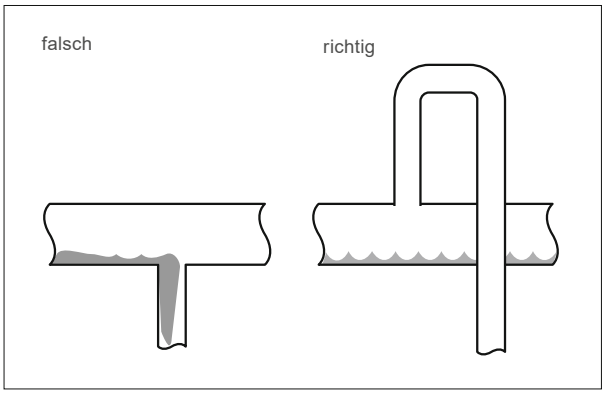
3. 50 m Scheibenrippenrohr DN 100 aus Stahl haben bei einem Scheibenabstand von 10 mm und einem Scheibendurchmesser von 160 mm eine gesamte Oberfläche von rd. $A = 135\ m^2$.
   Ist das Rohr mit Wasser von 100 °C gefüllt, so beträgt die Wärmeabgabe annähernd:
   $Q = 0,43 \times 135 = 58,0\ kW$

Dimensionierung der Dampfleitung
Das nebenstehende Diagramm erlaubt die einfache Dimensionierung einer Dampfleitung. Dazu wird der Dampfdurchsatz in kg/h benötigt sowie der Dampfdruck (Absolutdruck).
Kosten und Lebensdauer müssen in einem sinnvollen Verhältnis zueinander stehen. Die langjährige Erfahrung hat gezeigt, dass die Strömungsgeschwindigkeit in Sattdampfleitungen nicht größer als 25 m/s sein sollte. Bei Heißdampfleitungen kann auch mit 40 m/s gearbeitet werden.

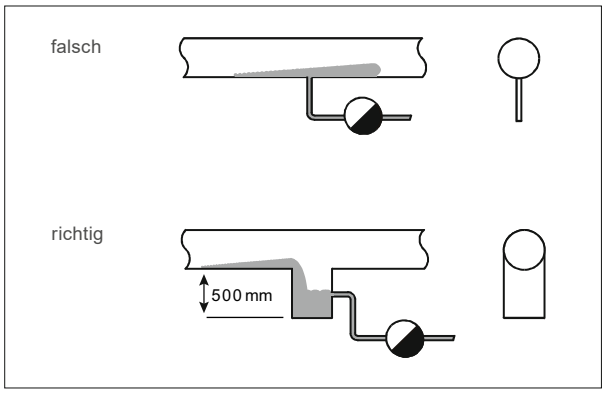


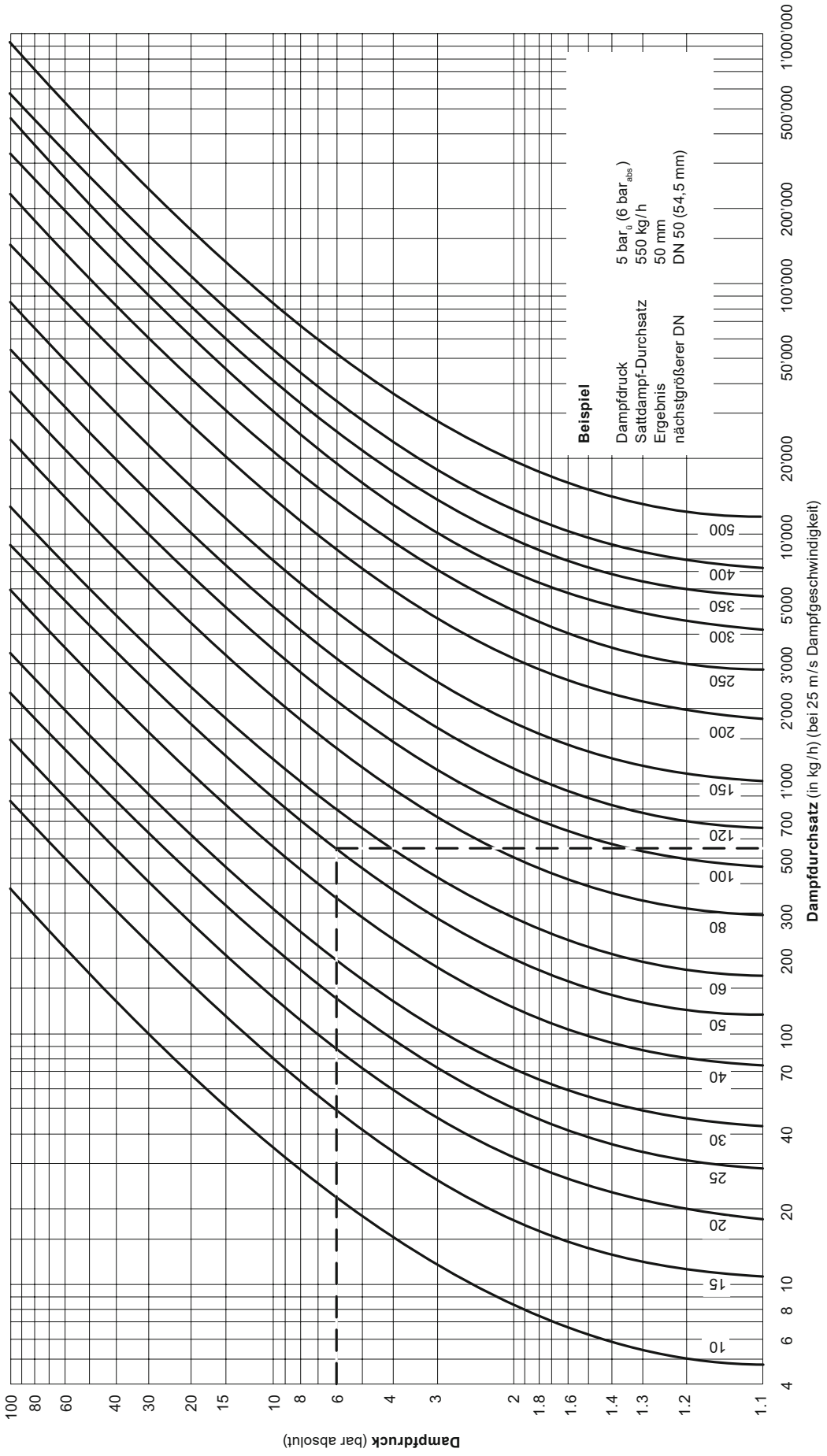
1 Mit Gefälle verlegen
2 Ausgleich für Temperaturausdehnung vorsehen
3 Fix- und Lospunkte einplanen
4 Entwässerung ca. alle 25 m
5 Tiefpunkte entwässern
6 Leitungsende entwässern
7 Leitungsende entlüften

Anschluss von Dampfabzweigen



Entwässerungsstutzen
500 mm lang und gleiche Nennweite wie die Dampfleitung

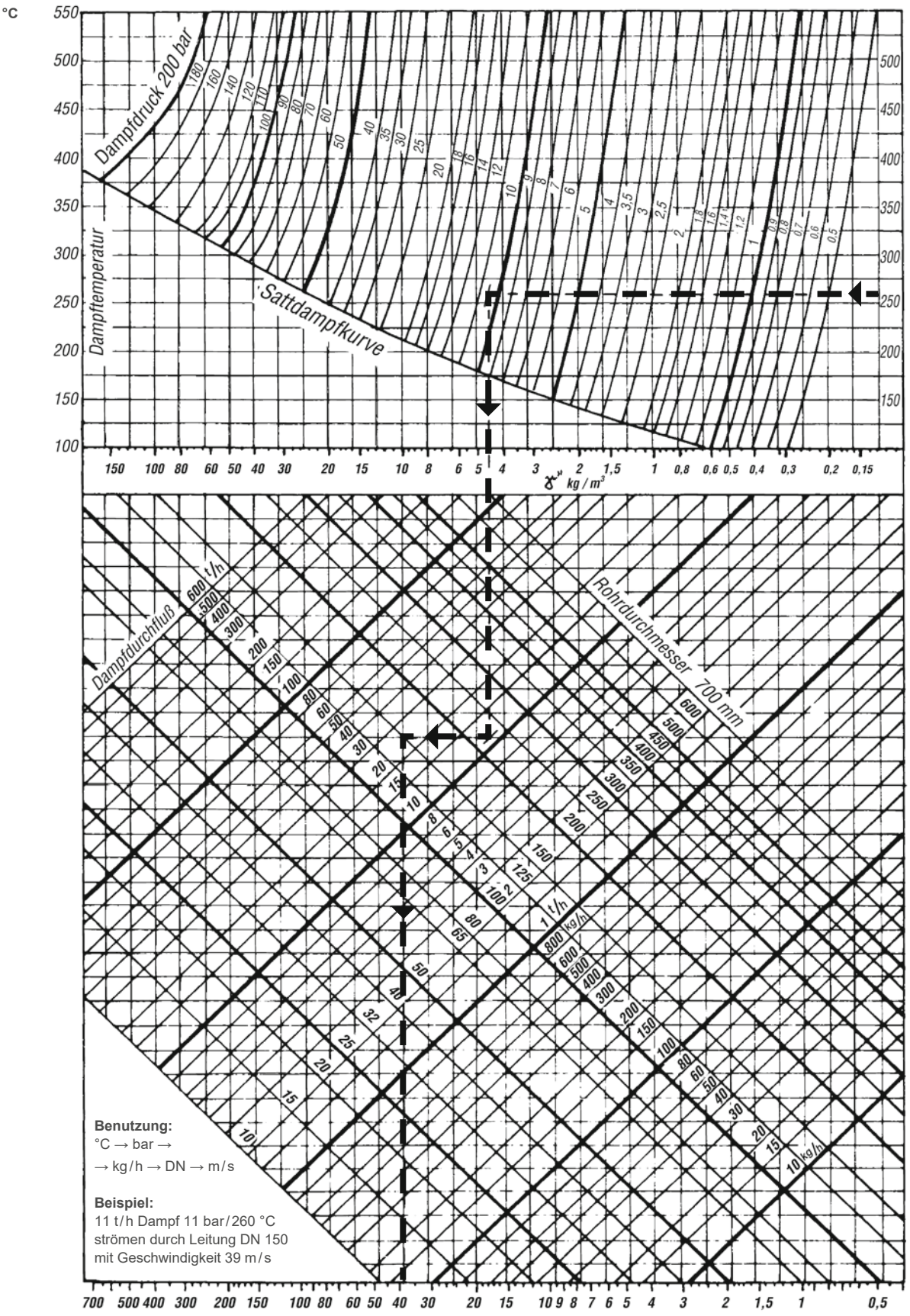




Innendurchmesser nahtloser Stahlrohre nach EN 10220 „ISO-ROHRE“ in Normalwanddicke

Nenndurchmesser DN	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
Innendurchmesser mm	13.6	17.3	22.3	28.5	37.2	43.1	54.5	70.3	82.5	107	132	159	207	260	310	340	389

Strömungsgeschwindigkeit in Dampfleitungen



Die Druckangaben sind absolute Drücke.

Strömung m/s

Ermittlung Druckverlust für Sattdampf

1. Für Armaturen: Widerstandswert C aus Tabelle ermitteln

2. Für die Rohrleitung: spezifischer Widerstandswert C' aus Tabelle
   C = C' · Länge

3. C_{ges} ermitteln:
   $C_{ges} = C_1 + C_2 + ... C_n$

4. Druckverlust berechnen:

$$\Delta p = C_{ges} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Δp Druckverlust [Pa]
ρ Dichte aus Dampftafel [kg/m³]
v Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

Beispiel:

Absperrventil DN 50, Rohrleitung 20 m, DN 50, Dampf 5 bar, ρ = 3,1646 kg/m³, Strömung v = 25 m/s

1. $C_{Absperrventil}$: 5,0

2. $C_{Rohrleitung}$: 0,41 · 20 = 8,2

3. C_{ges} = 5,0 + 8,2 = 13,2

4. $\Delta p = 13{,}2 \cdot \frac{3{,}16 \cdot 25^2}{2}$ = 13.035 Pa
   = 0,13 bar

DN	C' Rohrleitung [1/m]	C Absperrventil	C T-Stück	C 90°-Bogen
10	1,52	–	4,2	0,5
15	1,37	4,75	3,7	0,5
20	1,03	4,75	3,5	0,5
25	0,82	4,80	3,4	0,5
32	0,64	4,85	3,3	0,5
40	0,52	4,9	3,2	0,5
50	0,41	5,0	3,1	0,5
65	0,32	5,1	3,0	0,5
80	0,26	5,3	3,0	0,5
100	0,21	5,5	3,0	0,5
125	0,16	5,7	3,1	0,5
150	0,14	5,9	3,2	0,5
200	0,10	6,2	3,4	0,5
250	0,08	6,6	3,6	0,5
300	0,07	7,0	3,9	0,5
350	0,06	7,5	4,3	0,5
400	0,05	7,9	5,0	0,5
500	0,04	8,5	6,5	0,5

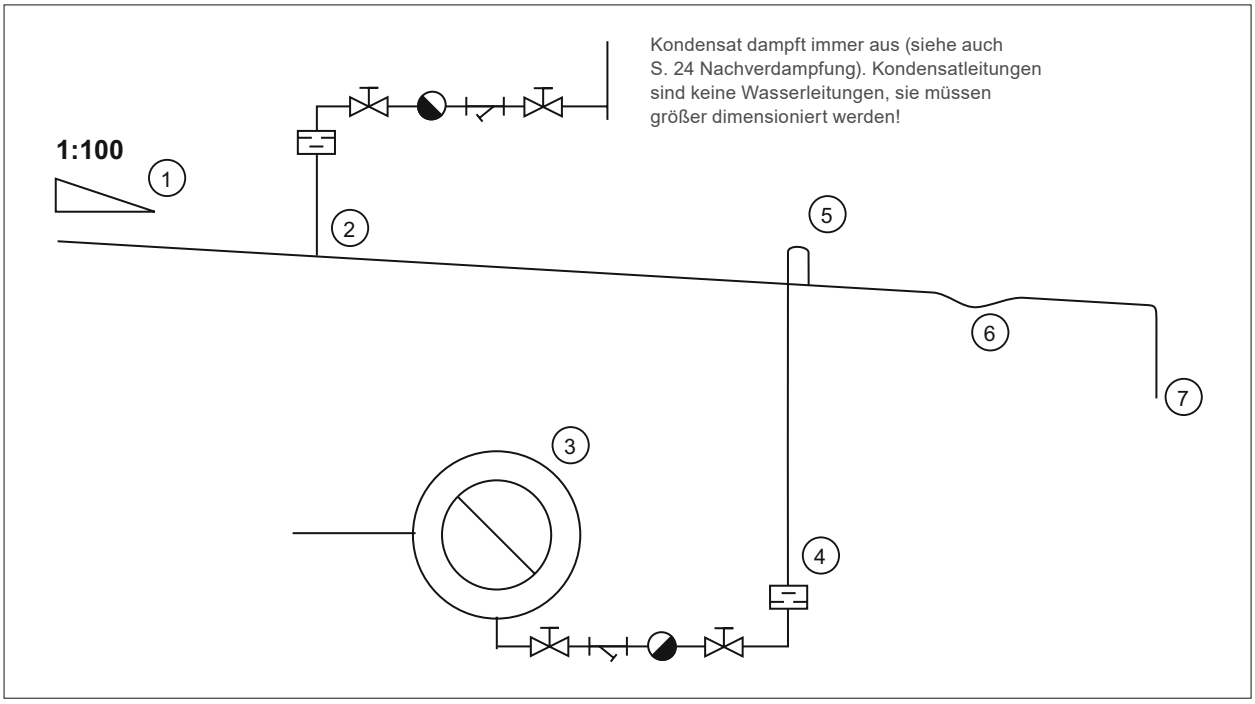
Anmerkung
Bei der Verdampfung von Wasser entsteht Dampf, der ein wesentlich größeres Volumen (z. B. Faktor 1000) als das Wasser hat. Diese Volumenausdehnung führt zu einem „automatischen" Dampftransport. An der Stelle, an der der Dampf wieder kondensiert, wird das Volumen wieder viel kleiner, Dampf wird dadurch „nachgesaugt". Aus diesem Grund ist für den Dampftransport keine Pumpe notwendig und auch der Druckverlust spielt (bei richtig dimensionierten Rohrleitungen) keine Rolle. Bei korrekter Auslegung der Dampfleitung gemäß Spirax Sarco-Diagramm mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 25 m/s kann auf eine Druckverlustberechnung verzichtet werden. Der Druckverlust bewegt sich im Rahmen von 0,05 bar/100 m Rohrleitung.

Beispiele für die Auslegung von Kondensatleitungen:

1. Sollen 1000 kg/h Siedekondensat aus einem 5-bar-Netz (6 bar_{abs}) in einen Kondensat-Entspanner unter einem Druck von 0.7 bar (1,7 bar_{abs}) geleitet werden, so ist eine Leitung DN 50 zu verwenden.

2. Wird das Kondensat (1000 kg/h) aus dem Entspanner (1,7 bar_{abs}) in einen atmosphärischen (1 bar_{abs}) Behälter geleitet, genügt eine Leitung DN 40 (D_i = 43 mm)

3. Fallen aus einer Begleitheizung 120 kg/h Kondensat aus einem 5-bar-Netz (158°C) mit einer Unterkühlung von 30 K an, so ist von der Kondensattemperatur 128 °C auszugehen. Bei einer Entspannung auf atmosphärischem Druck (1 bar_{abs}) kann eine Leitung DN20 gewählt werden.



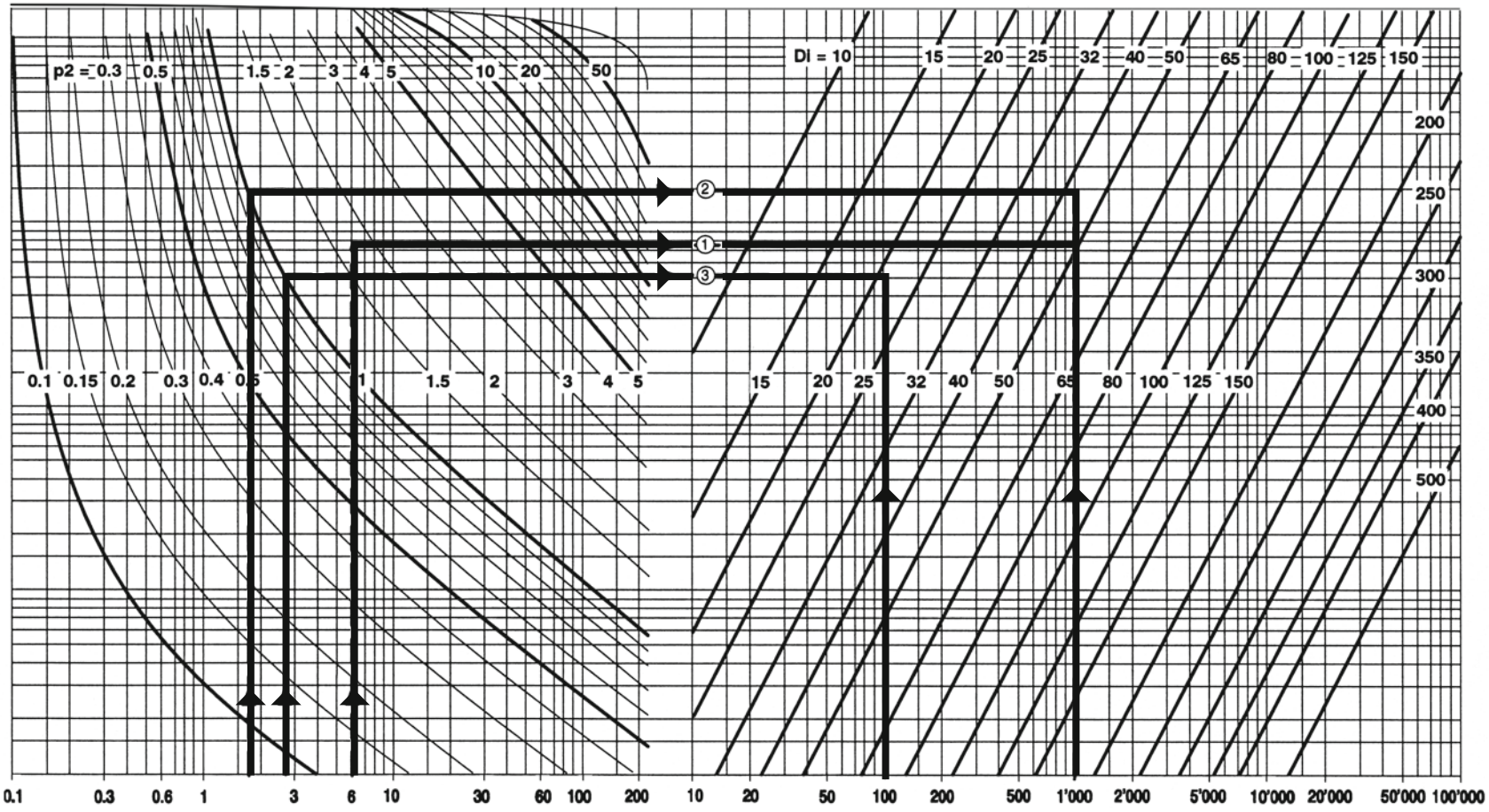
1 Mit Gefälle in Strömungsrichtung verlegen
2 Kondensatableitung möglichst von oben nach unten (mit Gefälle)
3 Kondensatableitung nahe am Wärmetauscher
4 Rückschlagventile zur Entkopplung von Abschnitten vorsehen
5 Kondensateinleitung wenn möglich von oben
6 Keine Tiefpunkte (Wassersäcke)
7 Bei Anlagenstillstand für Möglichkeit zur selbständigen Entleerung der Leitung sorgen (Tipp: Restentleerer)

Faustwerte für Kondensatanfall

Isolierte Dampfleitung:	ca. 2-4 kg/h pro Meter Dampfleitung bei der Inbetriebnahme
	ca. 1-2 kg/h pro Meter Dampfleitung im Dauerbetrieb
Erwärmung Wasser:	ca. 2 kg pro m³ Wasser und pro K Temperaturdifferenz
Offenes Wasserbad:	ca. 20 kg/h je m² freie Wasseroberfläche

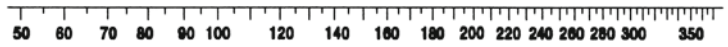
Druck p_2 am Ende der Kondensatleitung (in bar_{abs})

Innendurchmesser D_i der Kondensatleitung (in mm)



Druck des Siedekondensates vor der Entspannung (in bar_{abs})

Kondensatdurchfluss (in kg/h)



Temperatur des Kondensates vor der Entspannung °C

In der obigen Grafik ist der tatsächliche Innendurchmesser Di der Rohrleitung in Millimeter anzuwenden (die Nennweite DN stimmt nur angenähert mit diesem Wert überein).

Bedingungen

a) Der Entspannungsdampf strömt am Leitungsende mit etwa 10 bis 30 m/sec (je nach Nennweite).

b) Der Druckabfall in Kondensatleitungen bis etwa 100 bis 150 m Länge liegt unter ca. 0.3 bar.

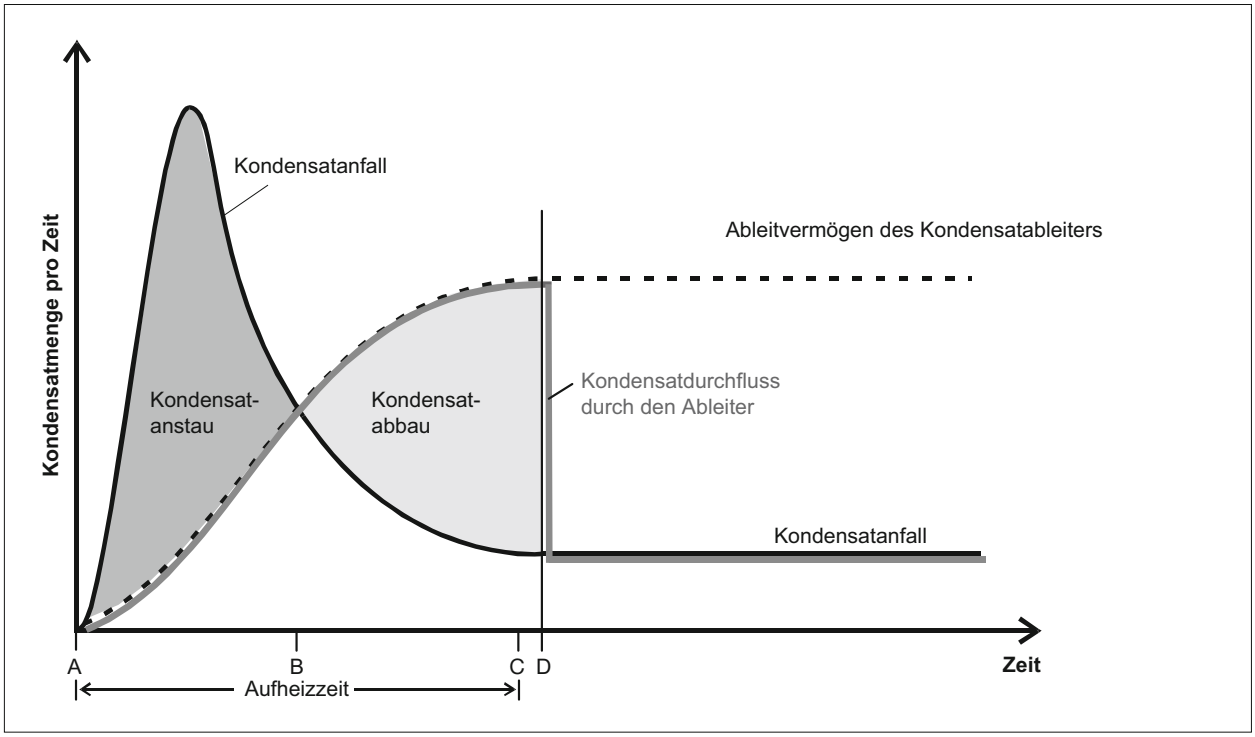
c) Das obere Ende der Kurven “Druck am Ende...” und “Innendurchmesser...” gilt für ganz mit Wasser gefüllte Leitungen, also besonders für den erhöhten Kondensatanfall beim Anfahren der Anlage oder für eine Kondensattemperatur unter 100 °C. Die im oberen Endpunkt der Geraden D_i angegebene Kondensatmenge strömt dann mit einem Druckabfall von 1 mbar/m (10 mm WS/m) durch die Leitung.

d) Kondensatunterkühlung oder Wärmeverlust der Kondensatleitung wird berücksichtigt, indem man von entsprechend niedriger “Temperatur des Kondensats vor der Entspannung” ausgeht.

Kondensatanfall

am Kondensatableiter im Anfahrzustand einer Rohrleitung und während des Betriebes

Beim Anfahren aus dem kalten Zustand fällt besonders viel Kondensat an, da die Rohrwandungen erst aufgeheizt werden müssen. Gleichzeitig steht aber anfangs nur geringer Druck zur Verfügung, da der Dampf schnell kondensiert und sich dadurch das Volumen stark verringert (z. B. Faktor 1000). Durch den geringen Druck kann der Kondensatableiter anfangs nicht auf volle Leistung kommen. Den zeitlichen Verlauf zeigt das unten stehende Diagramm.

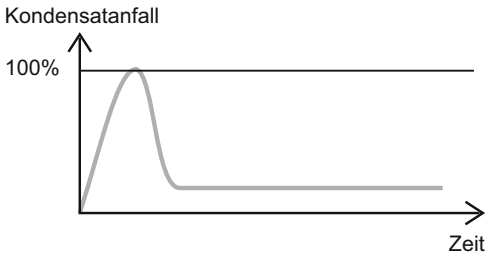
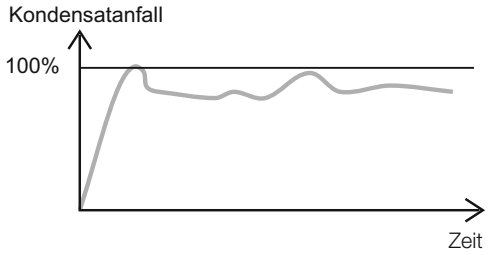
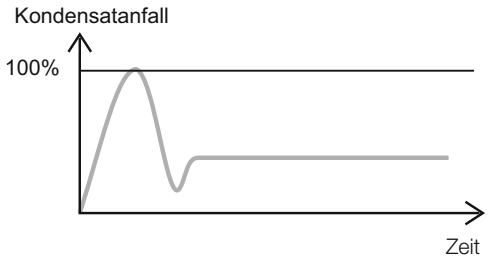
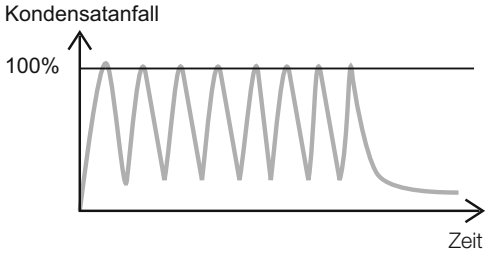
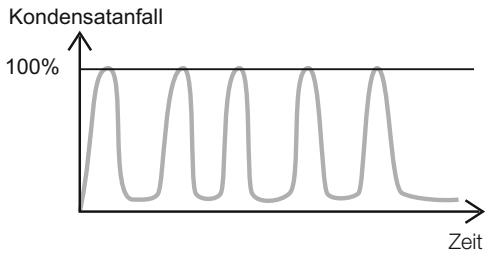
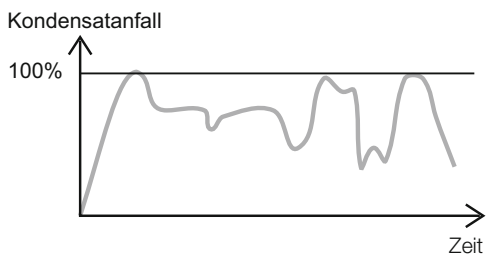


A Beginn des Betriebes, Öffnen des Dampfventils.

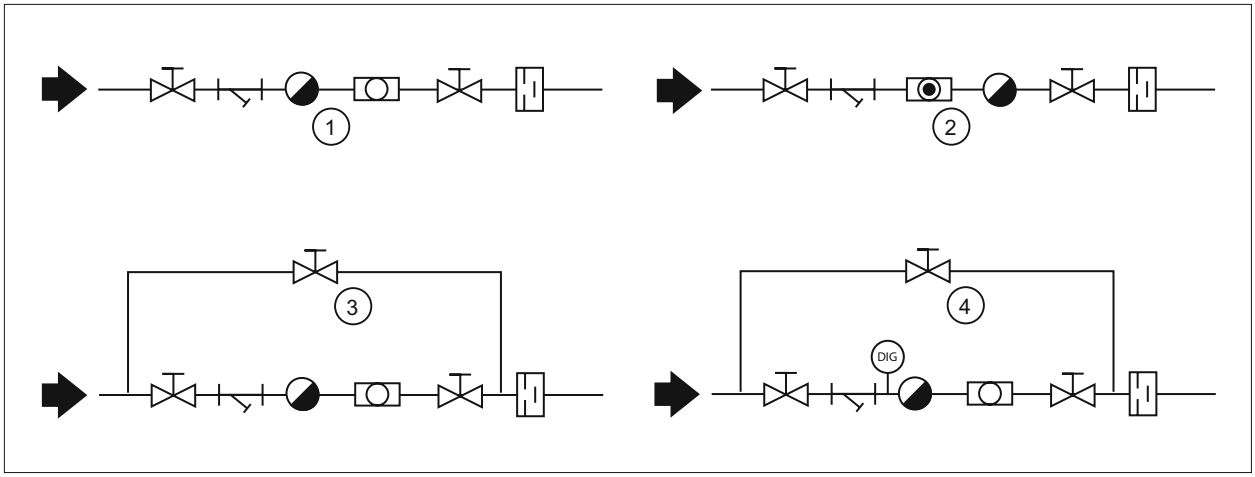
B Es fällt soviel Kondensat an wie abfließt; ab diesem Zeitpunkt wird angestautes Kondensat abgebaut.

C Die Dampfleitung erreicht die Endtemperatur.

D Alles angestaute Kondensat ist abgebaut, der Kondensatfluss stabilisiert sich auf niedrigem Niveau.

		Empfehlung für Kondensatableiter
Dampfleitung		Thermodynamischer Kondensatableiter
Lufterhitzer		Kugelschwimmer-Kondensatableiter Leistung = 1,5 x Dauerleistung
Papierzylinder		Kugelschwimmer-Kondensatableiter Leistung = 4 x Dauerleistung
Ätzbottich (Chargenbetrieb)		Kugelschwimmer-Kondensatableiter Leistung = 2 x Dauerleistung
Vulkanisierpresse		Kugelschwimmer-Kondensatableiter Leistung = 10 x Dauerleistung
Wasserbereiter		Kugelschwimmer-Kondensatableiter Leistung = 1,5 x max. Leistung

Kondensatableiter



1 Ableitergruppe bestehend aus
- Absperrventil (oder Dampfkugelhahn)
- Schmutzfänger
- Kondensatableiter
- Schauglas
- Absperrventil
- Plattenrückschlagventil

2 Ableitergruppe wie 1 mit herkömmlicher Spiratec-Kondensatableiterüberwachung

3 Ableitergruppe mit zusätzlichem Bypass (empfohlen nur an ausgewählten Seiten)

4 Ableitergruppe mit digitaler Kondensatableiter-Überwachung

Faustformeln für den Einsatz verschiedener Ableitertypen

Dampfleitung	Thermischer Kapsel-Kondensatableiter oder Thermodynamischer Kondensatableiter
Heißdampfleitung	Thermodynamischer Kondensatableiter, Glockenschwimmer- oder Thermischer Bimetall-Kondensatableiter
Wärmetauscher	Kugelschwimmer-Kondensatableiter
Wärmetauscher mit Gegendruck	Automatischer Pump-Kondensatableiter
Entlüftung	Thermischer Kapsel-Entlüfter
Begleitheizungen	Thermischer Bimetall-Kondensatableiter
Dampftrockner	Kugelschwimmer-Kondensatableiter
Dampfverteiler	Kugelschwimmer-Kondensatableiter
Sterilisation	Thermischer Kapsel-Kondensatableiter
Kochkessel	Kugelschwimmer-Kondensatableiter
Geregelte Anlagen	Kugelschwimmer-Kondensatableiter oder Automatischer Pump-Kondensatableiter
Begrenzter Kondensatstauraum	Thermodynamischer Kondensatableiter
Frostgefahr	Thermischer Kapsel-Kondensatableiter, Thermodynamischer Kondensatableiter, Thermischer Bimetall-Kondensatableiter

Auswahl und Merkmale von Kondensatableitern

Typ auswählen

1. Höchste Temperatur vor dem Ableiter ermitteln
2. Maximalen Druck ermitteln
3. Art des Einsatzes / Anwendung;
   evtl. Einflüsse wie Korrosion, Schmutzanfall, Hygienevorschriften etc. beachten

Ableiter dimensionieren

1. Maximaler und minimaler Druck vor dem Ableiter
2. Maximaler und minimaler Druck nach dem Ableiter
3. Minimalsten Differenzdruck berechnen
4. Nennweite des Kondensatableiters nach Diagramm in jeweiligem technischen Datenblatt bestimmen

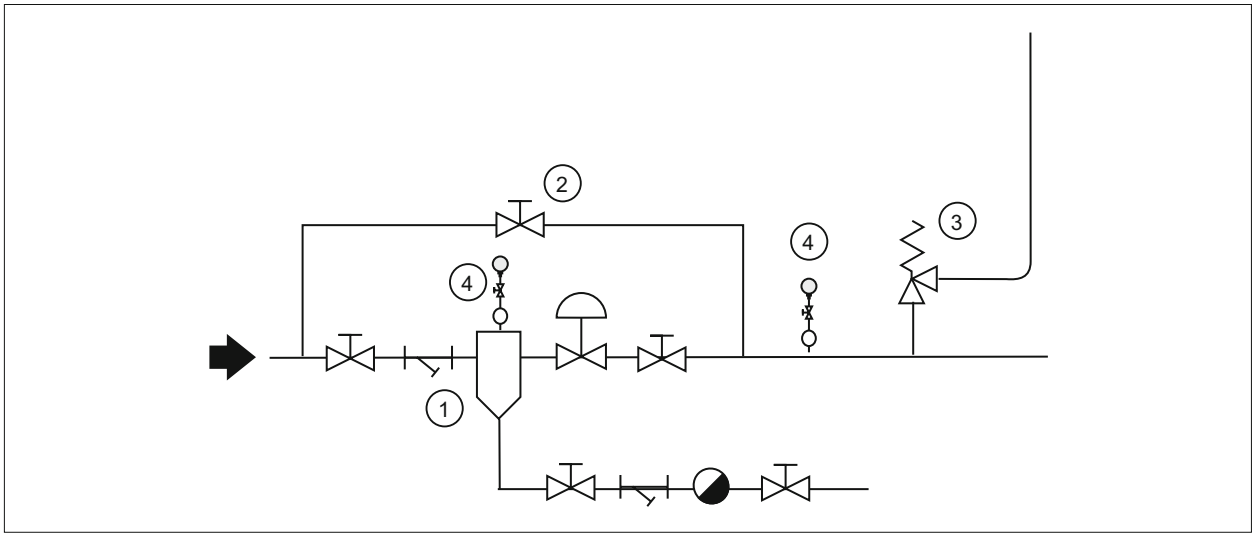
Bei geringstem Differenzdruck muss der Ableiter das anfallende Kondensat abführen können.
Für die Inbetriebnahme (Lastspitzen) muss ein Zuschlag berücksichtigt werden.
Den Ableiter richtig dimensionieren, überdimensioniert ist ebenfalls nicht zu empfehlen.

Merkmal	Thermodynamischer Kondensatableiter	Thermischer Kapsel-Kondensatableiter	Thermischer Bimetall-Kondensatableiter	Kugelschwimmer-Kondensatableiter	Glockenschwimmer-Kondensatableiter
Anpassung an Druckschwankung	👍	👍	👎	👍	👍
Anpassung an Lastschwankung	👍	👍	👌	👍	👍
Entlüftung	👎	👍	👍	👍	👎
Beständigkeit gegen Wasserschlag	👍	👌	👍	👎	👌
Funktion bei Erschütterung	👍	👌	👌	👎	👎
Einfriersicherheit	👍	👍	👍	👎	👎
Schmutzempfindlichkeit	👍	👍	👌	👌	👍
Hoher oder schwankender Gegendruck	👍	👍	👎	👍	👍
Kondensatstau (Unterkühlung)	nein	ja	ja	nein	nein
Unverzügliche Kondensatableitung	👍	👌	👎	👍	👍
Art der Ableitung	u	s / u	s / u	s	s / u
Einbaulage	b	b	b	v	v
Platzbedarf (Kompaktheit)	👍	👌	👌	👎	👎

👍 gut geeignet
👌 geeignet
👎 ungeeignet

u unterbrochen
s stetig
b beliebig (evtl. anlagenbedingte Grenzen)
v vorgeschrieben

Auslegung und Dimensionierung von Druckregelventilen und Stellventilen finden Sie online über die Software Product Sizing Suite (Legacy) unter spiraxsarco.com/resources-and-design-tools



1 Der Dampftrockner schützt das Regelventil
2 Ein Bypass als Hilfe bei Wartung und Störung
3 Das Sicherheitsventil; Ausblaseleitung über Dach
4 Manometer vor und nach dem Regelventil

Faustformel

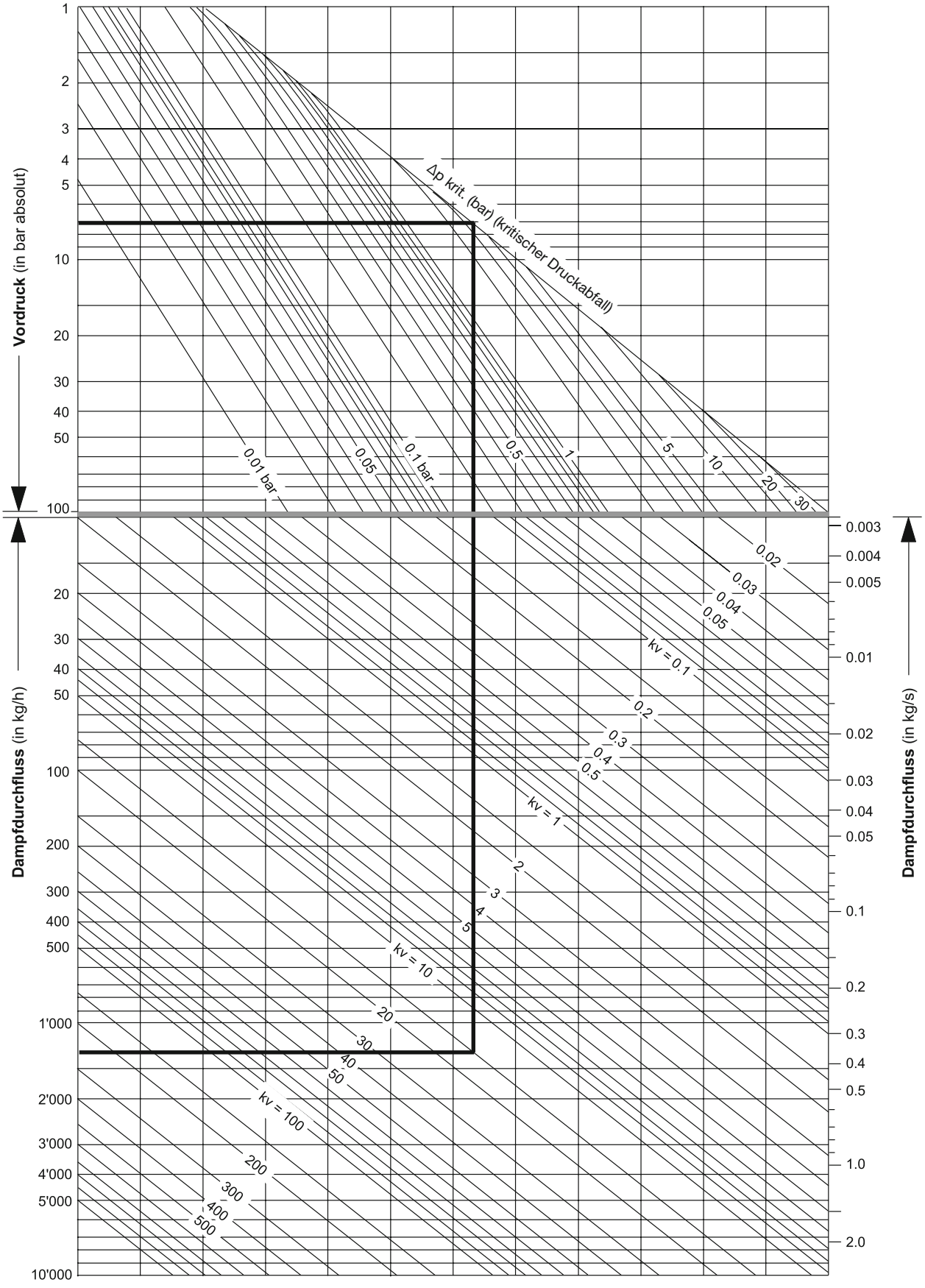
Ein Dampfventil zur Druckminderung ist meistens 1-2 Nennweiten kleiner als die Dampfleitung.

Beispiel für die Auslegung eines Dampf-Regelventiles bei kritischem Druckabfall (siehe gegenüberliegendes Diagramm):

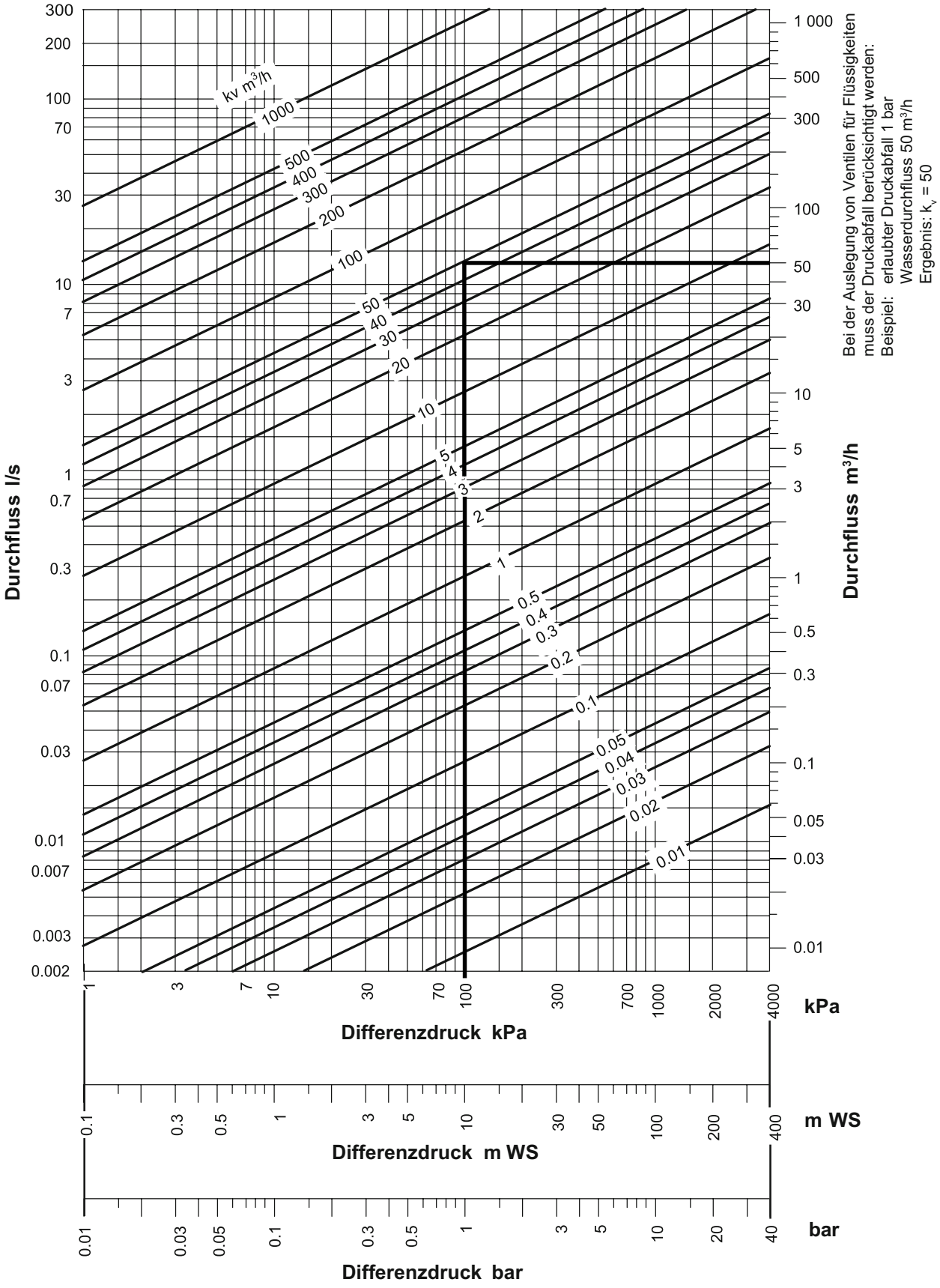
Vordruck:	7 bar_{abs}
Dampfmenge:	1250 kg / h
Ergebnis:	k_v = 15 m^3 / h

Anmerkung
Bei der Dimensionierung von Regelventilen ist unbedingt der tatsächliche Druckabfall zu betrachten. Eine Auslegung mit kritischem Druckabfall bedeutet, dass das Regelventil bei voller Last kaum mehr Regelreserve hat.
Ideal ist es, den Prozess bzw. den Wärmetauscher und das Regelventil zusammen auszulegen und aufeinander abzustimmen. Ist das nicht möglich, kann man bei Wärmetauscherregelungen von einem Näherungswert von ca. 10 % Druckabfall ausgehen.

k_v-Werte für Dampf



k_v-Werte für Wasser



Nachverdampfung

Kondensat aus einem Dampfdruckraum ist genau so heiß wie der Dampf in diesem Dampfraum, d.h. ein Teil des Kondensates verdampft bei niedrigen Drücken wieder (Energieüberschuss).

Beispiel: Dampfdruck 10 bar, Kondensatdruck atmosphärisch
Kondensattemperatur aus Wasserdampftafel: 184,1 °C

Ergebnis: 16 % Nachdampf

Anders ausgedrückt:

Aus 1 kg Kondensat entstehen
- 84 % Wasser bei 100 °C d.h. 0,84 l
- 16 % (160 g) Nachdampf d.h. 271 l

Die Kondensatleitung muss daher volumenmäßig viel mehr Dampf transportieren als Wasser!

Tritt viel Nachdampf auf, lohnt sich eine Nachdampfverwertung.

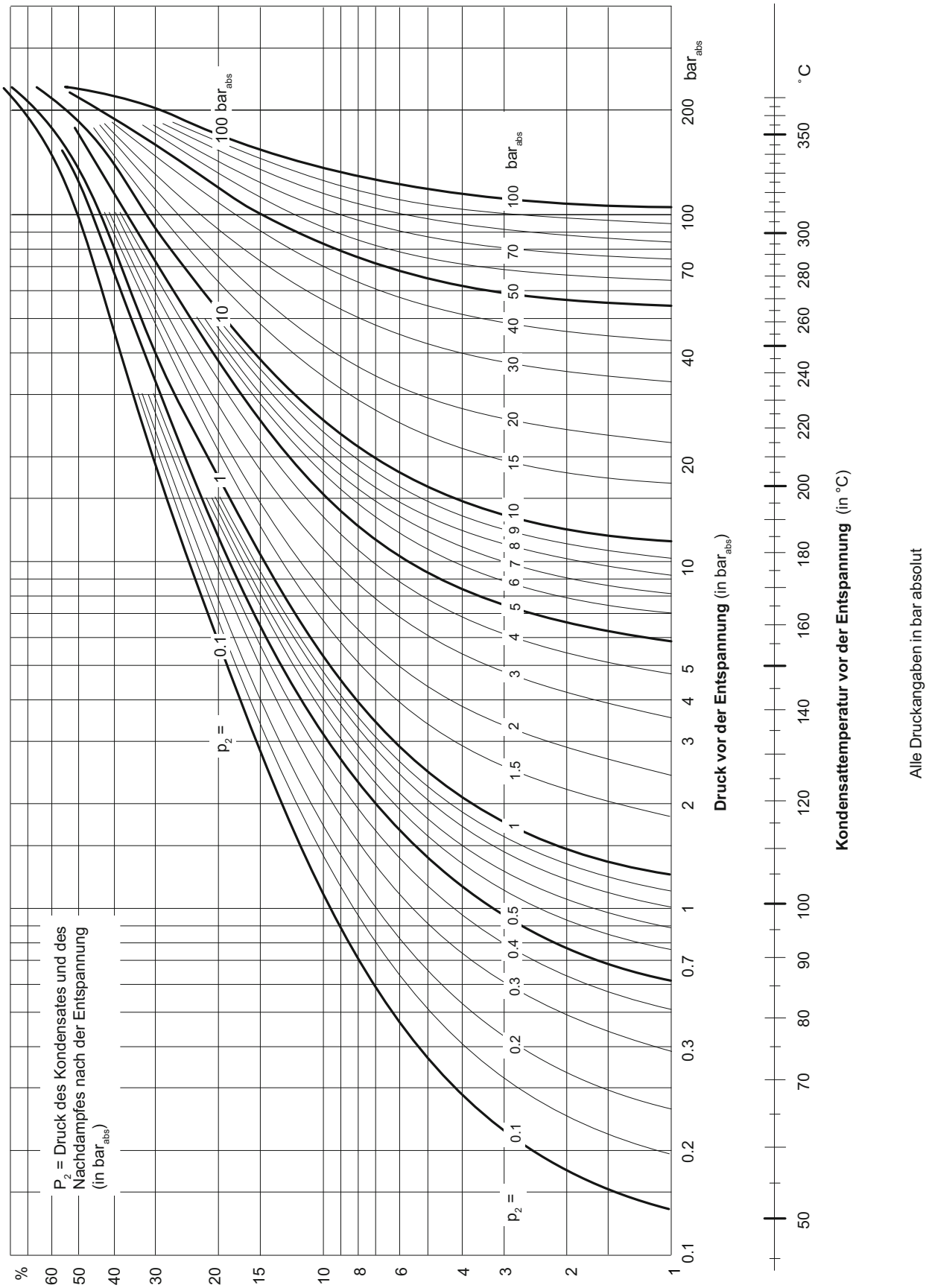
Faustformel

1000 kg Nachdampf sparen ca. 50 Euro Brennstoff

Weitere Beispiele zur Nachverdampfung:

1. Werden 600 kg/h Siedekondensat aus einem 10-$bar_{Ü}$-Netz (11 bar_{abs}) in einen Entspanner von 0.5 $bar_{Ü}$ (1.5 bar_{abs}) geführt, so entsteht aus je 100 kg Kondensat 14 kg Nachdampf, insgesamt also 14 x 6 = 84 kg/h Nachdampf von 0.5 $bar_{Ü}$. Für Wärmeverluste sind angemessene Abzüge vorzunehmen.
2. Fällt das Kondensat im ersten Beispiel nicht mit Siedetemperatur (184 °C bei 10 $bar_{Ü}$), sondern mit 30 K Unterkühlung an, also mit 154 °C, so ist von dieser Temperatur auszugehen. Die Nachverdampfung beträgt dann nur etwa 8.5 % oder 8.5 x 6 = 51 kg/h Nachdampf von 0.5 $bar_{Ü}$ (1.5 bar_{abs}).

Nachverdampfung bei Kondensatentspannung



Rückstaueffekt

Wird die Temperatur eines Wärmetauscher dampfseitig geregelt, kommt es in vielen Fällen zum „Rückstaueffekt“. Ursache dafür ist das schließende Regelventil. Je mehr der Temperatur-Sollwert erreicht wird, desto höher wird der Druckabfall über das Regelventil und damit sinkt der Druck im Wärmetauscher, teilweise bis ins Vakuum. Da von Seiten des Kondensatnetzes jedoch Gegendruck herrscht, und sei es nur atmosphärischer Druck, kann das Kondensat nicht mehr durch den Kondensatableiter abfließen, es entsteht Kondensat-Rückstau.

Folgen des Rückstaus sind

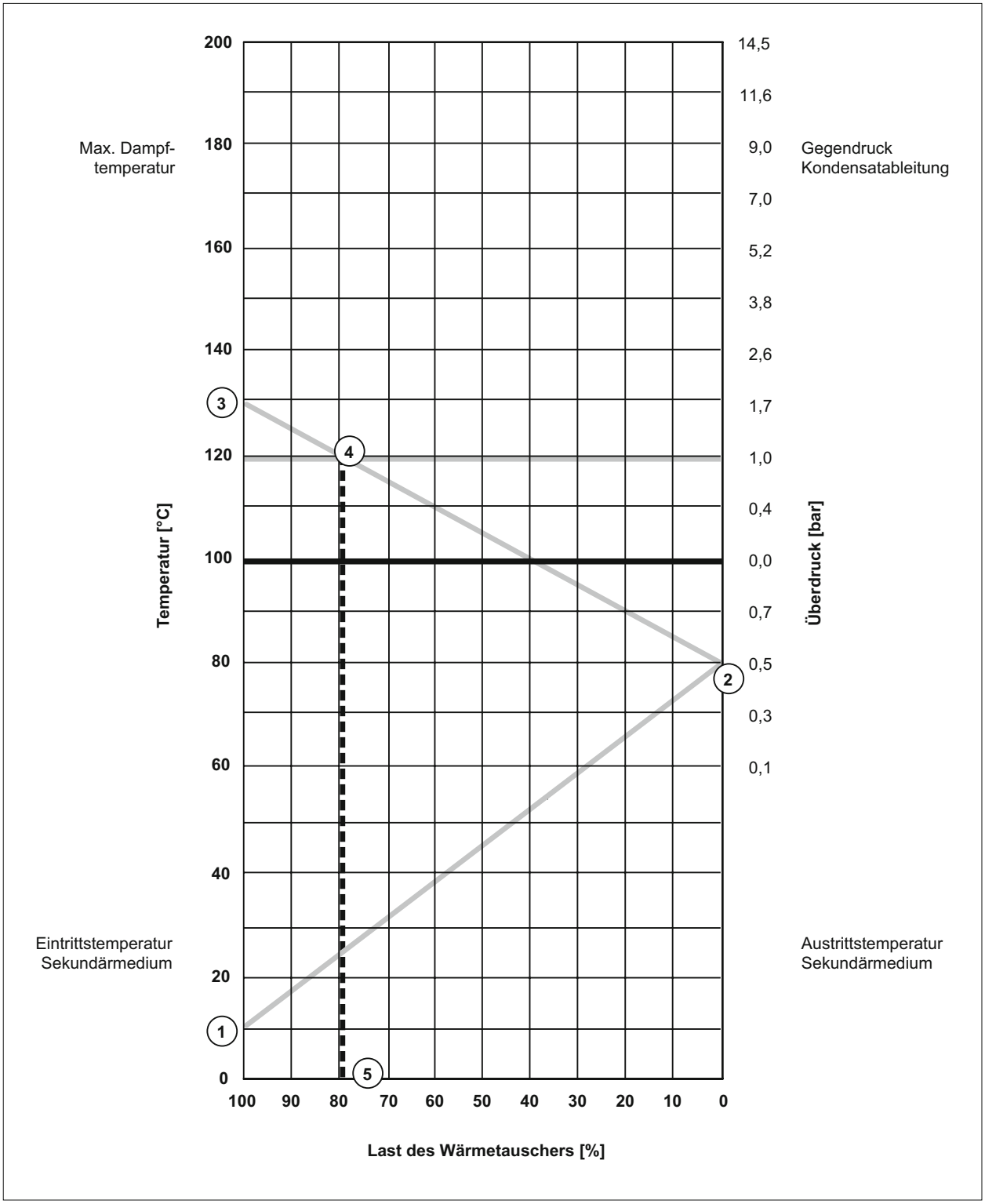
- Geräuschbildung
- schlechte Temperatur-Regelbarkeit
- Schäden durch Wasserschläge
- erhöhte Korrosion

Der Rückstaueffekt kann bei einfachen Anwendungen mit einem Vakuumbrecher verringert werden. In schwierigeren Fällen hilft nur der Einsatz eines Pump-Kondensatableiters oder einer Kondensatpumpe.

Der Rückstaueffekt kann mit Hilfe des nachfolgenden Diagramms ermittelt werden. Das Beispiel zeigt die Ermittlung des Staupunktes bei konstantem Durchfluss und veränderlichen Temperaturen.

Beispiel:	Erwärmung von Heizungswasser:	von 10 °C Rücklauftemperatur (1) auf 80 °C Vorlauftemperatur (2)
	Dampftemperatur (3) aus dem Dampfnetz:	130 °C
	Gegendruck (4) im Kondensatnetz:	10 mWS (1 bar)
	Ergebnis (5):	bei weniger als 80 % der Leistung fließt das Kondensat nicht eigenständig ab

Staupunktdiagramm



Überhitzung

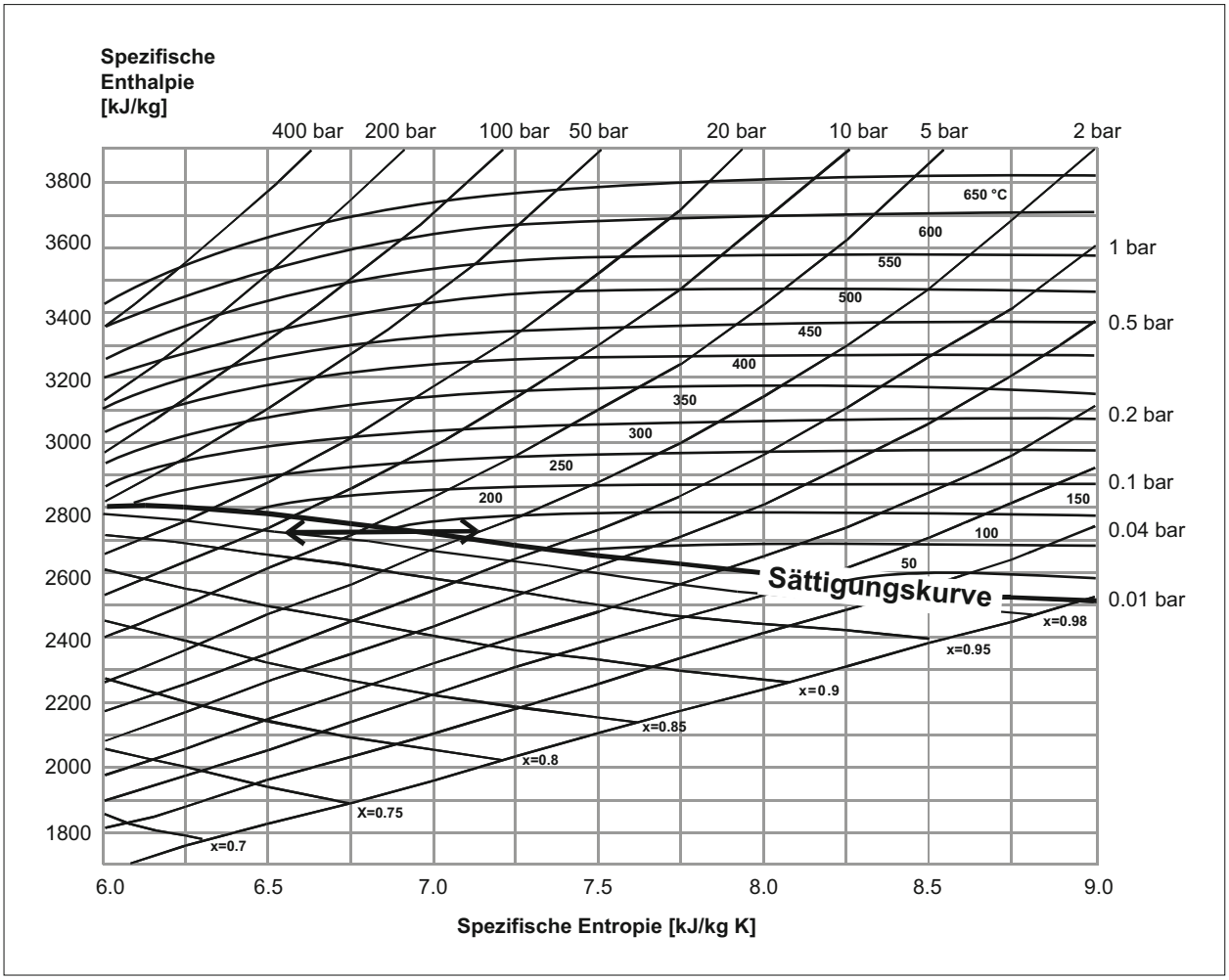
Überhitzung kann bei der Druckreduzierung von Dampf auftreten.
In der Praxis normaler Industrieanlagen spielt das jedoch kaum eine Rolle, da

- die Überhitzung oft nur minimal ist
- sich die Überhitzung durch Wärmeverluste schnell abbaut
- der Dampf bereits vor der Druckreduzierung leicht feucht ist; typischer Wert: 95 % bzw. 98 % nach Dampftrockner

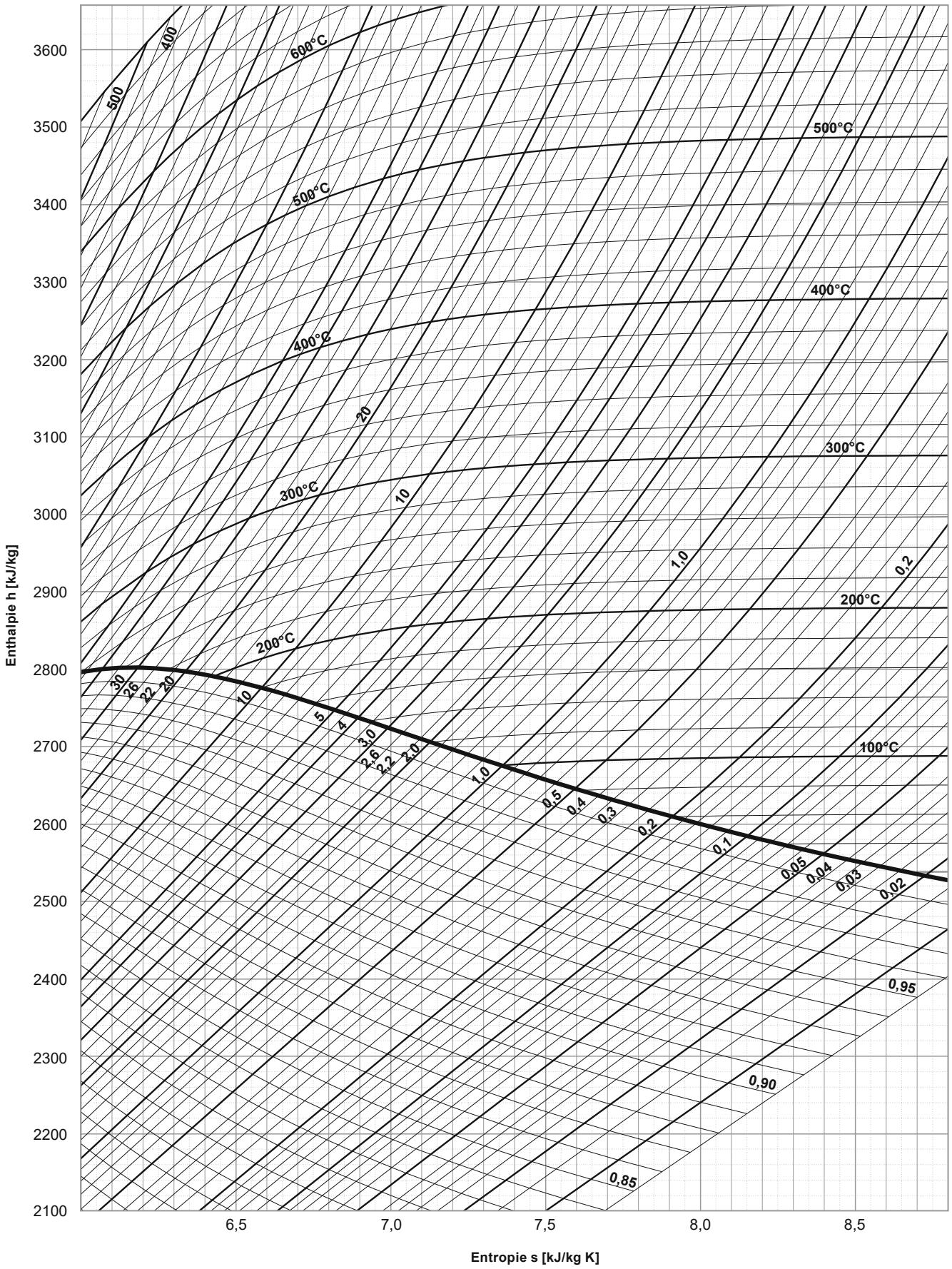
Genaue Betrachtungen erlaubt das Mollier-Diagramm, unten in stark vereinfachter Form als erste Richtgröße.

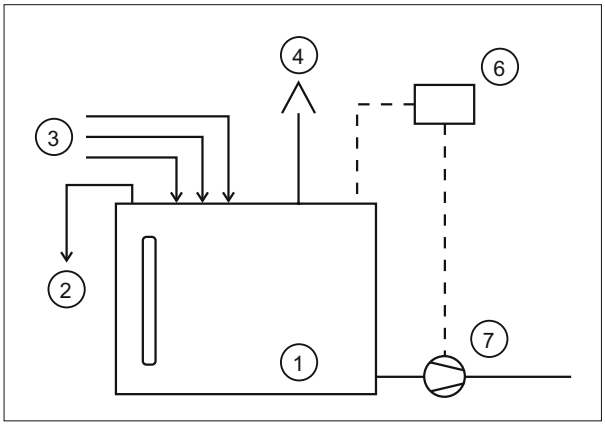
Beispiel: Dampf mit Trockengrad 98 % wird von 8 auf 2 bar reduziert:

Ergebnis: Temperatur ca. 130 °C
Dampf bei 2 bar hat laut Wasserdampftafel eine Temperatur von ca. 120 °C.
Die Überhitzung beträgt also 130 - 120 °C = 10 K.
Bei einem Trocknungsgrad von 97 % vor der Druckreduzierung tritt überhaupt keine Überhitzung mehr auf.



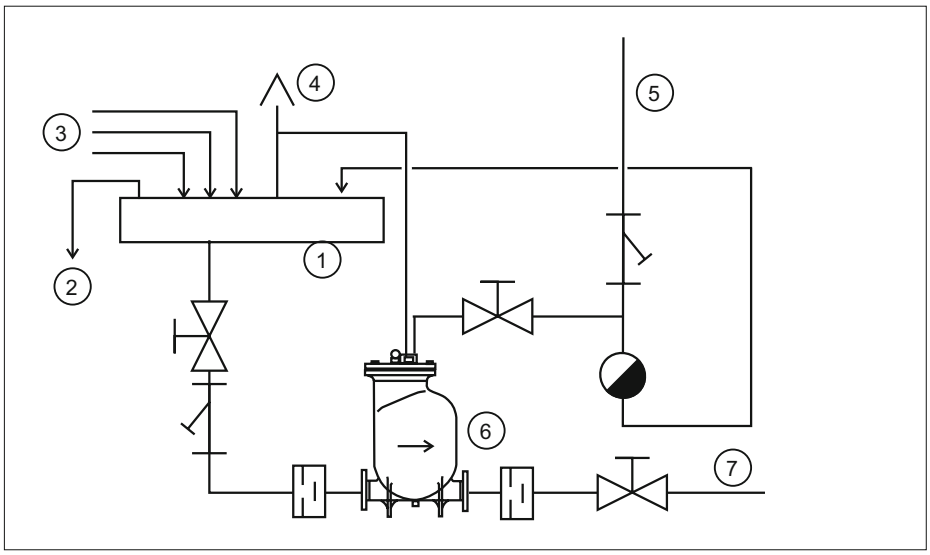
Mollier (h, s)-Diagramm für Wasserdampf





Elektrisch

1 Behälter (Größe 1/2 - 1/3 der stündlich anfallenden Kondensatmenge)
2 Überlauf
3 Kondensatzulauf; Reserven vorsehen
4 atmosphärische Entlüftung ins Freie
5 Niveaumessung kontinuierlich oder Schaltpunkte
6 Regelung als Zulauf- oder Ablaufregelung
7 Pumpe, richtig dimensioniert; besser 2 Pumpen mit Umschaltfunktion



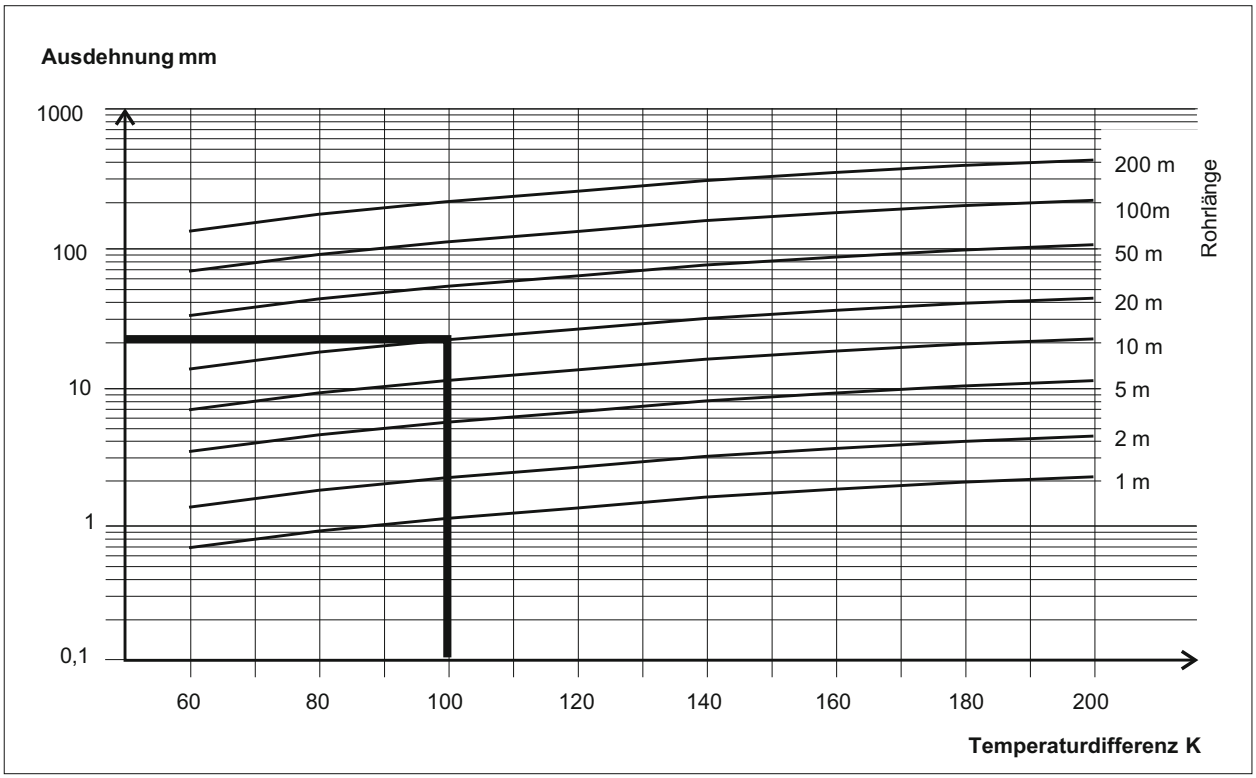
Ohne zusätzliche Hilfsenergie

1 Sammelbehälter
2 Überlauf
3 Kondensatzulauf
4 Entlüftung ins Freie
5 Treibmedium (empfohlen Sattdampf)
6 mechanische Kondensatpumpe
7 Kondensatleitung

Faustformel für die Größe eines Speisewasserbehälters

Ca. 50 - 75 % der Kesselleistung, typisch 60 %
Bei sehr kleinen Anlagen (max. 500 l/h): **Behältergröße = Kesselleistung pro Stunde**
Bei sehr großen Anlagen: genaue Berechnung

Ausdehnung mm (Näherungswerte)



Beispiel: Anfahren einer 20 m langen Dampfleitung von 20 °C auf 120 °C. Die Temperaturdifferenz beträgt 100 K.

Aus Diagramm: **Die Längenausdehnung beträgt ca. 20 mm**

Formel

$$\text{Längenausdehnung} = l \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

l Länge in m

α Ausdehungskoeffizient in $\frac{mm}{m \cdot k}$

ΔT Temperaturdifferenz

Werkstoff	α **in** $\frac{mm}{m \cdot k}$
Gussrohre	0,01 ... 0,011
Kupfer	0,016 ... 0,019
Rostfreier Stahl	0,016 ... 0,019

95 % aller Anlagenprobleme treten bei der Inbetriebnahme und in den ersten Wochen des Betriebes auf.

Typische Fehlerquellen sind

- Zu schnelles Anfahren der Dampfanlage, dadurch Schäden durch thermische Spannungen und Wasserschläge
- Falsche Einstellung von Regelparametern, dadurch Schwingung und Beschädigung von Anlagenteilen
- Mangelhaftes Spülen von Rohrleitungen: Schmutz, Schweißperlen, Gebrauchsgegenstände etc. verstopfen Ventile und führen zu Beschädigungen
- Falsch eingebaute Geräte führen zu Anlagenschäden
- Wassersackrohre und Ausgleichsgefäße sind nicht mit Wasser gefüllt: Temperaturfühler, Drucksensoren und Manometer werden beschädigt, Membranen von Regelventilen reißen
- Verschraubungen werden nicht nachgezogen
- Zu häufiges Anlüften von Sicherheitsventilen führt zu Undichtigkeiten
- Verdrahtungsfehler, vertauschte Kabel

Richtwerte für Inbetriebnahmen

Einstellung / Inbetriebnahme eines einfachen Druckregelkreises:	2 h
Inbetriebnahme Kondensatrückspeiseanlage:	½ Tag
Inbetriebnahme Reindampferzeuger:	1 Tag
Inbetriebnahme Wärmetauscher mit Regelung:	½ Tag

Unmittelbar nach der Inbetriebnahme bzw. dem ersten Warmgang müssen Verschraubungen nachgezogen und geprüft werden

Ca. 1-2 Wochen nach der Inbetriebnahme sollten Schmutzfänger geöffnet und evtl. gesäubert bzw. Siebe getauscht werden. Eventuell Verschraubungen nochmals prüfen.

„Technisch richtig“ und „Sparen“ stehen in der Praxis oft im Widerspruch.

Mögliche Einsparungen in Dampfanlagen – natürlich mit entsprechenden Nachteilen für den Anlagenbetreiber – sind so zu erreichen:

Keine Bypässe vorsehen
Nachteil: Bei Wartung oder Gerätetausch muss der Anlagenteil abgeschaltet werden

Weniger Trockner einbauen, Anzahl Schmutzfänger reduzieren
Nachteil: Abnutzung und Beeinträchtigung von Regelventilen und Kondensatableitern nimmt zu

Leitungen kleiner dimensionieren
Nachteil: Erhöhte Abnutzung, Geräuschbildung, Gefahr von Wasserschlägen

Keine Nachdampfverwertung
Nachteil: Erhöhte Betriebskosten, Dampffahne über Dach

Die meisten weiteren technischen Einsparungen führen zu so gravierenden Beeinträchtigungen, dass von solchen Maßnahmen dringend abzuraten ist.

Fehler	Folge	Merke
Die Dampfleitung wird zu klein ausgelegt	Zu hohe Strömungsgeschwindigkeit erhöht Wasserschlaggefahr, Druckverlust, Geräuschbildung, Abnutzung und führt zu schlechterer Entwässerung	Korrekt dimensionieren, Lastfälle in die Betrachtung einbeziehen
Dampfleitung wird zu groß ausgelegt	hohe Kosten, größere Wärmeverluste mit Folge höherer Kondensatanfall	
Die Kondensatleitung wird zu klein ausgelegt	Höherer Gegendruck behindert richtige Entwässerung	Eine Kondensatleitung ist keine Wasserleitung!
Nur eine Kondensatleitung für verschiedene Netze / Drücke	Störende Rückkopplungen auf verschiedene Verbraucher	
Zu wenig Entwässerungsstellen vorgesehen	Vermehrt Wasserschläge, schlechte Regelung, Geräuschbildung	
Dampftrockner fehlen	Feuchter Dampf, d.h. mitgerissene Wassertropfen schädigen Armaturen und fördern Erosion	Schmutzfänger gibt es auch bei Wasserleitungen; Dampfsysteme benötigen zusätzlich Dampftrockner
Entlüftung wird vernachlässigt	Luftpolster stören Regelung, Dampfverteilung, Anfahrbetrieb, Wärmeübergang	
Mehrere Verbraucher werden über einen Kondensatableiter entwässert	Rückkoppeleffekte verursachen Regelschwankungen, Rückstau-effekte, Wasserschläge, Geräusche	Jeder Verbraucher erhält einen eigenen Kondensatableiter. Kondensatableiter nie in Reihe schalten.
Regelventile werden zu groß ausgelegt	Schlechtes Regelverhalten (Schwankungen), erhöhter Verschleiß, erhöhte Erosion, mechanische Beschädigungen	
Sicherheitszuschläge zu groß, Auslegungsparamater werden geschätzt	Anlage kann technisch nicht richtig dimensioniert werden; „Viel hilft viel“ ist genau so falsch wie „zu klein“	

Wichtige Normen und Regelwerke für die Dampf- und Kondensattechnologie

Stand: Februar 2026

Allgemeine Vorschriften	
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheits-verordnung – BetrSichV)	BetrSichV
Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt	2014/68/EU
AD 2000 Merkblätter	AD 2000
Technische Regeln für Dampfkessel (seit 2013 außer Kraft); Nachfolger DIN EN 12952-3	TRD
Druckgeräte – Terminologie und Symbole – Druck, Temperatur, Volumen	DIN EN 764
Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen	DIN EN 10204
Graphische Symbole für technische Zeichnungen; Rohrleitungen; Allgemeines	DIN 28000-4
Abmessung und Kennzeichnung	
Industriearmaturen – Baulängen von Armaturen aus Metall zum Einbau in Rohrleitungen mit Flanschen – Teil 1: Nach PN bezeichnete Armaturen; Deutsche Fassung EN 558-1:1995	DIN EN 558-1
Kondensatableiter; Baulängen	DIN EN 558
Kondensatableiter; Klassifikation	DIN EN 26704
Baulängen von Armaturen; Armaturen mit Innengewinde-Anschluss	DIN EN 16722
Kugelhähne aus Stahl mit reduziertem Durchgang	DIN EN 1983
Durchflussschauglasarmaturen mit Dichtung im Krafthauptschluss – Teil 1: Ohne Auskleidung	DIN 11869
Industriearmaturen – Ventile aus Gusseisen	DIN EN 13789
Industriearmaturen – Absperrventile und absperrbare Rückschlagventile aus Stahl	DIN EN 13709
Industriearmaturen – Baulängen für Armaturen mit Anschweißenden; Deutsche Fassung EN 12982:2000	DIN EN 12982
Stellventile für die Prozessregelung – Teil 3-1: Abmessungen; Einbaulänge von geflanschten Durchgangsventilen und geflanschten Eckventilen	DIN EN 60534-3-1
Industriearmaturen – Kennzeichnung von Armaturen aus Metall	DIN EN 19
Industriearmaturen – Armaturen für die chemische und petrochemische Verfahrensindustrie – Anforderungen und Prüfungen	DIN EN 12569
Anschlüsse und Dichtflächen	
Flansche und ihre Verbindungen – Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehör – Teil 1: Stahlflansche, nach PN bezeichnet	DIN EN 1092-1
Flansche und ihre Verbindungen – Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet – Teil 2: Gusseisenflansche	DIN EN 1092-2
Flansche und ihre Verbindungen – Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung – Teil 1: Flachdichtungen aus nichtmetallischem Werkstoff mit oder ohne Einlagen	DIN EN 1514-1
Whitworth-Rohrgewinde für Gewinderohre und Fittings; Zylindrisches Innengewinde und kegeliges Außengewinde; Gewindemaße	DIN EN 10226-1
Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen – Teil 1: Maße, Toleranzen und Bezeichnung	DIN ISO 228-1
Rohre für Lebensmittel, Chemie und Pharmazie – Rohre aus nichtrostenden Stählen – Maße, Werkstoffe	DIN EN 10357 (ehem. DIN 11850)
Armaturen – Schweißmuffenenden für Armaturen aus Stahl	DIN EN 12760
Industriearmaturen – Anschweißenden für Armaturen aus Stahl	DIN EN 12627
Rohre aus nichtrostenden Stählen für Aseptik, Chemie und Pharmazie – Maße, Werkstoffe	DIN 11866
Armaturen für Lebensmittel, Chemie und Pharmazie – Klemmverbindungen für Rohre aus nichtrostendem Stahl – Ausführung zum Anschweißen	DIN 32676
Armaturen für Lebensmittel, Chemie und Pharmazie – Aseptik-Verbindung – Teil 1: Aseptik-Rohrverschraubung aus nichtrostendem Stahl zum Anschweißen	DIN 11864-1

Nichtrostende Stahlrohre – Maße, Grenzabmaße und längenbezogene Masse	DIN EN ISO 1127
Industriearmaturen – Schutzkappen für Armaturen mit Flanschanschluss	DIN EN 12351
Flansche und ihre Verbindungen – Schrauben und Muttern – Teil 1: Auswahl von Schrauben und Muttern	DIN EN 1515-1
Flansche und ihre Verbindungen – Schrauben und Muttern – Teil 2: Klassifizierung von Schraubenwerkstoffen für Stahlflansche, nach PN bezeichnet	DIN EN 1515-2
Werkstoffe	
Gießereiwesen – Gusseisen mit Lamellengraphit	DIN EN 1561
Gießereiwesen – Gusseisen mit Kugelgraphit	DIN EN 1563
Technische Lieferbedingungen für Stahlguss für Druckbehälter	DIN EN 10213
Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter – Teil 2: Ferritische und martensitische Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen	DIN EN 10222-2
Rohre	
Rohrleitungsteile – Definition und Auswahl von DN (Nennweite)	DIN EN ISO 6708
Rohrleitungsteile – Definition und Auswahl von PN	DIN EN 1333
Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Teil 2: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen	DIN EN 10216-2
Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Teil 2: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen	DIN EN 10217-2
Nahtlose und geschweißte Stahlrohre – Allgemeine Tabellen für Maße und längenbezogene Masse	DIN EN 10220
Metallische industrielle Rohrleitungen – Teil 2: Werkstoffe	DIN EN 13480-3
Schweißen	
Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen – Teil 1: Stähle	DIN EN ISO 9606-1
Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Teil 1: Allgemeine Regeln für das Schmelzschweißen	DIN EN ISO 15607

Alte und neue Werkstoffbezeichnungen

Werkstoff	neue Bezeichnung	alte Bezeichnung
Qualitätsstahl	1.0315 P235G2TH	ST37-2
Qualitätsstahl	1.0315 P235JRG2	ST37.8
Grauguss	EN-GJL-250, DIN EN 1561	GG 25, DIN 1691
Sphäroguss nach AD2000	EN-GJS-400-18U-LT, DIN EN 1563	GGG 40.3, DIN 1693
Sphäroguss	EN-GJS-400-18-LT	GGG 40.3
Sphäroguss	EN-GJS-400-15	GGG
Stahlguss	1.0619+N, DIN EN 10213-1, -2	GS-C25N, DIN 17245
Schmiedestahl	1.0460 P250GH	C22.8
Edelstähle	z. B. 1.4408, DIN EN 10213-4	1.4408, DIN 17445

Das SI-Einheitensystem

	Basisgröße Name	Basiseinheit Einheitenzeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Elektrische Stromstärke	Ampère	A
Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

Die wichtigsten Einheiten und ihre Umrechnung

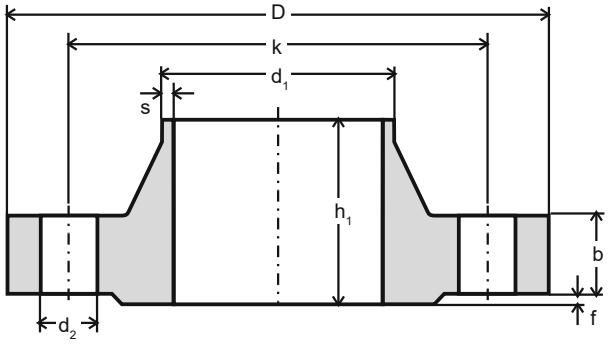
	altes Maßsystem	SI-System
Kraft	Kilopond 1 kp = 9,81 N 1 kp ≙ 10 N	Newton [Njuten] 1 N = 0,102 kp 1 N ≙ 0,1 kp
Druck	Atmosphäre 1 at = 0,981 bar 1 at ≙ 1 bar	bar 1 bar = 1,02 at 1 bar ≙ 1 at
mech. Energie	Kilopondmeter 1 kpm = 9,81 J 1 kpm ≙ 10 J	Joule [dschul] 1 J = 0,102 kpm 1 J ≙ 0,1 kpm
Wärme	Kilokalorie 1 kcal ≙ 4,2 kJ	Kilojoule 1 kJ = 0,239 kcal
Leistung	Pferdestärke 1 PS = 0,736 kW	Kilowatt 1 kW = 1,36 PS
Wärmestrom	Kilokalorie pro Stunde 1 kcal / h = 1,16 W	Watt 1 W = 0,860 kcal / h
Temperatur	°C	K, °C ist erlaubt
absolute Temperatur und Temperaturdifferenz	K	K

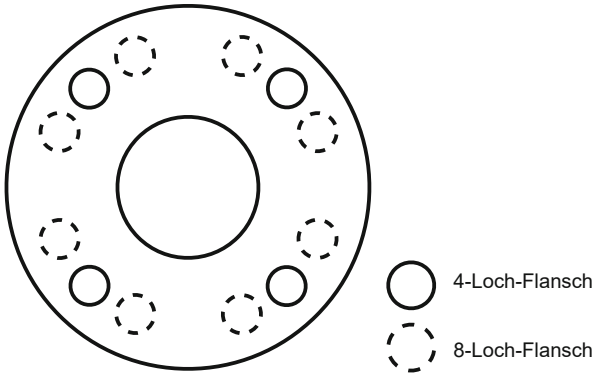
Formeln und Einheiten – Eine Zusammenfassung

Druck	1 N/m^2 = 1 Pa = 10^{-5} bar 1 mbar = 100 Pa 1m WS = 0,1 at = 9,8 kPa = 0,098 bar 1 psi = 1 lbf/in^2 = 6,89 · 10^3 Pa 1 Torr = 133,32 Pa
Temperatur	°C = K - 273,15
Temperaturdifferenz	1 K = 1 °C Die Angabe in °C ist jedoch nicht normkonform, es besteht Verwechslungsgefahr
Arbeit	1 J = 1 Nm = 1 Ws = 1 kg · m^2/s^2 4,2 kJ = 1 kcal = 4200 Ws 1 kWh = 860 kcal
Leistung	1 W = 1 J/s = 1 kg · m^2/s^3 1,16 W = 1 kcal/h 0,736 kW = 1 PS
Spezifische Wärme von Wasser	C_p = 4,2 kJ/kg · K = 1 kcal/kg · K
Wärmeinhalt Dampf (Näherungswert für überschlägige Rechnung	h'' = 2700 kJ/kg
Verdampfungswärme bei 10 bar	$\Delta h_v \approx$ 2000 kJ/kg
Dampfvolumen bei Atmosphärendruck	v'' = 1,694 m^3/kg
Faustformel Wärmebedarf	1 kW $\triangleq$ 1,8 kg/h Dampf
Energiebedarf bei der Erhitzung von Stoffen	$Q = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T$
Ausdehnen von Stahlrohren	$\Delta l = 0{,}011 \cdot l \cdot (T_1 - T_2)$

Alle Angaben sind praxisgerechte Näherungswerte

Flanschmaße gemäß DIN EN 1092-1 ff.





Anzahl Schrauben

DN	PN16*	PN25	PN40
15	4	4	4
20	4	4	4
25	4	4	4
32	4	4	4
40	4	4	4
50	4	4	4
65	4	8	8
80	8	8	8
100	8	8	8
125	8	8	8
150	8	8	8
(175)	8	12	12
200	12	12	12
250	12	12	16
300	12	16	16
350	16	16	16
400	16	16	16
500	20	20	20

* bis DN 150
auch PN10

Dicke der Flachdichtung:
typisch 2 mm, andere Dicken sind möglich

Ausgewählte Maße [mm]

	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
	PN16																
D	95	105	115	140	150	165	185	200	220	250	285	340	405	460	520	580	715
d_1	21,3	26,9	33,7	42,2	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1	273	323,9	355,6	406,4	508
d_2	14	14	14	18	18	18	18	18	18	18	22	22	26	26	26	30	33
k	65	75	85	100	110	125	145	160	180	210	240	295	355	410	470	525	650
s	2	2,3	2,6	2,6	2,6	2,9	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5,9	6,3	7,1	8	8	8
b	14	16	16	16	16	18	18	20	20	22	22	24	26	28	30	32	34
h_1	35	38	38	40	42	45	45	50	52	55	55	62	70	78	82	85	90
f	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4

	PN25, 40											PN25					
												PN40					
D	95	105	115	140	150	165	185	200	235	270	300	360	425	485	555	620	730
												375	450	515	580	660	755
d_1	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1	273	323,9	355,6	406,4	508
												219,1	273	323,9	355,6	406,4	508
d_2	14	14	14	18	18	18	18	18	22	26	26	26	30	30	33	36	36
												30	33	33	36	39	42
k	65	75	85	100	110	125	145	160	190	220	250	310	370	430	490	550	660
												320	385	450	510	585	670
s	2	2,3	2,6	2,6	2,6	2,9	2,9	3,2	3,6	4	4,5	6,3	7,1	8	8	8,8	10
												6,3	7,1	8	8,8	11	14,2
b	16	18	18	18	18	20	22	24	24	26	28	30	32	34	38	40	44
												34	38	42	46	50	52
h_1	38	40	40	42	45	48	52	58	65	68	75	80	88	92	100	110	125
												88	105	115	125	135	140
f	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
												3	3	4	4	4	4

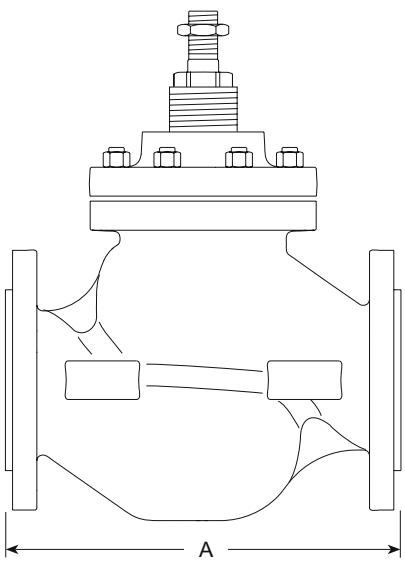
ggf. Änderungen durch neue Normen E 1092-1 und EN 1092-2

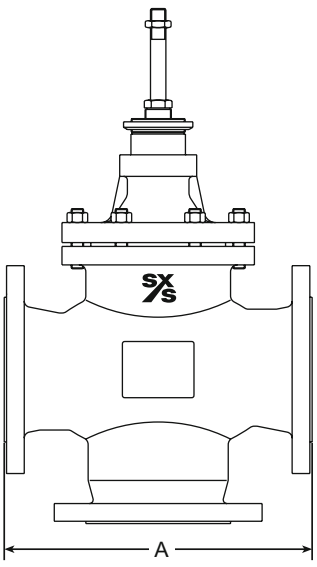
Nahtlose Stahlrohre in Normwanddicke (nach DIN EN 10220)

Nennweite	Rohrgewinde	Durchmesser innen	Wandstärke	Durchmesser außen	Querschnitt innen	Inhalt	Oberfläche außen	Volumendurchfluss bei 1 m/s	Rohrgewicht
DN	R	D_i	d	D_a	q	I_1	F_1	Q_1	G_1
mm	Zoll	mm	mm	mm	cm²	1/m	m²/m	m³/h	kg/m
06	⅛	7	1,6	10,2	0,385	0,039	0,032	0,14	0,339
08	¼	9,9	1,8	13,5	0,77	0,077	0,042	0,28	0,519
10	⅜	13,6	1,8	17,2	1,45	0,145	0,054	0,52	0,684
15	½	17,3	2,0	21,3	2,35	0,235	0,067	0,85	0,952
20	¾	22,3	2,3	26,9	3,90	0,390	0,085	1,40	1,40
25	1	28,5	2,6	33,7	6,38	0,638	0,106	2,30	1,99
32	1¼	37,2	2,6	42,4	10,88	1,088	0,133	3,92	2,55
40	1½	43,1	2,6	48,3	14,59	1,459	0,152	5,25	2,93
50	2	54,5	2,9	60,3	23,31	2,331	0,19	8,4	4,11
65	2½	70,3	2,9	76,1	38,80	3,88	0,26	13,95	5,24
80	3	82,5	3,2	88,9	53,5	5,35	0,28	19,3	6,76
100	4	107,1	3,6	114,3	90,1	9,01	0,36	32,4	9,83
125	5	131,7	4,0	139,7	136,0	13,60	0,44	49,0	13,4
150		159,3	4,5	168,3	199,3	19,93	0,53	71,8	18,2
200		206,5	6,3	219,1	334,9	33,79	0,69	122	33,1
250		260,4	6,3	273	532,9	53,25	0,86	192	41,4
300		309,7	7,1	323,9	753	75,3	1,02	271	55,5
350		339,6	8,0	355,6	906	90,6	1,12	326	68,6
400		388,8	8,8	406,4	1188	118,8	1,28	427	86,3
500		486	11	508	1855	185,5	1,60	668	135

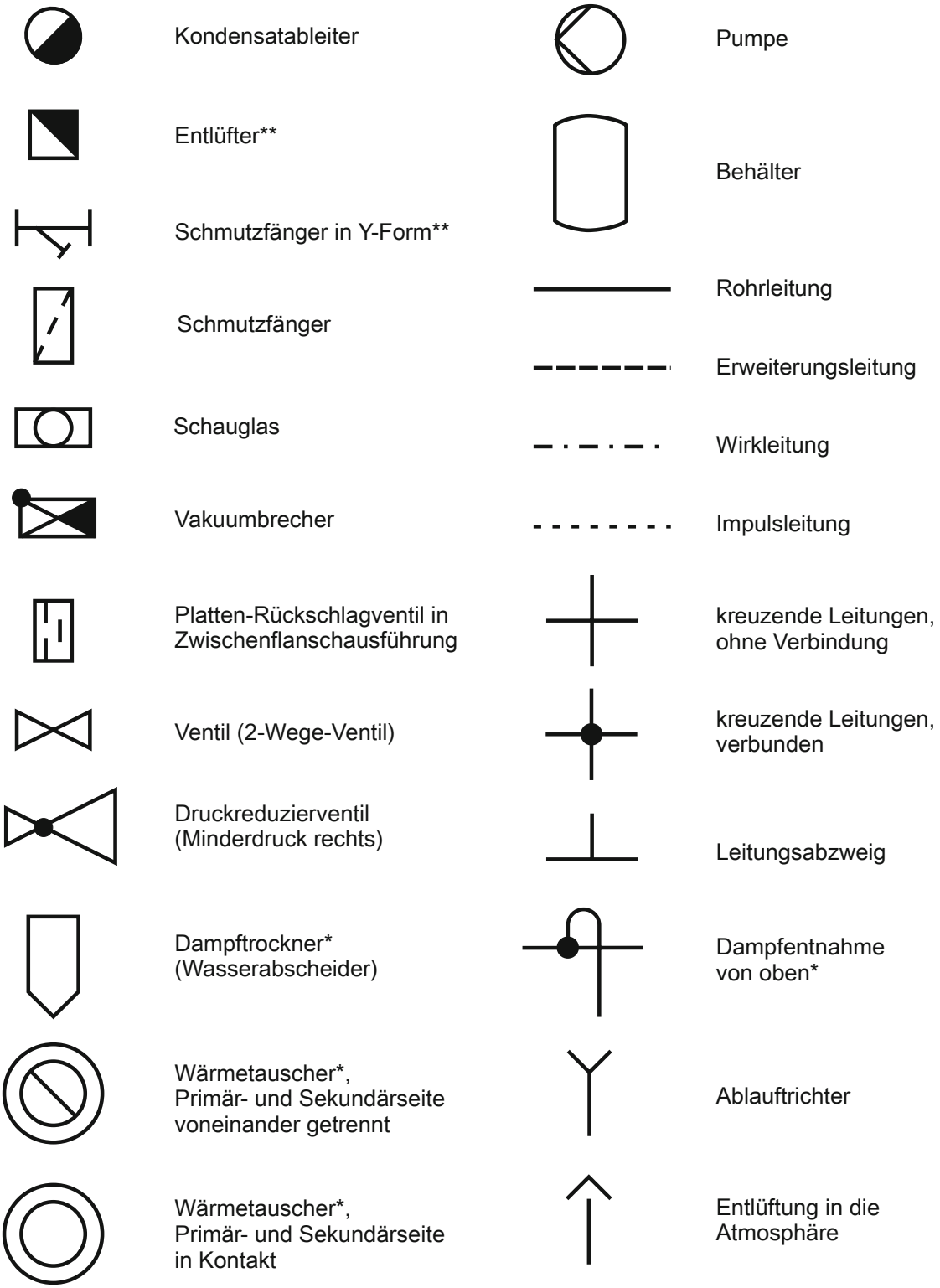
Baulängen von Stellventilen mit Hilfsenergie Serie Spira-Trol und QL

Nennweite	Maß A [mm] Flansch PN16, PN25, PN40
DN15	130
DN20	150
DN25	160
DN32	180
DN40	200
DN50	230
DN65	290
DN80	310
DN100	350
DN125	400
DN150	480
DN200	600





Zeichnungssymbole in Anlehnung an DIN 28000-4



* aus der DIN 28000-4 abgeleitete Symbole ** kein DIN-Symbol



Ventil, allgemein



Absperrventil, manuell



Absperrventil mit Kraftantrieb



Absperrventil mit Handkurbel



Absperrschieber



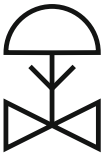
Absperrklappe



Stellventil
mit pneumatischem Antrieb
(Membrane)



Stellventil
mit pneumatischem Antrieb,
Feder öffnend



Stellventil
mit pneumatischem Antrieb,
Feder schließend



Stellventil
mit bidirektionalem
pneumatischem Antrieb



Rückschlagarmatur
allgemein



Membranarmatur
allgemein



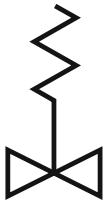
Absperrarmatur
mit Sicherheitsfunktion



Stellventil
mit elektrischem Antrieb



Stellventil
mit Kolbenantrieb



Feder-betätigtes Ventil



Sicherheitsventil
Austrittseite rechts


Kondensatableiter mit Rohrleitung



Digitale Kondensatableiter-Überwachung**


geschraubt


mit Einsteckmuffe


geflanscht


mit Einsteckschweißmuffe


Ventil mit Rohrleitung


geschweißt oder gelötet


geschraubt


mit Einsteckmuffe


Schauglas

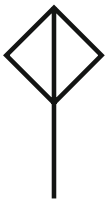

mit Einsteckschweißmuffe


geflanscht


geschweißt**


Flanschpaar


Drosselscheibe

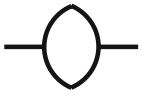

Grenze (z.B. zwischen zwei verschiedenen Werkstoffen)


Rohrhalterung


Rohrgleitlager*


Rohrgleitlager auf Rollen*


Festpunkt*


Kompensator allgemein


Wellrohrkompensator


Schiebemuffe


Lyrakompensator

* aus der DIN 28000-4 abgeleitete Symbole ** kein DIN-Symbol



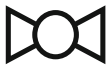
2-Wege-Ventil, allgemein



Absperrventil



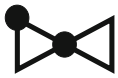
Kugelhahn



Absperrhahn, allgemein



Absperrkegelhahn



Rückschlagventil



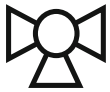
3-Wege-Ventil, allgemein



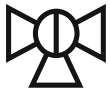
3-Wege-Absperrventil



3-Wege-Kugelhahn



3-Wege-Absperrhahn



3-Wege-Absperrkegelhahn



Eckventil, allgemein



Absperr-Eckventil



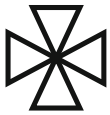
Eck-Kugelhahn



Eck-Absperrhahn



Eck-Absperrkegelhahn



4-Wege-Ventil, allgemein



4-Wege-Absperrventil
gesperrter Durchfluss

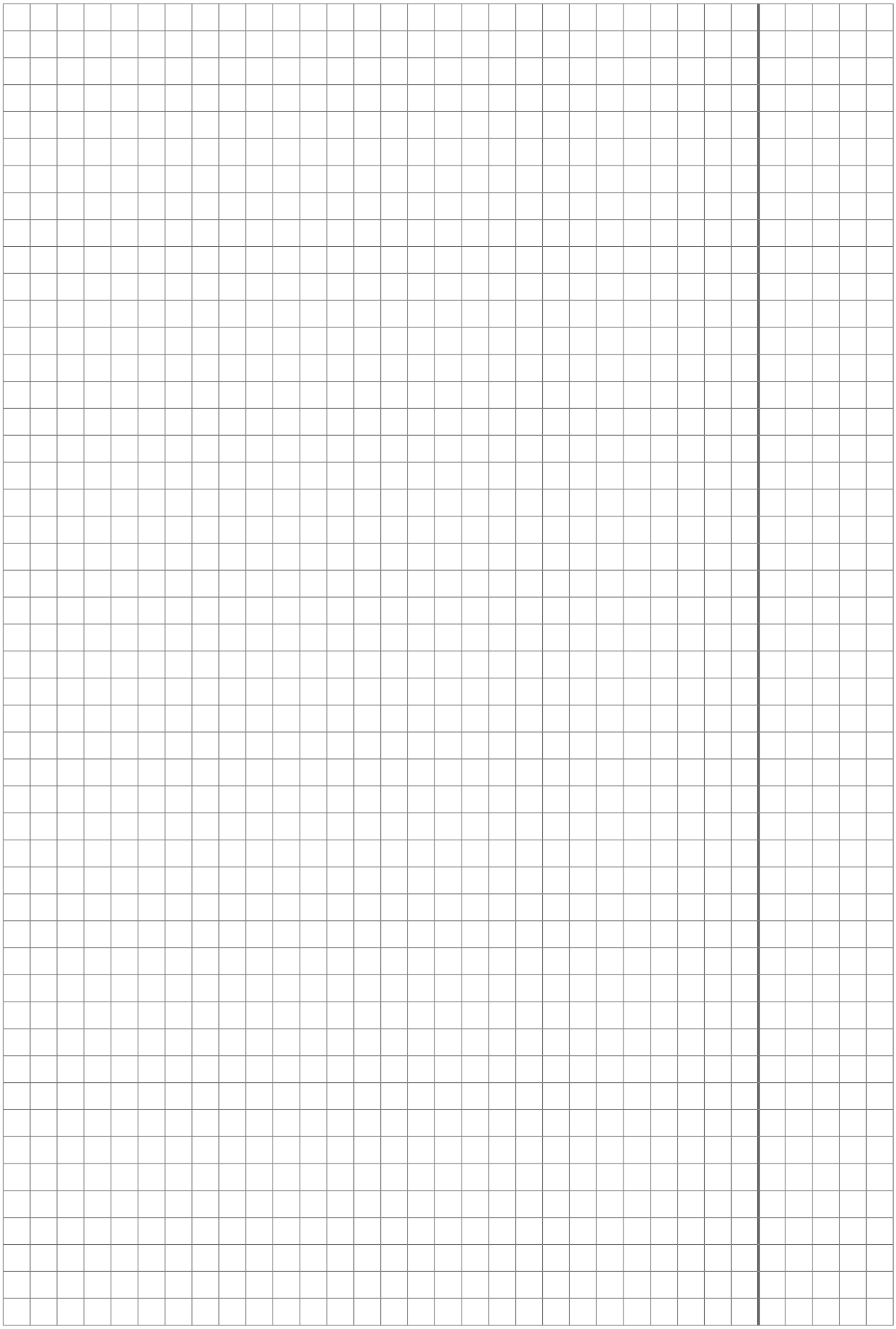


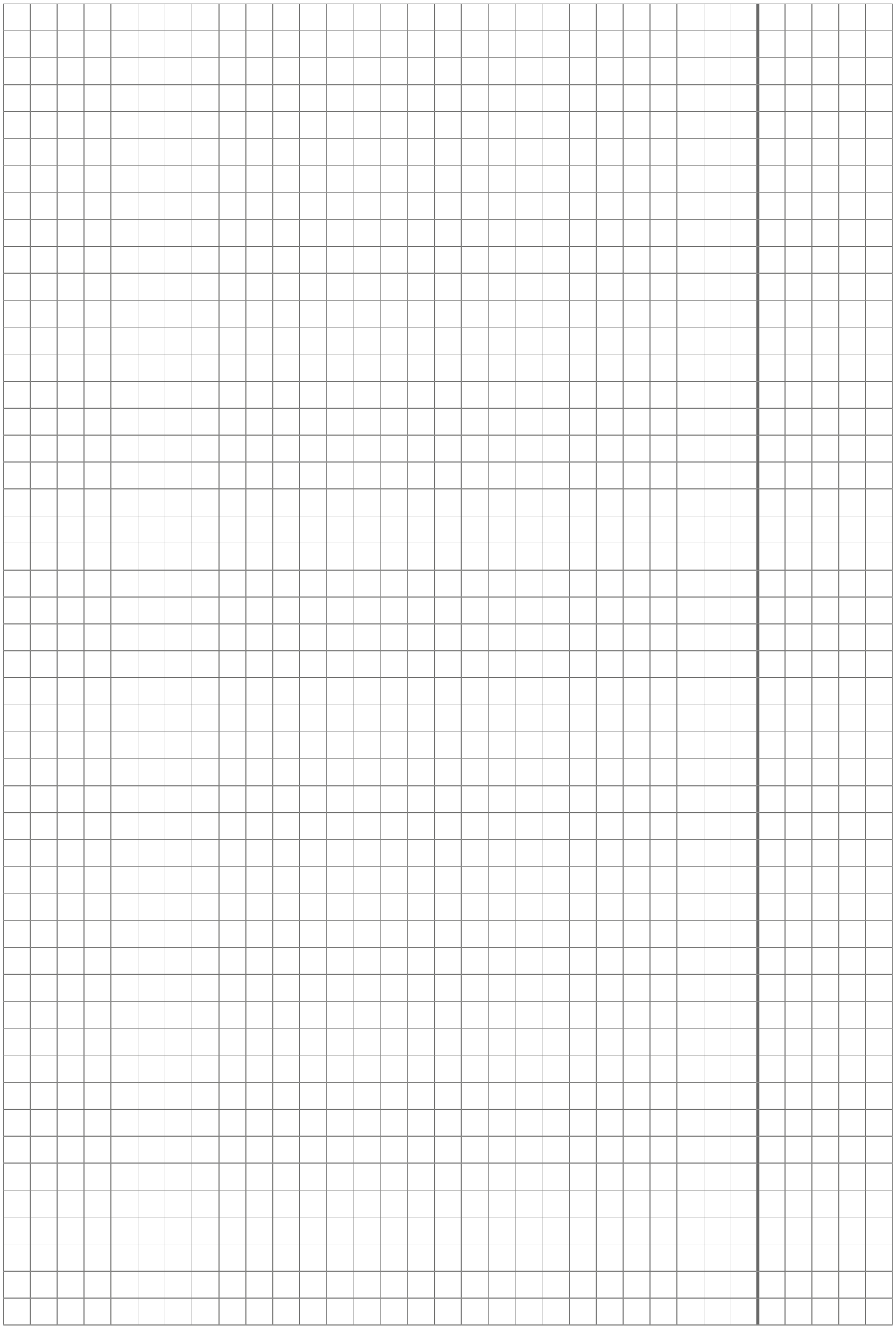
4-Wege-Absperrventil
freier Durchfluss



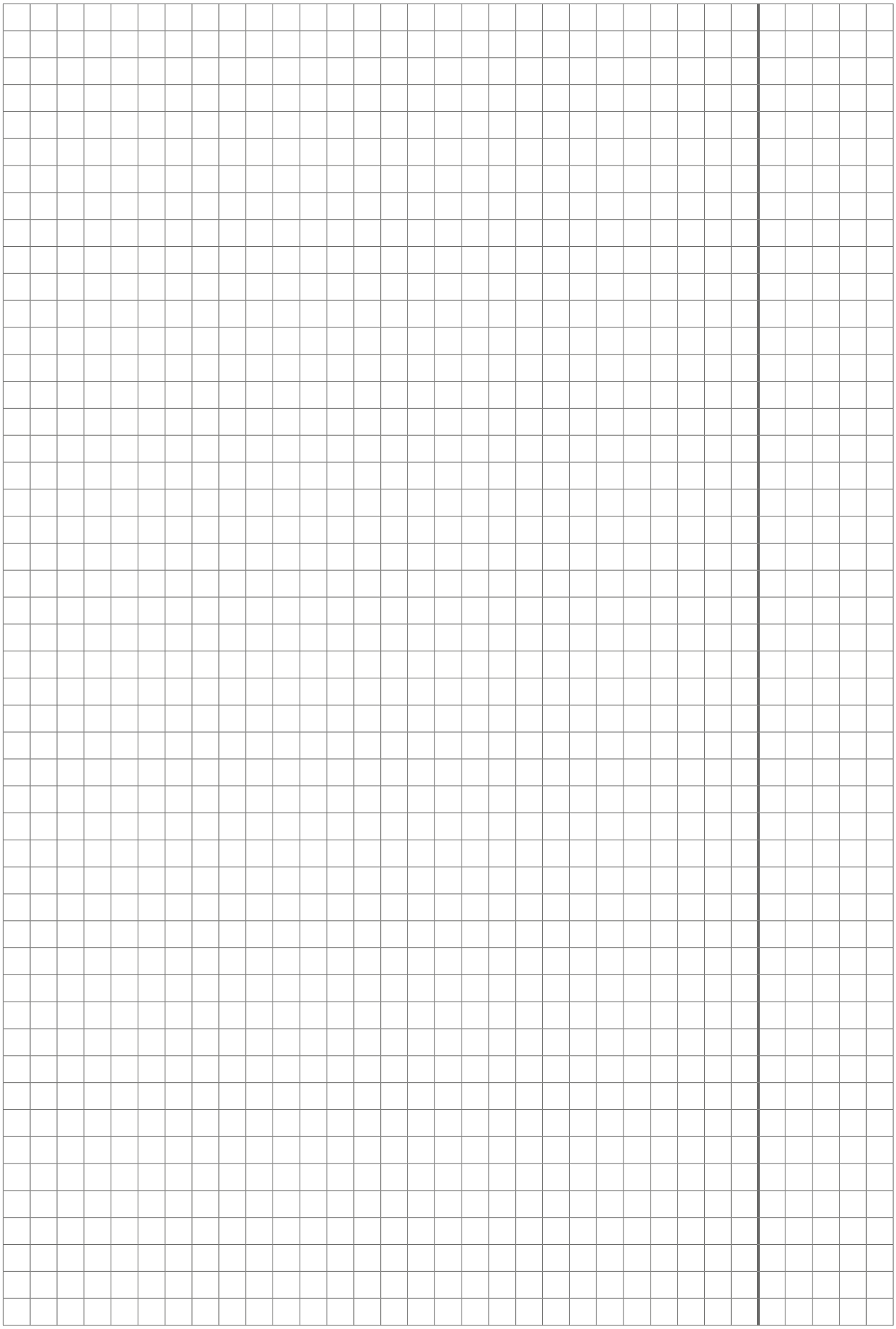
4-Wege-Absperrventil
freier Durchfluss

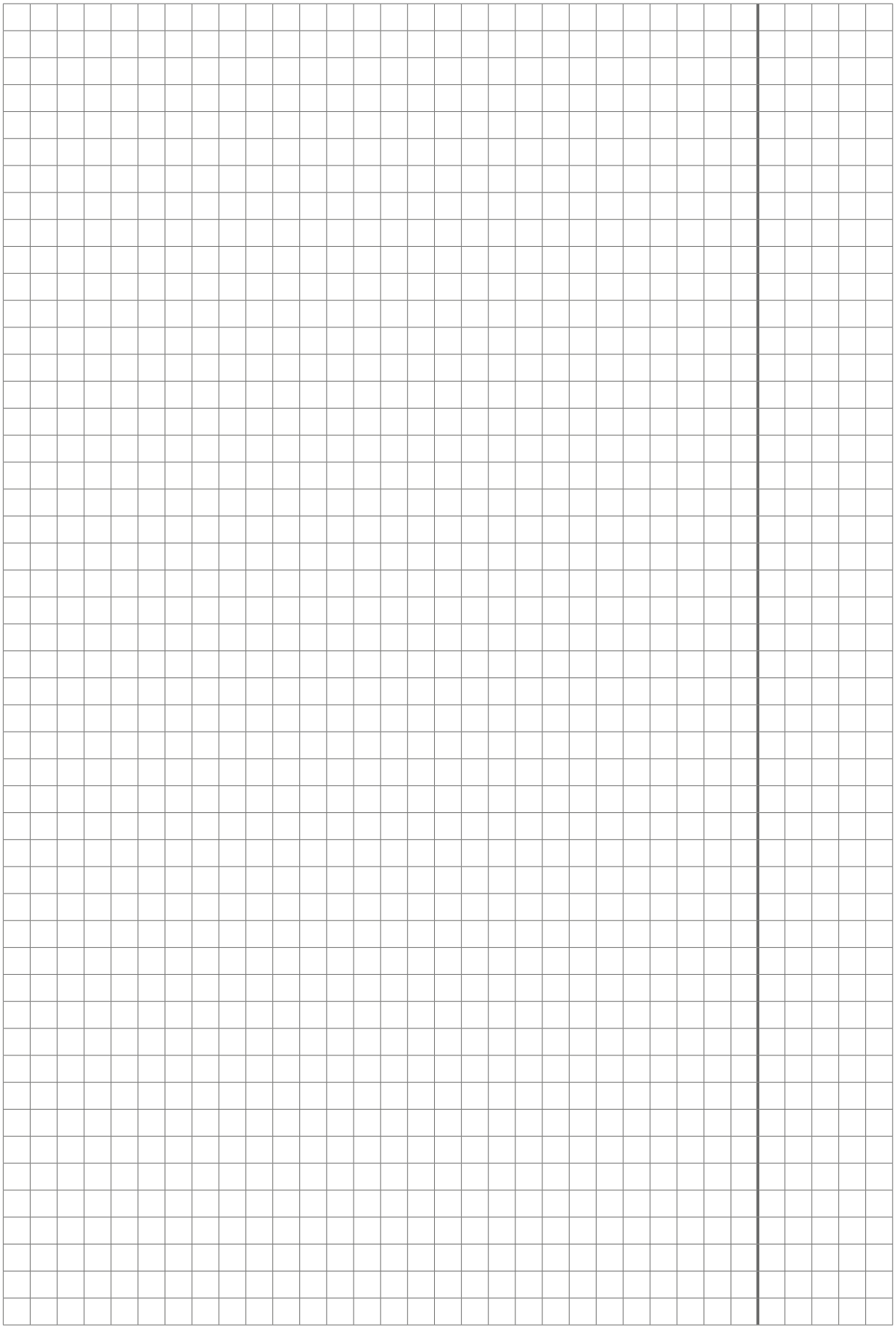
Notizen





Notizen







Wir liefern globale Lösungen und lokale Expertise durch unser Netzwerk aus operativen Gesellschaften, Produktionsstandorten, Vertriebsniederlassungen und Händlern weltweit.

Erfahren Sie auf spiraxsarco.com, wie wir Ihnen helfen können, Ihr System zu optimieren und Ihre Ziele zu erreichen.

© Copyright 4.2026
Spirax Sarco ist eine eingetragene Marke der Spirax-Sarco Limited und ist Teil der Spirax Group.