

DAMPF UND KONDENSAT

NACHSCHLAGEWERK / ANHANG / QUELLEN

Hier entsteht ein umfassendes Nachschlagewerk. Zur Zeit sind noch nicht sehr viele Informationen vorhanden. Zukünftig soll sich hier aber jeder Planer und Betreiber einer Dampf- und Kondensatanlage über wichtige anlagenspezifische Dinge informieren können.

Inhaltsverzeichnis:

Seite 2 – Stützweiten für Rohrleitungen

Seite 3 – Daten zu Sattedampf und Wasser

Seite 4 – Formeln Thermodynamik / Druck

Seite 5 – Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen

Seite 6 – Wärmedehnung von Rohrleitungen

Seite 7 – Abmaße und Gewichte von nahtlosem Stahlrohr

Seite 8 – Hauptabmaße Vorschweißflansche PN10/16

Seite 9 – Baulängen von Armaturen

Seite 10 – Kondensatanfall in Rohrleitungen

Seite 11 – Literaturverzeichnis / Quellen

Stützweiten von Rohrleitungen (von Halterung zu Halterung)

im Gebäude (ohne Wind- und Schneelast)

Angaben in Meter (m)				
DN	ohne Isolation		mit Isolation	
	Wasserleitung	Dampfleitung	Wasserleitung bis 150°C	Dampfleitung bis 150°C
25	2,4	2,7	1,7	1,8
32	2,7	2,8	2,0	2,3
40	3,2	3,3	2,3	2,7
50	3,6	3,9	2,7	3,1
65	4,5	5,3	3,9	4,0
80	4,9	5,7	4,2	4,4
100	5,3	6,3	4,5	5,0
125	6,0	7,0	5,2	5,7
150	6,4	7,6	5,7	6,2
200	7,4	8,6	6,5	7,5
250	8,0	9,6	7,6	8,5
300	8,6	10,4	9,0	9,4
350	9,3	11,0	9,5	10,0
400	10,0	12,0	9,5	11,0
450	10,0	13,0	10,0	12,0

Quelle: Mitschriften Studium Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Matrikel 87

Bei Nennweiten DN65 bis DN200 sind Stützweiten von 6m Länge üblich.

Sind die Nennweiten kleiner, muss man aufpassen, daß sich die Rohrleitungen zwischen den Halterungen nicht durchbiegen. Bei Wasserleitungen wäre dies nicht so schlimm.

Bei Dampfleitungen führen solche Durchbiegungen zu einem Nicht-Abfließen von Kondensat.

D.h. es bilden sich in der Durchbiegung "Pfützen" von Kondensat.

Nach dem Abkühlen und Wieder-in-Betrieb-Nehmen kann es so zu Dampfschlägen kommen

(siehe auch Kapitel zu Kondensatableiter).

Daten zu Sattdampf

Abschrift aus VDI-Wärmeatlas 5. Auflage 1988 (Q1)

Dampf im Sättigungszustand (Sattdampf)

Druck (bar)		Temperatur in °C	Wärmeinhalt		Volumen v'' (m³/kg)	Dichte ρ (kg/m³)	Verdampfungs- wärme Δh kJ/kg	Wasser	
			h' (kJ/kg)	h'' (kJ/kg)				Temp. °C	Dichte (kg/m³)
barü	barabs	Sattdampf	Wasser	Dampf	Dampf	Dampf			
	0,5	82	341	2646	3,25	0,30	2300	100	958
0,0	1,0	100	418	2675	1,70	0,59	2258	110	950
0,3	1,3	107	450	2687	1,30	0,75	2238	120	942
0,5	1,5	111	467	2694	1,16	0,86	2226	130	934
0,8	1,8	117	491	2702	0,98	1,02	2211	140	925
1,0	2,0	120	505	2707	0,88	1,13	2201	150	916
1,5	2,5	128	535	2715	0,72	1,40	2181	160	907
2,0	3,0	134	562	2725	0,60	1,65	2163	170	897
2,5	3,5	139	584	2733	0,52	2,00	2147	180	886
3,0	4,0	144	605	2740	0,46	2,20	2133	190	876
3,5	4,5	148	623	2744	0,42	2,50	2120	200	864
4,0	5,0	152	640	2747	0,38	2,70	2107		
4,5	5,5	156	656	2752	0,35	3,00	2096		
5,0	6,0	159	670	2755	0,32	3,20	2085		
6,0	7,0	165	697	2763	0,28	3,70	2065		
7,0	8,0	170	721	2768	0,24	4,20	2046		
8,0	9,0	175	745	2773	0,22	4,60	2029		
9,0	10,0	180	765	2775	0,19	5,20	2013		

Daten zu Wasser

Stoffwerte von Wasser (flüssig) im Sättigungszustand					
Temperatur °C	Druck bar	Dichte ρ kg/m³	spezifische Wärmekapazität C kJ/kgK	Wärme- leitfähigkeit λ 10 ⁻³	Verdampfungs- enthalpie Δh kJ/kg
10	0,012	999	4,19	582	2477
20	0,023	998	4,18	600	2453
30	0,042	995	4,17	615	2430
40	0,073	992	4,17	625	2406
50	0,123	988	4,18	640	2382
60	0,199	983	4,18	651	2358
70	0,311	977	4,19	659	2333
80	0,473	971	4,19	667	2308
90	0,701	965	4,21	673	2283
100	1,013	958	4,21	677	2257

Quelle: VDI Wärmeatlas 5. Auflage 1988
VDI Verlag Düsseldorf

Thermodynamik					
physikalische Größe	Symbol	Einheit		Beziehungen	Bemerkungen
Temperatur	T	Kelvin °C	K	$(T / K) - 273,15$	für Temperaturdifferenzen ist K zu verwenden
Wärme	Q	Joule	J	$1J = 1N \cdot m$ $= 1kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$	Thermische Energie, welche über eine Systemgrenze transportiert wird
spez. Wärmekapazität	c , cp , cv	Joule je Kilogramm und Kelvin	J / (kg * K)		gibt an, wie viel thermische Energie ein Körper speichern kann

Quelle: Tafelwerk Volk und Wissen Berlin 1983

Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen

Ermittlung von Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen	
Nennweite	Durchfluss (*)
	<u>m³/h</u> m/s
15	1,0
20	1,5
25	2,5
32	4,0
40	5,5
50	9,0
65	14,0
80	19,5
100	33
125	50
150	72
200	125 (▼)
250	195
300	275
350	330
400	435
500	670

(*) Bei einer Strömungsgeschwindigkeit von einem Meter pro Sekunde
(▼) Durch eine Rohrleitung DN200 können bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 1m/s 125 m³/h Dampf strömen.

Wärmedehnung von Rohrleitungen aus St und St35

Temperatur °C	Rohrlänge in m									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
50	2	4	5	7	8	10	11	13	15	17
75	3	6	10	12	16	17	21	25	28	29
100	4	9	14	18	23	25	32	36	40	45
125	5	13	17	25	32	35	41	49	55	62
150	7	15	23	30	37	45	54	61	68	75
175	9	18	28	37	46	55	64	74	83	92
200	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110
225	13	25	38	50	63	75	88	100	113	125
250	14	29	43	58	72	86	101	115	130	144
275	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
300	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180
325	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
350	22	44	66	88	110	132	154	176	198	220
375	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
400	26	52	78	104	130	156	182	208	234	260

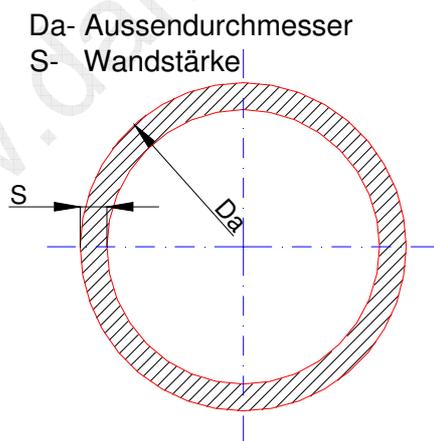
Längenänderung in mm / Cirka-Werte genügen aber, um die Wärmedehnung zu überprüfen
Quelle: Mitschriften Studium Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg / Werkstoffkunde Matrikel 87

Abmaße und Gewichte von Rohrleitungen

Nahtlose Stahlrohr nach DIN 2448

DN	Zoll	Da	S	Querschnitt	Inhalt	Oberfläche	Gewicht	Gewicht Rohr+Wasser
				innen in cm ²	in l/m	außen in m ² /m	in kg/m	in kg/m
DN15	1/2"	21,3	2,0	2,36	0,23	0,069	0,96	1,2
DN20	3/4"	26,9	2,3	3,95	0,39	0,083	1,4	1,8
DN25	1"	33,7	2,6	6,37	0,64	0,105	2,0	2,7
DN32	1 1/4"	42,4	2,6	10,9	1,09	0,13	2,6	3,7
DN40	1 1/2"	48,3	2,6	14,6	1,45	0,15	2,9	4,4
DN50	2"	60,3	2,9	23,3	2,30	0,20	4,2	6,5
DN65	2 1/2"	76,1	2,9	38,8	3,90	0,23	5,3	9,2
DN80	3"	88,9	3,2	53,6	5,40	0,30	6,8	12
DN100	4"	114,3	3,6	90	9,00	0,37	9,9	19
DN125	5"	139,7	4,0	136	13,60	0,45	13,6	27
DN150	6"	168,3	4,5	199	20	0,54	18	38
DN200	8"	219,1	5,9	338	34	0,70	31	65
DN250	10"	273	6,3	532	53	0,90	42	95
DN300	12"	323,9	7,1	753	75	1,00	55	130
DN350	14"	355,6	8,0	906	90	1,20	68	159
DN400	16"	406,4	8,8	1188	118	1,30	86	205
DN500	20"	508,0	11,0	1855	185	1,60	135	320
DN600	24"	610,0	12,5	2800	268	1,90	184	453

S- Normalwanddicke

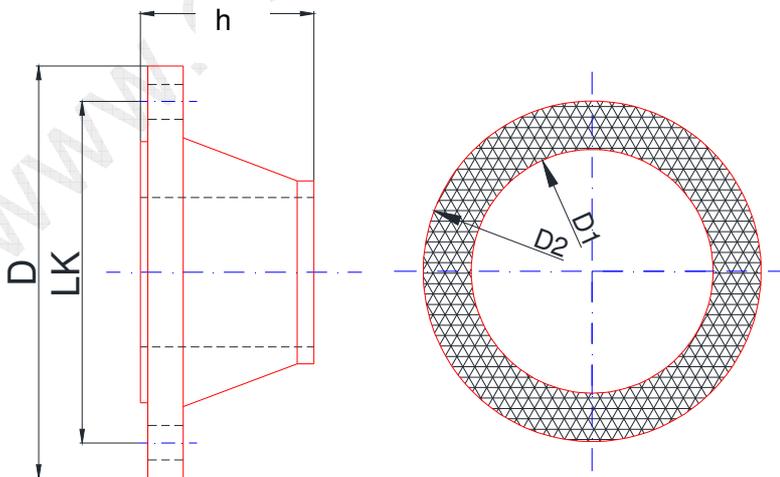


Hauptabmaße Vorschweißflansche PN10/16 nach DIN 2632 und DIN2633

DN	D	b	Lk	h	Schrauben		Flachdichtungen nach DIN 2690	
					Anzahl	Größe	PN10	PN16
							D1 / D2	
DN10	90	14	60	35	4	M12	18 / 45	18 / 45
DN15	95	14	65	35	4	M12	22 / 50	22 / 50
DN20	105	16	75	38	4	M12	28 / 60	28 / 60
DN25	115	16	85	38	4	M12	35 / 70	35 / 70
DN32	140	16	100	40	4	M16	43 / 82	43 / 82
DN40	150	16	110	42	4	M16	49 / 92	49 / 92
DN50	165	18	125	45	4	M16	61 / 107	61 / 107
DN65	185	18	145	45	4	M16	75 / 127	75 / 127
DN80	200	20	160	50	8	M16	85 / 142	85 / 142
DN100	220	20	180	52	8	M16	115 / 162	115 / 162
DN125	250	22	210	55	8	M16	141 / 192	141 / 192
DN150	285	22	240	55	8	M20	169 / 218	169 / 218
DN200	340	24	295	62	12	M20	220 / 273	220 / 273
DN250	405	26	355	70	12	M24	274 / 328	274 / 330
DN300	460	28	410	78	12	M24	325 / 378	325 / 385
DN350	520	30	470	82	16	M24	368 / 438	368 / 445
DN400	580	32	525	85	16	M27	420 / 490	420 / 497
DN500	715	34	650	90	20	M30	520 / 595	520 / 618
DN600	840	36	770	95	20	M33		
DN700	910	36	840	100	24	M33		
DN800	1025	38	950	105	24	M36		
DN900	1125	40	1050	110	28	M36		
DN100	1255	42	1170	120	28	M39		

Vorschweißflansch

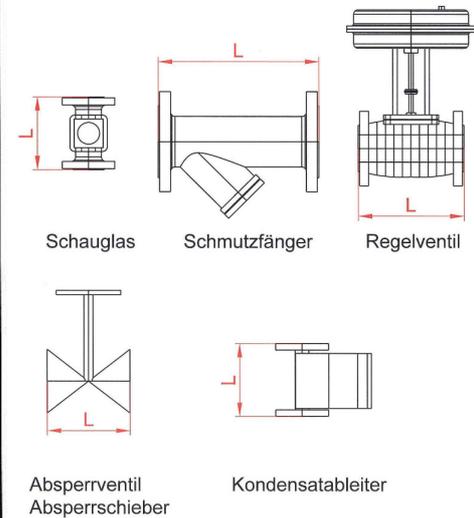
Flachdichtung



Baulängen von Armaturen

Armaturen	Baulängen in mm								
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100
Regelventil PN10/40	130	150	160	180	200	230	290	310	350
Absperrventil PN16/25	130	150	160	180	200	230	290	310	350
Zeta-Wert Ca.-Werte	3,5	3	4	4	4	4	4	4	4
Absperrschieber PN10/16					240	250	270	280	300
					0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Absperrschieber PN25					240	250	270	280	300
					0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Schmutzfänger PN16	130	150	160	180	200	230	290	310	350
Schmutzfänger DN25	130	150	160	180	200	230	290	310	350
Zeta-Wert Ca.-Werte (Einfachsieb)	3,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,0	4,0
Zeta-Wert Ca.-Werte (Doppelsieb)	5	3,5	4	4	4	4	5	5	6
Kondensatableiter	150	150	160		230	230	290	310	350
Schauglas PN10/PN40	130	150	160	180	200	230	290	310	350

Armaturen	Baulängen in mm					
	DN125	DN150	DN200	DN250	DN300	DN350
Regelventil PN10/40	400	480	600	730		
Absperrventil PN16/25	400	480	600	730	850	980
Zeta-Wert Ca.-Werte	4,5	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5
Absperrschieber PN10/16	325	350	400	450	500	550
	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Absperrschieber PN25	325	350	400	450	500	550
	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Schmutzfänger PN16	400	480	600	730	850	980
Schmutzfänger DN25	400	480	600	730	850	980
Zeta-Wert Ca.-Werte (Einfachsieb)	5,5	5,5	6,5	4,5	5,0	8,5
Zeta-Wert Ca.-Werte (Doppelsieb)	8	8	10	7	8	12
Schauglas PN10/PN40	400	480	600	730	850	980



Zeta-Werte sind Druckverlustwerte. Diese können je nach Lieferant und Ausführung unterschiedlich sein.
 Zeta-Werte aus: -Taschenbuch für Hydraulik im industriellen Betrieb, Francksche Verlagshandlung Stuttgart
 - Auslegung von Kreiselpumpen KSB, 4. überarbeitete Auflage 1999

Angaben zu Kondensatmengen, welche in einer Dampfleitung entstehen können. Die Dampfleitung ist in Betrieb und wird vollständig durchströmt. Mit den Kondensatmengen lassen sich Kondensatableiter auslegen. Es wurden nicht zu allen Nennweiten die Kondensatmengen errechnet. Beim Betrachten der Tabellen bekommt man aber ein Gefühl, wie groß die Kondensatmenge z.B. bei einer Nennweite DN350 sein müsste. Die Kondensatmengen beim Anfahren der Dampfleitung (aus kaltem Zustand) sind aber deutlich höher! (Rohr ST35.8 / Normalwandstärke)

Kondensatanfall in Rohrleitungen

Umgebungstemperatur 25°C
 Dampfdruck: 2bar
 Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)
 Windgeschwindigkeit: 10m/s

Rohrnenweite	Rohrlänge in (m)		
	50	100	150
DN65	3	5	6
DN100	3	5	8
DN150	4	7	10
DN200	4	9	13
DN300	6	11	17
DN400	7	14	21
DN450	7	15	22
Kondensatanfall in kg/h			

Umgebungstemperatur 25°C
 Dampfdruck: 5bar
 Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)
 Windgeschwindigkeit: 10m/s

Rohrnenweite	Rohrlänge in (m)		
	50	100	150
DN65	3	5	8
DN100	4	7	10
DN150	5	9	13
DN200	5	10	16
DN300	7	14	22
DN400	9	17	26
DN450	10	20	28
Kondensatanfall in kg/h			

Umgebungstemperatur 25°C
 Dampfdruck: 10bar
 Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)
 Windgeschwindigkeit: 10m/s

Rohrnenweite	Rohrlänge in (m)		
	50	100	150
DN65	4	7	10
DN100	5	9	13
DN150	6	11	17
DN200	7	14	20
DN300	10	18	28
DN400	11	22	33
DN450	12	25	37
Kondensatanfall in kg/h			

Umgebungstemperatur -10°C
 Dampfdruck: 2bar
 Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)
 Windgeschwindigkeit: 10m/s

Rohrnenweite	Rohrlänge in (m)		
	50	100	150
DN65	3	5	8
DN100	3	7	10
DN150	4	8	13
DN200	5	10	15
DN300	7	14	20
DN400	8	16	25
DN450	9	18	28
Kondensatanfall in kg/h			

Umgebungstemperatur -10°C
 Dampfdruck: 5bar
 Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)
 Windgeschwindigkeit: 10m/s

Rohrnenweite	Rohrlänge in (m)		
	50	100	150
DN65	3	6	10
DN100	4	8	12
DN150	5	10	16
DN200	7	13	20
DN300	9	18	26
DN400	10	20	31
DN450	12	22	35
Kondensatanfall in kg/h			

Umgebungstemperatur -10°C
 Dampfdruck: 10bar
 Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)
 Windgeschwindigkeit: 10m/s

Rohrnenweite	Rohrlänge in (m)		
	50	100	150
DN65	4	8	12
DN100	5	11	15
DN150	7	13	20
DN200	8	16	24
DN300	11	22	32
DN400	13	26	39
DN450	14	28	43
Kondensatanfall in kg/h			

(eigene Berechnungen des Verfassers)

Verwendete Quellen / Literaturverzeichnis:

Tabellen zu Stoffwerten von Wasser und Dampf gekennzeichnet mit (Q1)

- VDI Wärmeatlas 5. Auflage 1988 / VDI-Verlag GmbH Düsseldorf 1988

Formeln und anderes gekennzeichnet mit (Q2)

- Mitschriften aus Seminaren Studium Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät Thermischer Maschinenbau 1987-1990