

SORTEN VON DAMPF / DAMPF UND DRUCK / VAKUUM

In diesem Kapitel werden kurz einige wichtige Begriffe definiert. Ebenso wird das Beheizen von Anlagen mit Dampf im Vakuumbereich beschrieben.

Im Sprachgebrauch hört man die Begriffe nassen Dampf, feuchten Dampf, frischen Dampf oder heißen Dampf. Da kommt dann auch noch die „Nachverdampfung“, und weil der Chef öfter Dampf ablässt, gibt es noch den „AB-Dampf“. Die Begriffe sind in der jeweiligen Situation alle richtig.

Hier nun kurz zu drei Dampf-Sorten, welche in den folgenden Kapiteln öfter verwendet werden.

Sattdampf:

Wird Wasser erwärmt, entsteht Wasserdampf. Im Weiteren werden wir diesen Wasserdampf auch Sattdampf nennen. Es besteht eine Abhängigkeit zwischen Druck und Temperatur. Kennt man die Temperatur, kann man den Druck in einem Nachschlagewerk nachsehen und kennt man den Druck, so ist auch die Temperatur bekannt. *(siehe Tabelle unten oder im Anhang)*

Mit diesem Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur hat sich unter anderem ein Wissenschaftler namens Mollier beschäftigt. In einem recht kompliziert aussehenden Diagramm wurde diese Abhängigkeit mittels Linien dargestellt. Man nennt dieses Diagramm auch Mollier- Diagramm. Der Laie benutzt aber besser die sogenannte Wasserdampf tafel. In der Wasserdampf tafel sind eine Vielzahl von Zuständen von Dampf entsprechend des Druckes und der Temperatur aufgeführt. Wir wollen hier nicht weiter auf die physikalischen Besonderheiten eingehen. Für die weiteren Betrachtungen genügt es, wenn bekannt ist, dass es diesen Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur bei Sattdampf gibt.

Im Sattdampf befinden sich immer noch Wassertröpfchen. Es ist also noch ein bestimmter Prozentsatz von Feuchtigkeit vorhanden. Der Prozentsatz der beinhalteten Feuchtigkeit ist ein Unterscheidungskriterium zu einer anderen Dampfsorte dem Heißdampf.

Abschrift aus VDI-Wärmeatlas (Q1):

Druck [bar]		Temperatur [°C]	Wärmeinhalt [kJ/kg]		Volumen [m ³ /kg]	Dichte [kg/m ³]
Überdruck	absoluter Druck	Sattdampf	Wasser	Dampf	Dampf	Dampf
	0,5	82	341	2646	3,25	0,30
0,0	1,0	100	418	2675	1,70	0,59
0,3	1,3	107	450	2687	1,30	0,75
0,5	1,5	111	467	2694	1,16	0,86
0,8	1,8	117	491	2702	0,98	1,02
1,0	2,0	120	505	2707	0,88	1,13
1,5	2,5	128	535	2715	0,72	1,40
2,0	3,0	134	562	2725	0,60	1,65
2,5	3,5	139	584	2733	0,52	2,00
3,0	4,0	144	605	2740	0,46	2,20
3,5	4,5	148	623	2744	0,42	2,50
4,0	5,0	152	640	2747	0,38	2,70

Heißdampf (oder überhitzter Dampf):

Wird Sattedampf weiter erhitzt, nimmt die Feuchtigkeit weiter ab. Die noch vorhandenen Wassertröpfchen werden kleiner und gehen auch in die Dampfphase über.

Bei Temperaturen ab 10-20°C über Sattedampftemperatur spricht man schon von einer Überhitzung. Dampf mit einer Temperatur von 5°C bis 10°C über Sattedampftemperatur ist bei technischen Anwendungen üblich.

Auf Grund des schlechteren Wärmeübergangs ist Heißdampf das bessere Medium für den Wärmetransport z.B. Dampfströmungen in langen Rohrleitungen.

Auf Grund des guten Wärmeübergangs ist Sattedampf das bessere Medium zur Wärmeübertragung. Für das Beheizen von Wärmetauscher sollte immer nur Sattedampf verwendet werden.

(weitere Informationen zu überhitztem Dampf siehe Kapitel Dampfkühlung)

Nachverdampfung oder auch Entspannungsdampf:

Dieser Dampf entsteht aus Kondensat hinter Druckreduzierungen.

(dazu mehr im Kapitel Nachverdampfung)

Diese Dampfmenge wird auch oft als Brühdampf bezeichnet.

Merke:

Der Zustand von Dampf wird von drei Größen bestimmt. Vom

Dampfdruck, unter dem der Dampf steht, von der

Temperatur des Dampfes, und das

Volumen des Dampfes, welches abhängig ist vom Druck und von der Temperatur.

Der Dampfdruck und die Temperatur lassen sich relativ einfach messen. Das Dampfvolument kann man in einem entsprechenden Nachschlagewerk nachsehen. *(siehe Anhang)*

Und was ist noch bei einer Dampf- und Kondensatanlage wichtig?

Das Kondensat:

Kühlt Sattedampf oder Heißdampf ab, entsteht Kondensat. Man sagt auch: „der Dampf kondensiert“. Kondensat hat ähnliche Eigenschaften wie heißes Wasser.

Kondensat ist nicht das Abfallprodukt des Dampfes. Je nach Temperatur kann Kondensat genauso zum Beheizen verwendet werden wie der Dampf.

Dampf strömt schon bei geringen Druckdifferenzen von allein. Zum Fördern von Kondensat wird aber eine Kondensatpumpe benötigt. *(siehe Kapitel Kondensatpumpen)*

V^ˆ oder V^{ˆˆ}:

In den weiteren Kapiteln kann man z.B. das spezifische Volumen mit einem ($V^{\hat{}}$) oder zwei Strichen ($V^{\hat{\hat{}}}$) lesen. Dies ist keine Schreibschwäche vom Verfasser, sondern die Kennzeichnung des Zustandes. D.h. bei einem Strich ($\hat{}$) ist der Zustand von siedendem Wasser gemeint. Bei zwei Strichen ($\hat{\hat{}}$) wird der Zustand Sattedampf beschrieben. Dies ist nur eine vereinfachende Kennzeichnung.

Der Druck:

Der Druck ist eine physikalische Größe, welche einen Zustand von Flüssigkeiten, Gasen und Dämpfen kennzeichnet. Wir wollen uns auf das Medium Kondensat und Dampf beschränken.

Im Folgenden wird über Druck mit der Einheit „barü“ und „barabs“ (bara) berichtet.

Die modernere Einheit ist Pascal (Pa).

Überdruck

barü – Überdruck: Druck, der relativ zum Luftdruck gemessen wird (z.B. am Manometer)

Der Wert kann im Sprachgebrauch auch negativ sein. Man spricht dann von einem Unterdruck. Negative Werte sind aber wirklich nur für den Sprachgebrauch zu verwenden, weil Angaben zu Drücken mit negativen Vorzeichen nirgends zu finden sind.

Was ist aber bei Vakuum, wenn noch weniger als gar kein Druck gemessen wird?

Da hilft die Anwendung des Absolutdruckes.

Absolutdruck:

barabs (bara) - Absolutdruck

Auch die Angaben zum Absolutdruck werden nicht mit einem negativen Vorzeichen versehen.

Drücke

barü	barabs	Sprachgebrauch
	0,5	5m Vakuum
	0,6	4m Vakuum
	0,7	3m Vakuum
	0,8	2m Vakuum
	0,9	1m Vakuum
0,0	1,0	
1,0	2,0	
2,0	3,0	

Abschrift aus VDI-Wärmeatlas (Q1)

Wer lieber mit Angaben in „barabs“ oder „Pa“ rechnet, soll dies tun. Im Folgenden werden Drücke meist mit der Einheit barü angegeben.

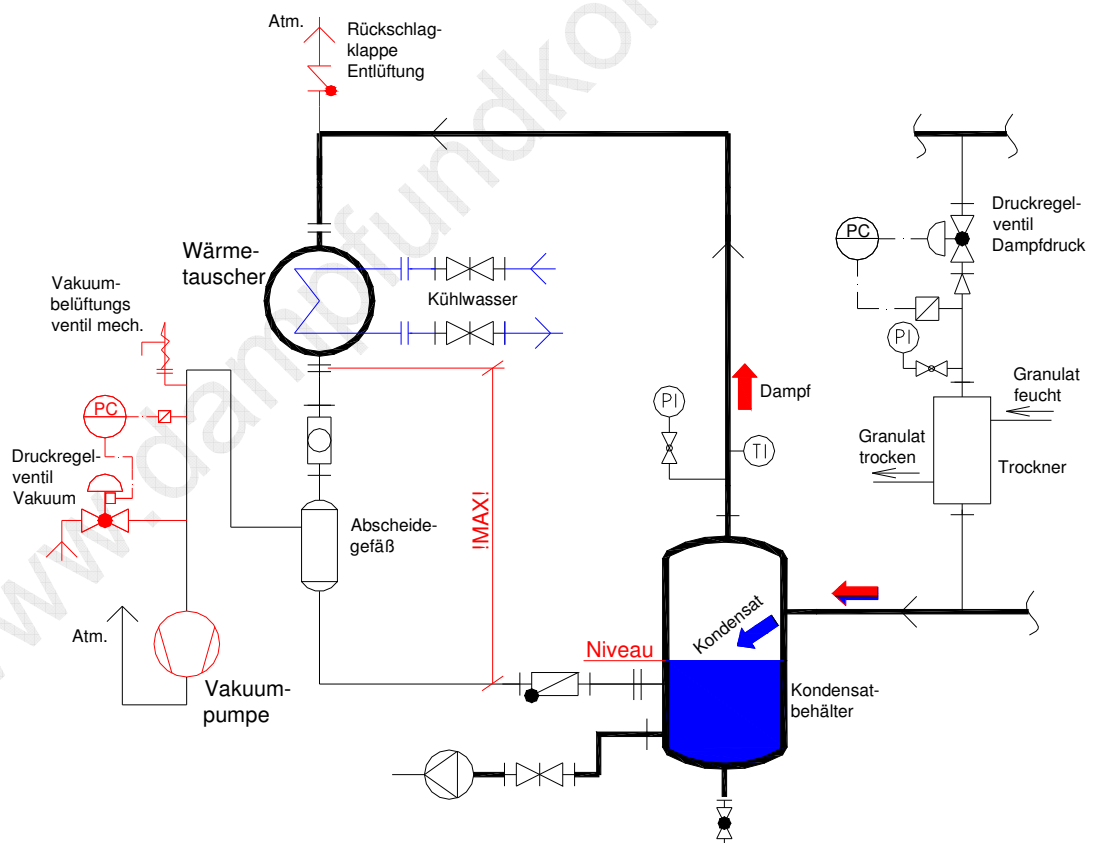
In Tabellen sind oft der Überdruck und der Absolutdruck gemeinsam aufgeführt.

Vakuum in Dampf- und Kondensatsystemen

Der Betrieb von Anlagen im sogenannten Vakuumbereich ist technisch ohne Probleme dauerhaft möglich. Dies kommt zur Anwendung, wenn Anlagen und Geräte mit Dampf mit einer Temperatur unter 100°C beheizt werden sollen. In der Papierindustrie werden die ersten Trockenzylinder mancher Papiermaschinen z.B. mit Dampf mit einem Druck von 0,5 barabs / 80°C beheizt. (5m Vakuum)

Beheizen von Anlagen mit Dampf mit einer Temperatur unter 100°C.

Auf Grund der Volumenvergrößerung des Dampfes entsteht ein Druck innerhalb eines geschlossenen Behälters, oder einer gegen die Atmosphäre geschlossenen Dampf- und Kondensatanlage. Wird dieses Volumen wieder verkleinert entsteht Vakuum. Nun lässt sich das Volumen des Dampfes am einfachsten durch Kondensation verkleinern.



In einem Wärmetauscher wird Dampf unter Erzeugung von warmem Wasser kondensiert. D.h. aus z.B. 2 t/h Dampf entstehen 2 t/h Kondensat. Der Wärmetauscher alleine erzeugt so ein Vakuum von ca. 0.9 barabs bis 0.8 barabs. (1-2m Vakuum). Dies entspricht einer Dampftemperatur von ca. 95 °C. Soll die erforderliche Temperatur und somit auch der Druck

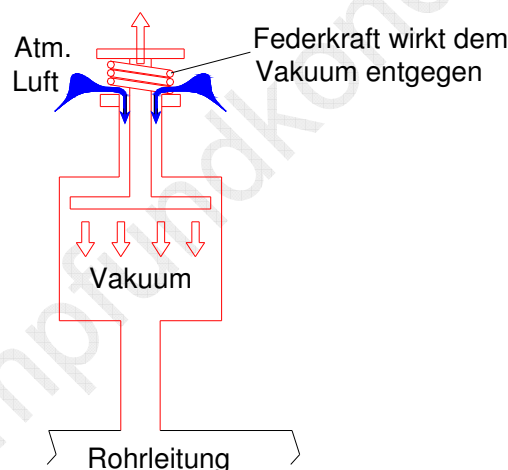
zur Beheizung noch niedriger liegen, so müsste man eine zusätzliche Vakuumpumpe installieren. Je nach Leistung der Vakuumpumpe können niedrigere Drücke erreicht werden.

Wichtig ist aber, dass über die Vakuumpumpe kein Dampf oder Kondensat abgesaugt wird. Zum einen will man den Dampf nicht im Gebäude haben. Zum anderen kann dies zu Schäden an der Vakuumpumpe führen. Damit kein Dampf zur Vakuumpumpe strömt, ist vor der Vakuumpumpe ein Wärmetauscher installiert. Dort kondensiert der Dampf und es kann Wasser erwärmt werden. Das Kondensat fließt anschließend in den Kondensatbehälter und wird dort abgepumpt.

Mit Hilfe eines Druckregelventils oder eines Vakuumbelüftungsventils kann ein gewünschter Sollwert eingestellt werden. Sinkt der Druck unter den Sollwert öffnet das Regelventil bzw. das mechanische Vakuumbelüftungsventil und Luft wird „ingeschnüffelt“. (*Sollwert, Regelventil siehe auch Kapitel zu Regelventilen*)

Achtung, nicht jeder Wärmetauscher oder angeschlossenes Gerät bzw. Behälter ist vakuumfest! Dies sollte vorher geprüft werden, da sich ansonsten ein Gerät oder auch ein Wärmetauscher sehr schnell verformen könnte.

Funktionsweise Vakuumbelüftungsventil



Wichtig ist auch, dass der Wärmetauscher zur Kondensation des Dampfes so hoch wie möglich über dem Kondensatbehälter montiert wird. Ist ein Druck von 0.5 barabs (5m Vakuum) gewünscht, so sollte der Wärmetauscher mindestens 6 Meter über dem Kondensatbehälter hängen. Dies ist eigentlich ganz logisch, da das entstehende Kondensat auch bei 5m Vakuum komplett aus dem Wärmetauscher ablaufen soll. Ansonsten kommt es zur Verringerung von Wärmetauscherfläche und zu Dampfschlägen. (*siehe auch Kapitel zu Wärmetauscher*)