

## KONDENSATABLEITER

### 1.1 Kondensat in Dampfleitungen

In Rohrleitungen, durch welche Dampf strömt, bildet sich Kondensat auf Grund der Abkühlung des Dampfes durch Wärmeverlust. Entscheidend für die Menge des Kondensates sind die Rohrleitungslänge, die Rohrisolation und die Überhitzung des Dampfes. Das Kondensat muss aus der Dampfleitung abgeführt werden. Bei Strömungsgeschwindigkeiten in der Dampfleitung von 20-30 m/s führen auch kleine Mengen von Kondensat zu Materialschädigungen auf Grund von Erosion. Ab Strömungsgeschwindigkeiten über 3 m/s wirkt Kondensat zerstörend. Das Rohr wird innen ausgewaschen und die Wandstärke verringert sich. In kurzer Zeit können Leckagen auf Grund von Auswaschungen auftreten. (siehe auch Kapitel Nachverdampfung).

Die weitaus größeren Probleme sind aber die Dampfschläge in Dampfleitungen.

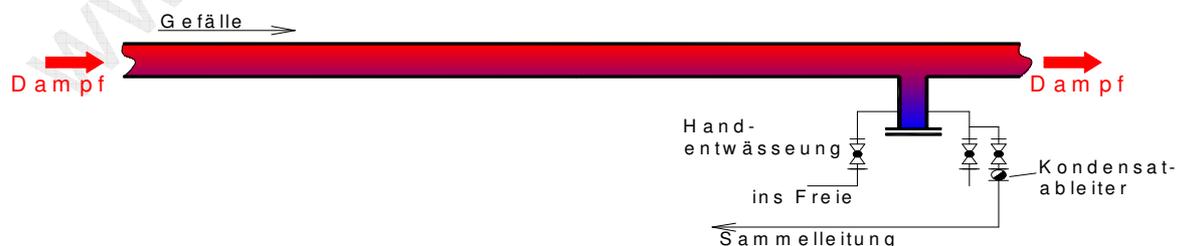
Kondensat sammelt sich in der Rohrleitung und kühlt ab. Darüber strömt Dampf, der viel heißer ist. Die Dampfblasen kondensieren schlagartig. Auf Grund der plötzlichen Volumenänderung kommt es zu lautstarken Geräuschen und Druckstößen in der Rohrleitung. Solche Dampfschläge führen dann zu Bewegungen der Rohrleitungen bzw. können zu Schäden an Geräten wie Wärmetauschern oder Armaturen führen.

Kondensatableiter sollen diese Ansammlung von Kondensat verhindern. An der richtigen Stelle der Rohrleitung montiert, leiten Sie auch große Mengen an Kondensat ab.

### 1.2 Kondensatanfall in Rohrleitungen

Ist die Rohrleitung kurz und isoliert und strömt kontinuierlich Dampf durch die Rohrleitung, so fällt fast kein Kondensat an. Ist die Rohrleitung sehr lang und in Teilen nicht isoliert, so wird die anfallende Kondensatmenge auf Grund des Wärmeverlustes schon größer.

In langen Rohrleitungen sollten deshalb auch mehrere Kondensatableiter zum Einsatz kommen, die an den tiefsten Stellen der Rohrleitung montiert sind. Lange Dampfleitungen werden immer mit Gefälle verlegt, damit das anfallende Kondensat zügig ablaufen kann.



Problematisch ist das Wiederinbetriebnehmen einer Dampfleitung, nachdem die Rohrleitung abgekühlt ist. Bis die Rohrleitung wieder annähernd auf die Temperatur des Dampfes aufgeheizt ist, solange fallen sehr große Mengen Kondensat mit Rostpartikeln an. Eine Handentwässerung am tiefsten Punkt der Rohrleitung ist bei langen Rohrleitungen mit größerem Durchmesser dann sicherlich sinnvoll.

Tabelle unten: 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**

**Umgebungstemperatur 25°C**

**Dampfdruck: 5bar**

**Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)**

**Windgeschwindigkeit: 10m/s**

**Umgebungstemperatur 25°C**

**Dampfdruck: 10bar**

**Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)**

**Windgeschwindigkeit: 10m/s**

Rohrnenntweite	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			

Rohrnenntweite	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			

Rohrnenntweite	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**

**Umgebungstemperatur -10°C**

**Dampfdruck: 5bar**

**Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)**

**Windgeschwindigkeit: 10m/s**

**Umgebungstemperatur -10°C**

**Dampfdruck: 10bar**

**Isolationsstärke: 100mm (Steinwolle)**

**Windgeschwindigkeit: 10m/s**

Rohrnenntweite	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			

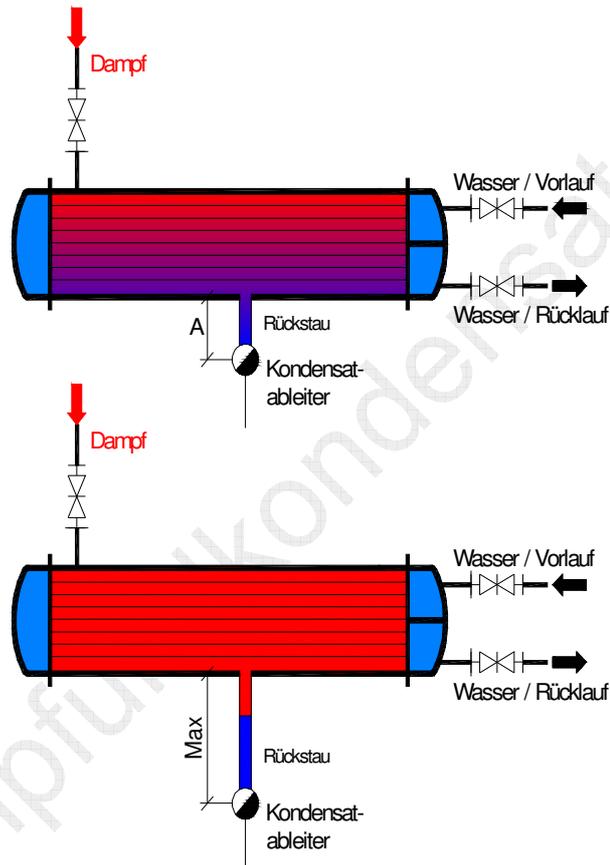
Rohrnenntweite	Rohrlänge in (m)		
	50	100	150
DN65	3	6	10
DN100	4	8	12
DN150	5	10	16
DN200	7	13	20
DN300	9	18	26
DN400	10	20	31
DN450	12	22	35
Kondensatanfall in kg/h			

Rohrnenntweite	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			

### 1.3 Kondensat in Wärmetauschern

Kondensat in dampfbeheizten Wärmetauschern führt zu einer Verringerung der Wärmetauscherfläche (siehe auch Kapitel zu Wärmetauscher). Dadurch verliert der Wärmetauscher an Effektivität.

In Wärmetauschern kann es auf Grund der Kondensation des Dampfes zu einer geringen Vakuumbildung kommen. D.h., im Wärmetauscher entsteht ein Unterdruck, welches das Kondensat am Abfließen hindert. Es kommt zu einem Rückstau des Kondensats.



Befindet sich der Kondensatableiter in einem Abstand von ca. 2 m unter dem Wärmetauscher, so ist der Rückstau auch noch vorhanden. Der Rückstau ist dann aber in der Rohrleitung über dem Kondensatableiter. Die Wärmetauscherfläche bleibt frei.

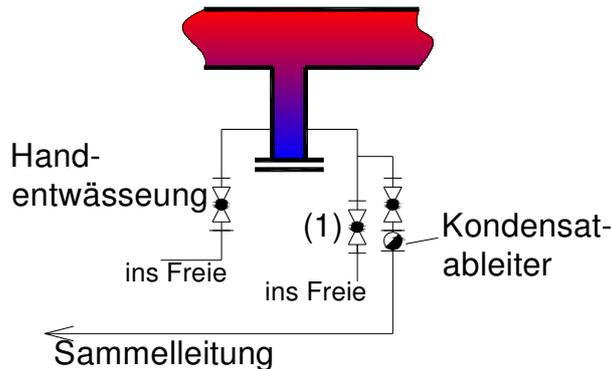
Kondensat in Wärmetauschern führt auch zu Schäden auf Grund von Dampfschlägen. Auch deshalb sollte der Kondensatableiter immer möglichst weit vom Wärmetauscher entfernt montiert werden.

### 1.4 Typen Kondensatableiter

Es gibt verschiedene Typen von Kondensatableitern. Der Schwimmer-Kondensatableiter und der Bimetall-Kondensatableiter sind wohl die bekanntesten.



Problematisch für alle Kondensatableiter sind Rostpartikel aus der Rohrleitung. Deshalb siehe Skizze unten.



Über eine Handentwässerung wird bei Wiederinbetriebnahme die „Rostbrühe“ abgelassen. Danach übernimmt dann der Kondensatableiter die Entwässerung. Dieser ist so angeordnet, dass Rostpartikel nicht so einfach zum Kondensatableiter gelangen und sich eher über dem Handabsperrentil (1) ablagern.

### 1.5 Auslegung eines Kondensatableiters

In den Katalogen der Hersteller sind ausführliche Beschreibungen zu jedem Kondensatableiter zu finden.

Der Druck in der Rohrleitung oder dem Wärmetauscher, die anfallende Kondensatmenge, sowie der Druck hinter dem Kondensatableiter sind für Auslegung wichtig.

#### ► **BEISPIEL:**

Ein Wärmetauscher soll mit 5,5 t Dampf pro Stunde beheizt werden.

#### Techn. Daten:

Verbrauch: 5,5 t/h  
Dampfdruck: 7,5 barü  
Druck hinter dem Kondensatableiter: 1 barü

*(Der Wärmetauscher entwässert in eine Rohrleitung. Die Rohrleitung ist an einen Behälter montiert. In dem Behälter herrscht ein Druck von 1barü.)*

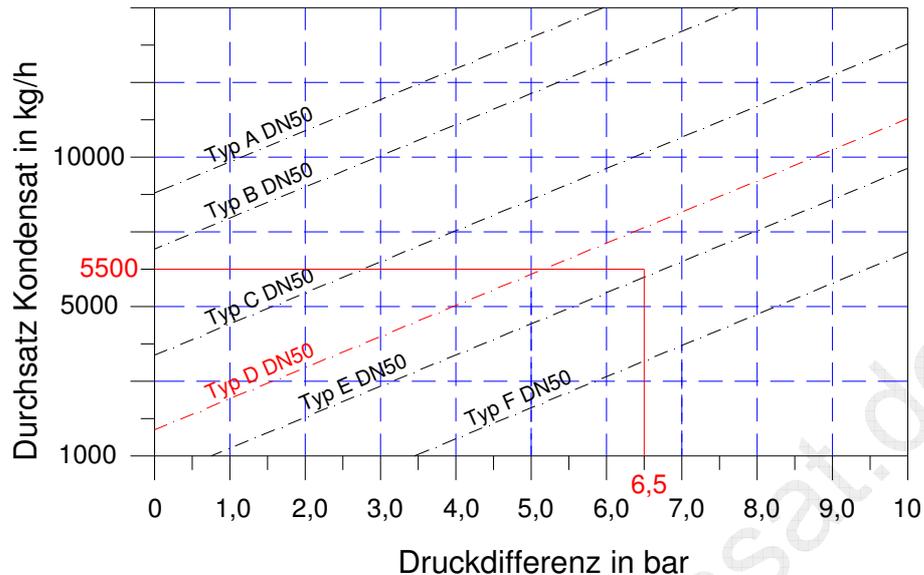
#### Berechnung:

Ermittlung des Differenzdruckes:  $7,5 \text{ barü} - 1 \text{ barü} = 6,5 \text{ barü}$   
Ermittlung der Kondensatmenge: 5,5 t/h

Ergebnis: Der Kondensatableiter muss 5,5 t/h Kondensat abführen können bei einem Differenzdruck von 6,5 barü.

#### Auswahl des Kondensatableiters mit Hilfe eines Diagramms aus Herstellerkatalog:

Ein Kondensatableiter vom Typ D müsste gewählt werden. *(Diagramm ausgedacht aber ähnlich)*



► **BEISPIEL:**

Durch eine 50 m lange, isolierte Rohrleitung mit der Nennweite DN200 strömen 45 t/h Dampf.

Es ist ein Kondensatableiter zu wählen, der den ständigen Kondensatanfall auf Grund von Kondensation durch Wärmeverluste in der Rohrleitung ableiten kann.

Techn. Daten:

Dampfmenge: 45 t/h  
Dampfdruck: 7,5 barü  
Dampf Temperatur: 190 °C  
Druck hinter dem Kondensatableiter: 1 barü

*(Der Wärmetauscher entwässert in eine Rohrleitung. Die Rohrleitung ist an einen Behälter montiert. In dem Behälter herrscht ein Druck von 1barü.)*

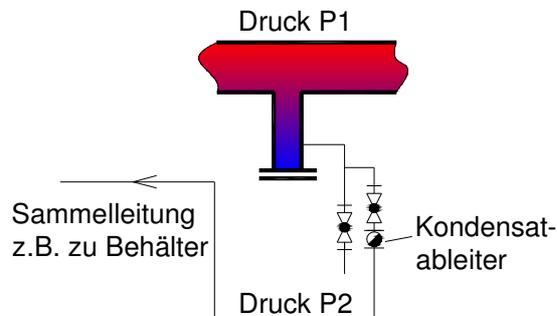
Der Dampf ist um ca. 20 °C überhitzt. Bei überhitztem Dampf sind die Wärmeverluste in Rohrleitungen gering.

Sicherlich gibt es Berechnungsprogramme vom Hersteller der Kondensatableiter, welche nun auf Grund der Stärke der Isolierung den Kondensatanfall in der Rohrleitung ermitteln könnten. Der normale Anwender kann den Kondensatanfall mit ca. 1 kg/h auch grob abschätzen. (das ist aber schon sehr viel)

Nimmt man das Diagramm des Herstellers, so wird gerätetechnisch kein großer (oder auch gar kein) Unterschied festgestellt zwischen 1 kg/h und 50 kg/h oder auch 100 kg/h Durchsatz an Kondensat.

## 1.6 Kondensatableiter und Nachverdampfung

Der Kondensatableiter kann nur richtig entwässern, wenn der Druck in der Dampfleitung höher ist als der Druck hinter dem Kondensatableiter. Generell ist es besser die Rohrleitung hinter dem Kondensatableiter nicht ansteigen zu lassen. Manchmal geht es aber nicht anders. Der Kondensatableiter entwässert aber trotzdem, wenn der Druck P1 höher ist als der Druck P2.



Steigt die Rohrleitung hinter dem Kondensatableiter um z.B. 2 Meter an, so sollte der Druck P1 mindestens 0,3 bar höher sein als der Druck P2.

Ein Kondensatableiter funktioniert demnach wie ein Absperrorgan. Er trennt den einen Raum mit hohem Druck vom anderen Raum mit niedrigem Druck. D.h. am Kondensatableiter erfolgt eine Druckreduzierung. Hinter jeder Druckreduzierung von Kondensat entsteht Nachverdampfung.

**Das wichtige Thema der Entstehung von Nachverdampfung und den damit eventuell auftretenden Problemen wird ausführlich im Kapitel zu Nachverdampfung behandelt.**

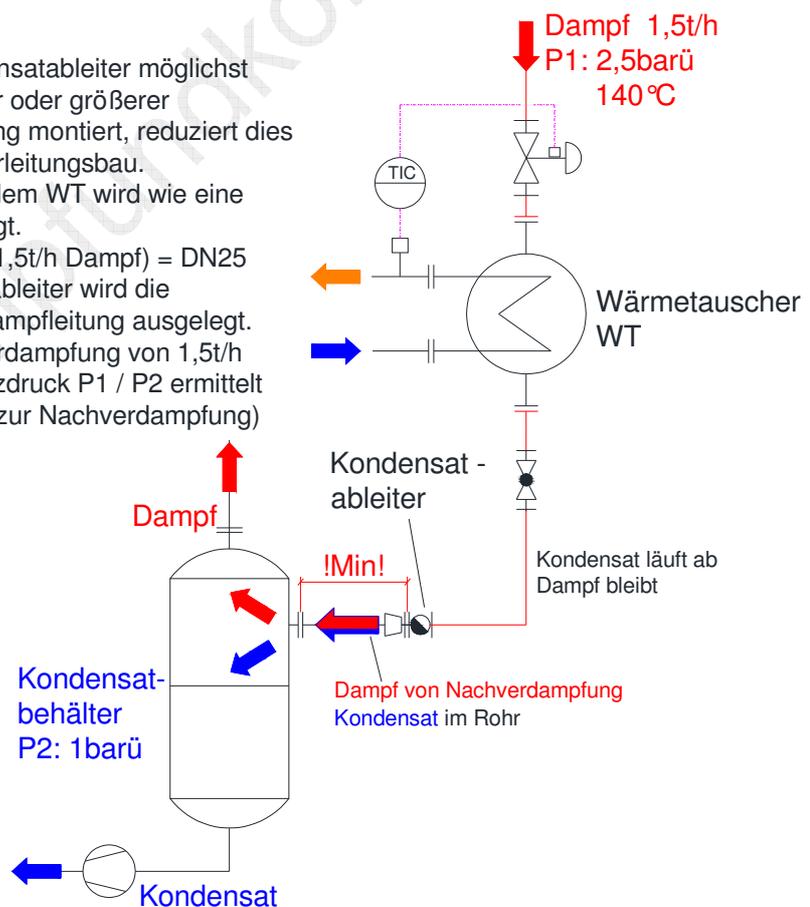
Wie die Nachverdampfung wieder im Prozess des Beheizens genutzt werden kann, ist im Kapitel zu Nachverdampfung und im Kapitel zu Verdichter beschrieben.

## 1.7 Allgemeine Hinweise zu Kondensatableiter

Wichtig für die Auslegung eines Kondensatableiters ist, unabhängig von der abzuführenden Kondensatmenge, der Druck vor und hinter dem Kondensatableiter. Der Druck hinter dem Kondensatableiter muss ähnlich wie bei einem Regelventil immer niedriger sein als vor dem Kondensatableiter. Logisch, ansonsten würde das Kondensat nicht abfließen. Wie im Kapitel zur Nachverdampfung beschrieben, entsteht bei jeder Druckreduzierung eine Nachverdampfung. Je niedriger der Druck hinter dem Kondensatableiter, desto größer ist die Nachverdampfung.

Eine große Nachverdampfung bedeutet aber auch eine hohe Strömungsgeschwindigkeit des Kondensates, wenn nicht die Rohrnenweite auch entsprechend vergrößert wird. Wie im Kapitel zur Nachverdampfung erklärt, ist eine Kondensatleitung mit Nachverdampfung nicht als Wasserleitung auszulegen, sondern als Dampfleitung (siehe Kapitel zu Nachverdampfung und Rohrleitung).

**Merke:** Wird der Kondensatableiter möglichst dicht an einem Behälter oder größerer Kondensatsammelleitung montiert, reduziert dies die Kosten für den Rohrleitungsbau. Die Rohrleitung hinter dem WT wird wie eine Wasserleitung ausgelegt. 1,5t/h Kondensat (weil 1,5t/h Dampf) = DN25 Hinter dem Kondensatableiter wird die Rohrleitung wie eine Dampfleitung ausgelegt. Dazu muss die Nachverdampfung von 1,5t/h Kondensat bei Differenzdruck  $P1 / P2$  ermittelt werden. (siehe Kapitel zur Nachverdampfung)



**Der Planer einer Anlage muss je nach Größe des Dampf- und Kondensatsystems nun wie folgt entscheiden:**

**Hat man** einen vereinsamten Kondensatableiter mit geringem Kondensatanfall irgendwo in der Anlage hängen und lohnt es sich dafür Rohrleitungen zu einem Behälter zu verlegen?

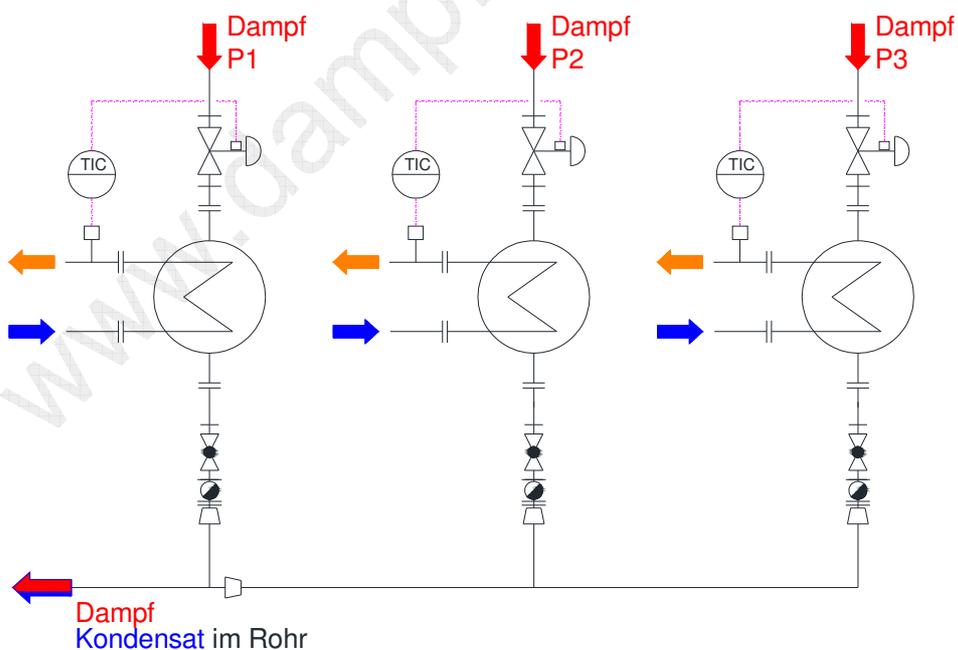
**Lassen sich** verschiedene Kondensatableiter in der Anlage zu Gruppen zusammenfassen, um so eventuell die Nachverdampfung noch zum Beheizen zu verwenden? (siehe hierzu auch Kapitel Kaskadensystem)

**Geht man** auf Nummer sicher und führt die Kondensatsammelleitung mehrerer Kondensatableiter an eine Stelle im Dampf- und Kondensatsystem an welcher der Druck **besonders niedrig** ist, um immer eine einwandfreie Entwässerung zu ermöglichen bzw. um einen kleineren und somit auch kostengünstigeren Kondensatableiter einzusetzen?

*Nachteil: Die Rohrleitung hinter dem Kondensatableiter muss größer ausgelegt werden, um die Nachverdampfung abzuführen. Ein weiterer Nachteil ist, dass die bei der Nachverdampfung entstehende Dampfmenge auf Grund des geringen Druckes nur noch schwierig oder gar nicht mehr im System der Beheizung verwendet werden kann. Wohin mit „Niedrigenergie“?*

**Oder ist man** mutiger und führt die Kondensatleitung an eine Stelle des Systems, an welcher der **Druck noch relativ hoch** ist und die Kondensatableiter trotzdem bei allen Betriebsbedingungen entwässern können.

*Vorteil: Die Nennweite der Rohrleitung kann kleiner ausfallen. Die Dampfmenge der Nachverdampfung kann eventuell noch zur Beheizung weiterer Verbraucher genutzt werden (siehe hierzu auch Kapitel Kaskadensystem und Verdichter).*



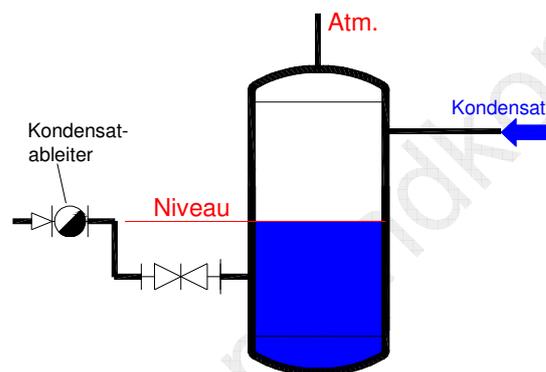
Was tun, guter Rat ist teuer.

Generell sollte das Kondensat nicht in das Freie abgeleitet werden. Es ist je nach Größe der Dampf- und Kondensatanlage kaufmännisch zu prüfen, ob entsprechende Umbauten technisch sinnvoll sind.

„Entwässern“ mehrere Verbraucher mit Hilfe von Kondensatableiter in eine Rohrleitung so ist bei der Auslegung dieses System von Rohrleitungen und Kondensatableiter als Ganzes zu betrachten. Zur Auslegung wird der ungünstigste Zustand angenommen. Der ungünstigste Zustand ist ein maximaler Beheizungsdruck und ein maximaler Dampfbedarf der Verbraucher. Daraus ergeben sich entsprechende Rohrleitungsdimensionen. Sind die Dimensionen zu klein, entwässern die Verbraucher nicht richtig und die Wärmetauscherfläche der Verbraucher reduziert sich dadurch.

### 1.8 Kondensatableiter als Niveauregelung am Behälter

An einem Behälter soll eine einfache Niveauregelung installiert werden. Auch dafür kann ein Kondensatableiter verwendet werden.



Der Kondensatableiter wird genau in der Höhe am Behälter montiert, auf welcher sich später das Niveau einstellen soll. Große Kondensatmengen können mit mehreren nebeneinander montierten Kondensatableitern abgeführt werden.

Die Auswahl des oder der Kondensatableiter erfolgt wieder mit Hilfe des Diagramms des Herstellers.

- Der Einsatz eines Kondensatableiters als Niveauregelung funktioniert aber nur bei Behältern, in welchen prozessbedingt kein Innendruck entsteht. D.h., nur bei Behältern die gegen die Atmosphäre offen sind!

Ansonsten ist diese Niveauregelung sehr zuverlässig und kostengünstig, weil ohne Aufwand an Mess- und Regeltechnik realisierbar.

### **1.9 Kondensatableiter als Entlüftung**

Der Kondensatableiter kann auch noch mehr. Die Rohrleitungen und Behälter usw. einer Dampf- und Kondensatanlage sind nach Betriebsstillständen z.B. nach Reparaturen mit Luft gefüllt. Kondensiert Dampf in Rohrleitungen und Behältern so entsteht auf Grund des sich verringerten Volumens ein Vakuum in den Anlagenteilen. Durch Öffnungen in der Anlage, wenn z.B. bei Instandhaltungsmaßnahmen Armaturen ausgetauscht werden, oder auch durch schadhafte Dichtungen, strömt Luft in die Anlage. Luft kondensiert nicht. Deshalb wird Luft auch als nicht kondensierbares Gas bezeichnet (*Entlüften, siehe auch Kapitel Entlüftung*). Strömt Luft in den Bimetall-Kondensatableiter, so ist diese Luft deutlich kühler als Kondensat und auch als der Dampf. Das Bimetall öffnet und die Luft kann ausströmen. Beim Schwimmer-Kondensatableiter erzeugt die Luft an der Kugel keinen Auftrieb. Deshalb wird im Schwimmerkondensatableiter noch ein zusätzliches Bimetall eingebaut, welche die Kugel offen hält. Erst wenn heißeres Kondensat oder Dampf einströmt, wird die Öffnung zum Entlüften verschlossen.