

## ENERGIEAUDIT

Der Chef wollte sich auf Grund der hohen Energiepreise endlich mal mit dem Dampf- und Kondensatsystem beschäftigen. Da er von Enthalpien und Energieerhaltungssätzen nicht so genaue Kenntnisse besitzt (bzw. nicht wusste, wo im Einzelnen die Anlagenteile überhaupt stehen), sollte ein externer Berater ran. Nach einer Woche intensiver Suche nach vermeintlich kaputten Kondensatableitern usw. liegt dann nach weiteren vier Wochen ein umfangreicher Bericht vor, in welchem sehr detailliert über jeden Meter unisoliertes Rohr berichtet wird...

Wie könnte eine einfache Überprüfung des Dampf- und Kondensatsystems ablaufen, welche der Betreiber ohne vermeintlich schwierige Berechnungen und ohne genaue Kenntnisse zu Enthalpien und Energieerhaltungssätzen selbst durchführen kann.

Wer sich die Kapitel dieser Homepage durchliest und versucht, das aufgeführte Wissen auch praktisch anzuwenden, kann eine Beurteilung einer Dampf- und Kondensatanlage selber durchführen. Vielleicht wird etwas mehr Zeit benötigt, um auch Erfahrungen zu sammeln. Ein externer Berater macht aber nichts anderes als im Folgenden aufgeführt. Es ist auch eine Form der Kosteneinsparung, eine Anlage selber zu betreiben, als bei jedem Problem externe Hilfe anzufordern.

Wer etwas über seine Dampf- und Kondensatanlage herausfinden will, muss zunächst erst einmal wissen und verstehen, welche Prozesse sich abspielen. Dazu sind theoretisches Wissen, Erfahrungen und ein Minimum an Messtechnik notwendig. Im Vergleich zu den Kosten vergeudeter Energie in Folge von Unkenntnis ist die Anschaffung z.B. einer Mengenummessung oder einer Druckmessung gering. Manchmal genügen einfache Mittel, um eine Mengenummessung auszuführen (*siehe Kapitel zu Mengenummessung*). Der kostengünstige Einsatz von Manometern und Thermometern und deren technisch sinnvollen Montage in der Anlage sind unbedingt erforderlich.

### Wärmetechnische Beurteilung einer Dampf- und Kondensatanlage

#### **Schritt 1: Bestandsaufnahme vor Ort**

- Aufnahme aller Anlagenteile, welche beheizt werden.
- Überprüfung des technischen Zustandes

Aufgelistet werden alle Verbraucher von der Großanlage bis zum kleinen Wärmetauscher. Dabei ist es auch egal, mit welchem Medium diese Anlagen und Geräte beheizt werden. Eventuell liegt auch ein verfahrenstechnisches Schema vor, in welchem alle Verbraucher aufgeführt sind. Ein einfaches, aber detailliertes Schema ist unbedingt erforderlich. Die richtigen Symbole im Schema zu verwenden, ist unwichtig. Wichtig sind die Vollständigkeit aller eingesetzter Geräte und Armaturen und die Vollständigkeit der Rohrleitungen. (*Eigentlich ist es auch nicht schwierig, mit einem Skizzenblock durch die Anlage zu laufen und sämtliche Rohrleitungen, Armaturen und Geräte aufzunehmen.*)

Diese umfassende Aufnahme nimmt zunächst erst einmal etwas Zeit in Anspruch. Einmal erstellt, kann dieses Schema dann immer wieder aktualisiert werden.

Mit der Aufnahme oder Vervollständigung des Schemas, kann gleichzeitig der technische Zustand der Apparate und Anlagen visuell überprüft werden.

- sind Flanschverbindungen / Rohrleitungen undicht
- blasen Kondensatableiter ab
- gibt es Dampfschläge im Rohrsystem
- usw.

**Schritt 2: Überprüfung der Verbraucher**

Die Aufnahme vor Ort wird zusammengefasst. Alle gesammelten Angaben werden aufbereitet, um verwertbare Ergebnisse zu erhalten.

Am besten, man legt eine Tabelle an, in welcher sämtliche beheizte Einzelgeräte aufgelistet werden. Dazu gehören auch die Temperatur und der Druck. Eventuell ist es auch möglich, die Menge des Heizmediums zu ermitteln. Das Heizmedium kann Dampf, Kondensat, warmes Wasser, warme Luft oder auch Öl sein. War die Menge nicht zu bestimmen, weil keine Mengenummessung vorhanden ist, so besteht eventuell die Möglichkeit, den Hersteller des Gerätes anzufragen. Oftmals lässt sich die Menge auf Grund einer Ventilstellung usw. und der Angaben zu Drücken „rückwärts“ errechnen.

	Dampf			Kondensat			Warmwasser			Heizmedium		
Verbraucher	T (°C)	P (barü)	M (kg/h)	T (°C)	P (barü)	M (kg/h)	T (°C)	P (barü)	M (kg/h)	T (°C)	P (barü)	M (kg/h)
Wärmetauscher Granulattrocknung												
Wärmetauscher Schwebetrockner												
Wärmetauscher Hallenheizung												

Nun wäre es sinnvoll, für jedes Medium eine Tabelle anzulegen. In dieser Tabelle werden dann die Verbraucher entsprechend der Temperatur der Beheizung sortiert. Das Gerät mit der größten Temperatur steht ganz oben. (unten, Beispiel Dampf)

Sortieren der Verbraucher nach der Temperatur

	Dampf		
Verbraucher	T (°C)	P (barü)	M (kg/h)
Wärmetauscher Schwebetrockner			
Wärmetauscher Granulattrocknung			
Wärmetauscher Hallenheizung			

Werden die Anlagenteile mit der „richtigen“ Temperatur beheizt?

In einer weiteren Tabellenspalte neben dem entsprechenden Gerät, sollte man dann auch noch die vom Hersteller empfohlene Temperatur der Beheizung bzw. die technologisch erforderliche Beheizungstemperatur eintragen. Wir nennen diese Temperatur T(T).

Sortieren der Verbraucher nach der Temperatur

Verbraucher	Dampf			T (T)
	T (°C)	P (barü)	M (kg/h)	T (°C)
Wärmetauscher Schwebetrockner				
Wärmetauscher Granulattrocknung				
Wärmetauscher Hallenheizung				

Nach Meinung des Verfassers ist das Problem der Beheizung von Anlagenteilen mit der richtigen Dampftemperatur die beste und einfach zu erkennende Möglichkeit, Energie zu sparen. Jeder Betreiber meint mit dem Einsatz eines bestimmten Dampfdruckes auch die richtige Dampftemperatur zu erreichen. Dies ist aber oftmals ein Denkfehler!! Noch vor fünf Jahren hat es niemanden interessiert, ob Sattdampf verwendet wird. Hauptsache schön heiß... In Zeiten teurer Dampferzeugung ist es heute sinnvoll, jeden Verbraucher auch genau mit der Temperatur zu beheizen, welche tatsächlich (technologisch) notwendig ist.

*(Beispiel: Eine Druckreduzierung geht immer einher mit einer Temperaturreduzierung. Nur verringert sich die Temperatur **nie** in dem gleichen Maße wie der Druck.*

*Wird z. B. Dampf mit 8 barü /180 °C mit Hilfe eines Druckreduzierventils auf einen Druck von 1barü reduziert, um eine Temperatur von 120 °C zu erreichen, so stellt sich hinter der Druckreduzierung in Wirklichkeit eine Temperatur von ca.160 °C ein. Der Einsatz von überhitztem Dampf ist aber unwirtschaftlich (siehe auch Kapitel Dampfkühlung).*

**Schritt 3: Auswertung der Ergebnisse aus Schritt 1 und 2**

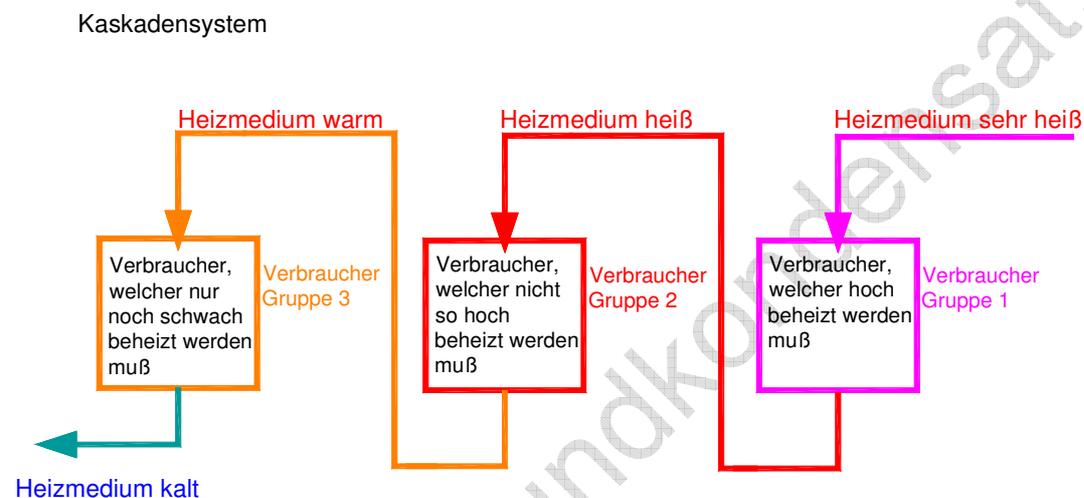
- Überprüfung der einzelnen Verbraucher dahingehend, ob die ursprüngliche Auslegung noch mit den tatsächlichen Bedürfnissen/Bedingungen übereinstimmt.
- Übertragen der Temperaturen, Drücken und Mengen in das Schema.
- Prüfung der Möglichkeit, Einzelgeräte in Gruppen zusammenzufassen.

*Mit Hilfe der sortierten Tabelle, sollte man die Einzelgeräte in technologische Gruppen (entsprechend der Beheizung) zusammen fassen. Diese Gruppen könnte man z.B. wie folgt benennen:*

- Gruppe 1: hoch beheizt
- Gruppe 2: beheizt
- Gruppe 3: niedrig beheizt

Die Aufteilung der Einzelgeräte erfolgt nach dem Beheizungsdruck. Es könnten z.B. alle Geräte mit einem Beheizungsdruck von 6 barü bis 8 barü in einer Gruppe zusammengefasst werden. Ziel ist es, eventuell ein Kaskadensystem aufzubauen (siehe Kapitel Kaskadensystem). Mit Hilfe eines Kaskadensystems kann bei Dampf als Heizmedium die Nachverdampfung sinnvoll genutzt werden. (siehe Kapitel Nachverdampfung)

Andere Medien, wie z.B. Kondensat, könnten mit Hilfe der Aufteilung innerhalb einer Kaskade wärmetechnisch besser genutzt werden. Ergeben sich in der Auswertung solche Gruppen, so wären im Anschluss der wärmetechnischen Überprüfung auch Umbaumaßnahmen sinnvoll.



Ein weiterer Vorteil der Zusammenfassung in Beheizungsgruppen wäre beim Heizmedium Dampf eine gemeinsame Dampfversorgung. Der Einsatz einer Dampfkühlung, um Satt-dampftemperatur zu erreichen, ist für fünf Geräte technisch sinnvoller als nur für ein Gerät (warum Satt-dampftemperatur? siehe Kapitel zu Dampfkühlung).

#### **Schritt 4: Die wärmetechnische Energiebilanz / Auswertung**

Es muss ein „Kreis“ um die gesamte Anlage gezogen werden. Der Kreis wird aufgeteilt in Innen und Außen.

##### **Außen:**

Welches Medium mit welcher Temperatur strömt in die Anlage.

- Kraftwerk oder Dampferzeuger oder andere

##### **Innen:**

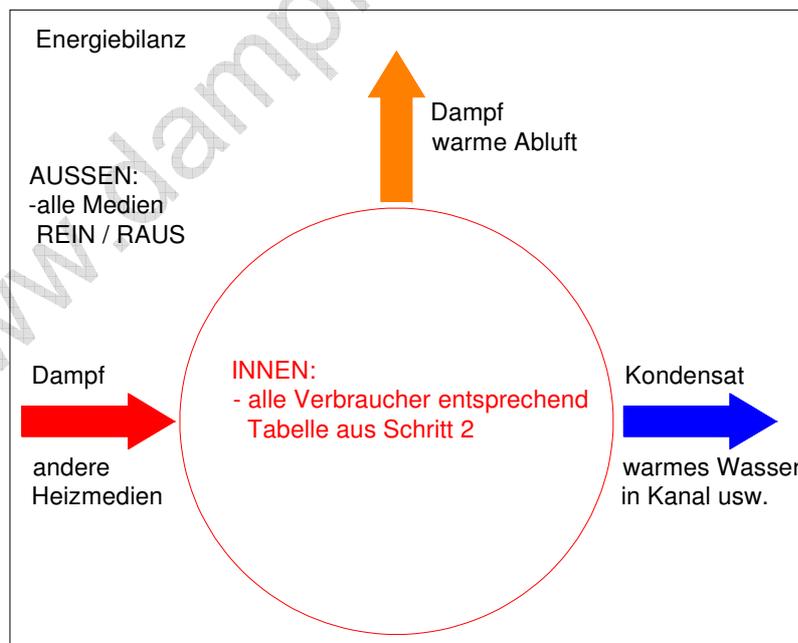
Welche sind die Verbraucher in der Anlage?

- Tabelle aus Schritt 2, in welche alle Verbraucher mit Menge, Temperatur, Druck und Medium aufgelistet sind

##### **Außen:**

Welche Medien strömen mit welcher Temperatur, Druck, und Menge aus der Anlage?

- Kondensat, welches zur Kondensataufbereitung in ein Kraftwerk gepumpt wird.
- überschüssiger Dampf abgeblasen in die Atmosphäre,
- Warmwasser, welches in die Kanalisation abfließt, weil man es bisher nicht nutzen kann
- warme Luft, abgeblasen in die Atmosphäre
- oder auch andere Medien wie z.B. warmes Öl, welches in eine Auffangwanne fließt



### **Schritt 5: Nachdenken über Ergebnisse**

Welche Möglichkeiten erheben sich hinsichtlich der Einsparung von Wärmeenergie?

Die in der Anlage montierten Verbraucher werden benötigt. Die Kosten der Dampferzeugung lassen sich auch nicht so einfach oder gar nicht reduzieren.

Aber es ist sicherlich möglich, den Dampfverbrauch einer Dampf- und Kondensatanlage zu optimieren.

Ergebnisse könnten z. B. sein:

Technologisch:

- Es lassen sich Verbraucher zu Gruppen zusammenfassen, weil diese mit derselben oder geringfügig abweichenden Temperatur und dem gleichen Medium beheizt werden.
- Dadurch ist es möglich ein Kaskadensystem aufzubauen, welches die Nachverdampfung hinter den Verbrauchern sinnvoll nutzt (*siehe dazu Kapitel Nachverdampfung bzw. Kaskadensystem und Thermoverdichter*).
- Durch die „Gruppenbildung“ ist der Einsatz einer Dampfkühlung für die gemeinsame Dampfversorgung möglich. Sattdampf ist für das Beheizen der bessere Dampf (*siehe dazu auch Kapitel zur Dampfkühlung*).
- Ist es möglich bisher verwendeten Dampf durch heißes Kondensat zu ersetzen? Dampf muss teuer erzeugt werden.
- Welche Kondensatmengen stehen zur Verfügung, und kann z.B. die Hallenheizung mit Kondensat statt mit Dampf betrieben werden?
- Welche Medien wie z.B. warme Luft oder warmes Öl lassen sich zur Beheizung von Geräten verwenden? Gibt es eventuell noch „externe“ Energieerzeuger, welche man noch anzapfen könnte? Wäre z. B. im Kraftwerk ein Rauchgaswärmetauscher, der noch Reserven besitzt?

Gerätetechnisch:

- Die Auslegung für einen Wärmetauscher stimmte nicht mehr mit den tatsächlichen Bedingungen überein.
- Eine Temperaturregelung funktionierte nicht mehr exakt, da ein Temperaturtransmitter nicht richtig kalibriert war. Dadurch wurde zu viel Dampf verbraucht.
- Ein Kondensatableiter war zu dicht unter einem Wärmetauscher montiert. Der Wärmetauscher entwässerte dadurch nicht richtig und Wärmetauscherfläche wurde dadurch „verschenkt“.
- Sind Wärmetauscher richtig entlüftet?

- Wird die Nachverdampfung technisch sinnvoll genutzt oder einfach über Dach geblasen?
- Die Menge des einströmenden Dampfes muss auch wieder als Kondensat anfallen. Gibt es eine Differenz zwischen Dampfmenge und Kondensatmenge?
- Überprüfung der einzelnen Geräte und Armaturen entsprechend der Homepage

**[www.dampfundkondensat.de](http://www.dampfundkondensat.de)**

Die Überprüfung einer Dampf- und Kondensatanlage kann sehr umfangreich und aufwendig werden. Hier wird nicht weiter auf Details zu möglichen Problemen aus Schritt 1 bis 5 und deren technischen Lösung eingegangen. Es wird hier nur das Verständnis zur Vorgehensweise einer einfachen und vom Betreiber leicht durchzuführenden Überprüfung des Dampf- und Kondensatsystems vermittelt. Ergebnisse aus den Auswertungen könnten dann zu weiteren detaillierteren Überprüfungen bzw. zu Planungsaufträgen für Verbesserungen führen.

Die Beschäftigung mit der Anlage, um die erforderlichen Angaben zusammen zu tragen und die Darstellung in der Energiebilanz, kann schon zu Lösungen führen.

In allen aufgeführten Schritten waren keine komplizierten Berechnungen notwendig. Vielmehr wurden nur Daten zusammengeführt.

**Das kann jeder...**