

Stichwort

Kesselwasser — Der besondere Saft (1)

Von Eberhard Lantz, Bamberg

Hmm, was gibt es da schon zu erklären? Wasser – der Ursprung allen Lebens. Wir bestehen zu 70 % daraus, 3/4 der Erdoberfläche sind damit bedeckt...

... und da geht es schon los. Natürlich kann man jegliches Wasser erhitzen und es in seinen zweiten Aggregatzustand, nämlich Dampf umwandeln. Aber wie lange macht ein Dampfkessel das mit..?

Zunächst einmal besteht Wasser aus Molekülen, gebildet aus zwei Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff (H₂O). Es besitzt bei 4 °C eine Dichte von 1000 kg/m³. Diese seine Dichte nimmt beim Abkühlen ab, so dass es in Form von Eis (dritter Aggregatzustand) auf Wasser schwimmt. Beim Erwärmen und in seinem gasförmigen Zustand, Dampf genannt, nimmt seine Dichte mit steigendem Druck ebenfalls ab – die Dichteanomalie des Wassers. Außerdem hat Wasser die höchste Wärmekapazität aller Flüssigkeiten und gleichzeitig eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit. Durch diese Eigenschaften ist Wasser hervorragend geeignet, zu-



Die einzige Möglichkeit, das Kesselwasser zu sehen: hinter dickem Glas im direkten Wasserstandanzeiger. Foto © Eberhard Lantz

geführten Wärmeenergie unter Druck aufzunehmen und durch Druckentlastung an eine Mechanik abzugeben, die Bewegung erzeugt. Hier kommt auch ihre größte spezifische Verdampfungsenthalpie (Wärmeinhalt des Dampfes) aller Flüssigkeiten zum Tragen.

Wäre das nun alles, gäbe es außer dem Sauerstoff keine Probleme. Aber im Wasser befinden sich diverse Bestandteile, je nach Vorkommen in unterschiedlichen Mengen als Schwebstoffe oder in gelöster Form, die Ärger machen können. Also zunächst eine Selektion: Salzwasser scheidet für den Kesselbetrieb aus:

zu aggressiv, zu viele Mineralien. 97,3 % allen Wassers auf der Erde ist Salzwasser, bleibt also nur noch das mit 2,7 % Anteil an den weltweit zur Verfügung stehenden Wasservorkommen das Süßwasser.

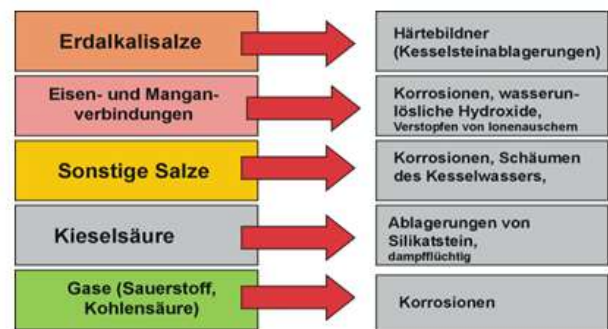
Aber egal, ob Quellwasser, Sickerwasser oder Oberflächenwasser ist es so noch nicht unbedingt zum Dampfkesselbetrieb geeignet.

Wir scheiden weiter alles außer Trinkwasser aus, denn dies ist bereits gereinigt und frei von Verschmutzungen und schädlichen Chemikalien. Regenwasser ist zwar quasi destilliert und damit frei von Beimengungen, also ebenfalls geeignet, hat aber seinen naturgemäßen Sauerstoffanteil. Der Sauerstoff und diverse Salze und Mineralien führen zu Schäden bis hin zur Materialzerstörung. Diese Bestandteile müssen entweder entfernt, durch Beigabe von bestimmten Chemikalien neutralisiert oder zumindest in der Schwebe und damit abscheidbar gehalten werden.

Diese notwendige Maßnahme ist die Wasseraufbereitung. Erst danach steht für den Betrieb eines jeglichen Dampfkessels das so genannte Speisewasser zur Verfügung. Trinken sollte man diese „abenteuerliche Limonade“ nicht, aber der Kessel dankt diesen sorgfältig durchgeführten „Wasserzauber“ durch Langlebigkeit, gute Wärmeausnutzung und wirtschaftlichen Betrieb.

Das wär`s im Groben. Nun können wir Dampf kochen und die Weltmeere befahren. Wer es allerdings genauer wissen will, darf gern weiterlesen.

Auswirkungen der Bestandteile des Rohwassers auf Kesselbetrieb



Dieser Beitrag wurde vom Verfasser 2011 für die Rundschau "12 atü" des Seezeichendampfers Bussard, Kiel geschrieben. Auch wenn sich einige Passagen auf die klassischen Dampfschiffe beziehen, sind die allgemeinen Ausführungen - hier zur inneren Aufbereitung - auf andere Dampfkessel zu übertragen.

Allerdings wurde und wird bei Wasserrohrkesseln wie dem Möller-Steilrohrkessel stets die äußere Aufbereitung praktiziert (siehe dort) und das Kesselspeisewasser in Vorrattanks bereitgehalten.

Speisewasser

Als solches wird Wasser bezeichnet, das bereits für den Kesselbetrieb konditioniert ist und dem Dampfkessel ohne weitere Maßnahme zugeführt werden kann. Es ist entgast und schädliche Bestandteile sind entfernt beziehungsweise in Stoffe umgewandelt worden, die keine nachteilige Auswirkung auf den Kesselbetrieb haben.

Da bei seegehenden Dampfschiffen der Maschinenabdampf in einem Oberflächenkondensator wieder zu Wasser kondensiert wird, ist dieses Kondensat prinzipiell als Speisewasser anzusehen und wird dem Kessel wieder zugeführt. (Bei einem Einspritzkondensator gilt dies nicht, da das Kondensat wieder mit eingespritztem Außenbordwasser „verunreinigt“ ist.)

Allerdings hat es bereits, z.B. in der offenen Zisterne, wieder Sauerstoff aufgenommen. Da die Speisewasservorwärmung nicht die nötige Temperatur erreicht, um den Sauerstoff thermisch auszutreiben zu können, muss dieser während des Betriebs chemisch neutralisiert werden.

Die Verluste am Gesamthalt des Wasser- Dampf- Kreislaufs durch das unvermeidbare Abschlämmen und Abschäumen sowie durch Undichtigkeiten, Pfeife und Wrasendampf müssen durch Zugabe von Frischwasser ausgeglichen werden, was die Qualität des Kesselwassers herabsetzt. Also muss „aufbereitet“ werden.



Die vorgeschriebenen zwei unterschiedlich betriebenen **Kessel-Speisepumpen**. Vorn 2 elektrische Kreiselpumpen, hinten eine Dampfturbopumpe. **Foto** © Eberhard Lantz

Äußere Aufbereitung

Das Speisewasser moderner Kesselanlagen wird bereits vor dem Einspeisen, also außerhalb des Kessels, aufbereitet. Eine Wasseraufbereitungsanlage, heute in aller Regel vollautomatisch, nimmt permanent Messungen aller Werte vor und dosiert kontinuierlich fehlende Chemie, so dass eine stets gleich bleibende Wasserqualität gewährleistet ist. Auch Absalzen und eventuelles Abschlämmen werden automatisch geregelt. Ein Entgaser entzieht dem Wasser zuverlässig Sauerstoff und Kohlensäure. Bei großen Kraftwerksanlagen ist ein geregelter Betrieb anders gar nicht praktikabel und Zwangsdurchlaufkessel, üblicherweise im Höchstdruckbereich, sind überhaupt nicht anders betreibbar. Sie dürfen nur reines Deionat eingespeist bekommen, da sie alles zugeführte Wasser restlos verdampfen.



Eine klassische **Wasseraufbereitungsanlage**
Foto © Eberhard Lantz

Schiffe mit Wasserrohrkesseln und Turbinenantrieb hatten in der Regel ebenfalls Wasseraufbereitungsanlagen. Zum einen sind Wasserrohrkessel wesentlich empfindlicher, was die Wasserqualität angeht, zum anderen waren diese Schiffe auch groß genug, um eine komplette Aufbereitungsanlage unterbringen zu können.

Die äußere Wasseraufbereitung wird heute ausschließlich angewendet.

Innere Aufbereitung

Auf klassischen Dampfschiffen mit Kolbendampfmaschinen und „Schottenkesseln“ wird aufgrund ihrer besonderen Betriebsweise die Innere Aufbereitung praktiziert, was bedeutet, dass die benötigten Chemikalien dem Kesselwasser beigegeben werden und sich erst im Kessel mischen. Dies setzt voraus, dass in festgelegten Zeitabständen Proben des Kesselwassers gezogen werden, nach deren Analyse die benötigte Kesselchemie während des Betriebs dem Kessel zugesetzt wird, üblicherweise mit dem Injektor.

Bestandteile im Wasser und ihre Auswirkungen

Die Salze der Erdalkalien fallen bei höheren Temperaturen auf den Heizflächen ab und lagern sich ab. Diese auch als Kesselstein bekannten Verkrustungen behindern den Wärmeübergang. Das Material wird überhitzt und büßt dadurch mehr und mehr seine Stabilität ein, bis es letztlich so weich wird, dass es nachgibt. Im Extremfall können thermische Spannungsrisse auftreten. Außerdem können durch Ablagerungen Ventile und Armaturen außer Betrieb gesetzt werden.

Sauerstoff verursacht Korrosion, erkennbar in Form kleiner Krater als „Lochfraß“, Kohlensäure bewirkt flächenförmige Materialabzehrungen. In Kombination sind die beiden Gase hochaggressiv und können schwere Schäden verursachen, indem sie die Materialstärke soweit mindern, dass der Stahl dem Kesseldruck nicht mehr standhalten kann.

Fortsetzung Beipackzettel 18