

BEDIENUNTERLAGEN KESSELBETRIEB

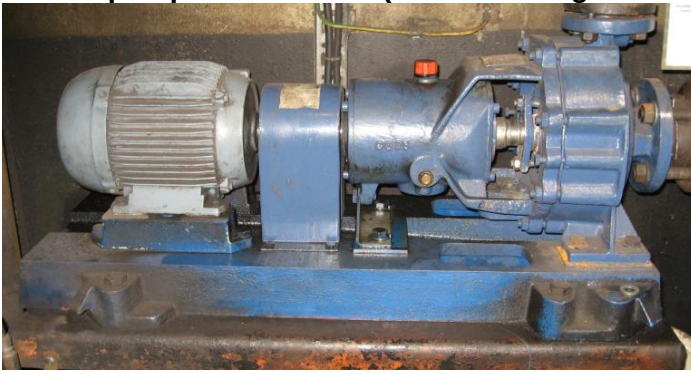
SAATSEE

Aktivität: anheizen
Aktivität: Dampf machen
Aktivität: Betrieb Duplexpumpe Kesselraum Stb. (ab 2 Bar)
Aktivität: abschäumen / abschlämmen
Aktivität: Lenzpumpe
Aktivität: Wasserstandskontrolle
Aktivität: Betrieb Injektor Kesselraum Stb. (ab 4 Bar)
Aktivität: Sondernutzungen der Umwälzpumpe
Aktivität: Prüfung Kesselchemie



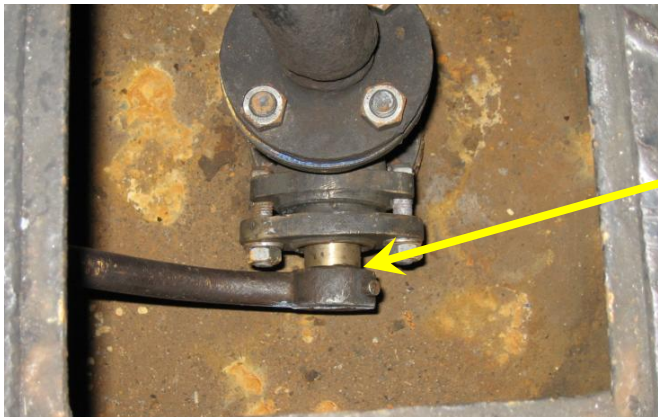
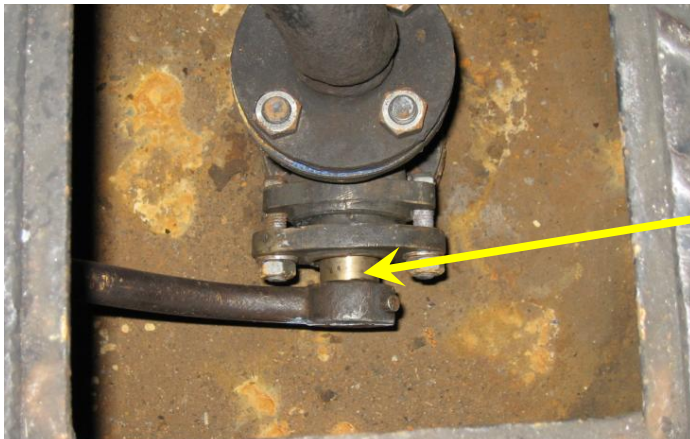
10.10.2019

	Aktivität: anheizen
	Beginn der Schicht
1	Schornsteinhaube abnehmen
2	Schornsteinklappe ca 3/4 öffnen
3	Kontrolle: Lüftungsklappen zum Kesselraum müssen geöffnet sein
4	Wasserstand am Wasserstandsanzeiger kontrollieren Wenn zu wenig => Speisewasser nachfüllen
5	Wassermangelsicherung (Wassermangelalarmgeber / Schaltkasten im Maschinenraum) einschalten / Alarm quittieren (der rote Knopf zum Einschalten liegt in der Schublage im Heizungsraum) Beide Lampen brennen Die Wassermangelsicherung (Niedrigwasseralarm) wird über eine Bb. (links) vom Kessel eingesetzte Sonde (im Rohr, das die Wasserstandsanzeige speist) in Höhe des Niedrigwasserstandes gesteuert. Wenn der Kontakt mit dem Wasser unterbrochen wird (der Wasserstand also zu stark abgesunken ist), wird ein Alarmhorn ausgelöst. Die Auswerteelektronik für die Sonde befindet sich im Schaltkasten. Bei Unterschreitung gibt sie einen optischen Alarm (Lampe im Kesselraum wechselt auf rot) sowie einen akustischen Alarm . Der akustische kann ausgeschaltet werden / der optische erst durch die Befüllung des Kessels.
6	Wasserstandsventile Bb. (links) und Stb. (rechts) öffnen (nach Bb. (links) bzw. oben drehen) geöffnet
7	Dampfpfeife öffnen (Zuleitung vor dem Dom (Kesseloberseite) zum Injektor/ rotes Handrad vor dem weißen Handrad)
8	Feuer entzünden (Papier und Holz)

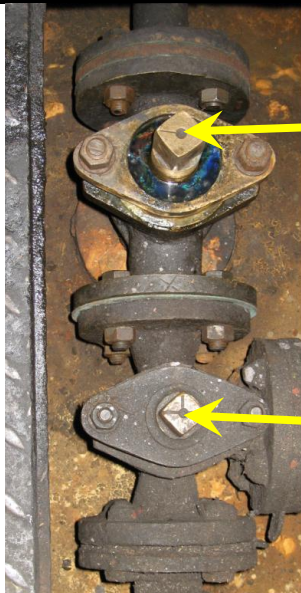
9	Einspeiseventile (<u>jeweils 2</u> schwarze Handräder beiderseits des Kessels) sollten geöffnet werden (sind beim Anheizen aber nicht unbedingt notwendig).  <i>Hinweis:</i> <i>Einspeiseventile Bb. => für den Injektor</i> <i>Einspeiseventile Stb. => für die Duplexpumpe</i>
10	Ventile für Umwälzpumpe am Kessel öffnen (Handräder weiß unten und oben am Dom (Kesseloberseite))
11	Umwälzpumpe einschalten (elektrisch angetriebene Kreislumpumpe)  <i>Die Umwälzpumpe ist notwendig, um eine gleichmäßigere Temperaturverteilung im Kesselwasser zu erzeugen. Hierzu pumpt die Umwälzpumpe kälteres Wasser im unteren Teil des Kessels über die Zirkulationsleitung ab und in den oberen Teil des Kessels wieder ein.</i>
12	Temperaturanstieg beachten: etwa 10 ° C pro Stunde
13	Wenn Holzfeuer gut brennt => mit Kohlefeuer beginnen
14	Ab ca. 85° C die Umwälzpumpe ausschalten Die 2 Ventile für die Umwälzpumpe schließen (Kessel und Dom)
15	Anheizen beendet, wenn die Temperatur bei ca. 90° C angelangt ist.
16	Achtung: immer wieder die Daten in das Dampfbuch eintragen => Kombüse Dauer des Anheizens => ca 6 - 8 Std.
	Ende der Schicht
1	Ruhefeuer anlegen vereinfach => Glut auf dem Rost gleichmäßig verteilen
2	Dampfpfeife fast schließen (kleines rotes Handrad)
3	Wassermangelsicherung ausschalten
	 Exkurs: Speisewasser nachfüllen <i>Tauchpumpe aus dem Schrank mit der Kasse holen und im Speisewassertank versenken (Bunkerdeckel vor dem Malerstore) / kl. Stopfen direkt neben dem Domdeckel lösen und den Adapter einschrauben / Schlauch anschließen (Tauchpumpe hat keinen Einschalter - geht bei Wasserberührung an)</i> <i>Wasserstand kontrollieren</i>

	Aktivität: Dampf machen
	Beginn der Schicht
1	Kesselbuch ansehen
2	Kontrolle: Schornsteinklappe geöffnet?
3	Kontrolle: Lüftungsklappen zum Kesselraum geöffnet ?
4	Kontrolle: Wasserstand am Wasserstandsanzeiger ok?
5	Kontrolle: Einspeiseventile (Handräder schwarz) Bb. (links) / Stb. (rechts) geöffnet (nach Bb. (links) gedreht)?
	
6	Wassermangelsicherung (Wassermangelalarmgeber) einschalten / Alarm quittieren (der rote Knopf zum Einschalten liegt in der Schublage im Heizungsraum)
7	Dampfpfeife öffnen (Zuleitung vor dem Dom (Kesseloberseite) zum Injektor / rotes Handrad vor dem weißen Rad
8	4 Einspeiseventile öffnen (schwarze Räder Bb. (links) und Stb. (rechts) vom Kessel unterhalb der Wasserstandsanzeiger)
9	Feuer wieder entzünden (Papier und Holz)
10	Wenn Holzfeuer gut brennt => mit Kohlefeuer beginnen
11	Achtung: immer wieder die Daten in das Kesselbuch eintragen => Kombüse

	Aktivität: Betrieb Duplexpumpe Kesselraum Stb. (ab 2 Bar)
	Die Duplexpumpe ist eine dampfbetriebene Kolbenpumpe mit 2 Zylindern. Hierbei steuern sich die Dampfzylinder im Wechsel gegenseitig. Die Duplexpumpe des Dampfkran Saatsee arbeitet nur als Speisewasserpumpe, der Eintritt in den Kessel ist an Stb. Bedingung ist, dass der Kessel unter Druck (ab 2 Bar) steht. Die Duplexpumpe hat als sogenannte Volldruckmaschine ohne Expansion einen hohen Dampfverbrauch.
	Anschalten
1	Wichtige Tätigkeit vorweg: die Pumpe an den entsprechenden Stellen ölen!!!
2	Kontrolle: 2 Einspeiseventile geöffnet (schwarze Handräder Stb. (rechts) vom Kessel unterhalb der Wasserstandsanzeiger)?
3	Speisewasserzuleitung öffnen (Hebel rechts unterhalb der Duplexpumpe nach achtern drehen) - Stellung ca. bei 2 Uhr
	 Speisewasser auf die Duplexpumpe leiten (Hebel links unterhalb der Duplexpumpe nach rechts stellen - 2 Uhr)
4	Kontrolle: 4 Kondensatabflußhähne rechts neben der Pumpe geöffnet? Stellung der Hähne: senkrecht nach unten => auf waagerecht => zu
	
5	Dampfventil rechts oberhalb der Pumpe (schwarzes Handrad) <u>langsam</u> öffnen
6	Pumpe läuft an
7	Die 4 Kondensatabflußhähne schließen, wenn kein Kondensat mehr austritt (Hebelstellung = rechts)
8	Kleines Entlüftungsventil Bb. (links) auf der Pumpe öffnen (Wasser tritt aus / warten bis ganzer Strahl kommt, dann schließen)
9	Duplexpumpe läuft => Wasserstand am Wasserstandsanzeiger kontrollieren
	Ausschalten
1	Dampfventil rechts oberhalb der Pumpe (schwarzes Handrad) schließen
2	4 Kondensatabflußhähne rechts neben der Pumpe öffnen (nach hinten drehen)
3	Speisewasserzuleitung schließen (Hebel rechts unterhalb der Duplexpumpe Richtung Bug (links) drehen) - Stellung ca. bei 10 Uhr

Aktivität: abschäumen / abschlämmen	
	Zur Kesselwasserpfege gehört das regelmäßige abschäumen und abschlämmen (möglichst täglich bei entsprechendem Kesseldruck). Dabei werden die durch die zugefügten Chemikalien ausgefällten Verschmutzungen, Schwebstoffe oder ungewünschten Bestandteile im Kesselwasser entfernt (abgelassen). Schäume (Rückstände von Salzen usw.) schwimmen auf der Wasseroberfläche, während sich die Schlämme (gelöster Kesselstein (Ausfällungen von Karbonathärten, Mineralien, Gips, Salzen, Ölen)) am Kesselboden absetzen.
Abschäumen	
1	Diese Anwendung ist nur sinnvoll bei einem Wasserstand bis maximal 10 cm über NW (sonst wird nur Wasser entnommen). Im Kessel stehen Dampfdruck, Wassertemperatur und Volumen im unmittelbaren Zusammenhang - somit kann ein günstiger Pegel auch durch Befeuerung erreicht werden.
2	Zum Abschäumen ist im Kessel eine trichterartige Vorrichtung angebracht, die sich auf Höhe einer gedachten Linie zwischen den Niedrigwassermarkierungen der Wasserstandsanzeiger befinden. Das dafür notwendige Ventil (schwarz) befindet sich an der rechten Kesselseite vorn oben.
	 Der Ausblasehahn (Seeventil) ist zu öffnen Ausblasehahn (Seeventil) Er dient zum dichten Abschluss gegenüber dem Außendruck des Seewassers. Bb. (links) => zu / Stb. (rechts) => offen
3	Das Abschäumventil ist zu öffnen (schwarzes Handrad nach Bb. (links) drehen)
4	Abschäumventil 1 mal für ca. 1 Min. ganz öffnen, damit sich eine kreisende Bewegung des Wassers an der Oberfläche ergibt (Strudeleffekt am Badewannenabfluß).
5	Seehahn (Stb. (rechts) unten am Boden) öffnen
6	Abschäumventil und Seeventil wieder schließen
Abschlämmen	
1	Zum Abschlämmen befindet sich an der tiefsten Stelle im Kessel (Kesselsohle) ein Schlammablaß.
	 Der Ausblasehahn (Seeventil) ist zu öffnen Ausblasehahn (Seeventil) Bb. (links) => zu / Stb. (rechts) => offen
2	Das zugehörige Ventil (blau) befindet sich an der rechten Kesselseite vorn unten hinter dem weißen). Diese Abschlämmleitung führt direkt in die von oben kommende Abschäumleitung und damit dann zum Seeventil Abschlämmventil für ca. 1 Min. öffnen
3	Abschlämmventil und Seeventil wieder schließen
4	Das Abschlämmventil dient auch der vollständigen Kesselentleerung für Wartungsarbeiten (oder Winterpause) bzw. zur notwendigen Stilllegung der Anlage bei Gefahr oder Notfällen. Die Anwendung ist nur nach längerer Ruhe- oder Stillstandsphase (morgens) sinnvoll.

Aktivität: Lenzpumpe



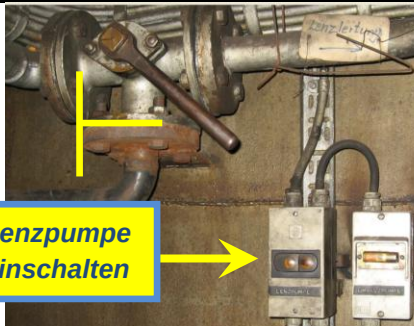
Seewasserhahn

Bug — zu

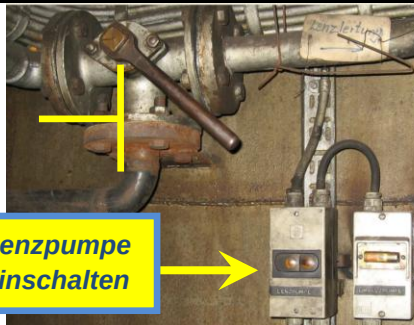
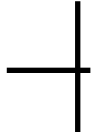
Bb. | auf

3 - Wegehahn (Stellung bleibt)

Bilgen leeren über Lenzpumpe

1	Seewasserhahn	3-Wegehahn	Bilgenventil rechts (schwarz)	Hebel an Lenzleitung
	9 Uhr (geschlossen)	3 Uhr (Stb.)	geöffnet	
	Bug — achtern			Lenzpumpe einschalten → 

Feuerlöschhydranten oder Toilettenspülkasten befüllen über Lenzpumpe (Elbwasser wird eingespeist)

1	Seewasserhahn	3-Wegehahn	Ventil rechts (schwarz)	Hahn an Lenzleitung Richtung links
	6 Uhr (geöffnet)	9 Uhr (Stb.)	zu	
	 Bb.			Lenzpumpe einschalten → 

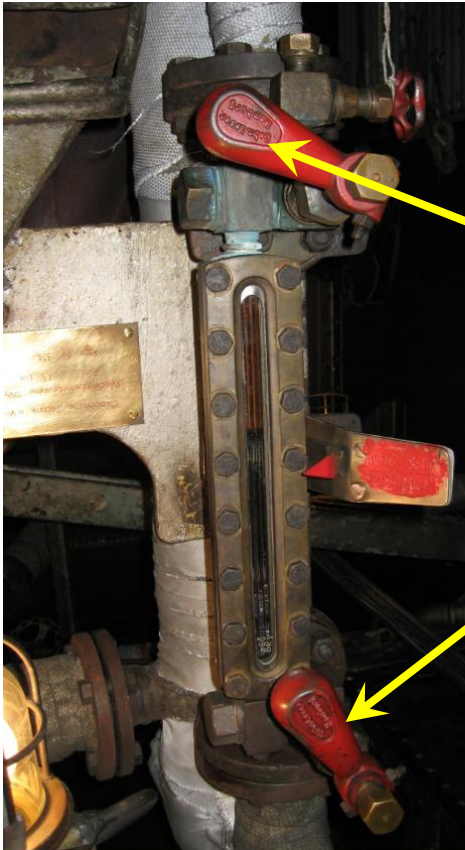
2 Ventil am Wasserkasten öffnen / Feuerlöschhydrant (Vorschiff oder vor Kombüse) öffnen

3 Lenzpumpe einschalten



Aktivität: Wasserstandskontrolle

Zur Kontrolle des Wasserstands des Kessels befinden sich Bb. (links) und Stb. (rechts) am Kessel die Wasserstandsanzeiger. Das Kesselwasser darf nicht unter die Niedrigwassermarken (NW) fallen.



Um den exakten Wasserstand zu prüfen, ist von Zeit zu Zeit eine Kontrolle notwendig.

geöffnet

Vorgehensweise Wasserstandsanzeiger leeren

- 1 Wenn die Ventile geöffnet sind (Stellung nach Bb. (links) oben - Normalstellung im Betrieb), werden sie jetzt geschlossen (Stellung nach Stb. (rechts)) und zwar zuerst das obere (dampfseitiges) und dann das untere Ventil (wasserseitiges).

Jetzt wird die unter dem unteren Ventil befindliche Ausblasevorrichtung (roter Griff) geöffnet (Bb. (links) drehen) => das Wasser aus dem Schauglas leert sich in den Eimer unterhalb des Kessels, das Schauglas ist leer.

Dampfseitiges Ventil (oberes) einige Sekunden auf und dann wieder zu.
Wasserseitiges Ventil (unteres) einige Sekunden auf und dann wieder zu.

Vorgehensweise Wasserstandsanzeiger füllen

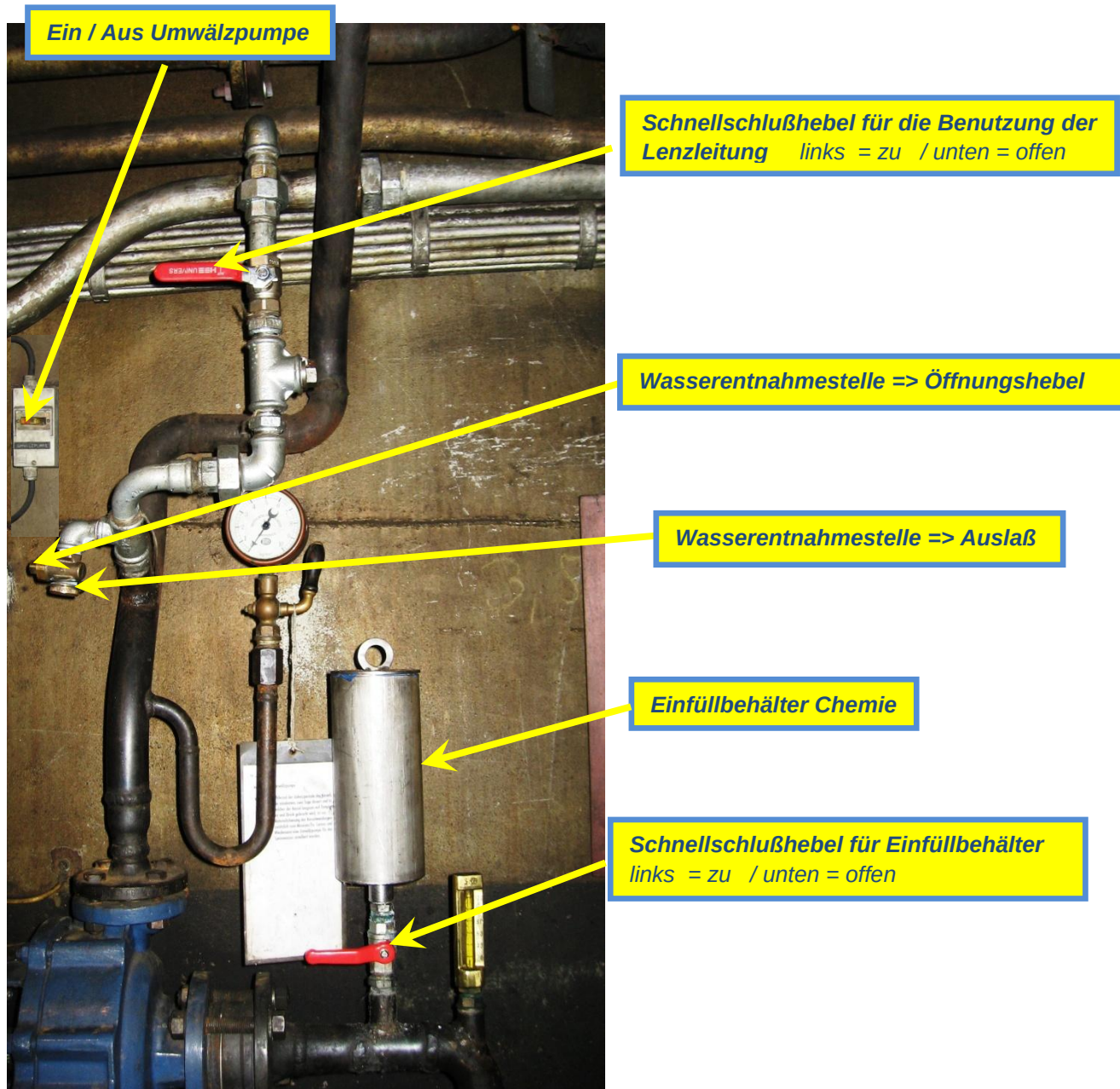
- 1 Die Befüllung erfolgt in gleicher Reihenfolge: Ausblaseventil nach Stb. (rechts) zudrehen / oberes (dampfseitiges) Ventil öffnen (Bb. (links) oben drehen / unteres Ventil (wasserseitiges) öffnen (Bb. (links) oben drehen) => Schauglas füllt sich mit Wasser und zeigt damit den aktuellen Kesselwasserstand

	Aktivität: Betrieb Injektor Kesselraum Stb. (ab 4 Bar)
	Der Injektor dient dem Aufspeisen des Kessels. Er ist eine dampfgetriebene Strahlpumpe (Dampfstrahlpumpe) die das Speisewasser in den Kessel fördert. Die Förderleistung des Injektors ist sehr hoch, so dass in kurzer Zeit große Wassermengen in den Kessel gefördert werden können. Der Injektor erreicht Förderdrücke die weit oberhalb des Treibdampfdrucks sind. Auf der Saugseite des Injektors befindet ein zusätzlicher Sauganschluss, mit dem Chemikalien zur Kesselwasseraufbereitung zugesetzt werden können. Um problemlos ansaugen zu können, sollte der Wasserstand im Speisewasservorratstank so hoch sein , daß am Eintritt am Kessel Bb. 1,5 m nicht unterschritten wird
	Betrieb
1	Kontrolle: 2 Einspeiseventile geöffnet (schwarze Handräder Bb. (links) vom Kessel unterhalb der Wasserstandsanzeiger)?
2	Speisewasserzuleitung öffnen (Hebel rechts unterhalb der Duplexpumpe nach achtern drehen) - Stellung ca. bei 2 Uhr  Speisewasser auf den Injektor leiten (3-Wegehahn links unterhalb der Duplexpumpe ganz senkrecht stellen - 12 Uhr) Speisewasserzuleitung Bug (links) ==> zu achtern (rechts) ==> offen Speisewasserzuleitung (Zuweisung auf Aggregate) Bug (links) ==> zu / senkrecht ==> Injektor / achtern (rechts) ==> Duplexpumpe
3	Kontrolle: ist Dampfzufuhr geöffnet (am Dom) Dampfventil (schwarz) am Injektor öffnen (Richtung Stb. (links) drehen)  Dampfventil (Dampfzufuhr) Stb (links) ==> offen / Bb. (rechts) ==> zu Injektorhebel Bug (hinten) ==> zu / achtern (vorn) ==> offen Injektorhebel langsam nach achtern (rechts) bewegen (auf das Geräusch achten).
4	Ggf. Kesselchemie in den Kasten neben dem Dampfventil füllen
5	Ventil unterhalb des Kastens öffnen
	Schlabberventil (Injektor) <i>Das Schlabberventil befindet sich am Injektor. Aus ihm tritt Wasser aus, solange der Injektor nicht fördert, nicht angeschlagen hat. Dies kann auch passieren, wenn der Injektor auf der Saugseite zwecks Ansaugen von Chemikalien zu stark gedrosselt wird. Dann reißt die Strömung im Injektor ab und aus dem Schlabberventil tritt Wasser und Dampf aus. Der Injektor arbeitet optimal, wenn die Wassermenge aus dem Schlabberventil minimal ist. Nicht optimaler Betrieb bedeutet Wasserverlust. Daher ist im Betrieb der Austritt des Schlabberventils zu beobachten und ggfs. die Dampfmenge nachzuregeln.</i>

Aktivität: Sondernutzungen der Umwälzpumpe

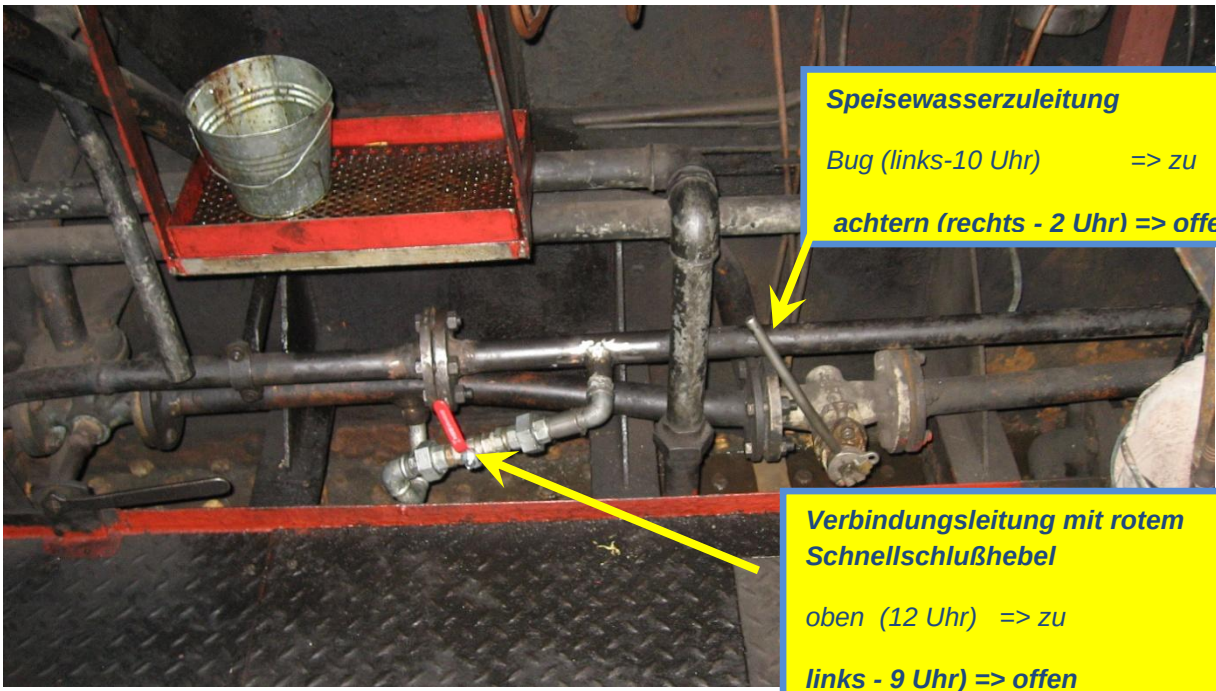
Die Umwälzpumpe ist vorrangig notwendig, um eine gleichmäßigere Temperaturverteilung im Kesselwasser zu erzeugen. Hierzu pumpt die Umwälzpumpe kälteres Wasser im unteren Teil des Kessels über die Zirkulationsleitung ab und in den oberen Teil des Kessels wieder ein.

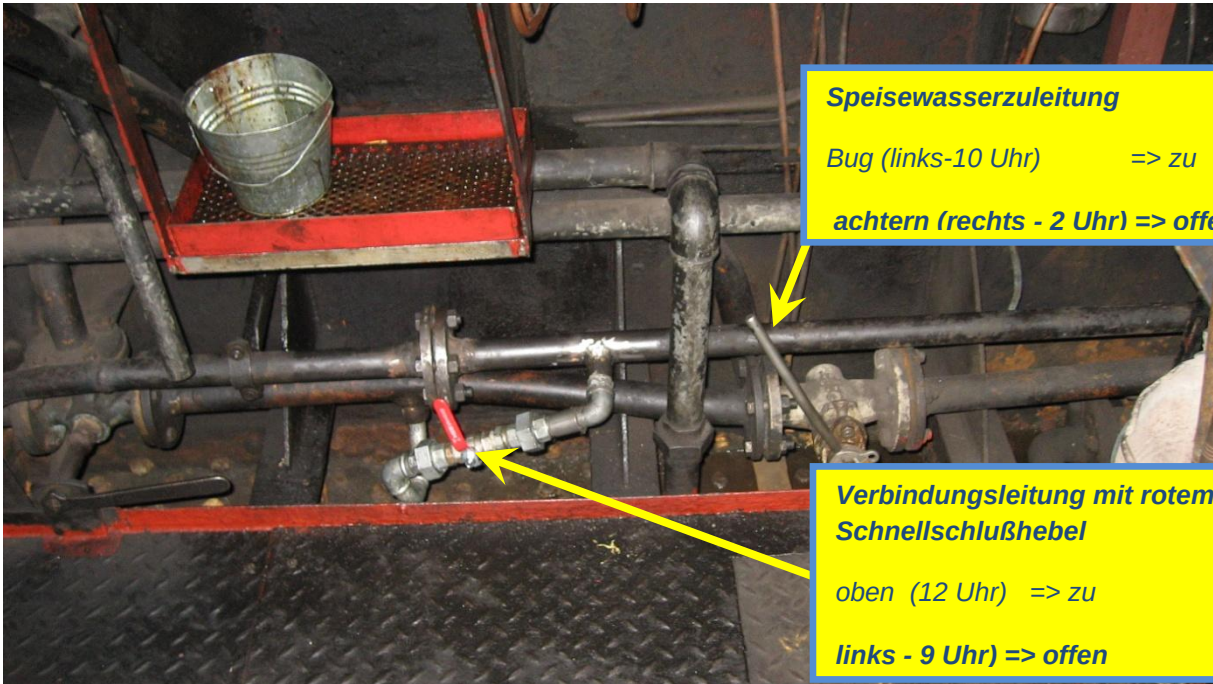
Es gibt 4 Sondernutzungen:



Kesselwasseprobe entnehmen

- 1 Ventile für Umwälzpumpe am Kessel öffnen (Handräder weiß unten und oben am Dom (Kesseloberseite))
- 2 Umwälzpumpe anschalten
- 3 Auslaßhahn öffnen (Abdeckung abschrauben)
- 4 Schlüssel aufsetzen und Auslaßventil öffnen (Schlüssel liegt in der Schublade im Heizungsraum)
- 5 Behälter mit Probenwasser befüllen
- 6 Auslaßventil schließen / Abdeckung aufschrauben und Schlüssel wieder zurücklegen
- 7 Umwälzpumpe ausschalten
- 8 Beide Ventile für Umwälzpumpe am Kessel schließen

	Chemie dem Kesselwasser zuführen
1	Ventile für Umwälzpumpe am Kessel öffnen (Handräder weiß unten und oben am Dom (Kesseloberseite))
2	Umwälzpumpe anschalten
3	Gelöste Chemiezugabe in den Einfüllbehälter füllen und Deckel wieder aufsetzen (das Fassungsvermögen entspricht ca. 1 ltr. aber es ist besser, lieber geringere Menge einzufüllen!)
4	Roten Schnellschlußheben unterhalb des Einfüllbehälters öffnen (nach unten (6 Uhr) drücken)
5	<i>==> Chemiezusatz wird aus dem Einfüllbehälter herausgesaugt</i>
6	Wenn leergesaugt (Geräusch ändert sich) roten Schnellschlußhebel unterhalb des Einfüllbehälters wieder schließen (nach links (9 Uhr) drücken)
7	<i>Vorgang so oft wiederholen, bis alle Chemie eingefüllt ist</i>
8	Umwälzpumpe ausschalten
9	Beide Ventile für Umwälzpumpe am Kessel schließen
	Einspeisung von Speisewasser
1	Oberes Ventil für die Umwälzpumpe öffnen (Handrad weiß oben am Dom (Kesseloberseite))
2	Speisewasserzuleitung öffnen (Stellung 2 Uhr)
	
	Verbindungsleitung (Speisewasser <=> Umwälzpumpe) öffnen (roten Schnellschlußhebel nach links (9 Uhr) drücken)
3	Umwälzpumpe anschalten => Pumpe speist ein
4	Wasserstandsanzeiger kontrollieren bis richtige Füllmenge erreicht ist
5	Speisewasserzuleitung (10 Uhr) und Verbindungsleitung (12 Uhr) schließen
6	Umwälzpumpe ausschalten
7	Oberes Ventil (Dom) wieder schließen

	Leerpumpen des Speisewassertanks (Tagestank)
1	Beide Ventile für die Umwälzpumpe (weiß am Dom und stb. unten) schließen (bzw. nicht öffnen).
2	Speisewasserzuleitung öffnen (Stellung 2 Uhr)  Speisewasserzuleitung Bug (links-10 Uhr) => zu achtern (rechts - 2 Uhr) => offen Verbindungsleitung mit rotem Schnellschlußhebel oben (12 Uhr) => zu links - 9 Uhr => offen Verbindungsleitung (Speisewasser <=> Umwälzpumpe) öffnen (roten Schnellschlußhebel nach links (9 Uhr) drücken)
3	 Öffnen der Verbindung zur Lenzleitung (Schnellschlußhebel nach unten). Schnellschlußhebel für die Benutzung der Lenzleitung links = zu / unten = offen ACHTUNG Kontrolle der Einstellung für die Benutzung der Lenzleitung (Stellung wie in der Abbildung) 
4	Umwälzpumpe anschalten
5	Wenn der Tagestank leergepumpt ist, kann die Umwälzpumpe ausgeschaltet werden.
6	Schließen der Verbindung zur Lenzleitung (Schnellschlußhebel nach links).
7	Speisewasserzuleitung (10 Uhr) und Verbindungsleitung (12 Uhr) schließen

Aktivität: Prüfung Kesselchemie

Kesselwasseranalyse (zur Zeit vom Sauger)

Das Kesselspeisewasser bezieht die Saatsee fertig aufbereitet (salzarm) vom Sauger. Die TRD und die EN 12953 fordern für den Betrieb von Dampfkesseln „eine zweckmäßige Aufbereitung und Überwachung des Speise- und Kesselwassers“

Bei der Kesselwasseranalyse wird die chemische Beschaffenheit des Kesselwassers untersucht. Es werden bestimmt: pH-Wert, Phosphatgehalt, Chloridgehalt, p- und m-Alkalität. Der Chloridgehalt zeigt einen zu hohen Salzgehalt an, wie er z.B. durch Eindringen von Seewasser in das Speisewasser hervorgerufen werden kann. Um in diesem Fall die Ursache aufzufinden, ist die Leitfähigkeit von Kondensat und Zusatzwasser zu messen. Die Kesselwasseranalyse wird auf dem Dampfkran Saatsee nach Bedarf durchgeführt

Kesselwasserpflege

Bei dem Dampfkran Saatsee wird eine innere Kesselwasseraufbereitung durchgeführt. Dies erfolgt durch Zusatz von Chemikalien. Die notwendige Menge wird durch die Kesselwasseranalyse bestimmt. Das Kesselwasser soll alkalisch sein um eine Korrosion des Kesselstahls infolge Säureangriff zu unterbinden. Hierzu wird dem Kesselwasser Natronlauge zugesetzt. Weiterhin wird ein Phosphatüberschuss gefordert, um eine Enthärtung des Kesselwassers zu gewährleisten. Durch den Zusatz von Dinatriumphosphat werden lösliche Kesselsteinbildner in unlöslichen Schlamm umgewandelt, der leicht durch Abschlämmen aus dem Kessel entfernt werden kann.

Enthärtung über Ionenaustausch

Im Wasser sind die Erdalkalien Kalzium und Magnesium in Ionenform gelöst. Diese Elemente werden als Härtebildner bezeichnet. Im Kesselbetrieb unter Warmeeinwirkung wurden diese Verbindungen als „Kesselstein“ ausfallen und sich auf den Heizflächen als fester Belag ablagern.

Dieser Belag verhindert den Wärmeübergang von der Feuerungs- zur Wasserseite. Anfänglich wurde das zu höheren Abgastemperaturen und damit zu einer Wirkungsgradverschlechterung führen. Bei weiterem Anwachsen der Kesselsteindicke kommt es aufgrund der fehlenden Kühlung der Heizflächen zu einer Zerstörung derselben. Aus diesem Grunde fordern die Wassernormen ein härtefreies Speisewasser.

Entkarbonisierung:

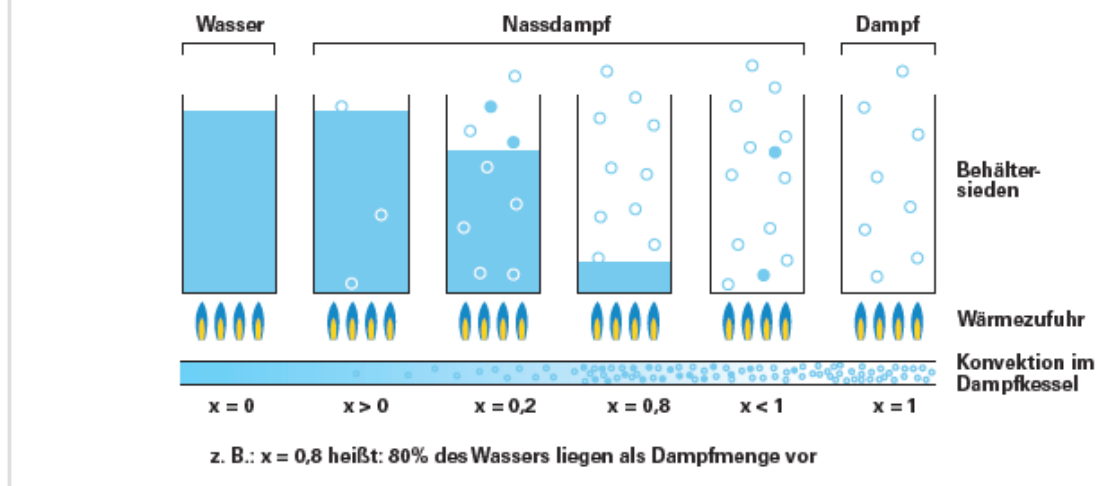
Sofern Härtebildner ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) neben Hydrogenkarbonat (HCO_3^-), auch als m-Wert oder Alkalität bezeichnet, vorliegen, kann der dem Anteil der Hydrogenkarbonate entsprechende Anteil an ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) mittels schwach saurem Kationenaustauscher entfernt werden. Das freiwerdende CO_2 wird über den Entgaser ausgetrieben. Somit wird der Gesamtsalzgehalt um den Betrag der Karbonharte (HCO_3^-) erniedrigt.

C.5.3 Thermische Wasseraufbereitung (TWA)

Wasser kann Gase nicht in beliebiger Menge speichern. Die Speicherkapazität ist nach dem Gesetz von William Henry (englischer Chemiker, 1775 bis 1836) in Abhängigkeit vom Partialdruck des Gases und von der Temperatur des Wassers berechenbar. So enthält Wasser bei einer Temperatur von 25°C ca. 8 mg O_2/kg .

Wird das Wasser erwärmt, nimmt das Lösungsvermögen für Gase ab. Im Extremfall, wenn das Wasser verdampft (Situation im Dampfkessel), werden sämtliche gelösten Gase abgegeben. Die Gase gehen häufig andere Verbindungen ein. Der freie Sauerstoff zum Beispiel kann sich mit ferritischem Stahl des Kessels verbinden.

Abb. B.1.1-1 Stoffwerte-Diagramm



Überkritisches Wasser hat chemisch gesehen besonders aggressive Eigenschaften. Unterhalb des kritischen Punktes ist der Wasserdampf folglich „unterkritisch“, wobei er sich in einem Gleichgewicht mit dem flüssigen Wasser befindet. Wird er in diesem Bereich nach dem vollständigen Verdampfen der Flüssigkeit über die zugehörige Verdampfungstemperatur weiter erwärmt, so entsteht „überhitzter Dampf“ oder „Heißdampf“. Diese Form des Dampfes beinhaltet keinerlei Wassertröpfchen mehr und ist in seinem physikalischen Verhalten ebenfalls ein Gas und nicht sichtbar.

Der Grenzbereich zwischen Nass- und Heißdampf heißt „Sattdampf“ oder in Abgrenzung zum Nassdampf gelegentlich auch „Trockendampf“. Auf diesen Zustand sind die meisten Tabellenwerte über Wasserdampf bezogen. (Siehe Kap. G2 Tab. 2)

	Dieser Abschnitt resultiert im wesentlichen aus Aufzeichnungen (verkürzt) des Sauger IV - Helmut Hütten
1	Sauerstoff
	Sauerstoff wirkt punktuell aggressiv und vermag Eisen in Eisenoxyd unzuwandeln. Durch die Zugabe von Natriumsulfit in das Kesselwasser reagiert der Sauerstoff mit dem Sulfit zu Natrium<u>sulfat</u>. Dies bleibt gelöst im Kesselwasser zurück und kann nur durch kräftiges abschlämmen entfernt werden. Die richtige Dosierung des Sulfits wird durch die Bestimmung des SO_3^- (Schwefeltrioxyd) Überschusses bestimmt.
	Maßnahme: Bestimmung des SO_3^- (Schwefeltrioxyd) Überschusses mittels "Ashland-Phosphat-Testset". Zusatz von Cetalyzed Sulfit™, bis der Sollwert von 20 - 30 ppm erreicht ist und regelmäßiges Abschlämmen
2	Chloridgehalt
	Chloride sind Salze, die sich im Kesselwasser eindicken und anreichern. Sie führen zu Korrosionsschäden und Ablagerungen. Durch regelmäßiges abschlämmen können die Chloride im Sollwert gehalten werden. Chloride können bei dem Dampfkran Saatsee über Seewassereinbruch in das Kesselwasser gelangen, wenn im Notfall Seewasser als Speisewasser verwendet wird. Chloride bilden durch Spaltung im Kessel Säure, die besonders bei Alkalimangel flächenhafte Anfressungen hervorruft.
	Maßnahme: Regelmäßiges abschlämmen Bei einem Chloridgehalt < 300 ppm => normales abschlämmen und abschäumen Bei einem Chloridgehalt > 300 ppm => <u>zusätzliches</u> abschlämmen und abschäumen, um das Kesselwasser zu verdünnen
3	Phosphatierung (-überschuss)
	Phosphate scheiden Erdalkalien (Härtebildner) als Schlamm aus und erhöhen die Alkalität. Die Phosphatierung des Kesselwassers führt zum Ausfällen restlicher Härtebildner (Kalzium / Magnesium) als Schlamm. Weiterhin führt der Phosphatzusatz zur Bildung einer Schutzschicht gegen Korrosion im Kessel. So kann sich ein konstanter PH-Wert um ph-Wert 10 einstellen. Im Hafenmuseum wird ein Dinatriumphosphatgehalt im Kessel von 20 - 40 ppm angestrebt.
	Maßnahme: Bestimmung des Phosphatgehalts mittels "Ashland-Phosphat-Testset". Zusatz von Dinatriumphosphat (Adjunc B™), bis der Sollwert von 20 - 40 ppm erreicht ist.
4	Alkalität (ph-Wert)
	Der pH-Wert ist eine dimensionslose Zahl. Die Wasserstoffionen-Konzentration (H^+) wird durch den pH-Wert ausgedrückt. Mit diesem Wert wird die Reaktion von Wasser in der Intensität eines sauren oder alkalischen Verhaltens festgestellt. Bei einer höheren Temperatur wird der pH-Wert geringer, deshalb wird das Kesselwasser stark alkalisch oder basisch eingestellt. Bei einem niedrigen pH-Wert im Kesselwasser sind die Korrosionsangriffe auf Bauteile aus Stahl höher als bei einer höheren, alkalischen Fahrweise; der pH-Wert muss immer > 9 sein. pH 0: extrem sauer, pH 7: neutral, pH 14: extrem basisch. Alkalität bedeutet, dass der pH-Wert des Kesselwassers höher als neutral ($\text{pH} > 7$) sein soll, das Kesselwasser dann basisch. Die Alkalität wird durch die Zugabe von Natronlauge, Di- bzw. Trinatriumphosphat oder Ätznatron erhöht. Die Alkalität neutralisiert die Wirkung von Säuren im Kesselwasser. Kesselbaustahl ist laut TRD bei salzhaltigem Kesselwasser nur beständig, wenn der pH-Wert zwischen 9,5 - 12 liegt - aber: ab einem pH-Wert > 11 neigt ein

	Kesselwasser zum Spucken und Schäumen!
	Maßnahme: Bestimmung des pH-Wertes mittels Indikatorpapier Zusatz von Dinatriumphosphat (Adjunc B™), bis der Sollwert von 9,6 - 11 erreicht ist. Alternativ können auch Natronlauge, Trinatriumphosphat oder Ätznatron zugeführt werden.
5	Alkalität (P-Alkalität / Phenolphthalein - Alkalität)
	Durch die Zugaben von Dinatriumphosphat (Adjunc B™) wird bereits eine gewisse Alkalität erreicht. Dies ist aber noch nicht vollständig ausreichend. Es muß zusätzlich noch die P- und T-Alkalität ermittelt werden.
	Maßnahme: Bestimmung der P-Alkalität Zusatz von GC™ (Ätznatron), bis der Sollwert von 100 - 150 ppm erreicht ist. Bei einem Wert > 150 ppm => Dosierung reduzieren und abschlämmen
6	Alkalität (T-Alkalität / Total-Alkalität)
	Durch die Zugaben von Dinatriumphosphat (Adjunc B™) wird bereits eine gewisse Alkalität erreicht.
	Mögliche Maßnahme: Zusatz von GC™ (Ätznatron), wenn der <u>Wert nicht kleiner</u> als der doppelte P-Alkalitätswert ist sonst nichts machen.
7	Dichte
	Die Dichte ist eine Maßzahl für die Salzanreicherung im Kesselwasser. Im aufbereiteten Speisewasser sind auch nach der Enthärtung noch gelöste Salze vorhanden. Da sie keine Steinablagerungen bilden und auch den Kesselwerkstoff nicht angreifen, werden sie auch als Neutralsalze bezeichnet. Dazu kommen noch die Überschußalkalien. Alle diese im Wasser gelösten Stoffe werden, mit Ausnahme der Gase, durch die Verdampfung im Kesselwasser angereichert. Aus diesem Grund hat 1 ml Kesselwasser ein höheres spezifisches Gewicht als 1 ml chemisch reines Wasser bei gleicher Temperatur.
	Maßnahme: Bestimmung der Dichte mit einem Aerometer Aus der Dichte kann auf den Gesamtsalzgehalt im Kesselwasser geschlossen werden. Näherungsweise kann für 1° Be ein gesamtsalzgehalt von 10 000 mg/l angenommen werden.
	Wasserhärte
	Die Wasserhärte gibt den Gehalt an gelösten Erdalkalien an. Aus diesen entsteht bei Temperatureinfluss der gefährliche Kesselstein. Die Härte wird in °d (Grad deutscher Härte) gemessen. 10°d entsprechen hierbei einem Erdalkaligehalt von 1,86 mmol/l.
	Karbonhärte
	Mit Karbonathärte werden die an Hydrogencarbonat gebundenen Erdalkalien wie Calcium und Magnesium bezeichnet. Diese Härtebildner zersetzen sich unter Temperatureinfluss in unlösliche Karbonate wie z.B. Kalk. Diese Karbonate bilden den gefährlichen festhaftenden Kesselstein.