

XX. Die Speisewasserreinigung.

1. Allgemeines. Beimengungen des Speisewassers.

Alles zum Speisen der Kessel zur Verfügung stehende Wasser enthält Beimengungen, deren Art und Menge von dem Wege, welchen das Wasser von der Wolke bis zur Schöpfstelle zurückgelegt hat, abhängen.

Verhältnismäßig am reinsten ist das Regenwasser, doch ist seine Gewinnung zu unbequem; man ist daher auf Brunnen und Wasserläufe angewiesen. Bei Benützung städtischer Wasserleitungen schöpft man auch aus einer dieser beiden Quellen.

Die Verunreinigungen sind entweder zum Teil unlösliche Beimengungen im Wasser, wie Schlamm, Lehm, Eisenoxyde, Kohlen, organische Bestandteile und Öl. Diese finden sich vorzugsweise in dem aus Wasserläufen gewonnenen Wasser, während Brunnenwasser im allgemeinen davon frei ist. Die Reinigung von diesen Bestandteilen geschieht durch mechanische Vorrichtungen. Lösliche Bestandteile nimmt das Wasser teils schon in der Luft, hauptsächlich aber während des Durchsickerns durch die Schichten des Erdbodens auf. Solche Bestandteile sind:

- a) Gase: Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure;
- b) leicht lösliche Stoffe: Chlornatrium (Kochsalz) NaCl , Chlorcalcium CaCl , Chlormagnesium MgCl , schwefelsaure Magnesia MgSO_4 , doppeltkohlensaurer Kalk $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;
- c) schwer lösliche Stoffe: kohlensaurer Kalk CaCO_3 , kohlensaure Magnesia MgCO_3 , Gips CaSO_4 , Kieselsäure SiO_2 , Tonerde Al_2O_3 , kohlensaures Eisenoxyd FeCO_3 , Salpetersäure, Humussäure, Fettsäuren.

Die Säuren, sowie Sauerstoff haben eine schädliche Wirkung, indem sie die Kesselwandungen angreifen, ebenso die Chlorverbindungen, sobald sie sich zersetzen und Gelegenheit zur Bildung freier Salzsäure geben. Der Stickstoff ist chemisch unwirksam, daher nicht schädlich.

Die Gase werden schon durch Erhitzung ausgetrieben und verschwinden also, wenn das Wasser bereits außerhalb des Kessels genügend hoch erwärmt wird. Die Gegenwart von Säuren weist man durch blaues Lackmuspapier nach und beseitigt dieselben durch Hinzufügen von Alkalien, am besten von Soda.

Die leichtlöslichen Salze haben keine schwerwiegenden Nachteile im Gefolge; sie erhöhen bei größerer Konzentration den Siedepunkt der Lösung und damit die zur Dampfbildung erforderliche Wärmemenge. Sie lassen sich nicht mit einfachen Mitteln aus dem Speisewasser entfernen. Zur Beseitigung oder Verdünnung derselben wird von Zeit zu Zeit der Kessel abgeblasen.

Für die schwerlöslichen Stoffe ist schon bei geringem Gehalte der Sättigungspunkt erreicht, weitere

Mengen der Stoffe werden in dem Maße, wie das Speisewasser, welches sie in den Kessel eingeführt hat, verdampft, herausgefällt und bilden dann entweder Schlamm oder feste Krusten, den Kesselstein.

Während der Schlamm auf verhältnismäßig einfache Weise entfernt werden kann, ist der Kesselstein von äußerst schädlichem Einfluß auf den Betrieb und den Zustand des Kessels und kann nur mit erheblicher Mühe entfernt werden. Der Kesselstein hindert den Wärmeübergang, wodurch die Bleche heißer als ihnen zuträglich ist und selbst rotglühend werden können und an Widerstandsfähigkeit einbüßen. Nach Versuchen von Eberle beträgt der Temperaturunterschied zwischen Blech und Wasser bei einem Wärmeübergang von 50 000 WE auf 1 qm Heizfläche, wenn die Bleche rein sind, etwa 25°, wenn sie aber mit Kesselstein oder Öl belegt sind, etwa 200°. Manche Kesselexplosionen sind auf diese Ursache zurückzuführen gewesen, und zwar in dem Zeitraum von 1877 bis 1896 etwa 10 v. H. aller Explosionen.

Als Kesselsteinbildner kommen unter den oben genannten Mineralien doppeltkohlensaurer Kalk, Gips und kohlensaure Magnesia in Betracht. Die Wasserreinigung hat sich also hauptsächlich mit diesen drei Mineralien zu befassen.

2. Die Härtegrade.

Man nennt ein Wasser hart oder weich, je nachdem es mehr oder weniger schwerlösliche Salze enthält, und beurteilt danach die Güte für den Kesselbetrieb. Zahlenmäßig bemißt man dieselbe nach Härtegraden. Es bedeutet:

1 deutscher Härtegrad	1 T. CaO	in 100 000 T. Wasser,
1 französischer	1 „ CaCO_3	„ 100 000 „ „
1 englischer	1 „ CaCO_3	„ 70 000 „ „

Unter Berücksichtigung der Verbindungsgewichte und bezogen auf 1 cbm Wasser entspricht:

1 deutscher Härtegrad	10 g CaO	in 1 cbm Wasser,
oder	17,9 „ CaCO_3	„ 1 „ „
„	7,15 „ MgO	„ 1 „ „
„	24,4 „ CaSO_4	„ 1 „ „
„	15 „ MgCO_3	„ 1 „ „

es ist also

1 deutscher Härtegrad = 1,79 französische
= 1,25 englische Härtegrade.

Die Härtebestimmung kann durch ein einfaches Verfahren mittels Seifenlösung geschehen, indem man die Erscheinung benützt, daß Seifenlösung in hartem Wasser nicht schäumt, sondern durch die Kalk- und Magnesiasalze zersetzt wird. Erst wenn diese Salze durch die Seifenlösung gebunden sind, kann man die weiter zugeführte Seifenlösung zum Schäumen bringen.

Man hat daher an der zum Binden der Salze erforderlichen Menge Seifenlösung ein Maß für die Härte. Für eine genauere Bestimmung, welche auch über die Natur der Beimengungen Aufschluß gibt, ist natürlich eine chemische Analyse nötig. Eine solche wird zweckmäßig schon bei dem Entwurf der Kesselanlage vorgenommen, da die Natur des Speisewassers für manche Einzelheit, gegebenenfalls sogar für die Wahl des Kesselsystems entscheidend sein kann.

Die Frage, wann eine Reinigung des Speisewassers vorzunehmen ist, ist unter Berücksichtigung der Betriebsverhältnisse und der Kesselbauart zu beantworten. Im allgemeinen soll für leicht zu reinigende Kessel von 12 deutschen Härtegraden, bei Wasserrohrkesseln von 6 bis 7 Härtegraden an das Wasser jedenfalls gereinigt werden.

Beispiel 35: Wieviel kg kohlensaurer Kalk werden aus Speisewasser von 12 deutschen Härtegraden in einem Flammrohrkessel von 100 qm Heizfläche bei 10stündigem Betriebe und normaler Anstrengung von 20 kg/qm in 1 Monat ausgeschieden?

12 deutsche Härtegrade = $17,9 \cdot 12$ g CaCO_3 in 1 cbm, in einem Monat werden verdampft $20 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 30$ kg = 600 cbm, also Gewicht an ausgeschiedenem Kalk:

$$G = 17,9 \cdot 12 \cdot 600 = 129000 \text{ g} = 129 \text{ kg.}$$

3. Die Löslichkeit der Kesselsteinbildner.

Kohlensaurer Kalk CaCO_3 wird vom Wasser in normalem Zustande im Verhältnis 1 : 50 000 gelöst, d. h. 1 cbm kann 20 g enthalten. Ist das Wasser mit Kohlensäure gesättigt, so steigt die Löslichkeit schon bei gewöhnlichem Druck auf 1 : 1140 oder 0,88 kg in 1 cbm, bei erhöhtem Druck bis auf 3 kg in 1 cbm oder 1 : 330; dabei hat sich doppeltkohlensaurer Kalk $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ gebildet. Wird solches Wasser in den Kessel gepumpt, so wird durch die hohe Temperatur die Kohlensäure ausgetrieben und die entsprechende Menge CaCO_3 niederschlagen; diese setzt sich an den Heizflächen an und kann festbrennen.

Kohlensaure Magnesia MgCO_3 ist löslich im Verhältnis von 1 : 2000 oder von 0,5 kg in 1 cbm; schwefelsaurer Kalk CaSO_4 im Verhältnis 1 : 400 oder von 2,5 kg in 1 cbm; beide werden bei Temperaturen von 130 bis 144° C ausgeschieden.

4. Chemische Reinigung.

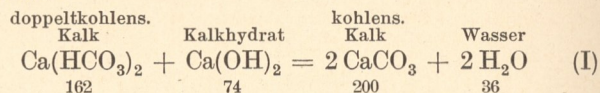
Die Reinigung des Wassers von den gelösten Beimengungen zielt zunächst darauf hin, die löslichen Bestandteile in unlösliche zu verwandeln und dann diese unlöslichen Niederschläge aus dem Wasser zu entfernen; es ist also immer mit der chemischen Reinigung auch eine mechanische zu verbinden. Die doppeltkohlensaurer Kalk- und Magnesiasalze lassen sich auch ohne Chemikalien zum Teil durch bloße Lüftung des Wassers, indem dasselbe als Sprühregen herabfällt, wirksamer noch durch Erhitzung ausscheiden. In beiden Fällen wird die Hälfte der Kohlensäure ausgetrieben und das zurückbleibende einfachkohlensaure Salz ist nicht mehr löslich und schlägt nieder.

Als chemische Reagenzien kommen hauptsächlich Ätzkalk, Soda, Ätznatron und vereinzelt kohlensaurer Baryt in Betracht.

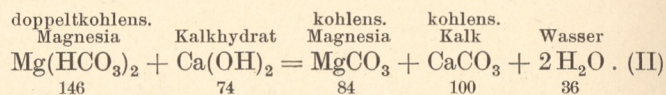
A. Reinigung mit Ätzkalk.

Der Ätzkalk oder gelöschte Kalk bindet die im Wasser etwa vorhandene freie Kohlensäure und entzieht

dem doppeltkohlensaurer Kalk und der doppeltkohlensaurer Magnesia die Hälfte der Kohlensäure nach den Formeln:



und

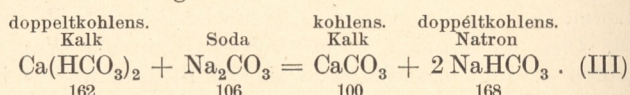


Das Kalkhydrat wird aus gebranntem Kalk CaO durch Auflösen in Wasser als Kalkmilch hergestellt. Die zuzusetzende Kalkhydratmenge muß so bemessen sein, daß auch die im Wasser vorhandene freie Kohlensäure gebunden wird; bei Mangel an Kalkhydrat wird nicht Magnesiumhydroxyd, sondern nach Formel (II) kohlensaure Magnesia gebildet, welche sich nur unvollständig ausscheidet.

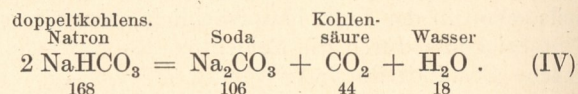
B. Reinigung mit Soda.

Soda dient ebenfalls zur Zersetzung des doppeltkohlensaurer Kalkes; die Einwirkung muß jedoch, um eine vollständige Zersetzung zu erzielen, unter Erwärmung geschehen.

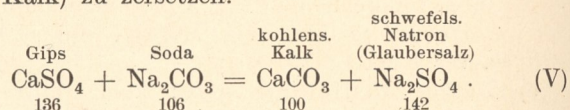
Dieselbe erfolgt zunächst nach der Formel



Beim Sieden im Kessel wird das gebildete doppeltkohlensaure Natron zerlegt nach



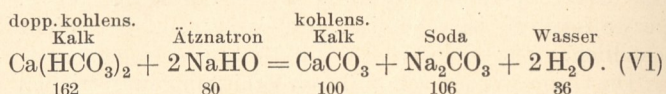
Soda ist ferner das einzige Mittel, um Gips (schwefelsaurer Kalk) zu zersetzen.



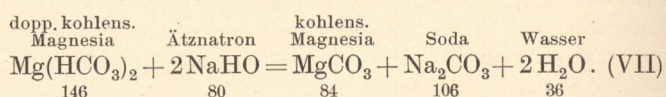
C. Reinigung mit Ätznatron NaHO .

Ätznatron ist zunächst in denselben Fällen zu gebrauchen, in denen man Ätzkalk und Soda anwendet, jedoch ist es teurer.

a) Gegen doppeltkohlensaurer Kalk:



b) Gegen doppeltkohlensaure Magnesia:



c) Ist in dem Wasser auch noch Gips enthalten, so wird derselbe durch das eben entstandene kohlensaure Natron zersetzt nach Formel (V).

d) Gegen Chlormagnesium:

Dasselbe kann zwar auch durch Soda zersetzt werden nach

