

Korrosionen Der Dampfkessel Durch ungeeignetes Kesselfeismasser

von

Dr. Hermann Stadlinger
in Chemnis

Handelschemiker und vereidigter Sachverständiger
bes Königl. Wands- und Amtsgerichtes in Chemnik.



1914

Aus der analytisch-technischen Abteilung des öffentlichen
chemischen Laboratoriums
Dr. Huggenberg & Dr. Stadlinger, Chemnis.

(Nachdruck auch im Auszuge, verboten!)

Springer Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Korrosionen der Dampfkessel

durch ungeeignetes Kesselspeisewasser

VON

Dr. Hermann Stadlinger
in Chemnitz

Handelschemiker und vereidigter Sachverständiger
des Königl. Land- und Amtsgerichtes zu Chemnitz.



1914

Aus der analytisch-technischen Abteilung des öffentlichen
chemischen Laboratoriums
Dr. Huggenberg & Dr. Stadlinger, Chemnitz.

(Nachdruck, auch im Auszuge, verboten!)

Sonderabdruck aus „Seifenfabrikant“,
Berlin 1914, Nummer 8, 9, 10 und 11
Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

ISBN 978-3-662-23425-9 ISBN 978-3-662-25477-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-25477-6

Die Frage, ob ein Wasser zum Speisen von Dampfkesseln verwendbar ist, hat den Industriellen seit langem beschäftigt, kennt doch jeder Kesselbesitzer die schweren Schäden, die aus der Verwendung eines ungeeigneten Kesselspeisewassers entstehen können!

So ist es nicht verwunderlich, daß der analytische Chemiker von alters her gerade auf diesem Gebiete der angewandten Chemie recht häufig als Vertrauensmann beigezogen wird, um ein Urteil über die Verwendbarkeit des Speisewassers, dieses unentbehrlichsten Lebenselementes unserer Dampfkessel, abzugeben.

Wie auf allen übrigen Gebieten chemischen Forschens, so haben sich auch unsere Kenntnisse über die im Dampfkessel sich abspielenden chemischen Prozesse wesentlich erweitert, so daß Männer von der Bedeutung eines *W a s c h*, *B l a c h e r* u. a. mit Recht von einer modernen „Dampfkesselchemie“ sprechen konnten. Die Zeiten, in denen sich der Chemiker zufrieden gab, wenn er bei einem Kesselspeisewasser geringen Härtegrad und Abwesenheit von Chlormagnesium festgestellt hatte, sind vorüber. Der Gutachter von heute weiß, daß es noch ein ganzes Heer von schleichenden „Kesselfeinden“ gibt, die man bisher als harmlos angesehen hatte, die sogar noch gefährlicher sind, als das berüchtigte Chlormagnesium.

Von ihren Wirkungen und ihrer Bekämpfung dem Kesselbesitzer Kenntnis zu geben, ist der Zweck dieser Zeilen.

Im wesentlichen sind es zwei Hauptfragen, die wir als Gutachter an ein Kesselspeisewasser zu stellen haben:

1. Wird das Wasser viel oder wenig *K e s s e l s t e i n* und *K e s s e l s c h l a m m* bilden?
2. Enthält das Wasser Beimengungen, die eine Zerstörung der Kesselwandungen, *U r m a t u r e n* usw. bewirken können?

Je nach dem Ausfall der bezüglichen Prüfungsergebnisse werden wir unter Umständen die weitere Frage aufzuwerfen haben:

Wie bekämpfen wir die mißliebigen
Wasserbestandteile?

Wenn ich in nachfolgenden Zeilen nur das Gebiet der „Kesselzerstörer“ zum Gegenstande meiner Betrachtungen mache, so geschieht dies hauptsächlich deshalb, weil dieses dem Industriellen weniger bekannt ist, wie die Kesselsteinfrage,¹⁾ zumal es scheint, als hätte die Praxis bei ihrer Fürsorge um kesselsteinarmes Wasser zuweilen die Frage der „Metallschädigung durch korrodierende Wasserbestandteile“ aus dem Auge verloren!

Eine solche einseitige Wasserbeurteilung ist übrigens auch noch vielfach in rein chemischen Kreisen zu finden, denn gar mancher Wassergutachter glaubt, der Industrie einen besonderen Dienst dadurch zu leisten, daß er in fahnenartiger Analysenaufstellung eine imponierende Übersicht aller Wasserbestandteile, nach Ionen oder Radikalen gesondert, gibt und umgeht letzten Endes verlegen die Hauptfragen: Wird das Wasser ohne Nachteil verwendbar sein? Wie kann es verbessert werden? Solange wir Chemiker hierzu nicht Stellung nehmen, nützen die schönsten Paradeanalysen, wie sie wohl bei Mineralwasseruntersuchungen berechtigt sind, dem Industriellen nichts, sie sind höchstens ein Beweisobjekt für den hohen Fleiß und die peinliche Gewissenhaftigkeit des Analytikers.

Mit Recht fordert daher H. W e h n e r, einer der bedeutendsten Chemiker auf dem Gebiete der Wasserbegutachtung,

¹⁾ Ich verweise übrigens auf meine Veröffentlichung „Leitlinien der technischen Wasserreinigung“ (Seifen-Industrie-Kalender 1910), worin die Kesselsteinfrage eingehend behandelt wird. Interessante Aufschlüsse über die gerade auf dem Gebiet der Kesselsteinbekämpfung üppig blühende „technische Kurpfuscherei“ gibt die Schrift von G. E d e r m a n n über Kesselsteingeheimmittel. (Verlag von Voyn & Maasch, Hamburg 1905.)

eine chemische Analyse, die mehr praktischen Gesichtspunkten Rechnung trägt und dadurch manche unnötige, mühsame analytische Arbeit verhütet. Damit soll selbstverständlich nicht gesagt sein, daß eine ausführliche Untersuchung auf die für die Begutachtung wesentlichen Wasserbestandteile überflüssig wäre!

Wenn wir die älteren chemischen Veröffentlichungen über Metallzerstörung durch ungeeignetes Kesselspeisewasser überblättern, so sind es gewöhnlich folgende Wasserbestandteile, die mit den Schäden in ursächlichen Zusammenhang gebracht worden sind:

Chlormagnesium,
Salpetersäure in Form der sog. Nitrate,
Salpetrige Säure (Nitrite),
Zufällige Säurezuflüsse zum Kesselspeisewasser aus der Umgebung (saure Luft, chemische Betriebe, Abwässer).

Hatte der Chemiker der älteren Schule die Abwesenheit solcher Wasserbestandteile im Untersuchungsobjekte bewiesen, so lag für ihn nach dem damaligen Stande chemischer Erkenntnis keine Veranlassung zu einer Beanstandung des Wassers vor.

Indessen blieben die Kesselschäden trotz Verwendung derartig „einwandfreier“ Kesselspeisewässer nicht aus. Dies gab dem Chemiker Anreiz zu neuer Forscherarbeit und gar mancher Lösungsgenosse des Wassers stellte sich als gefährlicher Schädling heraus, den man bisher nur wenig oder gar nicht für korrosionsfähig erachtet hatte. So erwiesen sich als schleichende „Kesseligifte“:

Freie und in der Hitze abspaltbare Kohlen-
säure,
Sauerstoff (aus beigemengter Luft),
Schwefelwasserstoff,
Fettsäuren und Fett,
Humussäuren,
Kieselensäure,

Ammoniak und Zersetzungprodukte von Fäkalwässern,
manche Umsetzungsprodukte unsachgemäßer
chemischer Wasserreinigung,
größere Salzanisammlungen im Kesselwasser
und viele zum Zwecke der Kesselsteinbekämpfung zugesetzte
Geheimmittel.

Es ist somit eine stattliche Zahl von Schädlingen, auf die wir bei der Kesselspeisewasserprüfung unser Augenmerk zu richten haben. Nachstehend seien die wichtigsten Eigenschaften dieser Übeltäter beschrieben, wobei ich zugleich den Versuch unternehme, die wirksamsten Mittel zu ihrer Bekämpfung anzugeben.

Chlormagnesium.

Eigenschaften: Die gefährlichen Eigenschaften dieses Salzes sind seit langem bekannt. Durch seine Fähigkeit, im Kessel unter den herrschenden Druck- und Hitzeverhältnissen Salzsäure abzuspalten, vermag es die Kesselwandungen und Armaturen aufs heftigste zu schädigen. Glücklicherweise ist Chlormagnesium ein verhältnismäßig nicht allzu häufig vorkommender Wasserbestandteil; in der Nähe von Salzlagerstätten kann sein Auftreten freilich erheblichen Umfang annehmen. Der Analytiker wird das Chlormagnesium an den spezifischen Eigenschaften des Trockenrückstandes nicht leicht übersehen können: Entwicklung weißer, lakmusrötender Nebel, Hygroscopizität des Rückstandes.

Bekämpfung: Chlormagnesiumhaltiges Wasser ist zum Kesselspeisen unverwendbar, denn selbst in geringer Menge auftretend, würde das Chlormagnesium nach und nach im Kessel Anreicherung erfahren und dort sein Zerstörungswerk beginnen. Die Reinigung hat nach den für die Kesselsteinausscheidung maßgebenden Gesichtspunkten zu erfolgen. (Natrium-Soda-Verfahren, Bariumchlorid-Verfahren, Permutit-Verfahren u. s. f.).

Salpetersäure (Nitrate) und salpetrige Säure (Nitrite).

Eigenschaften: Salpetersäure ist das Endprodukt des fortschreitenden Oxydationsprozesses stickstoffhaltiger organischer Substanzen (sog. Mineralisierungsvorgang). Im reinen Grundwasser nur spurenweise auftretend, kann sie im Brunnenwasser oft in bedeutender Menge vorkommen und dadurch zum unerwünschten Kesselspeisewasserbestandteil werden. Salpetrige Säure ist das Zwischenprodukt des erwähnten Mineralisierungsprozesses, kann aber auch durch Reduktion der Salpetersäure unter Mitwirkung von Mikroorganismen entstehen. Ihr Vorkommen deutet stets auf Zufluß von Fäkalstoffen und sonstigen stickstoffhaltigen organischen Zersetzungserzeugnissen zur Wasserstelle.

Salpetersäure und salpetrige Säure sind in einem Kesselspeisewasser höchst unerwünscht, namentlich, wenn es sich um erhebliche Mengen handelt. Besonders gefährlich sind sie als Beimengung des Kesselsteines. Eine Hauptgefahr liegt in ihrer Zersetzbarkeit zu sauren Stickoxyden unter dem Einfluß von Druck und Hitze. Natriumnitrat vermag sich zu spalten in Sauerstoff und Natriumnitrit, welches letzteres unmittelbar metalllösend wirkt.

Bekämpfung: Eine direkte Ausscheidung von Nitraten und Nitriten durch chemische Fällungsmittel ist nicht möglich. Wasser mit starkem Gehalt an Salpetersäure oder salpetriger Säure sollten daher überhaupt nicht verwendet werden. Spuren sind zulässig, doch ist durch regelmäßiges Ablassen des Kesselinhaltes (siehe unten Kapitel „Salzansammlungen“) Vorkehrung gegen Anreicherung dieser Substanzen im Kessel zu treffen. Solche Wässer sind auch möglichst gut zu enthärten.

Im übrigen wird es durch Absperrung der schädlichen Zuflüsse von der Brunnenanlage, wie auch durch gründliche Reinigung der Wassergewinnungsstelle in Verbindung mit baulichen Verbesserungen häufig möglich sein, die Salpetersäure bis auf ein Minimum herabzusetzen und die salpetrige Säure ganz zum Verschwinden zu bringen.

Zufällige Säurezuflüsse zum Kesselspeisewasser.

Eigenschaften: Solche Verunreinigungen können namentlich in der Nähe gewerblicher und industrieller Betriebe im Wasser auftreten, besonders dort, wo mit Mineral-säuren (Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure usw.) gearbeitet wird oder wo solche entstehen können.¹⁾ So habe ich erst vor kurzem unweit einer Beizerei einen Fall von Schwefel-säureverunreinigung beobachtet, wobei ein guter Kessel binnen weniger Monate dem Ruin zugeführt worden war.

Nicht unbedenklich sind zuweilen auch die Regensammelwässer der Großstädte wegen ihres oft erheblichen Gehaltes an schwefliger Säure, die bekanntlich ja auch den Dachrinnen recht oft zum Verhängnis wird.

Bekämpfung: Säurezuflüsse sind nach Möglichkeit ganz abzustellen. Sprechen örtliche Umstände dagegen, so ist Neutralisierung der sauren Wässer (Kalk, Soda, Natrium), verbunden mit regelmäßiger Kontrolle des Abfättigungsgrades, notwendig. Das neutralisierte Wasser soll rotes Lackmuspapier schwach bläuen, blaues keinesfalls röten.

Freie und in der Hitze abspaltbare Kohlensäure.

Eigenschaften: So erfreulich das Vorkommen dieses Gases in einem Trinkwasser erscheint, ebenso unerwünscht ist sein Auftreten in Kesselspeisewässern. Erst der neueren chemischen Forschung war es vorbehalten, seine gefährliche Rolle als Metallschädling zu erkennen und Mittel für seine Bekämpfung anzugeben. Sehen wir von der unschädlichen sog. „ganzen“ Bindungsform der Kohlensäure in den Monokarbonaten CaCO_3 und MgCO_3 ab, so ist es

¹⁾ Bleichereien, Drahtziehereien, Farbwerke, Galvanisierwerke, Emaillefabriken, Säurefabriken (so z. B. Niesabbrände aus Schwefelsäurefabriken), Metallwarenfabriken, Nitrocellulose- und Dynamitfabriken, Papier- und Pappenfabriken, Kohlen-, Kupfer- und Schwefelties-Gruben, Superphosphatfabriken, Verzintereien, Verzinnereien usw.

- a) die freie Kohlenensäure und
- b) die halbgebundene (in der Hitze abspaltbare) Kohlen-
säure,

die wir als „Kesselgifte“ ins Auge zu fassen haben.

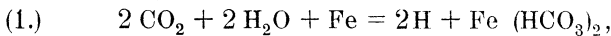
Da 1 Liter Wasser von 15° C. rund 1 Liter Kohlenensäure im Gewichte von nahezu 2 g Gasgewicht aufzulösen vermag, ist es erklärlich, wenn die freie Kohlenensäure als recht häufiger Begleiter des natürlichen Wassers angetroffen wird. Namentlich die sog. weichen Wässer, denen der Kesselbesitzer wegen ihres Mangels an Kesselsteinbildnern mit gewissem Rechte eine Vorzugsstellung einräumt, sind wahre Fundorte für freie Kohlenensäure und damit, wie ich weiter unten zeigen werde, nicht immer so verlockende Kesselspeisewässer, wie es zunächst erscheinen möchte. Ein kohlenensäurehaltiges Wasser wird man, trotzdem das Kohlendioxyd in wässriger Lösung zu den schwachen Säuren zählt, immer mit scheelem Auge zu beobachten haben, denn es ist in vieler Hinsicht mit einer sehr dünnen Schwefelsäurelösung zu vergleichen. Was ihm auf seinem unter- oder oberirdischen Dasein in den Weg kommt, ist langsam, aber sicher seiner zerstörenden Wirkung preisgegeben. So rückt die Kohlenensäure dem Mauerwerk, Beton, Kalk oder Traß zu Leibe, um die Monokarbonate des Kalkes oder der Magnesia in entsprechende Bicarbonate zu verwandeln, wie sie es auch nicht verschmäht, die unedlen Metalle zu benagen. Mit Eisen bildet sie das in Wasser lösliche Eisencarbonat, welches letzteres unter dem Einfluß der Luft (Sauerstoff) eine Spaltung zu dem bekannten unlöslichen ockerfarbigen Eisenhydroxyd und Kohlenensäure erfährt; mit Blei erzeugt sie bei gleichzeitigem Luftzutritt Bleihydroxyd und auch Kupfer, Zink, sowie andere unedle Metalle können für die Dauer ihrer Wirkung nicht widerstehen.

Es ist daher einleuchtend, daß die weichen Wässer viel schlimmer zerstörend wirken müssen, wie die an Kalk und Magnesia mehr oder weniger reichen harten Wässer. Zu letzteren ist, um einen trivialen Vergleich zu bringen, die Au-

griffsluft des gefährlichen Gases durch die Kalk- und Magnesia-„Fütterung“ bereits gestillt und so kommt es, daß harte Wässer meist nur soviel Kohlendioxyd enthalten, als zur chemischen Bindung des Kalkes nötig ist; in den weichen Wässern aber liegt das Kohlendioxyd mit seinem vollen Betrage an sauren Eigenschaften noch offen zutage. Daher finden wir weiche Wässer mit verhältnismäßig wenig freier Kohlen Säure oft aggressiver, als harte Wässer mit ausgeglichenem Alkaliwert der Karbonate und Säurewert des Kohlendioxydes. Dabei sei erwähnt, daß mit dieser „Halb“-Bindung der Kohlen Säure an einfachkohlen sauren Kalk oder einfachkohlen saure Magnesia nicht etwa eine dauernde Unschädlichmachung des gefährlichen Gases erzielt wäre! Dieser Zustand hält nur in der Kälte an. Er h i e n wir derartige Bikarbonatlösungen, so tritt mehr oder weniger vollständige Abspaltung des nur lose, „halb“ gebundenen Kohlendioxydes unter Wiederausfällung der Monokarbonate ein. Wenn daher manche Trinkwasser versorgungen der aggressiven freien Kohlen Säure, um Angriffe auf die Bassins und Röhrenleitungen zu verhüten, zur Stillung ihres „Hungers“ kohlen sauren Kalk in Form von Marmor darbieten, und damit auch tatsächlich ihren Zweck erreichen, so ist dies ein zweischneidiges Schwert, das dem Kesselbesitzer, der ein solches neutralisiertes Wasser verwendet, zum Schaden gereichen muß. Dieser Verbraucher wird in seinem Kessel nicht nur allein den kohlen sauren Kalk als Kesselstein wiederfinden, er hat zugleich den halbgebändigten Schädling wieder vor sich und muß damit rechnen, daß die unter der Hitze des Dampfkessels freiverdende Kohlen Säure ihr unterbrochenes Zerstörungswerk an den Kesselwandungen vollendet. Wie gefährlich solche freie oder freiverdende Kohlen Säure für die Kessel werden kann, beweisen schon allein die vielen Pocken, Furchen und Grübchen, die man zuweilen an den Kesselwandungen, namentlich in der Wasserlinie, beobachten kann. Unterstützt vom Sauerstoffgehalt mitgeführter Luft oder von der Gegenwart gelöster Salze (Chloride, Sulfate, Nitrate), Ammoniakverbindungen

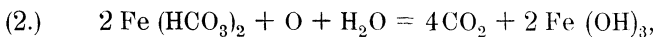
usw. kann ein an Kohlen säure überreiches Wasser einen tadellosen Kessel oft in kurzer Zeit zum „alten Eisen“ degradieren. Dabei bedarf es nicht etwa großer Kohlen säuremengen. Wässer mit einem Gehalt von 30 mg CO₂ im Liter können schon beträchtliche Verheerungen herbeiführen, was um so beachtenswerter erscheint, als ein derartiger, ja oft noch höherer Kohlen säuregehalt in weichen Wässern sehr oft anzutreffen ist. Wenn daher Lut, W e h n e r u. a. 7 bis 10 mg CO₂ als die Höchstgrenze für den zulässigen Gehalt eines Wassers an freier Kohlen säure aufgestellt haben, so kann ich diesen Forschern nur beipflichten. Dabei ist noch vorauszusetzen, daß diese Wässer mindestens vier deutsche Härtegrade aufweisen müssen.

Die Frage, welche chemischen Vorgänge sich bei solchen Korrosionen abspielen, ist durch folgende einfache Reaktionsgleichung zu beantworten:



d. h. es entsteht Wasserstoff und lösliches Eisenbikarbonat.

Lassen wir nun auf letzteres den Sauerstoff der im Wasser mitgeführten Luft einwirken, so vollzieht sich folgender Fällungsprozeß:



d. h. das ursprünglich gelöste Eisenbikarbonat wird untererspaltung von Kohlen säure in unlösliches rostfarbiges Eisenhydroxyd verwandelt. Wenn daher in einem Dampfkessel größere Ansammlungen von Rostschlamm, Rostknollen, Pickeln, Blüten und dergl. auftreten, so sollte dies für jeden Kesselbesitzer ein Warnungssignal zur Prüfung des Wassers auf natürlichen Eisengehalt oder aggressive Substanzen sein.¹⁾ Ergibt die Analyse das erstere, so bedeutet dies eine Beruhigung für den Auftraggeber; finden sich aber im Wasser rostbegünstigende Substanzen, so ist es höchste Zeit, entsprechende

¹⁾ Die mit Wasser angefüllten Flaschen sind sofort nach der Probenahme luftdicht zu verschließen und an den Analytiker weiterzugeben, um Gasverluste zu verhüten.

Vorkehrungen gegen Kesselangriffe einzuleiten. Wie schon weiter oben angedeutet wurde, ist die in den Bicarbonaten vorkommende, in der Hitze abspaltbare, sog. „halb“ gebundene Kohlen Säure nicht minder ernst zu nehmen, wie die freie Kohlen Säure. Sie findet in den neueren Analysen meist ihren Ausdruck durch die „Carbonathärte“, wobei sich rechnerisch ergibt, daß 1 Liter Wasser mit 1° Carbonathärte beim Erhitzen 7,9 mg Kohlen Säure abzuspalten vermag. Verbringen wir daher ein mittelhartes Wasser von 10° Carbonathärte in den geschlossenen Dampfkessel, so haben wir pro 1 Liter Wasser auf der einen Seite eine Ausscheidung von rund 180 mg kohlen sauren Kalkes, auf der anderen Seite eine Entbindung von 79 mg gasförmiger Kohlen Säure, was bei 1 cbm solchen Wassers die beträchtliche Menge von 180 g Kesselstein und 79 g Kohlen Säure zu bedeuten hat. Da nach Reaktionsgleichung (1.) 88 Teile Kohlen Säure auf 56 Teile Eisen lösend zu wirken vermögen, sind die abgespaltenen 79 g Kohlen Säure aus 1 cbm Wasser von 10° Carbonathärte befähigt, 50 g Eisen in die lösliche doppeltkohlen saure Verbindung umzuwandeln, d. h. dem Bestande des Kesselmaterials zu entziehen. Lassen wir auf das entstandene Eisenbicarbonat noch Luft wirken, so findet gemäß Reaktionsgleichung (2.) Eisenhydroxyd-Abscheidung und gleichzeitige Wiederabspaltung der Kohlen Säure statt, die nunmehr von neuem ihr unheilvolles Spiel an den Eisenwänden beginnen kann.

Mag auch ein großer Teil dieser aus Bicarbonaten abgespaltenen Kohlen Säure durch den Wasserdampf rechtzeitig dem Gefahrenbereiche entzogen werden, so ist doch immerhin mit der Möglichkeit zu rechnen, daß ein erheblicher Prozentsatz der korrosiven Gase im Kessel verbleibt und durch Zersetzung nachgeschobenen Speisewassers weitere Ergänzung erfährt.

Diese Erwägungen mögen zugleich zeigen, wie verkehrt eine Wasserreinigung im Kessel sein kann, bei der sich der Kesselbesitzer einzig auf die sog. Schlammfänger verläßt, ungeachtet aller freiverdenden Kohlen Säure. Zum mindesten ist

dann gleichzeitig Sorge für eine Entkohlensäuerung des Kesselwassers zu tragen!

B e k ä m p f u n g : Freie Kohlensäure kann sowohl durch chemische, wie durch mechanische Behandlung des Speisewassers unschädlich gemacht werden. Welche Methode die geeignetere ist, richtet sich nach der übrigen Zusammensetzung des Wassers. So wird man bei einem harten Wasser zweckmäßig zu chemischen Mitteln greifen, die einerseits Ausfällung der Kesselsteinbildner, andererseits eine Bindung des Kohlendioxydes gewährleisten. Das heiße alkalische Reinigungsverfahren mit Kalk oder Natron (zuzüglich entsprechender Sodamengen zur Ausscheidung von Gips) unter Verwendung von Wasserreinigern bewährten Systems außerhalb der Kessel dürfte hierzu in erster Linie berufen sein. Besonderes Augenmerk ist hierbei darauf zu richten, daß etwaige Bikarbonatbildungen durch Hitze unschädlich gemacht werden, bevor das entsäuerte und enthärtete Wasser in den Kessel eintritt, andernfalls würde die halb gebundene Kohlensäure im Kessel wieder freierwerden und dort ihr Vernichtungswerk beginnen. Diese Vorsicht wäre u. a. bei der sog. Permutitreinigung notwendig. Es ist bekannt, daß hierbei zwar eine ideale Enthärtung erzielt wird, jedoch eine gleichzeitige Natriumbikarbonatbildung nicht vermieden werden kann. Dieses spaltet sich in der Hitze zu Na_2CO_3 und CO_2 . (Für jeden Grad Karbonathärte gelangen beim Permutitverfahren 18,9 g wasserfreie Soda in 1 cbm Wasser.)

Für weiche, kohlen säurehaltige Wässer ist die chemische Behandlung mit Alkalien nicht ohne weiteres notwendig. Kalk als Neutralisierungsmittel halte ich deshalb für unzulässig, weil seine Verwendung eine unnötige Härtung des Wassers herbeiführt. Dagegen könnten richtig dosierte Natronzusätze, verbunden mit gleichzeitiger Erhitzung des Wassers (vor seinem Eintritt in den Kessel!), wohl eher zum Ziele führen.

Wo indessen die chemische Entsäuerung umgangen werden kann, sollte man versuchen, den gasförmigen Schäd-

ling auf mechanischem Wege zu bekämpfen, zumal es hierbei auch gelingt, den nicht minder schädlichen Sauerstoff (siehe unten Kapitel „Sauerstoff“) zu beseitigen.

Sehen wir zunächst von den maschinellen Hilfsmitteln, die der Kesselkonstrukteur zu diesem Zwecke im Kessel einbaut, ab, so wären hier jene mechanischen Entgasungsverfahren zu besprechen, die beim Wasser außerhalb der Kessel benützt werden. Es sind dies:

1. das Ausrieselungsverfahren an der freien Atmosphäre,
2. das Ausrieselungsverfahren im Vakuum.

Das erstgenannte Verfahren bringt zwar den Vorteil einer beträchtlichen Herabminderung des Kohlendioxidgehaltes, zieht jedoch den Uebelstand nach sich, daß durch die Berührung des Wassers mit der Atmosphäre eine Anreicherung von Sauerstoff eintritt. Wie gefährlich ein übermäßiger Sauerstoffgehalt für die Metallteile werden kann, ist im Abschnitt „Sauerstoff“ zu ersehen. Es kann daher unter Umständen sogar zu einer Steigerung der Korrosion kommen. Das Verfahren der Vakuumrieselung von Wehner sucht die Gebrauchswässer von beiden schädlichen Gasen zu befreien, und zwar durch Ausrieselung des Wassers im luftverdünnten Raume. Hierdurch gelingt es, die freie Kohlendioxid ganz auszutreiben, den freien Sauerstoff bis auf einen unwesentlichen und unschädlichen Bruchteil herabzumindern.

Nach den bisherigen Erfolgen zu schließen, kommt dieser Entgasungsmethode eine große Zukunft zu, zumal mit der Entfernung jener Schädlinge gleichzeitig eine Herabminderung des Eisen- und Mangangehaltes zu erzielen ist, was für Versorgungsstellen mit Trinkwasser, Bleichereiwasser, Färbereiwasser usw. von besonderem Werte erscheint.

Es wären nun die einfacheren mechanischen Vorsichtsmaßregeln zu besprechen, die bezüglich der Einführung gashaltiger Kesselpeisewässer in den Kessel zu beachten sind. Eine gründliche und rasche Vorwärmung des

Speisewassers — aber nicht nur auf etwa 60° C., wie dies durch die gewöhnlichen Abdampfvorwärmer im höchsten Falle möglich ist — mit gleichzeitiger Entlüftung sollte immer stattfinden.

Des weiteren sollte die Speisewasserzufuhr so geregelt sein, daß möglichst wenig Luft eingepumpt wird, um nicht noch eine Unterstützung der aggressiven Kohlen säurewirkung herbeizuführen.

Beim Zuleiten von Wasser soll „Wasser zum Wasser“ und nicht „Wasser zum Dampf“ gelangen. Zweckmäßig führt man das Speiserohr horizontal nahe unter dem niedrigsten Wasserstande derart in den Kessel ein, daß das Wasser durch seitliche Löcher (bei geschlossenem Rohrende) in feinen Strahlen austritt und sofort in der oberen Wasserschicht verteilt wird.

Wichtig ist ferner ein guter Wasserkreislauf in allen gefüllten Kesselteilen, um ein Anhaften von Gasblasen an den Kesselwandungen und Röhren nach Möglichkeit zu vermeiden.

Durch Schutzanstriche der Kessel ist der Korrosionsluft zu begegnen, freilich müssen solche Überzüge auch alkalibeständig sein, andernfalls würden die chemisch gereinigten Kesselwässer sehr bald eine Verseifung des Schutzanstriches herbeiführen.

Sauerstoff (mitgeführte Luft).

E i g e n s c h a f t e n : Über die begünstigende Rolle, die der Sauerstoffgehalt des Wassers bei der Lösung von Eisen durch freie Kohlen säure spielen kann, habe ich mich im vorigen Abschnitte eingehend verbreitet. Aber auch ohne Kohlen säure vermag der Sauerstoff tiefgreifende Zerstörungen (Zerfressungen, Knollen-, Bickel- und Fladenbildung) hervorzurufen, und zwar schon bei Gegenwart verhältnismäßig geringer Sauerstoffmengen (etwa von 6 mg aufwärts für 1 Liter Wasser) im Kesselspeisewasser. Nach **W e h n e r** gilt ein Wasser mit 2 bis 4 mg O als sauerstoffarm, mit 4 bis 6 mg O als mittelmäßig sauerstoffhaltig, mit 6 bis 14 mg O als sauerstoffreich, letzteres als sehr aggressiv. Dabei ist zu bemerken, daß 1 Liter Wasser von 0° C. 14,6 mg (= 10,2 ccm) Sauer-

stoff, solches von 15° C. 10,1 mg (= 7,0 ccm) Sauerstoff unter Normaldruck von 760 mm zu lösen (absorbieren) vermag. 1 Liter Sauerstoff wiegt 1,4292 g.

Luftthaltige Wässer sind in der Natur überall zu finden. Aber auch durch unsachgemäßes Funktionieren der Speisewasserpumpen kann ein Wasser verhältnismäßig stark lufthaltig werden, so daß zwischen gelöster und mechanisch mitgeführter Luft zu unterscheiden ist. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß auch Kondenswasser durch Berührung mit Luft in Gradiervorrichtungen eine Anreicherung an Sauerstoff erfahren kann. Da es sich bei solchem Kondensat um allerweichstes Wasser handelt — wie bei der Kohlensäure, so sind auch beim Sauerstoff die weichen Wässer in besonderem Grade aggressiv —, so ist der späteren Sauerstoffentziehung bei Kondenswässern spezielles Augenmerk zu widmen.

Aus allem geht die Notwendigkeit einer quantitativen Sauerstoffbestimmung in Kesselspeisewässern hervor.¹⁾

Wie verhält sich nun der Sauerstoff im Kessel?

Da die Luft in Wasser bei steigender Temperatur immer unlöslicher wird, findet im Kessel sehr bald eine Ausscheidung dieses Gases in Bläschenform statt und weitauß die meiste Menge wird durch Vermittelung des Wasserdampfes fortgeführt. Ein Teil indessen vermag sich an den Kesselwänden, namentlich an den Platten unweit des Wassereintrittes, sowie überall dort anzufiedeln, wo ein Entweichen der Blasen nach oben erschwert ist, so z. B. am oberen Teil der Sieder, am unteren Teil der Flammrohre. Derartige Luftanhäufungen pflegen besonders bei Verwendung ölhaltigen Wassers (siehe Kapitel „Fette“) aufzutreten, so daß schon dieserhalb für Freihaltung des Kessels von fettigen Rückständen Sorge zu tragen ist. Ölhaltige Kondenswasser sind daher besonders gefährlich.

Bekämpfung: Eine chemische Bekämpfung des Sauerstoffgehaltes im Kesselspeisewasser ist praktisch nicht

¹⁾ Diese sollte vom Chemiker an Ort und Stelle vorgenommen werden. Bestbewährt ist die Winkler'sche Methode.

durchzuführen. Hier treten die mechanischen Hilfsmittel in ihre Rechte.

Im allgemeinen wird man die gleichen Vorsichtsmaßregeln anwenden, wie ich sie im Abschnitte „Kohlensäure“ dargelegt habe.

Vor allem ist bei der Zuführung von Speisewasser größte Vorsicht notwendig, um möglichst wenig Luft einzupumpen.

Auf sachgemäße Entlüftung des Kesselspeisewassers durch rasches und genügend hohes Vorwärmen, ferner auf die Notwendigkeit einer starken Wasserzirkulation in allen Kesselteilen und auf die Zweckmäßigkeit der sog. Hochspeisung sei hier nochmals verwiesen. Endlich sei auch an die Vorteile erinnert, die sich für den Kessel bei Anwendung alkalibeständiger Schutzanstriche ergeben können.

Bei Großbetrieben werden freilich auch diese Hilfsmittel versagen, namentlich dann, wenn es sich um sehr sauerstoffreiche Kesselspeisewasser handelt. Hier dürfte besonders das Wehnersche Verfahren der Vakuumrieselung ins Auge zu fassen sein, da es mit dessen Hilfe gelingt, den Sauerstoffgehalt bis auf ein unschädliches Minimum herabzudrücken.

Schwefelwasserstoff.

Eigenschaften: Schwefelwasserstoff, der zuweilen durch geologische Ursachen (Schwefelquellen) oder als Folge einer Verunreinigung mit Fäkalstoffen, Gaswässern und dergl. in ein Kesselspeisewasser gelangen kann, ist, je nach seiner Menge, geeignet, stark korrosiv zu wirken, und zwar durch Oxydation der intermediär entstehenden Schwefelmetallverbindungen zu sauren Umsetzungsprodukten.

Bekämpfung: Handelt es sich um ein natürliches Schwefelwasserstoffvorkommen und ist die Beschaffung eines schwefelwasserstofffreien Kesselspeisewassers nicht möglich, so wird wohl das Verfahren der Vakuumrieselung nach Wehner die meisten Aussichten zur Gewinnung eines unschädlichen Betriebswassers bieten.

Mit Fäkalstoffen verunreinigte schwefelwasserstoffhaltige Wässer soll man dadurch zu bessern versuchen, daß die schäd-

lichen Zuflüsse von der Wassergewinnungsstelle abgesperrt werden. (Siehe auch Abschnitt „Salpetersäure“ usw.)

Fettsäuren und Fette.

Eigenschaften: Fettsäuren sind bekanntlich geeignet, sich mit Metallen zu sog. Metallseifen zu verbinden. Demnach handelt es sich hier um direkte Korrosionen. Die entstandenen „Seifen“ bilden außerdem auf den Metallflächen schlecht leitende Überzüge und können hierdurch zu lokalen Überhitzungen führen.

Neutralfette sind zwar an sich nicht aggressiv, sie erfahren jedoch unter Einwirkung von Druck und Hitze eine Spaltung zu freier Fettsäure und Glycerin.

Aber auch aus anderen Gründen sollte man Fette jeder Art, sowie auch die Mineralöle vom Innern eines Dampfkessels fernhalten, da sie einerseits den Ansaß von korrosiven Gasbläschen (Kohlenäure, Sauerstoff) begünstigen, andererseits zu schlecht leitenden schmierigen Ablagerungen führen können, die Überhitzung der Bleche nach sich ziehen. Bei der üblichen Reinigung der Kessel von Stein sind daher auch alle fettartigen Rückstände sorgfältig zu entfernen. Auf das Schäumen der Seifenlösungen, die sich bei Gegenwart von Fett und alkalischen Wässern der Wasserreinigung bilden können, sei nur flüchtig verwiesen.

Bekämpfung: Die Speisung eines Kessels mit ölhaltigem Kondenswasser ist aus den angeführten Gründen gefährlich und sollte nur nach vorheriger Entfettung ausgeführt werden. Bei der Wahl von Vorwärmern ist darauf zu achten, daß Speisewasser und der fetthaltige Abdampf getrennt bleiben.

Humus Säuren.

Eigenschaften: Humus Säuren, Huminsäuren — angezeigt durch den hohen Kaliumpermanganatverbrauch bei Bestimmung der organischen Substanzen — können einem Wasser, das torfreiche Bodenschichten durchströmt, mehr oder weniger aggressive Eigenschaften verleihen. Moorwässer sind übrigens häufig auch mit etwas freier Schwefel-

säure, die sich durch Oxydationsprozesse aus den in Mooren zuweilen vorkommenden Schwefelkiesen gebildet hat, verunreinigt.

Auch Flußwässer sind auf Gegenwart von Humus säuren und dgl. zu prüfen, zumal ein übermäßiger Gehalt an organischen Stoffen, namentlich bei weichen Wässern, im Kessel durch Hitzewirkung Verschlammung herbeiführen kann.

B e k ä m p f u n g: Organische Stoffe werden bekanntlich durch mindestens 6 stündiges Einwirkenlassen von schwefelsaurer Tonerde (Aluminiumsulfat, Alaun) zur Ausflockung gebracht.¹⁾ Bei kalkhaltigen Wässern entsteht zunächst Aluminiumhydroxyd, welches letzteres die organischen Stoffe mitreißt.

Bei weichen Wässern gibt man neben schwefelsaurer Tonerde noch etwas Sodablösung hinzu, um den voluminösen Tonerdehydrat-Niederschlag zu erzeugen.

Handelt es sich um stark verunreinigte Wässer aus Wald- oder Moorboden — man erkennt solche an der mehr oder minder bräunlichen Färbung — so versagt ein derartiges Reinigungsverfahren aus kolloidchemischen Gründen nicht selten oder der Verbrauch an Aluminiumsalzen kann sehr hoch werden.

In solchen Fällen könnte zweckmäßig eine gleichzeitige Anwendung des für die Fabrikationswasserreinigung gut bewährten **D r e c h s l e r** schen Oxydationsverfahrens mit Kaliumpermanganat in Frage kommen. Hierdurch werden sowohl die fein suspendierten, wie auch die kolloidal gelösten Huminstoffe in Verbindung mit den direkt löslichen organischen Stoffen, sowie Eisenverbindungen, die durch Belüftung nicht abgeschieden werden, in verhältnismäßig kurzer Zeit ausgefällt. Da genanntes Verfahren derart arbeitet, daß das Kaliumpermanganat dem mit Aluminiumsulfat versetzten Wasser unter gleichzeitigem Einblasen von **L u f t** zugefügt wird, dürfte

¹⁾ Die Praxis arbeitet häufig mit Zusätzen von etwa 30 g Aluminiumsulfat zu 1 cbm Rohwasser. Das Aluminiumsulfat darf keine freie Schwefelsäure enthalten!

Sorge zu tragen sein, daß der nicht verbrauchte Sauerstoff durch geeignete Vorwärmer wieder unschädlich gemacht wird, bevor das Wasser in den Dampfkessel eintritt.

Kieselsäure.

Eigenschaften: Kieselsäure ist ein regelmäßiger Wasserbestandteil und gibt zu äußerst harten, aus Silikaten des Calciums, Magnesiums oder der Tonerde bestehenden Kesselsteinbildungen Veranlassung, sobald eine Anreicherung der Kieselsäure im Kessel bei Einspeisung schlecht enthärteter Kesselspeisewässer stattfindet. Auch durch die Wasserenthärtung mit Permutit kann Kieselsäure in Form von Natriumsilikat in das weichgemachte Wasser gelangen. Man wird hier den zeitweiligen Zutritt unvollkommen enthärteter Speisewässer zu vermeiden haben, damit keine Ausscheidung der erwähnten harten Silikate erfolgt.

Nach B a s c h¹⁾ soll im Kessel eine Ausscheidung gallertartiger Kieselsäure durch die aussalzende Wirkung anderer gelöster Salze theoretisch denkbar sein und möglicherweise zu Kesselunfällen Veranlassung geben können.

Von vereinzelter Seite wird der Kieselsäure ein direkt aggressiver Einfluß auf die Kesselbleche zugeschrieben. Ich kann dieser Anschauung nicht ohne weiteres beipflichten und bin eher der Meinung, daß die bei Verwendung kiesel-säurereicher Speisewässer beobachteten Metallschädigungen durch mitgeführte Kohlensäure, Luft u. dgl. entstanden sind. Erfahrungsgemäß tritt die Kieselsäure im Analysenbilde weicher Wässer besonders hervor, da Kalk und Magnesia, die sog. Härtebildner, in solchen Wässern nur in geringer Menge vorhanden sind. Da sich nun aber die weichen Wässer als besondere Fundstätten von freier Kohlensäure und Luft erweisen, so ist bei Kesselkorrosionen durch Speisewasser mit hohem Kieselsäuregehalt nicht ohne weiteres bewiesen, daß gerade die Kieselsäure das korrodierende Agens gewesen sein muß.

¹⁾ Chemiker-Zeitung 1913, S. 297.

Jedenfalls wird man gut tun, den weichen Wässern gegenüber in bezug auf Kieselsäure besondere Vorsicht zu zeigen, da schon die Gefahr der harten Ca-Silikat-Ausscheidung groß genug ist. Wässer, deren Kieselsäuregehalt im Verhältnis zur Höhe des Glührückstandes groß ist, sind besonders verdächtig. Mir ist vor längerer Zeit ein weiches Wasser begegnet, dessen Kieselsäure-Glührückstand-Verhältnis etwa 55 : 100 betragen hatte; meist liegt das Verhältnis unter 10 : 100. Goldberg sagt, wenn ich nicht irre, das Verhältnis 15 SiO₂ : 100 Glührückstand als das höchstzulässige für Kesselspeisewasser fest. —

Bekämpfung: Bei kieseläurereichen Wässern wird man zweckmäßig die Kieselsäure mit Natriatron binden, um zunächst Ausfällung gallertartiger Kieselsäure zu verhüten. Das entstandene Natriumsilikat wird sich naturgemäß im Kessel anreichern, weshalb für regelmäßiges Abblasen des Kesselinhalts Sorge zu tragen ist. Einipeisen harten Wassers soll vermieden werden, andernfalls besteht die Gefahr einer Abscheidung äußerst harter Kalksilikate u. dgl.

Ammoniakverbindungen.

Eigenschaften: Die Abwesenheit von Ammoniak-Verbindungen im Wasser ist für die Frage der Kesselspeisewasserversorgung nicht unwichtig. Handelt es sich um sog. natürliche Ammoniakverbindungen, wie sie zuweilen in Moorwässern auftreten, wenn das Wasser humusreiche Bodenschichten durchströmt, so ist mit der Möglichkeit einer gleichzeitigen Verunreinigung der Wässer durch Humussubstanzen zu rechnen. Bei Ammoniakvorkommnissen in Brunnenwässern liegt in der Regel eine Verunreinigung durch menschliche oder tierische Abfallstoffe vor. Solche Wässer enthalten häufig noch salpetrige Säure (Nitrite) und Salpetersäure (Nitrate).

Im Kessel können derartige Beimengungen, wenn es sich um mehr als Spuren handelt, Angriffe auf das Metall ausüben.

Bekämpfung: Grob verunreinigte, an Ammoniakreiche Wässer sind als Kesselspeisewässer auszuschließen. Sie

sind nur dadurch zu verbessern, daß man die schädlichen Brunnenzuflüsse absperrt.

Umsetzungsprodukte unsachgemäßer Wasserreinigung.

Die eingehende Behandlung dieses Kapitels würde mich zu weit von meinem eigentlichen Thema abbringen.

Solche Umsetzungsprodukte sind u. a.:

Die im Kapitel „Kieselsäure“ erwähnten Calciumsilikate,
ferner:

Kohlensäure-Abspaltungen aus Bikarbonaten, die erst im Kessel zerlegt werden,
übermäßige Ätznatron- und Sodabildungen (greifen Armaturen, Dichtungen, Wasserstandsgläser an);

große Überschlüsse an Kalhydrat (Kalhydrat scheidet sich in heißem Kesselwasser aus, leitet dann schlecht die Wärme und kann dadurch zu Überhitzung der Feuerplatten, ja sogar zu heftigen Explosionen Veranlassung geben),

zu starke Ansammlungen an normalen Umsetzungsalzen (Natriumsulfat, Natriumcarbonat, usw.) der Wasserreinigung infolge zu seltenen Abblasens des Kesselinhalts) usw. (siehe auch den folgenden Abschnitt).

Die Notwendigkeit einer regelmäßigen Kontrolle des gereinigten Kesselspeisewassers auf sachgemäße Reinigung ergibt sich somit ohne weiteres. Auch zeitweilige Prüfungen des im Kessel befindlichen Wassers sind sehr zu empfehlen.¹⁾

Größere Salzanisammlungen im Kesselwasser.

Dieses Kapitel hängt mit dem vorigen aufs engste zusammen.

¹⁾ Siehe auch: „Bursig“, Apparat zur Kontrolle der gereinigten Betriebswässer, System Dr. Huggenberg & Dr. Stadlinger, Chemnik. „Seifenfabrikant“ 1910, Seite 105 ff.

Da eine Anreicherung von Salzen im Kessel bekanntlich Veranlassung zu Lockerung der Nieten, unter Umständen auch zu Metallangriff (namentlich an den Armaturen) Veranlassung geben kann, da sie außerdem den Rostungsprozeß begünstigt, ist der Konzentrationsgrad, wie auch die chemische Zusammensetzung des im Kessel befindlichen Wassers ständig im Auge zu behalten. Wir verdanken wiederum B a s c h¹⁾ eingehende, für die Praxis höchst wertvolle Studien auf diesem Gebiete der Dampfkesselchemie.

Für die Frage der Kesselschädigung sind namentlich folgende Salze in Betracht zu ziehen:

Natriumsilikat: Dieses wurde bereits im Kapitel „Kieselsäure“ eingehend behandelt.

Natriumsulfat: Kann sowohl auf natürlichem Wege (Glauber Salzquellen!), wie auch durch den normalen Enthärtungsprozeß gipshaltiger Wässer mit Natriumsalzen in das Kesselwasser gelangen. Mäßige Glauber Salzanhäufungen bedingen keine Gefahr. Übermäßiger Glauber Salzgehalt kann zu Auskristallisation von Salzbrocken führen, welche letztere die normale Erhitzung der Bleche beeinträchtigen.²⁾

Natriumchlorid: Kochsalz ist nahezu in jedem natürlichen Wasser zu finden. In Salzquellen, ferner auch in stark verunreinigten Brunnenwässern kommt es zuweilen in solcher Menge vor, daß derartige Wässer zur Kesselspeisung unverwendbar werden. Eine besondere Gefahr bietet die Gegenwart übermäßiger Salzmengen bei Kesseln mit kleinem Dampfraum, da alsdann die Erscheinung des „Spuckens“ unter Mitreißen größerer Mengen von Wasser und Schlammteilchen eintritt.

¹⁾ Chemiker-Zeitung 1913, Seite 289 ff., 296 ff.

²⁾ Natriumsulfat fällt aus, sobald in 1 cbm glauber salzhaltigem Wasser eine Anreicherung von 426 kg Na_2SO_4 stattgefunden hat. Es darf daher niemals der Sättigungspunkt solcher Salzlösungen erreicht werden.

Natriumnitrat: Wurde bereits im Abschnitt „Salpetersäure“ eingehend behandelt. Nach *W a s c h* (1. c.) ist nitrathaltiges Speisewasser sorgfältig zu enthärten, damit keine gleichzeitige Ausfällung von Schlamm und Stein stattfindet, die ihrerseits zu Überhitzung und Entwicklung von salpetriger Säure und Sauerstoff aus Nitraten Veranlassung geben könnte.

Natriumkarbonat: Nach *Z s c h i m m e r*¹⁾ soll ein Kesselwasser keinen höheren Sodaüberschuß als 1—1,5 kg in 1 cbm Kesselinhalt aufweisen, anderenfalls wäre neben Schäumen des Kesselwassers Angriff der Armaturen und Wasserstandsgläser zu befürchten. Außerdem sei *Ägnatron* geeignet, diese Wirkungen zu verstärken.

W a s c h (1. c.) ist der Ansicht, daß eine übertriebene Ungstlichkeit bezüglich der Sodaüberschüsse unbegründet sei. Ich kann ihm hierin nur beipflichten²⁾ und neige zur Ansicht, daß ein m ä ß i g e r Sodaüberschuß eher von Vorteil ist, da er das Rosten der Kessel bis zu einem gewissen Grade verhindert. Bezüglich der Armaturen sei erwähnt, daß Rotgußarmaturen um so leichter angegriffen werden, je zinkreicher die Legierung ist. Nach *W a s c h* (1. c.) soll der Zinkgehalt nicht über 3 % betragen. Dem Angriff der Wasserstandsgläser läßt sich übrigens durch Verwendung des *Jenaer Glases* (Compoundglas) begegnen.

Ägnatron: Auch die *Ägnatron*überschüsse sind, wenigstens so weit die Kesselbleche in Frage kommen, nicht allzu ernst zu nehmen.

Für die Armaturen und Wasserstandsgläser gilt im allgemeinen das unter „Soda“ Gesagte. Daß Kesselwasser nach der chemischen Gleichung: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{CO}_2$ unter Druck und Hitze äkalkalisch werden kann, ist seit längerem bekannt.

¹⁾ Zeitschr. d. Bayer. Rev. Ber. 1910, Nr. 16—19.

²⁾ Daß Eisenbleche von Soda unbeeinflusst bleiben, beweisen die Erfahrungen der Technik bei Eindampfung konzentrierter Soda-lösungen in eisernen Gefäßen!

Kalkhydrat: Diese Auscheidungen wurden im vorigen Kapitel besprochen.

Zur **Bekämpfung** von Mißständen, die sich durch ein Übermaß an Salzen, Soda, Aznatron und Alkalk im Kessel ergeben können, wird eine regelmäßige Kontrolle des Kesselwassers auf seine Dichte, ferner periodisches Abblasen des Kesselinhalts in besonderem Maße beitragen.

Wajch (1. c.) rät zwar davon ab, feste Grenzzahlen für die höchstzulässige Dichte des Kesselwassers aufzustellen, ich habe indessen gefunden, daß der Praxis mit der Angabe des Maximalwertes 2—2,5° B. immerhin gedient ist. Je nach den örtlichen Umständen und der Zusammensetzung des Wassers sind natürlich Abänderungen zulässig.

Das Hauptgewicht ist weiterhin darauf zu legen, daß in regelmäßigen Zeiträumen, den Betriebsverhältnissen entsprechend, vielleicht alle 14 Tage, 1—2 mal vom höchsten bis zum tiefsten Wasserstand abgelassen wird, wobei moderne Abblaseventile anzuwenden sind. Ein solches Abblasen verhindert zugleich die lästigen, oft aus Härtebildnern und organischen Stoffen bestehenden Schlammansammlungen. Auch das tägliche Abblasen kleiner Kesselwasserquantitäten hat sich zur Erhaltung des nötigen Verdünnungsgrades gut bewährt.

Die Bedenken, die von mancher Seite gegen das zu häufige Abblasen geltend gemacht werden, hat **Wajch** (1. c.) übrigens durch rechnerische Überlegung zerstreut. Das Unterlassen des Abblasens erhöht die Verdampfungstemperatur kaum, den Kohlenverbrauch gar nicht.

Geheimmittel.

Daß durch geeignete „Kesselsteinentfernungsmittel“, wie sie häufig unter hochklingendem Namen, noch dazu um teures Geld, dem Kesselbesitzer angeboten werden, schon mancher ernste Kesselschaden entstanden ist, sei nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Obwohl unsere Dampfkesselrevisionsvereine mit Recht immer wieder ernste Warnungen an ihre Mitglieder

ergehen lassen, halte ich es doch für angemessen, auch hier auf diesen Punkt aufmerksam gemacht zu haben, da die Zahl derartiger Geheimmittel nicht im Verschwinden begriffen ist. Damit soll selbstverständlich nicht gesagt sein, daß alle Kesselsteinentfernungsmittel schädlich wären. Der Verbraucher kann zum mindesten eine Garantie darüber verlangen, daß der Verkäufer des Geheimmittels für alle aus der Anwendung des Präparats entstehenden Schäden aufkommt.

* * *

Zusammenfassung.

Ziehen wir aus obigen Darlegungen die praktische Nutzanwendung, so werden in der Hauptsache folgende Punkte zu beachten sein:

A. Für die Analyse und Beurteilung der Kesselspeisewässer.

1. Die Prüfung ist stets auf Kesselsteinbildner und Kesselzerstörer auszudehnen.
2. Unter den Kesselsteinbildnern ist Gips und Kieselsäure besonders zu beachten. Die Karbonathärte ist stets zu bestimmen. Hohe Karbonathärte ist zwar einer hohen Gips Härte vorzuziehen, kann aber im Kessel bei Unterlassung einer chemischen Wasserreinigung durch Abspaltung von freier Kohlensäure korrosiv wirken, abgesehen von den unangenehmen Steinausscheidungen.
3. Bei der Prüfung auf korrodierende Stoffe ist besonderes Gewicht auf Abwesenheit, bezw. Armut des Wassers an Nitriten, Chlormagnesium, Nitraten, Ammoniak, Sauerstoff, sowie freier und abspaltbarer Kohlensäure zu legen.
4. Auch der Gehalt an organischen Stoffen, insbesondere Humusäuren ist nicht zu unterschätzen. Namentlich die Wässer aus Moorgrund, sowie viele Flußwässer sind hierin besonders verdächtig.
5. Weiche Wässer verdienen wegen ihres Gehaltes

an Kieselsäure, Kohlenäure und Luft
Vorsicht.

6. Bei Kondenswässern ist auf Abwesenheit von Fetten und Sauerstoff zu achten.

B. Für die Bekämpfung mißliebiger Wasserbestandteile.

1. Zur Enthärtung der Wässer empfehlen sich Wasserreiniger bewährten Systems. Chlormagnesiumhaltige Wässer sind in jedem Falle zu reinigen. Eine sog. innere Wasserreinigung im Kessel ist nur in Ausnahmefällen empfehlenswert. Als Regel gilt: Wasserreinigung außerhalb des Kessels unter Zuhilfenahme von Erwärmung und Filterpassage.

Die gereinigten Wässer sind fortgesetzt auf den Reinigungseffekt, wie auch auf etwaige zu hohe Überschüsse an Reinigungskemikalien zu prüfen.

2. Das im Kessel befindliche Wasser (Kesselwasser) bedarf einer regelmäßigen Überwachung auf Anhäufung von Salzen, Schlamm und Alkaliüberschuß. (Korrosionsgefahr, Salzausscheidungen, Schäumen und „Spuden“, Anbrennung des Schlammes u. s. f.). Der Grenzwert von 2 bis 2,5° B. für die Kesseldichte ist ein ungefährender Maßstab für das höchstzulässige Maß an oben erwähnten Beimengungen.
3. Regelmäßiges Ablassen des Kesselinhaltes vom höchsten zum tiefsten Wasserstand unter Verwendung moderner Abblaseventile gewährleistet den notwendigen Verdünnungsgrad des Kesselwassers und verhütet zugleich auch das Überhandnehmen von Schlammanammlung.
4. Zeitweiliges Zuspiesen von hartem Wasser ist nicht zulässig. Der Kessel soll nur mit einem gleichartig zusammengesetzten Wasser gespeist werden.
5. Beim Zuleiten des Speisewassers ist Einpumpen von Luft nach Möglichkeit wegen Korrosionsgefahr

zu vermeiden. Es soll „Wasser zum Wasser“ und nicht „Wasser zum Dampf“ gelangen. Über zweckmäßige Einführung des Speisewasserrohres siehe Abschnitt „Kohlensäure“.

6. Ein guter Wasserkreislauf in allen gefüllten Kesselteilen, sowie die gleichzeitige Abwesenheit von fettigen Rückständen im Kessel verhütet den Ansaß korrosiver Gasbläschen.
7. Etwaige Schußanstriche des Kessels dürfen nicht verseifbar sein.
8. Bei Anwesenheit von freier oder abspaltbarer Kohlensäure und Luft sind die in den einschlägigen Kapiteln niedergelegten Vorsichtsmaßregeln anzuwenden.
9. Bei der Wahl von Vorwärmern ist auf die Möglichkeit einer raschen und genügend hohen Erhitzung des Wassers Gewicht zu legen.
10. Für die Wasserstandsgläser empfiehlt sich Jenaer (Compoundglas) oder ein diesem gleichwertiges Glasmaterial.

Rotgußarmaturen sollen möglichst zinkarm sein. Wo ein Ersatz der Armaturen durch Gußeisen oder Stahl möglich ist, wird dieser zweckmäßig anzuwenden sein.

11. Kesselspeisewasser, die in der Nähe von Aborten, Düngergruben, sowie gewerblichen und industriellen Betrieben geschöpft werden, bedürfen einer zeitweiligen Kontrolle auf ihren Reinheitsgrad.

Zuflüsse an stickstoffhaltigen organischen Fäulnisstoffen und Zersetzungserzeugnissen, Säuren und sonstigen korrosiven Substanzen sind von solchen Brunnen sorgfältig fernzuhalten.

12. Geheimmittel sind nur mit großer Vorsicht zu verwenden. Der Verkäufer hat die Verantwortung für etwaige Kesselschäden zu übernehmen.