

Zeitschrift für angewandte Chemie

Band I, S. 61—64

Aufsatzteil

16. März 1920

Fortschritte in der Reinigung von Kesselspeisewassern.

Von Oberingenieur a. D. B. PREU, Cannstatt.

(Eingeg. 19./12. 1919.)

Die Erkenntnis von der großen Wichtigkeit der möglichst vollständigen Reinigung und Enthärtung des Kesselspeisewassers ist Dank besonders der aufklärenden Einflußnahme der Kesselrevisionsvereine in sämtliche Kreise der Industrie gedungen.

Wenn auch frühere Vermutungen, daß infolge des Zurückgehens der Verdampfung bei stärkeren Ablagerungen von Kesselsteinbildnern des Speisewassers der Kohlenverbrauch sich um 30—50% erhöhe, nach Heydepriem nicht der Wirklichkeit entsprechen, — sind es doch hauptsächlich auch Ruß- und Flugascheabsätze in den Zügen und Kesselwandungen, welche die Verdampfung durch Isolierung gegen die Wärmeabgabe beeinträchtigen —, so ist doch ihr nachteiliger Einfluß auf die Verdampfung nicht zu bestreiten. Eberle weist nach, daß bei einer Wärmeübertragung von 50 000 WE. auf 1 qm Heizfläche in der Stunde die Temperatur des reinen Kesselblechs 205° beträgt, während sie bei einem Belage von 5 mm auf 380° steigt. Die gleiche Wirkung würde eine Ölschicht von nur 0,5 mm haben, oder wenn anstatt der wirklichen Temperaturen die Wärmeunterschiede zwischen Blech und Wasser angegeben werden, so erhält man bei reinen Blechen einen Unterschied von ca. 205—180 = 25°, bei belegten Blechen von ca. 380—180 = ca. 200° bei gleicher übertragener Wärmemenge. Daraus ist aber auch zu erklären, warum diese Ablagerungen so gefährlich sind. Die Überhitzungen des Bleches führen bei größeren Anhäufungen zu Erglühungen und Zerstörungen, deren Folgen sich von dem Entstehen von Undichtheiten bis zu den stärksten Explosionen steigern können. Diese Betrachtung zeigt uns nun, was längere Zeit unbeachtet blieb, daß nicht nur Kesselsteinablagerungen, sondern auch Ölsätze Feinde eines sicheren Kesselbetriebes werden können. Seit neuester Zeit wird allerdings auf einen schwachen, gleichmäßigen Ölbelag an den Blechen Wert gelegt, weil derselbe das Festsetzen von Schlamm verhüten würde. Welches der beiden Momente, Gefahr oder Vorzug, das überwiegende ist, hängt wohl wesentlich von der Art der Kesselwartung ab. Unbedingt erforderlich ist aber dabei die Gleichmäßigkeit des Ölbelages.

Die Folge solcher Beobachtungen, aber auch die Frucht der Bemühungen aller Firmen, welche sich mit der Herstellung von Reinigungsapparaten beschäftigen, haben es so weit gebracht, daß weitaus die Mehrzahl der gut geleiteten Unternehmungen aller Art, welche Dampf als Betriebskraft benutzen und unreines Kesselspeisewasser zur Verfügung haben, sich mit Wasserreinigungsapparaten versehen hat oder noch versieht. Der Zweck dieses Artikels besteht nun darin, nicht etwa alle die verschiedenen Methoden und Apparate, welche das gekennzeichnete Ziel mit mehr oder weniger Erfolg erstreben, zu beleuchten, sondern die Verfahren anzugeben, welche nach den vorliegenden Erfahrungen das angestrebte Ziel soweit als möglich erreichen.

Ganz allgemein ausgedrückt wird diejenige Reinigungsmethode sich der Vollkommenheit am meisten nähern, welche

1. die freie Kohlensäure und den Luftsauerstoff evtl. auch Öl aus dem Speisewasser entfernt;
2. das Wasser möglichst enthärtet, d. h. von den schädlichen Kesselsteinbildnern möglichst befreit;
3. von den zur Reinigung verwendeten Chemikalien durch das Filtrat möglichst geringe Mengen in den Kessel bringt;

4 das Speisewasser möglichst hoch erwärmt dem Kessel zuführt und

5. bei Erreichung dieser Ziele das billigste ist.

Von der Erfüllung der ersten drei Forderungen ist jede gleich wichtig für einen ungestörten Kesselbetrieb. Es genügt also durchaus nicht, das Rohwasser etwa bloß zu enthärten, wie dies bei unseren jetzigen Reinigungsmethoden größtenteils als ausschließliche Hauptsache betrachtet wird. In gleich intensiver Weise müssen vielmehr auch die Bedingungen 1 und 3 behandelt werden.

Wir gehen nun zu der Betrachtung über, wie sich die Mehrzahl, wenn nicht alle bis jetzt eingeführten Reinigungsmethoden zu den vorstehenden Leitsätzen verhalten. Und da erkennen wir von vornherein, daß wohl die Enthärtung mehr oder weniger vollkommen gelingt, daß aber die Beseitigung des Luftsauerstoffs und der in anderer Weise schädlichen Kohlensäure in den seltensten Fällen angestrebt und deshalb auch nicht erreicht wird.

Die gründliche Beseitigung des Luftsauerstoffs, die ja so häufig das Rosten der Kesselbleche verursacht, spielt eine so wichtige Rolle, daß schon alles mögliche hierfür versucht worden ist. Ein sog. Sauerstoffverdränger von Steinmüller & Co. soll diesen Erfolg erreichen, aber für große Kessel mit entsprechend großem Wasserbedarf außerordentlich teuer sein.

Die Neutralisierung des Kohlensäuregehaltes wird teilweise durch eine Alkalität des Speisewassers erreicht. Vollständig scheint aber die freie Kohlensäure dadurch nicht gebunden zu werden.

Das am weitesten verbreitete Kalk-Sodaverfahren bedient sich, wie bekannt, zur Enthärtung je nach dem Gehalt des Rohwassers an bleibender und vorübergehender Härte entweder bei vorwiegendem Gipsgehalt der Soda allein oder bei Vorhandensein von bedeutenderen Mengen von doppeltkohlensaurigen Salzen (Kalk- und Magnesiasalzen) auch noch des Zusatzes von Kalk. An der Hand von genauen Analysen bestimmt der Chemiker die Dosierung der Zusätze, die sich allerdings nach der wechselnden Zusammensetzung des Speisewassers — wechselnd infolge von atmosphärischen und Temperatureinflüssen — richten muß und deshalb einer steten Beaufsichtigung und Untersuchung des Wassers bedarf.

Von ausschlaggebender Wichtigkeit ist, wie bei allen Reinigungsverfahren, so auch bei dem in Frage stehenden, die Erreichung einer möglichst hohen Temperatur im Reinigungsapparat. Denn nur bei Temperaturen, die bis 80° und darüber steigen, wird der Luftsauerstoff und die freie Kohlensäure aus dem Wasser ausgetrieben, und werden doppeltkohlensäure, im Wasser gelöste Bicarbonate größtenteils in Kohlensäure und unlösliche, einfachkohlensäure Salze zersetzt. Nur in den seltensten Fällen wird nun aber die Erreichung dieser Temperaturen im Apparat rationell möglich werden, meistens nur dann, wenn reichliche Abdampfmengen zur Verfügung stehen. Wird der Abdampf auch zu anderen Fabrikationszwecken benötigt, so müßte dazu Frischdampf herangezogen werden, dessen Verwendung die Reinigung so verteuern würde, daß man darauf Verzicht leisten muß. In weitaus den meisten Reinigungsbetrieben wird die Temperatur in den Apparaten kaum 60° erreichen, und in solchen Temperaturgrenzen werden die oben geschilderten Reaktionen nicht einmal eingeleitet, viel weniger durchgeführt.

Allerdings ist die Zersetzung der Bicarbonate durch hohe Temperaturen bei diesem Verfahren durch den Zusatz von Kalk nicht nötig, es gelingt aber nicht, einen der schädlichsten Kesselsteinbildner, die kohlensäure Magnesia, vollständig zu fällen.

Wie sieht es nun aber dabei mit der vollkommenen Reinigung unter den angegebenen fünf Gesichtspunkten aus? Durch diese Reinigungsart werden der Gips vollständig, die Kalk- und teilweise die Magnesiacarbonate bis auf 4—6° deutscher Härte entfernt, die Luft und Kohlensäure gelangen mit dem gereinigten Wasser in den Kessel, desgleichen die gesamten, durch die Umsetzungen in das Filtrat geführten Salze, wie Soda- und Glaubersalz, ebenso natürlich das etwa im Rohwasser befindliche Kochsalz, dessen Beseitigung überhaupt keiner Methode gelingt. Diese Belastung des vermeintlich gereinigten Wassers mit Luft, Kohlensäure und den genannten löslichen Salzen wird sich nun bei dem Verdampfungsprozeß um so

fühlbarer machen, je reichlicher besonders der Gehalt an den gelösten Salzen ist. Betrachten wir diese Vorgänge etwas näher.

Herr Dr. B a s c h hat für die Sättigung mit Glaubersalz und Soda nachstehende Tabelle, welche auch das Permutit- und Kalk-Barytverfahren einbezieht, entworfen, wobei angenommen ist, daß die Gesamthärte des Rohwassers von 11° deutscher Härte sich gleichmäßig aus Carbonat- und Nichtcarbonathärte zusammensetzt:

	Rohwasser	Reinigung		
		mit Kalksoda	mit Permutit	mit Kalk-Baryt
CaSO ₄ (Gips)	0,136	—	—	—
Na ₂ SO ₄ (Glaubersalz) —	—	0,142	0,142	—
CaCO ₃ (Kohlens. Kalk) 0,10	—	—	—	—
Na ₂ CO ₃ (Soda)	—	—	0,106	—

Bei vorstehender Tabelle ist also zugunsten des Kalk-Sodaverfahrens angenommen, daß auch bei ausschließlichem Vorhandensein von Kalk-Bicarbonaten keine überschüssige Soda in den Kessel gelangt, was aber erfahrungsgemäß nicht zutrifft; jedenfalls aber nicht in so reichlichen Mengen wie bei dem später zu beschreibenden Permutitverfahren. Denn es muß stets mit einem Überschuß von Sodazusatz gerechnet werden, besonders bei Vorhandensein von Gips, aber auch wegen des, wie schon früher erwähnt, so häufig wechselnden Gehaltes eines und desselben Rohwassers an Kesselsteinbildnern.

Bei den beiden Reinigungsarten gelangen also bestimmte Mengen von löslichen Natriumsalzen, zu denen selbstverständlich auch der etwaige Gehalt des Rohwassers an Kochsalz gehört, in den Kessel. Infolge der stetigen Verdampfungen reichern sich diese Salze an, wodurch der Siedepunkt des Wassers steigt und dann das gefürchtete Aufschäumen des Wassers, auch „Spucken“ genannt, eintritt. Von den genannten Salzen bleibt die Soda bei den im Kessel herrschenden Temperaturen von 160–190° am schwersten in Lösung, so daß infolge dieser Anreicherungen mit dem Schlamm auch stetige Ausscheidungen von Soda stattfinden, was durch Analysen und die Erfahrungen seine Bestätigung findet.

Nun ist es wohl richtig, daß auch stark alkalisches Speisewasser die Kesselblechwandungen nicht angreift. Durch die Untersuchungen des Kgl. Materialprüfungsamtes in Berlin ist dagegen nachgewiesen worden, daß die Schutzwirkung des Natriumcarbonats bei Gegenwart von Kochsalz aufgehoben wird. Auf der anderen Seite ist es ebenso richtig, daß alle Armaturen aus Kupfer und Kupferlegierungen unter den Sodaausscheidungen stark leiden und einer bedeutenden Abnutzung ausgesetzt sind.

Die sog. Nachreaktionen bei den hohen Temperaturen im Kessel haben aber auch noch den vollständigen Niederschlag der Magnesiumsalze zur Folge, die unfehlbar ihre korrodierende Wirkung ausüben. Diese beiden Erscheinungen, Sodaausscheidungen und Schlammbildungen mit mehr oder weniger bedeutendem Gehalt an Magnesiumsalzen haben zur Folge, daß alle Kessel, welche mit nach dem Kalk-Sodaverfahren gereinigtem Wasser gespeist werden, zur Aufrechterhaltung eines normalen Kesselbetriebs von Zeit zu Zeit abgelassen werden müssen, um einerseits von Schlammablagerungen, andererseits von Ansammlungen von Sodakonzentrationen im Schlamm befreit zu werden. Die Gefährlichkeit dieses Ablassens unter hohem Kesseldruck kann durch Anwendung von Schnellabblaseventilen teilweise aufgehoben werden. Nicht zu erreichen ist aber dabei die gänzliche Befreiung von Schlamm und angereicherter Soda, da sie mit dem Wasser naturgemäß nur in der Umgebung der Abblaseventile ablaufen, in den davon entfernter liegenden Kesselpartien stehen bleiben. Starke Wärmeverluste, die dem Kessel durch dieses Ablassen auferlegt werden, sind jedenfalls nicht zu vermeiden.

Es ist sehr schwer, diese Wärmeverluste rechnungsgemäß festzustellen. Einen Anhaltspunkt dazu mag nachstehende Berechnungsart bieten. Durch Versuche ist festgestellt worden, daß durch eine undichte Stelle von nur 1 qmm Querschnitt in 24 Stunden bei 10 Atm. Druck 3,85 cbm Wasser abfließen. Das unter diesem Druck stehende Wasser enthält 185 WE., von denen die durchschnittliche Speisewassererwärmung auf 60°, also 60 WE. abzuziehen sind, so daß also 125 WE. für 1 kg ausströmenden Kesselschlammwassers verloren gehen. Die Wärmemenge des aus solchem Wasser im Kessel sich entwickelnden Dampfes ist 662–60 = 602 WE.; 3,85 cbm dieses Wassers würden also einer Wärmemenge von 3850 × 125 : 602 = 800 kg Dampf, also bei 7facher Verdampfung einer Kohlenmenge von ca. 115 kg, bei einem Kohlenpreis von 9 Pf für 1 kg (sehr niedrig angenommen) einem Geldwert von 10,35 M entsprechen, der sich aber auf das Doppelte, also auf 20,70 M erhöht, weil ja die gleiche Menge

Speisewasser wieder auf dieselbe Dampftemperatur gebracht werden muß. Es ist nun bis jetzt in keiner Weise einwandfrei ermittelt worden, welche Wassermengen mit dem Schlamm beim Ablassen verloren gehen. Selbstverständlich hängt die Größe des Verlustes mit der Kesselgröße und auch mit dem Kesselsystem zusammen. Nach einer mir gewordenen Angabe wurden z. B. in einem Großbetrieb bei einem Cornvallkessel von 2 m reinem Durchmesser (abzüglich des Flammrohres) und 7 m Länge ca. 5 cm des Wasserglases abgelassen, was ungefähr dem dreißigsten Teil des Wassereinhaltes entspricht. Da der Gesamteinhalt der Wassermenge ca. 20 cbm ist, werden beim jedesmaligen Ablassen ca. $\frac{2}{3}$ cbm = 670 l heißes Wasser verloren gehen, was nach Angabe vorstehender Berechnung einem Verluste von $\frac{670 \cdot 20,7}{800}$ ca. 17,30 M gleichkommen würde.

Ganz besonders nötig ist eine häufigere Entschlammung bei Wasserröhrenkesseln, die gewöhnlich in Abmessungen von 200 bis 400 qm Heizfläche benutzt werden. In den meisten Fällen stehen nämlich die Wasserröhrenkessel, besonders in den Elektrizitätswerken, in zeitweise stark forciertem Betrieb. Dabei werfen sie Wasser über und damit auch Schlamm, wodurch die Überhitzer, Rohrleitungen, Ventile und sogar schließlich die Schaufeln der Dampfturbine verunreinigt werden. Die dadurch hervorgerufenen bedeutenden Nachteile brauchen wohl nicht weiter erläutert zu werden. Derartige Kessel müssen also häufig und möglichst vollständig entschlammt werden, und es ist wohl nicht zuviel gesagt, wenn man die Verluste auf das Doppelte, ja Dreifache der Verluste bei Cornvallkesseln schätzt, was beim jedesmaligen Ablassen ca. 35–70 M Kosten verursachen würde. Auch darüber, wie weit solche Verluste bei der Anwendung von Schnellabblaseventilen vermieden oder wenigstens stark verhindert werden können, sind unseres Wissens noch keine Untersuchungen angestellt worden.

Offenbar wird eben zu wenig Gewicht auf ihre Feststellung gelegt, wohlaus dem Grunde, weil sie bei dem jetzigen Stand der Wasserreinigungsmethoden unvermeidlich sind, unvermeidlich, weil eben stets von Zeit zu Zeit der Schlamm abgelassen und der stetige Sodaüberschuß aus dem Wasser entfernt werden muß.

Was nun die geschilderten Übelstände der Anreicherung der Soda im gereinigten Wasser betrifft, so ist anzuerkennen, daß alle Maschinenfabriken, welche Apparate nach dem Kalk-Sodaverfahren liefern, an der Hand von genauesten Anweisungen ihre Kunden darüber belehren, wie Sodaüberschüsse möglichst zu vermeiden sind. Es wird zu dem Zwecke, wie schon früher angedeutet, durch die Analyse festgestellt, welche Kesselsteinbildner hauptsächlich in Betracht kommen, und danach bestimmt, wieviel Soda zur Entfernung der bleibenden Härte — des Gipsgehaltes — und wieviel Ätzkalk zum Niederschlagen der vorübergehenden Härte — hauptsächlich der doppelkohlensaurigen Kalk- und Magnesiumsalze — verwendet werden muß. Auch die Alkalität des Kesselwassers ist nicht schwer zu prüfen. Ferner sind die Konstruktionen der Reinigungsapparate auf das sinnreichste durchgebildet, so daß sich die Reinigung möglichst selbsttätig vollzieht. Auf der anderen Seite ist aber nicht zu bestreiten, daß die dem System anhaftenden, im vorhergehenden beschriebenen Mängel dadurch nicht ganz beseitigt werden.

Der Kostenpunkt des Kalk-Sodaverfahrens wird zum Schluß des Artikels im Zusammenhang mit den anderen Methoden angegeben werden.

Das Barytverfahren, durch welches eine Anreicherung der Kesselwassers durch lösliche Salze vermieden wurde, hat kaum weitere Verbreitung gefunden, weil mit Chlorbarium die gefährlichen Magnesiakesselsteinbildner nicht entfernt werden können, und der Benutzung von kohlensaurem Baryt bedeutende, durch Heydepriem nachgewiesene Schwierigkeiten sich entgegensetzen.

Wir wollen also von der Besprechung dieses Verfahrens absehen.

Das Permutitverfahren beruht auf der Eigenschaft der künstlichen Zeolithe, von denen in der Praxis das Natriumpermutit benutzt wird, seine Basis, das Natriumoxyd, in der Kälte gegen beliebige Mengen von Calcium- und Magnesiumoxyd umzutauschen.

Nach der Theorie kann also die Enthärtung bis auf 0° durchgeführt werden. Es wurden deshalb auch von vornherein die größten Hoffnungen auf dieses neue Verfahren gesetzt, die sich rechtfertigten, solange es sich um die Enthärtung von Fabrikationswasser handelte, das in kaltem Zustand weiter verwendet wird, und bei dem ein starker

Gehalt von kohlensaurem und schwefelsaurem Natron den Fabriken nicht schadet.

Wie wir nun aber bei den vorausgehenden Betrachtungen schon gesehen haben, werden bei der Reinigung von Kesselspeisewasser nicht nur Anforderungen an Enthärtung, sondern auch an die Entfernung von Luft und Kohlensäure aus dem Wasser und auf die möglichste Feinheit des Filtrates von Salzen gestellt. Bei der Art der Permutitreinigung kann natürlich von der Austreibung von freier Kohlensäure keine Rede sein. Im Gegenteil bei der im Kessel herrschenden hohen Temperatur zerlegt sich auch das doppelkohlensaure Natron, das mit Glaubersalz in den Kessel gelangt, in Kohlensäure und einfach kohlensaures Natron, so daß sich der Gehalt an freier Kohlensäure noch vermehrt. Und daß noch reichlichere Mengen von gelösten Salzen im Filtrat in den Kessel eingeführt werden, als bei dem Kalksodaverfahren, zeigt der bloße Blick auf die Barth'sche Tabelle.

Aber auch die vollständige Enthärtung wird sich beim Betrieb wohl kaum durchführen lassen, da sich die Wirkung des Natriumpermutits infolge der Umsetzungen stark abschwächt, und selbstverständlich die Regenerierung mit Kochsalz nicht fortlaufend, sondern nur von Zeit zu Zeit stattfinden kann. Es werden also auch bei tadellosester Aufsicht wie beim Kalk-Sodaverfahren Schlammablagerungen stattfinden, die mit den angereicherten Sodasalzen häufig abgelassen werden müssen. Die dabei entstehenden Wärmeverluste, die noch stärker ausfallen müssen als beim Kalk-Sodaverfahren, weil eben häufiger abgelassen werden muß, haben wir schon an früherer Stelle berücksichtigt.

Dem Verfahren werden nun aber auch andere Schattenseiten nachgewiesen, die wir mit den schon genannten im folgenden kurz zusammenfassen.

Nach den Vorschriften der Permutit-Gesellschaft selbst darf

1. die Filtrationsgeschwindigkeit nicht mehr als 3–4 m in der Stunde betragen. Daher sind sehr große und teure Apparate nötig.

2. Zur Regeneration muß 6–8 mal soviel Kochsalz verwendet werden, als Kalk von Permutit gebunden worden ist. Da nun Kochsalz stets mit Kalk und Magnesia verunreinigt ist, muß außerdem alle 3–4 Wochen das doppelte Quantum zugesetzt werden.

3. Ein zu hoher Chloridgehalt des zu reinigenden Wassers beeinträchtigt die Wirkung, wenn das Chlor an Alkalien gebunden ist, wie an Chlormagnesium, aber auch Chlornatrium.

4. Eisen, Öl, Schlamm, kurz jede mechanische Verunreinigung ist vorher aus dem Wasser zu entfernen.

5. Die zu reinigenden Wasser müssen neutral reagieren, weil jeder Säuregehalt die Wirkung des Permutits beeinträchtigt (das Wasser darf also keine freie Kohlensäure enthalten!).

6. Wegen der großen Anreicherung von Soda und Glaubersalz im Kessel müssen jeden Tag 1–2 cbm Wasser aus dem Kessel abgelassen, und alle 4 Wochen muß der Kessel ganz entleert und mit reinem Wasser frisch aufgefüllt werden (siehe oben).

Das Fazit der Zerlegung von doppelkohlensaurem Natron in Kohlensäure und einfach kohlensaures Natron und der vorstehend angeführten 6 Punkte ist, daß eine ganz außerordentlich penible Sorgfalt auf die Bedienung der Permutitfilter zu verwenden ist, die aber die geschilderten Nachteile der Methode wohl nicht ganz aufzuheben vermag.

Einer der Übelstände bei den bis jetzt kritisierten Methoden, die Belastung des Speisewassers mit löslichen Salzen, die infolge von chemischen Reaktionen sich bilden und im Filtrat in den Kessel gelangen, wird durch die thermische Wasserreinigung in den Vapor- und Gestraapparaten vermieden.

Nach diesen Methoden muß das Speisewasser vor dem Eintritt in den Verdampfungsraum Filter passieren, die in geeigneter Weise im Kesselinnern angebracht sind.

Hauptbedingungen für die Konstruktion dieser Filter sind große Oberflächen. Der Gestraapparat hat vor dem Vaporfilter den Vorteil der größeren Fläche. Denn während der erstere unseres Wissens eine Länge von 2,5 m und eine Breite von 90 cm hat, besitzt das Vaporfilter nur 1 qm Querschnitt. Der Gestraapparat hat außerdem halbrunde Mulden, wodurch die Unterflächen dieser Mulden ausgenützt werden, wogegen die Unterflächen des Vapors hohl sind, also gar nicht benutzt werden.

Die Wirkung dieser Filter beruht nun darauf, daß bei den hohen, im Kesselinnern herrschenden Temperaturen die in Wasser gelösten Kalk- und Magnesiabicarbonat ausgeschieden werden. Die dabei

freiwerdende Kohlensäure wird vom Dampf mitgenommen, und die Niederschläge sollen im Filter zurückgehalten werden.

Gipshaltige Wasser werden aber dabei keinesfalls enthärtet. Denn der Behauptung, daß sich auch der Gips bei einer Temperatur von ca. 150°, entsprechend einem Druck von $4\frac{1}{2}$ Atm., der allerdings in allen Dampfkesseln erreicht wird, vollständig niederschlägt, müssen starke Zweifel entgegengesetzt werden. Jedenfalls ist aber dazu ein größerer Zeitraum für die Einwirkung der hohen Temperatur erforderlich, der wohl in den allermeisten Fällen nicht einzuhalten ist, weil die Kesselspeisung beinahe unausgesetzt vor sich gehen muß. Bei Gipsgehalt des Wassers müßte also jedenfalls eine vorhergehende Reinigung durch Soda stattfinden. Aber auch dem vollständigen Niederschlag der kohlensauren Salze wird sich dieselbe Bedingung, daß eben eine gewisse Zeit zur Abscheidung nötig ist, entgegensetzen. Bei Betriebsanforderungen, die abwechselungsweise schwache und starke Dampferzeugungen bedingen, bei allen größeren Dampfanlagen stoßen diese Forderungen auf Unerfüllbarkeit. Dazu kommt, daß bei hartem Wasser die Filterlöcher sich sehr schnell zustopfen, daß also das Wasser nur mit Schwierigkeit in den Verdampfungsraum gelangt. Dieser Übelstand könnte nur durch eine häufige Säuberung der Filter beseitigt werden, was aber ohne Betriebsstörungen nicht vor sich gehen könnte.

Infolgedessen dürften sich die Apparate wohl nur — dies aber sehr gut zur Reinigung des Dampfes von mitgerissemem Schlamm empfehlen.

Die Kosten der verschiedenen Reinigungsarten setzen sich zusammen aus den allen gemeinschaftlichen Posten der Amortisation und Verzinsung, den Ausgaben für Löhne und Aufsicht und den Preisen der zur Verwendung kommenden Chemikalien. Während die Ausgaben auch für Löhne und Aufsicht sich bei allen der beschriebenen Methoden so ziemlich gleich bleiben werden, jedenfalls aber beim Permutitverfahren die höchsten sind, ändern sich die Preise für Chemikalien nach der Menge der Zusätze. Nach Heydepriem betragen sie — auf die Preise vor dem Krieg bezogen — für 1 cbm zu reinigenden Wassers, bei dem in 100 000 Teilen 3,1 Tl. Magnesia, 18,7 Tl. Kalk (die zum Teil an Kohlensäure gebunden sind) und 12,28 Tl. Schwefelsäure enthalten sind, bei Verwendung von 1. Soda allein 5,76 Pf.; 2. von Kalk und Soda 2,43 Pf.; 3. von Ätznatron 4,74 Pf.; 4. beim Permutitverfahren 4,5 Pf.

(Schluß folgt.)

Über die quantitative Bestimmung des Quecksilbers in organischen Verbindungen.

Von A. WÖBER.

(Mitteilung aus der landw.-bakteriolog. und Pflanzenschutzstation in Wien.)

(Eingeg. 16./1. 1920.)

Außer der umständlichen Methode von Carius¹⁾, „die sich für die Aufschließung mancher organischer Verbindungen eignet“, existiert ein von Rupp²⁾ angegebener Weg zur Bestimmung dieses Metalls in Nichtelektrolyten. Das Quecksilberpräparat wird mit konzentrierter Schwefelsäure und Kaliumsulfat in einem Kjeldahlkolben zum Sieden erhitzt, bis die Flüssigkeit wasserhell geworden ist. Der Kolben ist mit einem einfach durchbohrten Korkstopfen verschlossen, welcher ein 40–50 cm langes Steigrohr trägt. Diese allgemein brauchbare Methode leidet an dem Übelstande, daß bei vielen organischen Substanzen sehr langes Kochen bis zur Zersetzung nötig ist, und daß bei sehr flüchtigen Quecksilberpräparaten geringe Mengen unzersetzt durch das Steigrohr entweichen können.

Sehr rasch kommt man zum Ziel, wenn zur Zersetzung der organischen Substanz außer konzentrierter Schwefelsäure noch 30% iges Wasserstoffsuperoxyd (Perhydrol „Merck“) mit verwendet wird. Der Gang der Methode gestaltet sich folgendermaßen:

In einen etwa 200 ccm fassenden Erlenmeyerkolben werden etwa 0,2–0,5 g fein pulverisierte Substanz eingewogen. Man fügt 5 ccm chemisch reine konzentrierte Schwefelsäure hinzu und schüttelt rasch zur Vermeidung von Klumpenbildung vorsichtig um, bis die Substanz in der Säure gleichmäßig verteilt ist. Der Kolben wird mit einem doppelt durchbohrten Stopfen verschlossen; durch die

¹⁾ Treadwell, II. Bd. 1917. S. 139 u. 280.

²⁾ Arch. d. Pharm. 243, 1 [1905].