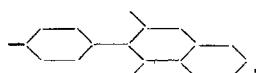


Vortr. ein besonderes Verfahren angibt, wie aus den beiden anderen Gallensäuren ein und dasselbe Produkt vom Fp. (unkorr.) 324° (korrig. 335°) sowie vom gleichen Drehungsvermögen (+ 35,5°) Molekulargewicht 372 entsprechend $C_{18}H_{28}C_8$. Es stellt eine vierbasiache Säure dar. In den Mutterlaugen befindet sich ein leichter löslicher Körper der Formel $C_{22}H_{32}O_{10}$ vom Fp. 240° (fünfbasische Säure). Vortr. gibt dann noch seine Anschauungen über die wahrscheinliche Struktur der Gallensäuren kund, die er durch eigene sowie die Ergebnisse anderer Forscher erhärtet. Danach bestehen sie zunächst aus zwei hydrierten, durch eine aliphatische Kette verbundenen Ringen mit einer doppelten Bindung, an deren einen noch ein dritter angelagert ist, so daß als Grundsubstanz folgender Körper anzusehen ist:



Abteilung V b.

Agrikulturchemie und landwirtschaftliches Versuchswesen.

1. Sitzung, Montag, den 20. September nachmittags

R e i t m a i r: „*Die Blattrollkrankheit der Kartoffel.*“ Das Wesen der Krankheit ist noch nicht erforscht. Auch die Definition bedarf noch der Vervollständigung. Die Triebe der von blattrollkranken Pflanzen stammenden Knollen zeigen Anomalien. Die ersten Wurzeln sind gekrümmmt und kümmerlich entwickelt bei gelblicher Farbe. Die Ernährungsverhältnisse sind von großem Einfluß auf die Entwicklung der Krankheit. Ob Fusarien die Erreger sind, ist nicht sicher, da sie nicht immer nachgewiesen werden können. Eine Überwachung der Pflanzstationen wäre zur Verringerung der Ausbreitungsgefahr zu empfehlen.

A. Stutzer: „*Neue Erfahrungen, den Kalkstickstoff betreffend.*“ In Vegetation befindliche Gerste wird beim Ausstreuen von Kalkstickstoff geschädigt, Hafer nicht. Grund dürfte entstehende konz. $Ca(OH)_2$ -Lösung sein, gegen deren Wirkung manche Pflanzen durch einen natürlichen Wachstumsüberzug geschützt werden.

Kalkstickstoff galt früher für Hochmoorboden für unanwendbar. Versuche des Verf. haben das Gegenteil bewiesen.

Aufbewahrung in den üblichen Doppelsäcken ist noch zu beanstanden, auch das Stäuben des Produktes beim Ausstreuen ist noch recht lästig, auch bei dem mit Mineralöl benetzten ist dieser Übelstand nicht ganz beseitigt. Dann macht Vortr. noch Mitteilung von den Bestimmungsmethoden, besonders zur Bestimmung des Cyanamids und Dicyanamids nach Caros Vorschlag, dessen Arbeit demnächst in unserer Zeitschrift erscheinen wird.

Schluß des Berichtes folgt im nächsten Heft.

Dampfkesselchemie.

Von Dr. E. E. BASCH.

(Eingeg. 14. 8. 1909.)

O. N. WITT - Berlin hat beim VII. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie in London (1909) über die „Anwendung des biologischen Begriffs der Evolution auf die Fortschritte der angewandten Chemie“ gesprochen. Als Ausgangspunkt diente der Gedanke, daß das Entwicklungsgesetz nicht nur auf lebende Pflanzen und Tiere anwendbar ist, sondern auf alles, was wachsen, sich verändern und sich verbessern kann, also auch auf die Wissenschaften im allgemeinen und auf die angewandte Chemie im einzelnen) Referat: Diese Z. 22, 1105 (1909). Auch die Entwicklung der chemischen Industrie werde beherrscht von den biologischen Gesetzen der Anpassung, des Ökonomieprinzips, der Symbiose usw. Die wissenschaftliche Chemie sei verhältnismäßig neu, die angewandte Chemie jedoch bestehe seit undenklichen Zeiten. Versuch und Erfahrung waren die ersten Wegweiser in dem langsamem Gang ihres allerdings sicheren Ausbaues, aber die moderne chemische Wissenschaft sei ein viel schnellerer Führer geworden. Sie erkläre alte Tatsachen und weise neue Wege.

Diese allgemeinen Bemerkungen gelten für jeden einzelnen Zweig der Industrie. Von einem derselben, für dessen Wichtigkeit schon seine Ausdehnung spricht: von der Dampferzeugung handeln die folgenden Ausführungen. Seit Einführung der Dampfmaschine hat die Bedeutung der Dampferzeugung beständig zugenommen. Nun hat der Kesselbetrieb so zahlreiche Berührungs-punkte mit der Chemie, daß das lange Fernbleiben der chemischen Arbeit auf diesem Gebiete einigermaßen auffallen muß. Entwicklungsgeschichtlich ist diese Vernachlässigung erklärlich. Die Dampferzeugung spielt trotz ihrer Unentbehrlichkeit im Rahmen des ganzen Fabrikbetriebes sachlich nur die Rolle eines Nebenprozesses. Ihre Wirtschaftlichkeit wurde erst in unserem Zeitalter der Industrie zu einer Lebensfrage, als Arbeitslöhne und Kohlenpreise — beide infolge der Nachfrage — beständig stiegen und reger Mitbewerb zu äußerster Sparsamkeit in allen Teilen der Fabrikation zwang. Da nun das Bedürfnis gegeben war, begann auch hier zunächst das empirische Suchen nach Verbesserung und zwar sowohl auf der Feuerseite, als auch auf der Wasserseite des Dampfkessels. Der Chemiker drängte sich zur Lösung dieser rein praktischen Frage nicht in den Vordergrund. Es hängt wohl mit dem philosophischen Ursprung der Chemie zusammen, daß ihre Theorien der Zeit entweder weit vorausseilten oder weit zurückblieben. Solch rasche Wechselwirkung und gegenseitige Befruchtung wie in unseren Tagen wurde erst möglich, nachdem der Laboratoriumsversuch als Grundlage jeder Theorie und in gleicher Weise als Prüfstein für die Praxis gewürdigt worden war. Bekanntlich hat das aufstrebende Deutschland eine führende Rolle in dieser Wertschätzung übernommen.

Heute ist man einig, daß eine wirtschaftliche Ausnutzung des Brennmaterials ohne Hilfe chemischer Untersuchungen kaum möglich ist. Wie

auch die Heizfrage mit der Durchführung des Ökonomieprinzips zusammenhängt, hat O. N. Witt hervorgehoben. Die Kontrolle über die Ausnutzung der Kohle liegt heute noch fast ausschließlich in den Händen von Ingenieuren und Technikern, obwohl sie auf chemischen Grundlagen aufgebaut ist: auf der chemischen Untersuchung einerseits des Brennmaterials (Rohstoff) und andererseits der Rauchgase (Abfallprodukt).

Es kann nicht wundernehmen, daß auch die Bekämpfung des Kesselsteines mit unwissenschaftlichen Hausmitteln begann. Heizer gaben Kartoffeln, Holzspäne oder Pflanzenextrakte in ihre Sieder, um dadurch das Auskristallisieren von Kesselsteinen zu verhindern. Bei verhältnismäßig nicht hartem Speisewasser wurde dieses Ziel auch manchmal erreicht, aber der entstehende und mit organischer Substanz durchsetzte Kesselschlamm konnte — ganz abgesehen von den festen Fremdkörpern im Kessel — durch Überhitzung der Bleche und Verstopfen der Wasserstände weit größere Kesselschäden hervorrufen als der Kesselstein. Dem ungeachtet wird auch heute noch ein schwunghafter Handel mit derartigen Geheimmitteln, sog. Antikesselsteinmitteln getrieben.

In den letzten Jahrzehnten hat sich die chemische Wasserreinigung ein mächtiges Gebiet erobert. Hartes Brunnen- und Quellwasser, verunreinigtes Flußwasser und ölhaltiges Kondensationswasser werden durch Zusetzen von Chemikalien, Absitzenlassen und Filtern enthärtet und gereinigt, bevor sie zur Speisung in die Dampferzeuger eintreten. Auf wissenschaftlichem Boden und oft im Kampf mit den „alten Praktikern“ wurde eine Reihe von Verfahren ausgebildet und eingeführt. Auch die moderne Fachliteratur hat sich vielfach mit dem Ausbau dieses Industriezweiges beschäftigt.

Der Fabrikbesitzer und seine technischen Beamten betrachten in der Regel den Ingenieur vom Dampfkessel-Überwachungsverein auch als Sachverständigen für das chemische Verhalten des Speisewassers und seiner Bestandteile, die zur Bildung von Kesselstein und Anfressung von Kesselteilen führen. Auch für viele Fragen der Wasserreinigung wird nicht selten die Meinung des Revisionsingenieurs als maßgebend angesehen. Weil mit diesen Verhältnissen gerechnet werden muß, erscheint es dringend nötig, dem Beamtenstab jedes größeren Überwachungsvereins auch einen Fachchemiker einzubringen, der aufklärend auf Kollegen und Vereinsmitglieder wirken kann. Dieser müßte in beständiger Fühlung sowohl mit der chemischen Forschung als auch mit der Praxis der Wasserreinigung bleiben. Meines Wissens hat vorläufig nur der Bayrische Revisionsverein in München einen ständigen chemischen Mitarbeiter.

Daß diese amtlichen Kreise sich der Wichtigkeit chemischer Ausbildung wohl bewußt sind, kommt in den jährlichen Versammlungen des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine durch die gelegentliche Wahl chemischer Vortragsthemen zum Ausdruck. In dem Protokoll der 37. Delegiertenversammlung (Komm.-Verlag Boysen & Maasch, Hamburg 1907) ist u. a. ein solcher Vortrag von Dr. Aufhäuser. Hamburg enthalten, der auch dem Chemiker viel

Anregung bieten wird: Das Wasser im Lichte der neuen Theorien mit besonderer Berücksichtigung des Dampfkesselbetriebes. Die Abhandlung ist auch in die Zeitschrift der Dampfkesseluntersuchungs- und Versicherungs-Gesellschaft A.-G., Wien 1908 Nr. 6 übergegangen. Der Leser d. Z. findet einen Auszug im Jahrgang 1908 S. 301 bis 302.

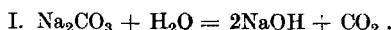
Zum Schluß erwähnt Dr. Aufhäuser die Nutzanwendungen, die sich aus der physikalisch-chemischen Betrachtungsweise für den Kesselbetrieb ergeben. Für die Reinigung des Wassers verlangt er die Berücksichtigung aller gegebenen Betriebsverhältnisse. In dieser Hinsicht kann nur völlig beigestimmt werden. Darüber hinaus aber verspricht Aufhäuser, daß der Chemiker den Zeitpunkt berechnen kann, wann der Kessel entleert werden muß, während bisher nur praktische Gesichtspunkte dafür maßgebend waren. Nötig seien für die Berechnung nur die Angaben über Fassungsvermögen des Kessels, Druck, Temperatur und verdampfte Wassermenge. „Wenn man diese Faktoren kennt, so läßt sich ganz genau berechnen, bis zu welchem Zeitpunkt die Übersättigung so weit ist, daß sich Kesselstein ansetzt, oder die Konzentration den Kesselwänden schädlich wird.“

Das ist in der Tat ein stolzes Programm. Wie sieht es mit seiner Verwirklichung in der Praxis aus? Die Vermeidung von Kesselsteinbildung durch rechtzeitige Erneuerung der Kesselfüllung kann sich nur auf den verhältnismäßig seltenen „wasserlöslichen“ Kesselstein beziehen. Es kommt vor, daß natürliche oder enthärtete Speisewässer, welche ungewöhnlich reich an Kochsalz oder Natriumsulfat sind, schon innerhalb der üblichen Betriebsperioden eine Übersättigung dieser Salze im Kesselwasser hervorrufen. Es entsteht dann ein salziger Kesselstein, der an Härte und Festigkeit dem gewöhnlichen Kesselstein nicht nachsteht. Ich habe derartige Vorkommnisse in der Zeitschrift des Bayrischen Revisionsvereines 1906 Heft 7 und 1908 Heft 24 besprochen. In solchen Fällen muß man am Wasserstand zeitweilig Proben des Kesselinhaltes entnehmen, mit dem Areometer prüfen und über eine bestimmte Dichte nicht hinausgehen. Auch bei normalen Speisewässern empfiehlt sich diese einfache Methode als ungefährer Anhaltspunkt für die Kesselentleerung, wobei man ohne zwingende Gründe über $1,5-2^{\circ}$ Bé. nicht hinausgehen wird. — Der gewöhnliche Kesselstein, der in der Hauptsache aus Calciumsulfat, Calciumcarbonat und Magnesiumverbindungen besteht, kann in dieser Weise nicht vermieden werden; denn seine Bildung beginnt schon am ersten Betriebstage infolge der nur minimalen Löslichkeit seiner Bestandteile, die z. B. für Calciumsulfat bei ca. 150° schon fast 0 sein dürfte.

Die zweite Frage: Bei welcher Konzentration der anfressend wirkenden Salze beginnt der Angriff der Kesselwand? Um das zu beantworten, fehlen uns heute noch die notwendigen Grundlagen und Beobachtungen. Vorarbeiten über „das Verhalten des Chlormagnesiums im Dampfkessel“ von H. Ost (Chem.-Ztg. 1902, 71) sind nicht unwidergesprochen geblieben. Bei den Nitraten und Nitriten

kommt es erfahrungsgemäß besonders darauf an, ob im Kessel Stein und Schlamm vorhanden ist oder nicht. Unter solchen Ansätzen findet leicht eine stellenweise Überhitzung der Bleche und möglicherweise auch eine Anreicherung an den gelösten Salzen statt. Sorgt man durch eine vorhergehende Wasserenthärtung für das Ausbleiben von festen Ablagerungen und für stets alkalische Reaktion des Kesselwassers, so ist damit auch die möglichste Sicherheit gegen Angriffe geboten. Selbstverständlich wird man auch dann für häufiges Entleeren und teilweises Kesselabblasen Sorge tragen, aber man darf nicht erwarten, allein durch Auffrischen des Kesselinhaltes diese Korrosionen zu vermeiden. —

Durch die Wasserreinigung nach dem bisher gebräuchlichsten Verfahren, bei welchem Soda zur Beseitigung des Gipses zugesetzt wird, treten zwei neue Verbindungen zu den Salzen des Speisewassers: das aus Gips und Soda entstehende Natriumsulfat und das stets in kleinem Überschuß angewandte Natriumcarbonat. Durch die beständige Verdampfung im Kessel werden auch diese Salze angereichert und treten in den Kreis der Wechselwirkungen. Es ist bekannt, daß zinkhaltige Rotgußmaturen dann allmählich angegriffen werden und die löslichen Natriumsalze in Form von Ausschwitzungen an den undichten Stellen zum Vorschein kommen. Weniger verbreitet ist die Kenntnis von den chemischen Veränderungen der Natriumverbindungen innerhalb des Kessels. Mit zwei solchen Vorgängen, die den Einfluß physikalischer Wirkung auf das chemische Gleichgewicht zeigen, sollen sich meine weiteren Ausführungen beschäftigen.



In den letzten Jahren ist von verschiedenen Seiten beobachtet worden, daß dieser Vorgang bei den Temperaturen, wie sie im Dampfkessel herrschen, stattfinden kann. In seiner Abhandlung über die Untersuchung des Kesselspeisewassers und die Kontrolle der Wasserreinigung (Riga 1903 N. Kymmel) macht Prof. C. Blacher darauf aufmerksam, daß auch mit dem Sodaüberschuß bei der Wasserreinigung vorsichtig verfahren werden soll, „da die Soda — wie mich ein charakteristischer Fall vor kurzem zum zweitenmal gelehrt hat — sich in Ätzlauge selbst in Gegenwart von Bicarbonaten umsetzen kann.“

Nach H. F r i s c h e r (Chem.-Ztg. 1906 S. 125) erfolgte die Enthärtung eines Speisewassers mit Soda und Ätznatron, wobei das letztere in zu geringer Menge verwendet wurde, so daß im gereinigten Wasser keine chlorbariumbeständige Rötung vorhanden war. Es ergab sich die interessante Tatsache, daß trotzdem im Kesselwasser sich Ätznatron gebildet hatte. „Die Bildung von Natriumhydroxyd mußte entweder auf eine direkte Dissoziation des kohlensauren Natriums oder auf Zersetzung desselben bei Gegenwart von Eisenhydroxyd oder Magnesiumhydroxyd oder basischem Magnesiumcarbonat unter Bildung von normalen oder von basischen Eisen- und Magnesiumcarbonaten, die unter Hitze und Druck in Kohlensäure und Hydroxyde zerfallen und die Soda abermals zersetzen, zurückgeführt werden.“

Diese Zersetzung von Soda in Ätznatron soll schon bei geringer Sodaalkalität auftreten (0,03—0,04 g Na_2CO_3 im Liter). Es sei hinzugefügt, daß das verwendete Rohwasser laut mitgeteilter Analyse keine außergewöhnliche Beschaffenheit hat bis auf verhältnismäßig großen Magnesiumgehalt. Dieser Umstand dürfte aber kaum von prinzipieller Bedeutung sein, um so weniger, als jedes gereinigte Wasser im Verhältnis zum restlichen Kalkgehalt einen relativ erhöhten Magnesiastickstoff besitzt.

In meiner eigenen Praxis habe ich dieselbe Erscheinung ungezählt oft beobachten können. Als erstes Beispiel sei für viele ähnliche eine Wasserreinigungsanlage in Lübeck erwähnt, in welcher die Enthärtung mit calcinierter Soda und gebranntem Kalk erfolgt. Der letztere wird in den bekannten konischen Kalksättiger eingefüllt und in Form von gesättigtem und geklärtem Kalkwasser dem Rohwasser gleichzeitig mit der Sodalösung zugeführt. Im Januar 1908 wurden je eine Stichprobe des gesättigten Kalkwassers (11 Stunden nach Beschickung), des gereinigten Wassers (zu gleicher Zeit entnommen) und des Kesselwassers (nach 6wöchentlichem Kesselbetriebe) geprüft. Die nachstehenden und alle folgenden Zahlen sind abgerundet und bedeuten Calciumcarbonatgrade, worunter entsprechend den französischen Härtegraden die äquivalente Menge für je 10 mg CaCO_3 (Molekulargewicht = 100) in 1 l Wasser zu verstehen sind.

	Härte	Na_2CO_3	NaOH
Kalkwasser	212°	—	—
Gereinigtes Wasser	9°	8°	0°
Kesselwasser	5°	50°	250°

Trotzdem also die Phenolphthaleinrötung des gereinigten Wassers durch Zusatz von Chlorbarium vollständig verschwand (Abwesenheit von Hydroxylionen), ist doch im Kessel eine beträchtliche Menge von Ätznatron enthalten.

Gegen die Verallgemeinerung dieses Beispiels könnte eingewendet werden, daß die Stichprobe des gereinigten Wassers erst 11 Stunden nach erfolgter Neubeschickung des Sättigers entnommen worden ist, und daß möglicherweise in den ersten Betriebsstunden auch ungelöste Ätzkalkteilchen mit der Kalkwassermenge zum Reaktionsbehälter gelangt sein können. Durch deren Umsetzung mit überschüssiger Soda würde dann zeitweilig Ätznatron entstanden sein. Deshalb sei ein zweiter Befund bei einer Kesselanlage in Benrath angeführt, wo Wasserproben $\frac{1}{2}$ und 3 Stunden nach und $\frac{1}{2}$ Stunde vor Neubeschickung mit Chemikalien gezogen wurden.

	Härte	Na_2CO_3	NaOH
3 Proben Kalkwasser	ca. 240°	0°	0°
Gereinigtes Wasser	$\frac{1}{2}$ St. nach Füllg. 2°	460°	0°
	3 „ „ „	4°	30°
	$\frac{1}{2}$ „ vor „	9°	8°
Kesselwasser	2°	345°	730°

Wie man sieht, lag hier bei der Zuteilung der Soda ein grober Fehler vor, welcher den ungewöhnlich großen Sodaüberschuß im Kesselwasserdurchschnitt erklärt, aber man sieht auch deutlich die reichliche Bildung von Ätznatron, während die 3 Proben des gereinigten Wassers frei von Hydroxylionen sind und das gesättigte Kalkwasser den

ganzen Tag hindurch klar und frei von festen Ätzalkaliteilchen gefunden wurde.

Noch beweiskräftiger sind vielleicht jene Fälle, wo bei der Wasserreinigung gar keine Ätzalkalien verwendet werden, sondern wie in einer Fabrik in Wilhelmsburg schwefelsaure Tonerde und calcinierte Soda.

	Harte Na_2CO_3		NaOH
Gereinigtes Wasser	6—7°	0°	0°
Kesselwasser nach 4 Wochen	4°	8°	28°
,, ,, 5 "	3°	15°	52°

Im gereinigten Wasser konnte überschüssige Soda als solche nicht nachgewiesen werden, weil sie durch die abgeschiedene Kohlensäure in Form von NaHCO_3 anwesend ist, welches Phenolphthalein nicht röte. Beim Erhitzen des gereinigten Wassers tritt Rotfärbung ein, aber erst durch Zersetzung im Kessel wurde die Rötung beständig gegen Chlorbariumzusatz.

Daß die Mitverwendung von schwefelsaurer Tonerde dabei keine Rolle spielt, zeigt folgendes Beispiel aus Penzig, wo das Speisewasser ausschließlich mit calcinierter Soda behandelt wird:

	Harte Na_2CO_3		NaOH
Gereinigtes	$\frac{1}{2}$ St. n. Nenbeschickg.	9°	8° 0°
Wasser	3 " " "	6°	17° 0°
	$\frac{1}{2}$ " vor "	9°	8° 0°

Kesselwasser nach $\frac{1}{2}$ Stunde 2° 145° 460°

Man darf somit wohl als feststehend ansehen, daß bei höherem Druck und der entsprechenden Temperatur ein Teil der Soda unter Abspaltung von CO_2 in NaOH übergeht, bis ein Gleichgewichtszustand eintritt. Es ist noch die Frage offen, bei welchem Kesseldruck diese Zersetzung beginnt. Die bisher angeführten Beispiele beziehen sich auf moderne Kesselanlagen, bei welchen ein Betriebsdruck von etwa 10 Atm. und darüber angenommen werden darf.

In einem Falle — bei einer Kesselanlage in Luckenau — wurde keine Zersetzung der im Überschuß angewandten Soda wahrgenommen:

	Harte Na_2CO_3		NaOH
Gereinigtes	$\frac{1}{2}$ St. n. Beschickg.	18°	4° 0°
Wasser	3 " " "	10°	4° 2°
	$\frac{1}{2}$ " v. "	14°	3° 0°

Kesselwasser 3° 240° 0°

Der betr. Kessel wurde mit einem Druck von 6 Atm. betrieben, was einer Temperatur von ca. 160° entsprechen würde. Nach dieser einen Erfahrung scheint der Zersetzungspunkt für überschüssige Soda im Wasserinhalt des Dampfkessels über 160° zu liegen.

Im Anschluß daran eine Bemerkung betr. Permutit:

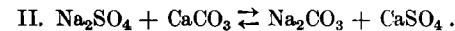
Dr. P. Siedler röhmt in seiner Besprechung: „Über die künstlichen Zeolithe“ (diese Z. 22, 1022 [1909]), daß bei deren Anwendung zur Wasserenthärtung das „permutierte“ Wasser nur Sodaalkalität enthalte, während dagegen das durch Kalk-Soda gereinigte Wasser auch Natronlaugenalkalität aufweise, „wodurch Korrosionen im Kessel verursacht werden.“ Das in Anführungszeichen gesetzte Zitat ist unrichtig. Durch Ätzalkalien können ebenso wie durch Soda nur Rotgußarmaturen leiden, nicht aber Kesselbleche angegriffen werden. Im übrigen wird der Unterschied bezüg-

lich der verschiedenen Alkalitäten nach meinen obigen Darlegungen für den Kesselbetrieb hinlänglich. Die Enthärtung durch Permutit liefert ein Speisewasser, dessen Carbonathärte in Natriumbicarbonat umgesetzt worden ist. Im Dampfkessel wird dann die halbgebundene Kohlensäure unter Bildung von Natriumcarbonat abgespalten, und aus dieser entsteht weiter Natriumhydroxyd, wie oben gezeigt wurde. Wohl findet durch die fortgesetzte Einführung von NaHCO_3 immer wieder ein gewisser Ausgleich statt, indem ein Teil der halbgebundenen CO_2 an vorhandenes NaOH geht, aber das Gesamtergebnis ist abhängig vom Betriebsdruck des Kessels. Das Kalk-Soda-Verfahren bietet die Möglichkeit, die Alkalitäten durch aufmerksame Wasserbehandlung auf ein Mindestmaß zu beschränken, während das Ansteigen der Soda- und Natronlaugenalkalität des Kesselwassers beim Permutit-Verfahren nicht vermieden werden kann. Das ist ein Hauptnachteil bei dessen Anwendung zur Enthärtung von Speisewasser.

Bei dieser Gelegenheit sei nebenbei auch die Kostenfrage berührt. Dr. Siedler gibt für ein bestimmtes Wasser an, daß die Reinigung von 1 cbm desselben nach dem Permutit-Verfahren 2,8 Pf kostet, wogegen der Preis beim Kalk-Soda-Verfahren sich auf 3,5 Pf stellen soll. Man vermisst aber jede Unterlage, die zu dieser zweiten Zahl geführt hat. Da die Gesamthärte des fraglichen Wassers 20° deutsch beträgt, und die Carbonathärte davon 10 deutsche Härtegrade ausmacht, kommt man — selbst bei Berücksichtigung einer recht hohen Magnesiahärte — zu folgenden Höchstzusätzen:

200 g Soda und
ca. 200 g Ätzkalk (80%) für 1 cbm Wasser.

Setzt man nun für calcinierte Soda von 98—100% den Marktpreis von 12 M für 100 kg und für gekräuteten Kalk 2 M — beides ist, abgesehen vom Kleinhandel noch billiger zu haben —, so kommt man höchstens zu dem Preise von 2,8 Pf. Die Zahl 3,5, auf welche der weitere Kostenvergleich aufgebaut ist, muß demnach auf unzutreffenden Annahmen beruhen.



Wenn man diese Gleichung von rechts nach links liest, stellt sie den Vorgang dar, der bei der üblichen Wasserenthärtung von gipshaltigem Wasser mit Soda eintritt. Es ist bereits bekannt, daß diese Fällung keine vollständige ist, sondern daß ein Gleichgewichtszustand angestrebt wird. Weichgemachtes Wasser besitzt immer noch einen restlichen Härtegrad, selbst bei überschüssigem Chemikalienzusatz. Das deutet schon auf die Möglichkeit einer Umkehr der Reaktion bei geeigneten Bedingungen. Der „Enthärtungsgrad“ kann durch physikalische Maßnahmen in gewissen Grenzen heruntergedrückt werden:

1. Durch Erhöhung der Temperatur (Anwärmung des Wassers bei seiner Reinigung); 2. durch Verlängerung der Reaktionszeit (Vergrößerung des Reaktionsraumes oder Vorratsbehälters); 3. durch Massenwirkung (Chemikalien in absichtlichem Überschuß). Andere noch weniger studierte Momente von allerdings geringerer Bedeutung sind: 4. Rei-

bung des Wassergemisches; 5. gute Durchmischung; 6. Anwesenheit von altem Schlamm.

In der Literatur habe ich noch nicht verzeichnet gefunden, daß obige Gleichung im Dampfkessel auch von links nach rechts verlaufen kann, daß also unter geeigneten Bedingungen eine Rückbildung von Gips stattfindet und dann trotz guter Wasserenthärtung wieder eine Steinbildung auftritt. Schlamm von CaCO_3 ist stets im Kessel vorhanden, denn die letzten Anteile der Härtebildner werden erst beim Kochen im Kessel gefällt. Natriumsulfat bleibt im gereinigten Wasser gelöst und erfährt durch die beständige Wasserverdampfung eine beständige Zunahme seiner Konzentration im Kesselwasser. Diese Steigerung des Natriumsulfatgehaltes begünstigt nach dem Gesetz der Massenwirkung die Beständigkeit von Calciumsulfat neben Natriumcarbonat.

In einem Elektrizitätswerk, wo trotz Wasserreinigung Kesselsteinbildung beklagt wurde, fand ich folgende Zahlen (Calciumcarbonatgrade):

	Harte	Na_2CO_3	NaOH
Gereinigtes Wasser	7—8°	15°	2°
Kesselwasser	17°	40°	210°

Das gereinigte Wasser wurde mit ungefähr gleichem Befund täglich mehrere Male geprüft. Das Kesselwasser war laut qualitativer Prüfung sehr angereichert an Natriumsulfat und Natriumchlorid. Nur dieser Umstand kann es erklären, daß das Kesselwasser (immer heiß entnommen am Wasserstandshahnkopf) härter war als das gereinigte Wasser (bei normalen Verhältnissen ist stets das Gegenteil zu beobachten), und daß trotz genügender Sodazugabe die Bildung eines Gipssteines eintrat.

In einer Textilfabrik lagen gleiche Verhältnisse vor :

	Harte	Na_2CO_3	NaOH
Kesselwasser.	19°	45°	72°

Der betr. Kessel war seit 8 Woehen Tag und Nacht mit gereinigtem Wasser im Betrieb, ohne während dieser Zeit auch nur ein einziges Mal entschlammmt worden zu sein. Der Gehalt an Natriumsulfat entsprach weit mehr als 200 Calciumcarbonatgraden. Der entstandene Stein bestand hauptsächlich aus Gips. Die Steinbildung ließ sich von dem Tage an vermeiden, als für regelmäßige Erneuerung des Kesselwassers Sorge getragen wurde. Es genügte das wöchentlich einmalige Ablassen des Kesselinhaltes von der oberen bis unteren Marke des Wasserstandes.

Von anderer Seite sind in einem gleichen Falle folgende Analysen erhalten worden (mg im Liter) :

	Rohwasser (Brunnenwasser)	Kesselwasser (sp. Gew. b. 1,07)
CaO	310,4	72,8
MgO	90,2	4,6
SO ₃	370,4	5100,3
Cl	78,0	2960,3
N ₂ O ₅	vorhanden	sehr reichlich
N ₂ O ₃	0	vorhanden
Gesamthärte	78° franz.	14,2° franz.
Na ₂ CO ₃	—	134,8

Also auch hier: trotz unverbrauchter Soda (12,7°) eine zu Steinbildung führende Gesamthärte (14,2° franz.) neben sehr viel Natriumsulfat

(637,5 CaCO₃-Grade). Wenn bei einem gipshaltigen Rohwasser das Kesselwasser auf die Dauer mehr als 8—10° franz. Härte aufweist, ist fast mit Sicherheit Bildung von Stein zu erwarten. Laut früheren Proben bestand dieser im obigen Falle hauptsächlich aus Calciumcarbonat und Calciumsulfat.

Schließlich wurde noch ein Laboratoriumsversuch angestellt, um zu prüfen, ob CaSO₄ und Na₂CO₃ auch bei Erhitzen ohne Druck aus dem reziproken Salzpaar entstehen kann. Diese Vermutung bestätigte sich. 2 g reines gefälltes Calciumcarbonat wurde mit 200 ccm destilliertem Wasser ausgekocht. Durch Phenolphthalein entstand dann eine schwache Rosafärbung infolge der geringen Dissoziation von CaCO₃. Nun wurden einige Gramm Natriumsulfat zugefügt und wieder eine halbe Stunde gekocht. Dabei trat eine satte Rotfärbung auf. 100 ccm der abgekühlten Lösung verbrauchten nach Wiederauffüllung auf 200 ccm und Klarfiltration 1,2 ccm 1/10-n. Salzsäure zum Verschwinden der Phenolphthaleinrötung und weiter nach Zusatz von Methylorange noch 1,6 ccm Salzsäure zur völligen Neutralisation. Somit sind bei diesem Kochversuch rund 0,025 g Na₂CO₃ entstanden und 0,034 g Na₂SO₄ umgesetzt worden. —

Kammersystem „Moritz“ (gesetzlich geschützt), Verbesserung der Konstruktion von Bleikammern.

Von SIEGFRIED BARTH, Zivilingenieur,
Düsseldorf-Oberkassel.

(Eingeg. 6.8. 1909.)

Eine neue Art der Bleikammeraufstellung ist vor ca. 1 1/2—2 Jahren ausgeführt worden und soll mit Hilfe beistehender Bilder dem Leser vorgeführt werden. Die Abweichung gegen die frühere Konstruktion liegt in folgendem:

Das ganze Kammergebäude wird in Eisenkonstruktion oder in Eisenbeton (Fig. 1) ausgeführt. In Gegenden, wo nur Holz vorhanden ist, läßt sich auch dieses verwenden, und ist das Dach so berechnet, daß es die ganze Last der eigentlichen Bleikammer aufnehmen kann. An der Dachkonstruktion sind mittels geeigneter Rund- oder Flach-eisen die Wände und die Decke der Kammer aufgehängt, während das Schiff auf einem Holz- oder Betonfußboden steht. Die Wände des Schiffes sind aus Eisenblech ausgeführt, und die untere — die Umrahmung des Bodens bildende Kante — auf eine Länge von ca. 25 cm abgerundet.

Die Decke der Kammer ist gewölbt ausgeführt und zwar möglichst stark gewölbt (Fig. 2). Hierdurch wird die Konstruktion verstärkt, ein Reinigen der Decke unnötig gemacht, da der Staub so allein von der Decke herabrutschen kann, und schließlich hat die gewölbte Decke vor der flachen, namentlich in bezug auf Ausdehnung, noch entschieden Vorteile.

Die Vorzüge dieser Art der Kammeraufstellung gegenüber der früheren bestehen zunächst darin,