

wart irgend eines anderen Gases direct erforderlich ist.

Der Apparat wurde auf Veranlassung des Herrn Dr. W. Meyerhoffer von der Fabrik chemischer Apparate Max Kaehler & Martini, Berlin W., angefertigt.

Ursachen und Bekämpfungsmethoden des Bleiangriffs durch Leitungswasser.

Von

A. Liebrich.

Man muss sich hüten, bei Beurtheilung der Ursachen die Beobachtungen bei einzelnen Wässern vorschnell zu verallgemeinern. Die Litteratur über diese Frage hat viel Widerspruch zu verzeichnen.

Vortragender hat Gelegenheit gehabt, die bleiangreifende Wirkung eines Leitungswassers, das aus Sandschichten unter Moorboden nahe der Nordsee gefördert wird, kennen zu lernen und bekämpfen zu helfen.

Das Wasser hat eine eigenthümliche Zusammensetzung, charakteristisch durch jeglichen Mangel an Carbonaten und Reichthum an organischer Substanz und Nitrat.

Trockenrückstand	350 bis 380 mg im l
Glührückstand	170 190
Chlor	30 40
Salpetersäure	40 60
Schwefelsäure	23 27
Kalk	25 30
Magnesia	8 15
Kieselsäure	20 28
Ammoniak	0
Salpetrige Säure	0
Oxydirbarkeit	19
Sauerstoff	14
Freie Kohlensäure	57

Der Verdampfungsrückstand von 1 l auf wenige cc Flüssigkeit eingedampft, reagirt noch schwach sauer bei der Probe mit Phenolphthaleïn. Diese Säure ist offenbar organischer Natur, Humussäure. Dass sie bei der Bleilösung mitspricht, ist sehr wahrscheinlich, wie namentlich aus einer Prüfung der Wirkung auf Blei durch das auf unter $\frac{1}{4}$ seines Volums eingedampfte Wasser zu schliessen ist.

Aus einer grossen Reihe von Versuchen ergibt sich: die wesentlichen Ursachen des Bleiangriffs sind

1. oxydirende Stoffe (Luft),
2. Säuren (freie Kohlensäure).

Die Erfahrungen von M. Müller, dass gleichzeitige Anwesenheit von Sauerstoff und Kohlensäure nothwendig ist, fanden Bestätigung. Bei Wegnahme des Sauerstoffs durch Natriumsulfit vermag Kohlensäure in grossem

Überschuss nichts, während bei Wegnahme der gesammten Kohlensäure der Bleiangriff ebenfalls verschwindet.

Die Anschauung, dass wenig freie Kohlensäure hemmend wirke, erscheint unge-rechtfertigt, da nach gänzlicher Wegnahme der freien Säure der Bleiangriff am besten unterdrückt ist.

Destillirtes Wasser nimmt Luft und Kohlensäure, freie und halbgebundene, des verdampften Wassers auf und kann schon aus diesem Grunde bleiangreifend sein, wenn das verwendete Wasser dies nicht ist.

Dass jedoch auch der Mangel an Salzen bei dem Bleiangriff (bez. die Art der Salze bei gewöhnlichem Wasser) von Belang ist, ist anzunehmen.

Die Aufnahmefähigkeit des Wassers an doppeltkohlensaurem Kalk ist eine beschränkte, wie überhaupt seine Lösungs-fähigkeit kohlensaurer Salze mit Ausnahme der Alkalien. Dass sich Kalk-, Zink- und Bleicarbonat gegenseitig aussalzen können, dass das Vorhandensein des einen Carbonats hemmend auf die Lösung des andern wirken kann, erscheint ganz verständlich.

Es ist zwar unbestreitbar, dass auch ein hartes Wasser bei Vorhandensein von Luft und freier Kohlensäure Blei angreift, aber das Maass dieses Angriffes dürfte doch ein geringeres sein.

Dass andererseits ein Reichthum an Chloriden oder Nitraten die Löslichkeit des Bleisalzes vermehren kann, wie einige Beobachter annehmen, ist nicht unmöglich, wenn auch die Bedeutung solcher Vorgänge geringer sein mag. Auf die Beantwortung dieser Frage erstrecken sich meine Versuche nicht.

Auch wenn man den Gehalt an Sauerstoff und Kohlensäure, sowie die übrige Zusammensetzung eines Wassers kennt, kann man noch kein bestimmtes Urtheil über das Maass des zu erwartenden Bleiangriffes haben, dieses Urtheil gibt allein der unter geeigneten Verhältnissen angestellte Versuch.

Im vorliegenden Falle wurden etwa 1 m lange, etwa 20 mm weite Bleirohrschlangen verwendet, unten zugelöthet unter Verbindung mit einer dünnen Bleiröhre, über die ein Stück Gummischlauch mit Quetschhahn geschoben wurde. Das Wasser konnte so nur mit reinem Blei in Berührung kommen. Die Röhren waren ungebraucht und blieben nie leer mit feuchter Wandung stehen, damit die Oxydation nicht beschleunigt werden konnte.

Wurde kein Versuch gemacht, so standen die Röhren mit dem Blei nicht angreifenden Ruhrwasser der hiesigen Leitung gefüllt. Die Füllung der Röhren erfolgte von unten.

Nach einer Reihe von Analysen betrug der Bleiangriff bei dem zu prüfenden Leitungswasser beim Stehen über Nacht im Bleirohr der betreffenden Leitung über 30 mg pro Liter.

Ein Zusatz von kohlensaurem Kalk im Überschuss, um die freie Säure zu binden, vermochte nicht, den Angriff genügend aufzuheben, es waren beim Stehen über Nacht noch mehrere mg Blei in Lösung.

Vortragender schlug daher s. Z. der Leitung des Wasserwerkes vor, an Stelle von Kalkspath den schneller neutralisirenden Zusatz von Soda zu machen, und zwar zunächst bei unverändertem Kalkspathzusatz etwas Soda zuzusetzen und gleichzeitig durch Laboratoriumsversuche die Wirkung von verschiedenen Mengen Soda und Kalkspath auszuprobiren. Die Resultate der Versuche gibt die folgende Tabelle wieder.

Zusatz zu 1 l Wasser	Stunden der Einwirkung	mg Blei im l
100 mg Ca CO ₃	5	25
150	14	5
200	60	5
100	60	3
100 + 10 mg calc. Soda	20	3
150 + 10	20	3
200 + 10	20	3
100 + 50	48	2
100 + 100	48	0,2

Zusatz zu 1 l Wasser	Stunden der Einwirkung	mg Blei im l
10 mg calc. Soda	3	10
50	3	10
100	3	0,1
100	19	0,8
100	65	1,2
150	120	Spur
200	120	Spur
300	120	Spur
1000	120	Spur

Während dieser Zeit wurde niemals eine Abnahme des Bleigehaltes wahrgenommen, wohl aber, soweit nachweisbar, eine allmähliche Zunahme. Wurde die bleilösende Wirkung schon in kurzer Zeit nachweisbar, so wurde der Versuch kürzer bemessen, war keine Wirkung zu merken, so wurde er mehr in die Länge gezogen.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass bei dem betreffenden Wasser ein Zusatz von einer zur Neutralisation der freien Säure genügenden Menge Soda am besten wirkt, besser als ein Zusatz von Kalkspath und besser als ein ungenügender Sodazusatz neben Kalkspathzusatz.

Die praktische Anwendung des Sodazusatzes bei dem Leitungsbetriebe hat dasselbe ergeben. Eine zur Neutralisation annähernd genügende Menge von Soda unterband, ohne das Wasser alkalisch zu machen, den Bleiangriff vollständig.

Soda ist mithin Kalkspath der Wirkung wegen vorzuziehen. Führt jedoch Kalkspath schon zum Ziele, so ist dieses Mittel als das billigere praktischer.

Über die Frage, welche Menge Blei noch als schädlich anzusehen ist, hat man sich noch nicht geeinigt. Auf die Mittheilungen der Litteratur über den Bleiangriff von Leitungswasser bei nachgewiesener schädlicher Wirkung kann man sich wenig stützen, da bei den betreffenden Nachrichten nicht angegeben ist, wie lange das bleihaltige Wasser im Bleirohr gestanden hat, ob 1 Minute, oder 1 Stunde oder 1 Tag und ob intermittirender Betrieb vorhanden, Wechsel von Voll- und Leerstehen der Leitung, was von ungeheurer Wirkung sein, ja allein den Bleiangriff bedingen kann. Auch kommt noch in Betracht, dass die Methoden verschieden sind bei der Bestimmung geringer Mengen Blei. So wurde bei dem Wasser einer Leitung, das einige Zehntel mg Blei enthielt, von einem Chemiker mehrfach das 5 bis 10fache gefunden, während ein anderes Laboratorium überhaupt kein Blei mehrmals fand. Dagegen wurden in drei anderen Laboratorien durch Vergleichsanalyse übereinstimmende Resultate gefunden. Auch der zu viel findende Chemiker fand später, als er sich einer geeigneten Methode bediente, ein gleichlautendes Resultat. Bei diesen übereinstimmenden Analysen wurde die vor Kurzem vom Vortragenden in der Chemzg. veröffentlichte Methode benutzt.

Es wäre recht wünschenswerth, dass ein Urtheil über das zulässige Maximum von Blei in Leitungswasser sich bildete. Dass während des Tages bei häufiger Benutzung der Leitung Blei in nachweisbaren Mengen nicht vorhanden sein darf, wird allgemeine Ansicht sein, nach Stehen des Wassers in der Leitung über Nacht dagegen zeigen manche Wässer, auch solche, die noch nie schädlich gewirkt haben, wie das Berliner Leitungswasser, geringen Bleigehalt. Werthvoll zur Beleuchtung dieser Frage würde es sein, das Maass der Wirkung auf Blei solcher Blei nur sehr gering angreifenden, in ihrem Werthe dadurch unbeeinträchtigten Wässer, besonders auch derjenigen, bei denen ein stärkerer Bleiangriff durch Zusätze bekämpft werden muss, zu wissen.