

Bleilösung und Eisenlösung

bei

Versorgungswässern

und die

Vakuumrieselung,

ein neues Verfahren zur Verhinderung der Angriffe.

Von

Heinrich Wehner.



Leipzig,

Verlag von F. Leineweber.

1908.

55.

XXV
643

Sonderabdruck
aus der hygienischen und gesundheitstechnischen Zeitschrift
„Gesundheit“.

Herausgegeben von
J. Brix,

Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in Berlin
Charlottenburg, Goethestr. 69.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298297

Bleilösung und Eisenlösung

bei

Versorgungswässern

und die

Vakuumrieselung,

ein neues Verfahren zur Verhinderung der Angriffe.

Von

Heinrich Wehner.

F. B. 29 431



Leipzig.

Verlag von F. Leineweber.

1908.

7.55
99

xxx
642

Sonderabdruck
aus der „Gesundheit“. Zeitschrift für Städtehygiene und
Gesundheitstechnik. Jahrgang 1908. Nr. 24.



II 31530

Akc. Nr. 2045/50

Zur Zeit führt sich ein neues Verfahren der Wasserbehandlung in die Praxis ein, die „Vakuumrieslung“, so genannt, weil die in Korrektur zu nehmenden Wässer nicht einem chemischen Eingriffe ausgesetzt, sondern nur (in feiner Zerteilung) durch geschlossene Saugbehälter geleitet werden, in denen der atmosphärische Luftdruck künstlich verringert ist; hierbei entbinden sich die dem Wasser eine verderbliche Korrosionskraft verleihenden Gase. In den folgenden Zeilen werden zunächst einige Auseinandersetzungen über die Fälle gegeben, in denen überhaupt Behandlung der Wässer indiziert ist; hieran wird eine Erklärung der bei den Korrosionen statthabenden chemischen Vorgänge und schliesslich eine Beschreibung der Ausgestaltung und Wirkung des neuen Verfahrens geknüpft, welches um deswillen grössere Beachtung beanspruchen darf, als es den Ansprüchen der Hygiene in jeder Weise so gerecht wird, wie keins der bisher bekannten.

Eine Menge von Wässern, - die im übrigen vom chemischen und hygienischen Standpunkte aus als gänzlich einwandfrei und als bestens für die allgemeine Versorgung geeignet bezeichnet werden dürfen, zeigen trotz ihrer sonstigen Vorzüge eine mehr oder minder heftige Begierde, die mit ihnen in Berührung gebrachten Metalle und Mörtel zu zerstören. Noch vor einigen Jahren war man stark im Zweifel, auf welche Ursache man die fatale Korrosionskraft zurückzuführen habe. Neuerdings haben die an den bekannter gewordenen Fällen gemachten mannigfaltigen Studien jedoch soviel Klarheit geschaffen, dass man gegenwärtig in der Lage sein muss, bei jeder Wassersorte die etwaige, nach der Ingebrauchnahme mehr oder weniger zu

erwartende Korrosionskraft von vornherein zu prognostizieren.

Die Angriffe scheiden sich in solche auf unedle Metalle und auf Mörtelmaterialien; ferner sind sie zu trennen daraufhin, ob sie in kaltem Zustande oder erst bei geschehender Erhitzung und Verdampfung eintreten¹⁾.

Jener Angriff, der wegen des angerichteten wirtschaftlichen Schadens der gefürchtetste ist, richtet sich namentlich gegen das Eisen, einerlei, ob Guss-eisen oder Schmiedeeisen in Betracht kommt. Der Schaden bietet zweierlei Bilder dar, die nur zuweilen klar getrennt vorliegen, meistens sich aber zu einem gemischten Krankheitsbilde vereinigen.

Das erste der beiden Bilder ist das Auftreten von feinem, hellbraunem Rostschlamm, der leicht beweglich in den Rohrleitungen schwimmt und sich auch ablagert und beim Wassergebrauch als höchst unangenehme Beigabe empfunden wird. Das Wasser, wenn auch am Gewinnungsorte klar und eisenarm oder gar eisenfrei, tritt mehr oder minder braun gefärbt aus und ist für den Genuss unappetitlich geworden, zu Bädern so gut wie unbrauchbar; an manchen Zapfstellen kommt es zwar noch klar aus der Leitung, setzt aber bald beim Stehen an der Luft Eisenschlamm ab und bietet hiermit ganz die Erscheinungen, die man anderswo an von Natur stark eisenhaltigen Wässern kennt. Ja es kommt vor, dass eisenreiche Wässer beim Fühlbarwerden dieses Missstandes gleich an der Gewinnungsstelle einer Enteisung unterzogen werden, dass sie dann die Enteisungsanlage gänzlich eisenfrei verlassen und dennoch an der Verbrauchsstelle wieder einen so hohen Eisengehalt zeigen, dass eine nochmalige Enteisung am Platze wäre²⁾. Diese Schäden

¹⁾ Vergl. Balneologische Zeitung Jahrg. 1906, No. 26.

²⁾ In solcher Lage befanden sich letzthin die Wasserwerke des Zoologischen Gartens der Stadt Berlin. Die Sachverständigen, die sich über dieses Vorkommnis im Ges.-Ing. (vgl. No. No. 17, 20 ff. v. Jhrg. 1908) unterhielten, haben sich nicht zu einigen vermocht, obgleich die Klarstellung nicht gar zu weit von dem einzigen das Ziel treffenden, dabei gangbarsten Wege abliegt.

werden, sobald man ein am Ursprungsorte eisenarmes Wasser vor sich hat, durch gelöstes freies Kohlensäuregas verursacht. Namentlich die sehr weichen Wässer neigen stärker zu den beschriebenen Angriffen, doch nicht alle von ihnen bringen Schäden hervor; viele gibt es nämlich, die trotz hoher Weichheit keine freie Kohlensäure führen, diese verhalten sich dann aber auch vollkommen inert.

Löst eine Wassersorte Mörtel auf, was sehr häufig vorkommt, dann ist ebenfalls freie Kohlensäure der schuldtragende Teil. Ebenso ist das der Fall bei den Angriffen auf Kupfer und Zink, wobei häufig die Zerstörung wertvoller Bohrbrunnen mit ihren teuren Filtern zu beklagen ist.

Greift eine Wassersorte nur nach vorgenommener Erhitzung und bei Verdampfung das Eisen an, dann kann sowohl freie Kohlensäure die Schuld haben, wie auch ohne diese das Vorhandensein grösserer Mengen von Bikarbonaten. Wässer mit hoher auskochbarer Härte, wie deren wohl am meisten in der Natur vorkommen, bedingen also hauptsächlich diese Art von Beschädigungen. Das Bild der Zerstörung zeigt zumeist pockenartige Zerfressungen der Siedekessel und Siederöhren. Man war im Unrecht, als man, vor einigen Jahren noch, bei solchen Vorkommnissen mangelhaftes (schlackenhaltiges) Eisen verwendet glaubte und in einzelnen Fällen den Eisenlieferanten gar verantwortlich zu machen suchte.

Häufig bringen Wässer keinen Eisenschlamm hervor, aber die Rohrleitungen überziehen sich in ihrem Innern öfters mit ungeheuren Mengen von Rost, Eisenoxyd mit mehr oder weniger kohlen-saurem Eisenoxydhydrat, das je nach dem Härtegrade des betreffenden Wassers mit schwefelsaurem und kohlen-saurem Kalk vermischt sein wird. Das Leiden kann soweit gehen, dass der lichte Raum der Röhren sich fast ganz schliesst; in den meisten Fällen ist das Leitungsvermögen auf einen Bruchteil des ursprünglichen gesunken. Bei dieser Art von Schäden trägt der im Wasser stets in grösserer oder geringerer Menge gelöste freie

Sauerstoff, der Anteil der gelösten Luft, die Schuld¹⁾).

Eine grosse Anzahl von namentlich sehr weichen, reinen und schönen Wässern löst Blei auf, und dies in manchmal geradezu erschreckender und gefährlicher Menge. Der hierdurch angerichtete Schaden trifft nicht so sehr den Bestand und die dauernde Brauchbarkeit der Ausstattungs- und Konstruktionsteile der Wasserwerke, sondern in der Hauptsache ist er für den Konsumenten eine grosse Gefahr dann immer, sobald das Wasser zu allerlei Genusszwecken, zum Kochen der Speisen, zum Trinken, ja auch wenn es zum Waschen des Körpers benutzt werden muss, was alles ja als Regel zu betrachten ist. Manche Städte haben ihre Blei-epidemie gehabt, hervorgerufen durch bleilösendes Wasser; in anderen Städten treten immer wieder zwar nur sporadische, doch bedenkliche und selbst tödlich verlaufende Bleivergiftungsfälle auf, trotzdem Warnungen erlassen und Sicherungsvorkehrungen getroffen sind²⁾. Die Auslösung des Bleies aus dem metallischen Verbande der Röhren usw. ist eine Folge der Wirksamkeit freien Sauerstoffes für sich allein oder auch in Gemeinschaft mit freier Kohlensäure. Ersterer für sich kann Bleilösung verursachen; letztere für sich allein kann es nicht oder doch nicht in einem praktisch schädlichen Masse. — Wo Bleivergiftungsgefahr vorliegt, ist natürlich mit allen erreichbaren Mitteln für sofortige Abhilfe Sorge zu tragen.

Noch ein anderer grober Schädling der eisernen Leitungsröhren ist bekannt, namentlich jener Leitungen, die im Erdboden liegen. Der Schaden äussert

¹⁾ Über die verschiedenartigen Rostungen vgl. auch Gesundheits-Ingenieur 1907, No. 16 u. 17: „Rost in Wasserleitungen“.

²⁾ Die Fälle von leichten Bleivergiftungen durch Trinkwasser, die nicht zu den allerschwersten Symptomen führen oder tödlich werden, sind viel häufiger als man weiss. In der Überzahl der Fälle wird der behandelnde Arzt garnicht zur Bleidiagnose kommen und namentlich nicht auf das Trinkwasser als Ursache schliessen, besonders dann nicht, wenn die Schädigung nicht epidemisch auftritt.

sich in einer zunächst ganz rätselhaft auftretenden Erweichung des für das blosse Auge völlig unversehrt seinen Platz ausfüllenden Eisens; die Zerstörung findet sich makulos verteilt, geht ohne Rostbildung vor sich und auch das durchgeleitete Wasser scheint kein Eisen aufgenommen zu haben. An einzelnen Stellen der Röhren finden sich Plätze, wo man mit einem Taschenmesser die meist doch mehr als einen Zentimeter starke Wand durchstechen kann; das benachbarte, wie Graphit aussehende und auch oberflächlich die gleichen physikalischen Eigenschaften tragende Metall ist weich, schneidbar geworden und besitzt nur noch ein spezifisches Gewicht von einem Drittel bis zu einem Viertel von dem ursprünglichen. Die Schäden können ganz ausserordentlich grossen Umfang annehmen und den Gemeinden viel Unkosten und Sorgen verursachen, da oft ganze Strassenzüge voll Leitungen wegen eintretender starker Wasserverluste und Durchschwemmung des Untergrundes innerhalb weniger Jahre nach der Ingebrauchstellung durch neue ersetzt werden müssen. An dieser Schädigung trägt weder Kohlensäure noch Sauerstoff die Schuld, auch kein sonstiger Bestandteil des Wassers, auch nicht die umgebenden Bodenschichten, sondern es sind einzig und allein vagabundierende elektrische Einzelströme, die an ihren Eintrittstellen in die Röhren die Verletzungen hervorbringen. Nur der Vollständigkeit und des Zusammenhanges wegen ist diese letzte Art von Schaden hier mitaufgeführt¹⁾; eine Wasserbehandlung würde selbstverständlich keinen Erfolg zeitigen können; nur die Einfangung der elektrischen, von Starkstromanlagen abgesprungenen wilden Ströme kann hier helfen.

Die Einzelbilder wurden beschrieben, wie sie sich je nach ihrer getrennt zu betrachtenden Ursache dem Untersuchenden auch getrennt zeigen müssten. In der Regel vereinigen sie sich jedoch, wie schon gesagt wurde, zu mehr oder weniger variierenden Misch-

¹⁾ Näheres darüber vergleiche Gesundheits-Ingenieur 1907 No. 16.

bildern; sobald man die Herkunft kennt, wird es leichter sein, die hierhin und dorthin gehörigen Teile des ganzen für die Betrachtung auszusondern und möglich werden, ein sicheres Urteil über die sich darbietenden Gegenmittel zu gewinnen.

Im obigen sind als schädliche Beimengungen nur freie Kohlensäure und freier Sauerstoff genannt worden; ausschliesslich diesen beiden wurde die Hervorbringung der beklagenswerten Angriffe auf die Einrichtungen zur Fassung, Hebung, Aufspeicherung und Fortleitung des Wassers zugeschrieben. Dies ist im weitesten Sinne festzuhalten, sobald es sich um reine Wässer handelt, die ihrer übrigen Beschaffenheit wegen unbedenklich für den menschlichen Genuss zugelassen werden können. In verschmutzten Wässern freilich finden sich noch andere Feinde, wohin man bei reichem Vorkommen vornehmlich die Nitrate und Nitrite, sowie freies Ammoniak und die Ammoniaksalze zu rechnen hat. Die hierzu gehörigen, etwas ferner liegenden Dinge sollen jedoch jetzt nicht besprochen werden, da es sich hier in einziger Hinsicht um trinkbare Wässer handelt. Dagegen hat der bei den Angriffen durch Kohlensäure und durch Sauerstoff in reinen Wässern wirkende Chemismus etwas mehr Platz zu beanspruchen. Wenn dabei Vielen schon Bekanntes gesagt wird, so kann eine gedrängte Darstellung der Vorgänge doch als nützlich gelten, namentlich für Manchen, der sich bisher weniger mit den zugehörigen Dingen beschäftigt hat, sich aber beruflich damit bekannt machen sollte. Zudem ist eine zusammenfassende, über das Ganze orientierende Literatur nur sehr schwach vertreten¹⁾; auch sind die zur Sache gehörenden Bemerkungen schon um deswillen nicht überflüssig, weil selbst Fachkreise, trotz reicher Einzelkenntnis, den für die Gesundheitstechnik erheblichen Gesamtzweck der Aufklärung aller zugehörigen Fragen häufig genug ausser Acht lassen. Im folgenden wird nur die Rede von dem Verhalten

¹⁾ Vortreffliche Übersicht bietet die ganz neue Arbeit von Klut, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle, Berlin, Springer 1908.

der natürlichen, als rein anzusprechenden und als „trinkbar“ zu bezeichnenden Wasser sein.

Verhältnismässig schon am bekanntesten ist der Vorgang der Auflösung des Eisens durch Kohlensäure und der Vorgang der meist darauf folgenden Wiederausfällung. Jedes natürliche Wasser enthält mehr oder minder Luft in Lösung, mit ihr also deren beide Hauptbestandteile, Stickstoff und Sauerstoff. Zugleich ist oft Kohlensäure gelöst. Sauerstoff in Gegenwart von Kohlensäure löst Eisen zu kohlensaurem Eisenoxydul auf, welches mit einem zweiten Teile Kohlensäure als leicht lösliches, farbloses und dabei höchst unbeständiges und isoliert nicht bekanntes doppeltkohlensaures Eisenoxydul in Verbindung tritt. Solange noch ein Überschuss von freier Kohlensäure vorhanden ist, geht die Auflösung des Eisens weiter vor sich. Das gelöste Ferrobikarbonat ist wie erwähnt farblos und klar; man kann es im Wasser also nicht sehen. Bringt man aber das Wasser, in welchem es enthalten ist, mit grösserer freier Oberfläche in Berührung mit der atmosphärischen Luft oder führt sonst auf irgendeine Weise atmosphärische Luft hinein, dann bindet sich, nachdem die überschüssige Kohlensäure im ersten Falle entflohen, im zweiten Falle nachdem sie verbraucht worden ist, der nun im Überschusse zur Verfügung stehende Sauerstoff an das Bikarbonat, er oxydiert es weiter. Die gebunden gewesene Kohlensäure wird dabei wieder frei und es bleibt Eisenoxydhydrat, Rost, zurück. In dieser Art entsteht der äusserst feine Eisenschlamm vieler anfänglich eisenfrei gewesener Wässer.¹⁾

¹⁾ Vgl. hierzu W e h n e r, „Die Sauerkeit der Gebrauchswässer“, Frankfurt a. M., Verlag v. Jean Rohm (Mohr & Meder) 1904; ferner Heyn, „Über den Angriff des Eisens auf Wasser und wässrige Lösungen“ aus Mitt. aus dem königl. Material-Prüfungsamt, Berlin, Springer 1908, Heft 1 u 2. Es ist unverständlich, wie Heyn (S. 1 und an anderm Ort), ohne nähere Aufklärungen zu geben, von einem „Kohlensäuremärchen“ sprechen kann. Dass Kohlensäure für sich allein, ohne weitere hinzukommende Agentien, Rost erzeugt, hat bisher kein Verständiger behauptet. Des Verfassers bezügliche Ausführungen sind in der ihnen gegebenen Form leider geeignet, bei Fernerstehenden ganz neue Unsicherheiten

Auch die Angriffe auf Z i n k gehen in ganz entsprechender Art vor sich. Bei der Zerstörung von Kupfer bildet sich erstens kohlen-saures Kupferoxyd, eine grünblaue, in Wasser unlösliche, doch in doppeltkohlen-sauren Alkalien lösliche Masse, die z. B. an Tressengewebe vermöge ihres vergrösserten Volumens die Maschenzwischenräume ausfüllt und sodann bei tiefergreifender Metallzerstörung die Ursache für baldigen, gänzlichen Zerfall ist; zweitens entsteht etwas Kupferbikarbonat, welches leicht löslich und wie ersteres giftig ist und vom Wasser fortgeführt wird.

Die Zerstörung von M ö r t e l n geschieht derart, dass sich der stets als Hauptbestandteil vorhandene kohlen-saure Kalk des Mörtels, selbst wenn er viele Jahre alt war und bestens abgebunden hatte, mit der freien Kohlensäure des Wassers zu Kalziumbikarbonat vereinigt; auch diese Verbindung ist wasserhell gelöst und somit unsichtbar; am Platze der Auslaugung bleibt nur ein Gerüst von Kiesel und Sand und dem etwa vorhandenen kieselsauren Kalk zurück, welches keinen Bestand hat und morsch und bröcklig teils von selbst zu Boden fällt, teils mit Leichtigkeit abgekratzt werden kann. Die Zerstörung greift im Laufe der Zeit bis ins innerste des Mauerwerkes hinein und ist imstande, teure Bauwerke gänzlich der Vernichtung preiszugeben.

Besonders der Frage der B l e i l ö s u n g müssen einige ausführlichere Betrachtungen gewidmet werden, wiederum nicht-sowohl deshalb, weil damit lauter Neues gebracht werden könnte, als vielmehr darum, weil selbst in Kreisen, die man für vollkommen unterrichtet halten darf, durchaus nicht immer das für die Wasserpraxis Bedeutungsvolle klar erkannt ist.

und Irrtümer hervorzurufen, was, wie ein ziemlich umfangreiches Referat in der Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb (Jahrgang 1908 No. 24) erweist, schon vorgekommen ist. Heyns Arbeit, die sich noch über die „Schutzwirkung“ einer ganzen Reihe von Salzen verbreitet, hat ausserordentlich hohen theoretischen Wert, das wird unumwunden von Jedem zugestanden werden müssen; für den Praktiker ist es aber geboten, namentlich den ersten Kapiteln ein etwas reichliches Körnchen Salz hinzuzufügen.

Zuerst gilt es, nachdrücklich zu betonen, dass es falsch ist, wenn man nur die vom Wasser in Lösung gehaltene und in Lösung verharrende Bleimenge als wesentlich und ausschlaggebend in Betracht zieht. Tatsächlich kommt es fast gar nicht darauf an, ob dies oder jenes durch Bleirohre geleitete oder sonstwie mit metallischem Blei Berührung gehabt habende Wasser schliesslich Bleiverbindungen „in Lösung“ führt, sondern es handelt sich schlechterdings nur darum, wieviel Blei im ganzen darin vorhanden ist, einerlei, ob es teilweise als lösliche und gelöste Menge, oder teilweise als gelöste und dann unlöslich ausgefallene, stets, so oder so, als starkes schleichendes Gift wirkende Menge transportiert wird. Denn man weiss genau genug, dass sich im menschlichen und überhaupt tierischen Verdauungskanale stets Säuren befinden, welche auch gewisse unlöslich eingeführte Bleiverbindungen leicht und ausgiebig zur Lösung bringen. Also die Gesamtmenge des aus dem metallischen Verbande gelösten und in lockeren, vom Platze der Erzeugung sich lostrennenden Massen vorhandenen Bleies ist immer in Rücksicht zu ziehen und zu messen.

Die Auflösung des Bleies geschieht im Wasser nach folgendem Schema¹⁾. Das Metall bedarf zu seiner Umwandlung in ein Salz zunächst freien Sauerstoffes; Blei kann nicht, wie Eisen, selbst bei sorgsamstem Luftabschluss luftfreies Wasser unter Entbindung von Wasserstoff in seine Bestandteile zersetzen, da der naszierende Wasserstoff das bei der Zersetzung sich bildende Bleisuboxyd der Überlegung nach sofort wieder zu metallischem Blei reduzieren müsste. Mit freiem Sauerstoff aber, wie er stets in lufthaltigem Wasser zu finden ist, kann das Bleisuboxyd entstehen, das bekannte graue Häutchen über allem der Luft ausgesetzten metallischen Blei. Im Wasser verändert sich dieses durch Sauerstoff- und Wasseraufnahme weiter in Bleihydroxyd (Bleihydrat), $Pb O + H_2O = Pb (O H)_2$, eine im Wasser zum grossen Teile lösliche Verbindung; in reinem, säurefreiem destilliertem,

¹⁾ Vergl. „Die Sauerkeit der Gebrauchswässer“ S. 22 f.

doch lufthaltigem Wasser, welches mit metallischem Blei längere Zeit in Berührung gebracht wird, kann man sie in reicher Menge antreffen. Bleihydrat bringt schon Gefahr für Gesundheit und Leben. — Eine zweite in grösserer Menge lösliche und ebenso gefährliche Bleiverbindung ist das Bleibikarbonat. Es bildet sich in beschränkt lufthaltigem, doch sehr kohlen-säurereichem Wasser in der Weise, dass das oben ge-nannte Bleihydrat mit einem Teile Kohlensäure zu dem schwerlöslichen Bleikarbonate zusammentritt, wel-ches Salz sich sogleich mit einem zweiten Teile Kohlen-säure zu dem sauren Salze, dem leichtlöslichen Blei-bikarbonate vereinigt, $PbO + H_2O + 2(CO_2) = Pb 2(CH O_3)$. Auch dies Salz ist giftig und gefährlich. Man sollte hiernach in nur lufthaltigem Wasser ausschliess-lich Bleihydrat, in begrenzt lufthaltigem, aber kohlen-säurereichem Wasser nur Bleibikarbonat zu erwarten haben. In Wirklichkeit wird aber der zweite Fall nicht eintreten, sondern die Bleilösung modifiziert sich zu Gunsten einer dritten, unlöslichen Verbindung, eines basischen Bleihydrokarbonates, das wir unter dem tech-nischen Namen B l e i w e i s s kennen. Es geht nämlich stets ein Teil doppeltkohlen-sauren Bleis mit je zwei Teilen von Bleihydrat eine Art Doppelverbindung ein:

1 Teil Bleibikarbonat, z. T. löslich, $PbO + H_2O + 2(CO_2)$

2 Teile Bleihydrat, z. T. löslich, $\begin{array}{l} PbO + H_2O \\ PbO + H_2O \end{array}$

Bleiweiss, im Wasser unlöslich $3 PbO + H_2O + 2(CO_2)$
und Wasser $+ 2(H_2O)$.

Dieses Salz fällt aus dem Wasser aus, wird zum Teil von ihm fortgeführt und an ruhigen Stellen deponiert, zum Teil haftet es an den metallischen Bleiflächen und wird beim Vermehren der Masse gelegentlich ab-gestossen. Dann kann auch dies zwar im Wasser unlösliche, doch sehr giftige Bleisalz in den Magen von Mensch und Tier gelangen. Also gelöst oder unlöslich ausgelöst, das ist beides für die Praxis das gleiche¹⁾.

¹⁾ Bei den Untersuchungen über das Dessauer Leitungswasser, welches seines Bleilösevermögens halber einen schlimmen Ruf ge-

Den starken Angriff von luft- und kohlenensäurehaltigem Wasser und die Erzeugung unlöslichen Bleisalzes durch dasselbe kann man in sehr einfacher Weise vor Augen führen. Man fülle eine geräumige Flasche aus farblosem Glase mit destilliertem Wasser, schüttele dies kräftig mit Luft und leite Kohlenensäuregas hinein, so dass auch hiervon absorbiert wird; sodann stelle man in die Flasche ein an beiden Enden zugekniffenes, aussen ringsum glatt und blank geschabtes Stück Bleirohr. — Schon nach einem Tage findet man den Sauerstoffgehalt, den man nach der Winklerschen Methode bequem messen kann, bedeutend gesunken, indessen sich das Bleirohr mit einem bläulichweisslichen matten Überzuge, Bleiweiss, bedeckt hat; am Boden sieht man bald einen weisslichen Belag. Bei einem solchen Versuche wurden vom Verfasser am zweiten und an den folgenden Tagen nur 2,8 mg Pb in Lösung gefunden (Bleibikarbonat), während am Boden der Flasche schon am zweiten Tage 57 mg Blei in 71 mg Bleiweiss unlöslich ausgefallen lagen, also mehr als zwanzigmal soviel!

Die Resultate aller hierzu gehörigen Untersuchungen ergeben, dass es unter allen Umständen, wo Wasser der hier ins Auge gefassten Qualität unverbessert und unverändert in Frage kommt, höchst bedenklich ist, Blei als Material für Lei-

nisst, fanden Paul und Ohlmüller (Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Band XXIII Heft 2, 1906), dass reines, destilliertes, kohlenensäurefreies Wasser im Versuchsapparate bis zu 115 mg Blei „löste“ (das war Bleihydrat), während anderes destilliertes Wasser, dem 39,1 mg Kohlenensäure beigegeben waren, unter den gleichen Verhältnissen „nur“ bis zu 10,8 mg Blei „löste“. Beide Wasserarten enthielten einen mittleren Betrag von Sauerstoff. Einer dritten Wasserprobe teilten die Experimentatoren ausser dem Sauerstoffe keine freie Kohlenensäure, aber 42 mg Natriumbikarbonat zu; in dieser fanden sich gar „nur“ 0,76 mg Blei „gelöst“. In keinem der drei Fälle wurde die unlöslich ausgelöste Bleimenge mit berücksichtigt, obgleich die dritte mit Natriumbikarbonat besetzte Wasserprobe hiervon schon etwa 43 mg Blei in der Gestalt von 54 mg Bleiweiss erzeugt haben musste, die zweite (je nach dem Sauerstoffreste) wohl noch mehr. Man hüte sich also beim Studium der verdienstvollen Schrift Pauls und Ohlmüllers, Trugschlüssen zum Opfer zu fallen; die von den Verfassern aufgestellten Barrieren sind gar unbedeutend.

tungsrohre zu verwenden. Mehrfach misstrauisch hat man dabei stets jene Wässer zu betrachten, welche reich an freiem Sauerstoff und dabei weich sind; ebenso ist freie Kohlensäure die Begünstigerin der Bleiangriffe; was in dieser Beziehung von Anderen Gegenteiliges gesagt wird, ist nach dem obigen sinn- gemäss zu modifizieren. Besser wird die Sachlage, wenn die Wässer von Natur aus einen erheblichen Gehalt an doppeltkohlensaurem Kalk besitzen. Selbst beim Vorhandensein von freier Kohlensäure wird dann nicht sie allein zur Bleiweissbildung in Anspruch genommen, sondern stets zugleich auch die in höheren Karbonisierungsstufen an Kalzium gebundene; unter der Wirksamkeit dieses Vorganges bildet sich über dem metallischen Blei eine Art schützenden Überzuges von dem stets gern und leicht sich aussondernden Kalziumkarbonat, der dem stärkeren Fortschreiten der Bleiauflösung merklichen Widerstand entgegensetzt. Harte Wässer, genauer gesagt solche mit höherer Karbonathärte, sind demnach für Blei viel weniger gefährlich. Bei den weichen Wässern aber handelt es sich im gleichen Falle in erster Linie immer nur um die Verringerung oder gänzliche Entfernung der freien Kohlensäure, denn die Einbringung von Karbonaten (Härtung) ist schwierig und teuer, der Erfolg dabei nur mässig. Und weil also, in Betreff der Zerstörungen von Metallen und Mörtel, die Entfernung der freien Kohlensäure und zugleich auch die Fernhaltung der halbgebundenen und des Sauerstoffes geboten ist, löst man die sich stellende Aufgabe, den Wässern ihre Angriffslust zu nehmen, in jeder Hinsicht am besten, sobald man die genannten unangenehmen Beigaben, soweit als es mit praktischen Mitteln erreichbar ist, nicht durch eine allzu nachgiebige Fessel bändigt, sondern sobald man sie beide fortschafft.

Die freie Kohlensäure hat man schon oft und durch verschiedene Mittel unschädlich gemacht. Gemeinhin wird sie durch Zusatz von Alkalien oder Erdalkalien oder deren Karbonaten zum Karbonat bezw. zum Bikarbonat verbunden und verliert alsdann tatsächlich grossenteils ihre aggressive Eigenheit; ist sie ins Karbonat übergeführt,

dann ist sie im heissen wie im kalten Zustande ungefährlich; hängt sie nur halbgebunden an Bikarbonaten, dann entbindet sie sich bei eintretender Erhitzung, bleibt, falls sie nicht entweichen kann, wie bei Dampfkesseln, im Wasser ganz wie sonstige freie Säure in Lösung und wirkt dann auch wieder ebenso. Hieraus geht hervor, dass die Überführung freier Kohlensäure in Bikarbonate, wie das u. a. bei Sodazusatz und allgemein stets beim Zusatz einfacher Karbonate geschieht, unrichtig ist; die bessere Lösung ist gewonnen, wenn die Säure als Karbonat gebunden wird. Sinngemäss kann man hiernach stets voraussehen, welche Bedeutung die Einführung einerseits von Kalkmilch, Kalkwasser oder Ätznatron, andererseits von Soda hat.

Man wird diese Behandlungsarten im Kleinbetriebe nicht leicht verdrängen können, besonders wo das Wasser nicht in erster Linie als Genussmittel beschafft ist, sondern zumeist für Kesselspeisung und sonstige industrielle Zwecke verwendet wird. Meistens handelt es sich in solchen Fällen freilich auch nicht so sehr um die Unschädlichmachung freier, sondern halbgebundener Säure, worunter dann zugleich die Enthärtung der Wässer, die Verminderung der auskochbaren (Karbonat-)Härte zu verstehen ist. Denn wie eben erwähnt war, lassen die Bikarbonate in der Siedehitze die Hälfte ihres Säuregehaltes wieder frei werden, wobei das einfache Kalkkarbonat ausfällt. Auch der gelöste Sauerstoff wird bei der Enthärtung nicht vermindert. Für grössere, zentrale Wasserversorgungen wird es schon schwieriger, den Betrieb derartiger Anlagen so einzurichten, dass er mit erschwinglichen und im Verhältnisse zum angestrebten Zwecke bleibenden Kosten durchgeführt werden kann, ohne dass die scharfe Linie, auf der das zu erreichende Resultat sich befindet, zu sehr nach der einen oder anderen Seite hin verlassen, zuviel oder zu wenig des guten getan wird.

Eine nicht schlechte und in vielen Fällen sehr brauchbare Modifikation des Verfahrens zur Abtötung der Korrosionskraft freier Kohlensäure wendet man seit längerer Zeit in Gestalt der Marmorfiltration

an. Im Wesen ist das Filtern durch Marmor gleichbedeutend mit der Einbringung von kohlenurem Kalk, es bestehen nur die Unterschiede, die mit der krystallinischen und damit nicht leicht angreifbaren Struktur des Marmors zusammenhängen. Zentrale Wasserversorgungen haben sich schon mehrfach mit mehr oder minder zufriedenstellendem Erfolge dieser Art der Behandlung kohlenurehaltigen Wassers bedient. So hat z. B. die Verwaltung des Wasserwerkes der Stadt St. Johann bei Saarbrücken schon seit mehreren Jahren eine Marmorfilterung eingerichtet; neuerdings hat dann die Stadtverwaltung zu Frankfurt a. M. ebenfalls eine solche Anlage für die Behandlung des aus dem dortigen Stadtwalde gewonnenen sauren Wassers erbaut.¹⁾ Die recht umfangreiche Anlage ist in den für die Aufspeicherung des Wassers erbauten Behältern untergebracht.²⁾ Eine Verteilungsleitung passierend, steigt das Wasser durch die darüber gelagerten Marmorschotter, die in den untersten Lagen gröber sind, oben aber aus feinstem Grus bestehen. Zweimal im Jahre werden die gelöst fortgeführten Marmor Massen durch neue ersetzt. Die freie Säure wird bei dieser Behandlung nicht ganz beseitigt, sondern bleibt nach dem Betriebsberichte im Betrage von etlichen Milligramm noch übrig. Die Menge des gelösten Sauerstoffes wird natürlich bei der Behandlung nicht verringert; weiter muss erwähnt werden, dass die Kammern, um sie gegen den Säureangriff zu schützen, an Wänden und Boden mit einem kostspieligen Spezialanstrich versehen werden mussten, über dessen Lebensdauer keine Erfahrungen vorliegen. — Auch bei diesem sogenannten Marmorverfahren entbindet sich natürlich beim Erhitzen des

¹⁾ Vgl. Deutsche Bauzeitung 1908, No 24. In diesem Aufsatz sind ganz offenbar die laufenden Kosten der Behandlung viel zu niedrig angegeben. So sind die Kosten der Marmor kammern nicht mitberechnet, was unbedingt geschehen musste; denn wenn sie auch schon als Vorratsräume bestanden, so sind sie doch später dem ursprünglichen Zwecke entzogen worden, und missen kann man sie nicht.

²⁾ Die über 10 km langen Druckrohrstränge sind den Zerstörungen des unbehandelten Wassers schutzlos preisgegeben, welches sie den Behältern zuzuführen haben.

Wassers die halbgebundene Säure wieder und zerstört dann alle Dampfbereitungsanlagen noch stärker, als ohne Behandlung, da sie im letzteren Falle ja das allgemeine Rohrnetz geschädigt hätte, was nun freilich verhindert ist. Schliesslich ist hierbei noch ausdrücklich zu betonen, dass die Verwandlung der freien Kohlensäure in halbgebundene den Bleiangriffen kaum Eintrag tut. Bleimengen von mehreren Milligramm im Liter Wasser(!) sind trotz geschehener Marmorbehandlung in den Hausleitungen immer wieder anzutreffen. Es fragt sich, ob nicht vielleicht die in der Gegenwart so tief zu beklagende allgemeine Zahnverderbnis auf die stetige Einführung von Blei in den menschlichen Körper zurückgeführt werden muss; spezielle Untersuchungen, nach dieser Rücksicht gruppiert, wären sehr zu wünschen.

Ob Kalkung, Laugung, Marmorfiltration, alle diese Verfahren kranken an einem groben Uebelstande: menschliche Hände haben sich mit dem Wasser zu schaffen gemacht; die ins Wasser gebrachten Chemikalien (auch der Marmor ist diesen zuzuzählen) müssen an der Luft, im Tageslichte, dosiert, vorbehandelt, eingebracht werden; Staub und Bakterien haben bei dem einen Verfahren mehr, beim anderen minder, doch immer Zutritt zu dem mit jenen in Berührung gebrachten Wasser. Selbst wenn, wie beim Marmorverfahren, nur einige Male jährlich ein gröberer Eingriff stattfindet (Reinigung der Filter, Einbringen neuer Massen etc.), ist dies doch eine Notwendigkeit, die vom Hygieniker nicht gutgeheissen werden kann. Frei von derartigen Uebelständen ist des Verfassers Verfahren der Vakuumrieselung; in dieser Beziehung ist es allen andern Behandlungsmethoden weit überlegen. Ich gebe hier die Beschreibung der sehr leicht verständlichen Manipulation¹⁾.

Im Experiment stellt man sich in einfachster Form eine „Vakuumrieselung“ her, indem man einen allseitig geschlossenen Behälter von oben mit der sauren

¹⁾ Vgl. auch „Sauerkeit der Gebrauchswässer“, S. 61 ff. — Das Verfahren steht unter Patentschutz und wird von der Hydrotechnischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. (Wehner & Co.) ausgeführt.

Wasserquelle in Verbindung bringt, unten ein Fallrohr von etwa 4—5 m Höhe ansetzt, das mit seiner unteren Mündung in ein untergestelltes Gefäß einläuft und das Wasser auf dem Wege durch diesen Apparat eine feine Lochung passieren oder es über eine indifferente Füllmasse streichen lässt. Im Innern des Behälters entsteht sonach das Vakuum, dessen Vorhandensein den Austritt der freien Säure aus dem Wasser hervorbringt. Im Vakuum entbindet sich aber fast alle gelöste Luft, mit ihr der Sauerstoff, und das unten ablaufende Wasser ist schon bei einer derartigen einfachen Einrichtung in brauchbarer Weise korrigiert. Weil aber der Vakuumkessel sich im Dauerbetriebe gänzlich mit der entbundenen Kohlensäure anfüllen würde, wird im Kesselraum von unten her ein leichter, begrenzbarer Luftstrom eingeführt, der oben dann durch eine kleine Luftpumpe kontinuierlich wieder abgesaugt wird. Dies ist die ganze zum gewollten Zwecke erforderliche Einrichtung. Wo das zu behandelnde Wasser einige Meter natürliches Gefälle besitzt, kann man dies zum Betriebe der kleinen Luftpumpe benutzen; wo es fehlt, muss man die zu ihrer Bewegung erforderliche Kraft anderswoher nehmen; sie beträgt ungefähr für die Behandlung von täglich 2000 — 2500 Kubikmetern Wasser eine Pferdestärke.

Bei Wasserversorgungen mit maschineller Hebung wird die Einrichtung in allereinfachster Weise im Saugrohrzuge untergebracht; das Saugrohr ist an einer beliebigen Stelle kammerförmig erweitert, die Erweiterung stellt den Entsäuerungskessel dar. Weil das ankommende Wasser die Erweiterung in freiem Falle passiert, muss man das gesamte zu rieselnde Wasser um die Höhe dieses freien Falles mehr heben; die Mehrhöhe beträgt, je nach der Wasserqualität, $1\frac{1}{2}$ —2 m. Wie man begreift, ist eine zweimalige Pumpung nicht erforderlich; das Wasser wird in einem einzigen Zuge an seiner Gewinnungsstelle angesaugt und zur Verbrauchsstelle gedrückt. Jener feine Luftstrom, der kontinuierlich durch den Kessel gesandt wird, damit die entbundenen Gase beseitigt werden können, gelangt durch ein aus Watte bestehendes

Keimfilter in den Kessel, womit also jede Möglichkeit des Bakterienzutrittes ausgeschlossen ist. Man sieht, dass die geschilderte Behandlungsart aggressiver Wässer in Bezug auf Einfachheit, Reinlichkeit und Sicherheit des Betriebes überhaupt nichts zu wünschen übrig lässt. Nicht einen Augenblick kommt das in der Korrektur befindliche Wasser auch nur mit einem Lichtstrahl, geschweige denn mit Fremdstoffen, Geräten oder Handwerkszeug in Berührung; die Temperatur verändert sich nicht im geringsten. Kein Bakterium findet auf dem ganzen Wege einen Pass zum Eintritt in das Wasser. Dieses bleibt, abgesehen von der an ihm vorgenommenen Verbesserungsarbeit, in seiner ganzen ursprünglichen Qualität erhalten und erfährt durch nichts eine Verschlechterung.

Der Wirkungsgrad einer derartigen Anlage ist ein voller; wie aus der Natur der Sache hervorgeht, ist jede Befürchtung, irgendeine erlaubte Grenze könne überschritten werden, hinfällig, anders als bei der Einverleibung von Chemikalien, die stets dosiert werden müssen und bei denen jede nicht genau der jeweiligen Wassermenge angepasste Dosis grobe Unzuträglichkeiten, fortwährende Ungleichmässigkeiten im Gefolge hat. Unter der Vakuumrieselung trennt sich die freie Kohlensäure vom Wasser ab; beim Weitertreiben unter sehr hohem Vakuum oder sehr ausgiebiger Zerkleinerung der Wasserteilchen geht nicht nur die letzte Säurespur fort, sondern die etwa vorhandenen Bikarbonate spalten sich noch zum grossen Teile. Dabei besitzt man in dem Verfahren das einzige Mittel, den zweiten Schädling, Sauerstoff, zu entfernen, der bisher unbehelligt blieb¹⁾.

Den ersten Schritt zur Einführung der Vakuumrieselung in die Praxis hat die Stadt Freiberg in Sachsen gemacht, indem sie, unter einem stark bleiangreifenden Wasser leidend, nach Erledigung grösserer und längere

¹⁾ Paul und Ohlmüller (l. c S 37), die das Vakuumverfahren nicht kannten, betonen den wichtigen Einfluss, den die Verminderung des Sauerstoffes im Wasser haben muss. Sie glaubten, in der Praxis sei sie nicht zu erreichen. Das wird durch Obiges widerlegt. Siehe auch den folgenden Text.

Dauer besitzender Betriebsversuche, die unter der Kontrolle des Sächsischen Gesundheitsamtes ausgeführt worden waren, jetzt zunächst für eins ihrer Wasserwerke eine definitive Anlage erbaut und letztthin dem allgemeinen Betriebe eingefügt hat. Das zu behandelnde Wasser besitzt wechselnd, je nach der Jahreszeit, etwa 0,5—1,5 Grad Gesamthärte; der Kohlensäuregehalt (freies Gas) beträgt bis zu 18 lmg, der Sauerstoffgehalt etwa 10—12 lmg. Nach dem Passieren des Entsäuerungskessels, ohne alle weiteren Manipulationen, enthält das Wasser keine Spur mehr von freier Kohlensäure¹⁾ und der Sauerstoffgehalt ist bis auf $2\frac{1}{4}$ lmg zurückgegangen. Wie die erwähnten vorher angestellten Betriebsversuche ergeben hatten, schwindet mit dieser Erleichterung des Wassers um die beiden Schädlinge auch seine metallzerstörende Kraft. Die definitive Anlage ist der ständigen Kontrolle des Vorstehers des Kgl. Sächsischen Gesundheitsamtes, Herrn Geheimrat Prof. Dr. R e n k, sowie des in Freiberg selbst ansässigen Herrn Professor Dr. P ä s s l e r unterstellt worden.

Der besondere Vorzug des Verfahrens liegt, wie schon angedeutet wurde, neben seiner keinem Einwande Raum gebenden, absoluten Sauberkeit und Zuverlässigkeit hauptsächlich mit darin, dass die gelöste Sauerstoffmenge bis auf einen kleinen, als unschädlich zu benennenden Teilbetrag entfernt wird. Demzufolge²⁾ indiziert sich die Ausführung von Vakuumrieselungen überall dort, wo entweder durch natürlichen Säuregehalt oder aber auch wo durch vorhergegangene Enteisung und damit verbundene L u f t a n r e i c h e r u n g starke Rostungen festgestellt wurden. In dieser Hinsicht bildet das Verfahren eine wertvolle Ergänzung der Enteisungen; der offenen, weil der störende Luftreichtum wieder fortgeschafft wird, der geschlossenen, weil die entbundene Kohlensäuremenge am Wiedereinschlüpfen in das enteisnete Wasser gehindert wird.

¹⁾ Der zur Titrierung verwendete Rosol-Indikator schlägt ohne die Hinzufügung irgendwelcher Titreflüssigkeit aus dem säureanzeigenden in den zweiten (purpurnen) Farbenton um, wie bei der amtlichen Abnahme festgestellt wurde.

Mancher wird die Frage aufwerfen, ob denn nicht ein derartig behandeltes Wasser infolge des Entziehens von Sauerstoff und Kohlensäure in seinem Geschmacke beeinträchtigt sei. Die hierher gehörigen Befürchtungen haben nicht den geringsten Grund, wie nicht nur die zugehörigen Überlegungen, sondern auch Geschmacksproben sichergestellt haben. Kohlensaures Gas, im Wasser gelöst, bringt nur dann einen erfrischenden Geschmack hervor, wenn es in so grosser Menge darin gelöst ist, dass es bei der durch die Körpertemperatur eintretenden Erwärmung aussprudelt, wie das bei den natürlichen Säuerlingen der Fall ist. Dazu gehören aber ganz andere Quantitäten von Kohlensäure, als die sind, mit denen man bei Versorgungswässern zu rechnen hat. Letztere enthalten meist 10—20, in sehr schlimmen Fällen etwa 50 lmg Kohlensäuregas, während schon die einfachen Säuerlinge, die auf die Tafel gebracht werden und nicht sprudeln, den zeh- und mehrfachen Betrag davon enthalten. Verminderten Sauerstoffgehalt vermag man durch Kostproben überhaupt nicht zu entdecken. Dabei ist anzumerken, dass der als erfrischend und zusagend empfundene Eigengeschmack der natürlichen, nicht eigentlich kohlensäureführenden Wässer hauptsächlich von den gelösten Bikarbonaten herrührt. Je härter zum Beispiel ein Wasser ist, desto schmackhafter ist es auch; weiche Wässer schmecken immer etwas fade. Selbst wenn aber das Wasser durch die ganze Kohlensäureentziehung an Wohlgeschmack verlieren würde, was nicht der Fall ist, so wäre doch in den Folgen der Beibehaltung ein viel schwerer wiegender Missetand zu erblicken. Hierin muss man H e m p e l beipflichten, wenn er sagt: „Weiches Wasser in die Leitungen, hartes in die Karaffen.“¹⁾

¹⁾ Vgl. den Vortrag des Geheimen Hofrats Hempel, gehalten auf der Versammlung deutscher Ingenieure 1908 in Dresden. S. auch seinen Aufsatz in der Umschau No. 27, 1908 (Frankfurt a. M., Bechhold).



Druck von W. Hoppe, Borsdorf-Leipzig.

S. 61

Gesundheit. Hygienische und gesundheitstechnische Zeitschrift.

Halbmonatsschrift für alle Gebiete der öffentl. Gesundheitspflege insbesondere für Städtebau und -Reinigung, Wasserversorgung (Quellen, Grundwasser, Brunnen), Kanalisation, Kläranlagen, Volksbäder, Schlacht- und Markthallen, Lüftung, Heizung, Beleuchtung, Desinfektion etc. Unter Mitwirkung städtischer Gesundheits-Kommissionen und vieler Mitarbeiter, herausgegeben von Stadtbaurat a. D. J. Brix, o. ö. Professor an der Techn. Hochschule Berlin. 31. Jahrgang 1906. Monatl. 2 meist illustr. Hefte. Preis vierteljährl. 4 M. Probehefte kostenfrei.

Die sozialen Fragen klären sich mehr und mehr zu Fragen der Hygiene ab. Die Zeitschrift widmet sich denselben und behandelt diese in gediegenen Originalaufsätzen, Referaten und durch die Berichte über die Tätigkeit der Gesundheits-Kommissionen in den preuss. Städten.

Zeitschrift für Krankenanstalten.

Halbmonatsschrift für Bau, Einrichtung, Ausstattung, wirtschaftl. Betrieb und Verwaltung der Krankenhäuser, Hospitäler, Lazarette, Kliniken, Irren- und Pflgeanstalten, Kur- und Bade-Verwaltungen, Heilstätten usw. Organ der Vereinigung der leitenden Verwaltungsbeamten von Krankenanstalten. Preis 16 M. per Jahr. Probehefte kostenfrei.

Bonne, Dr. med., Neue Untersuchungen und Beobachtungen über die zunehmende Verunreinigung der Unterelbe. 2 M., geb. 3 M.

Bote, Dir. L., Kompostierungsanlagen und Poudrette-Fabrikation. Mit einem Anhang: Die Kadaver-Vernichtungs- und Verwertungsanstalt in Kiel. Mit 8 Abb. und 1 farb. Tafel. Preis 3 M.

Brix, Baurat J., Der Städtekehricht und seine unschädliche Beseitigung. 1. Heft. 58 S. 1902. Preis 1 M.

Büsing, Prof., Über die Bestimmung der von städtischen Kanälen aufzunehmenden Wassermengen. 1 M., geb. 2 M.

Darapsky, Dr. L., Altes und Neues von der Wünschelrute. Mit Abb. 1903. 1 M. 50 Pf.

Desing, Dr., Die Schulbankfrage. 1 M. 20 Pf., geb. 1 M. 80 Pf.

Ertwein, Dr., Die Trinkwasser-Reinigung durch Ozon und Ozonwasserwerke. 1904. Mit vielen Tabellen, Abbildungen und Tafeln. 2 M., geb. 3 M.

Göhring, Dr. C. F., Beiträge zur Reinigung von städtischen und Fabrikabwässern. 1904. 1 M.

Hopp, Die pneumatische Gruben-Entleerung. Praktische Winke für Städte, Gemeinden und Unternehmer. Preis 1 M.

Hopp, Haus-Kanalisations- und Haus-Wasserleitungsanlagen amerikanischen Systems. Mit 68 Abbild. 1903. 2 M., geb. 3 M.

Kanalisation, Abwasser-Reinigung und Müllverbrennung. Projekt für die Stadt Königshütte. Bearbeitet durch die Allgem. Städtereinigungsgesellschaft. 1904. Reichsformat 28 Blatt und 8 Taf. Preis 3 M.

Koschmieder, Ing. H., Die Verwertung des Schlammes von Kläranlagen für Abwässer. 1903. 1 M.

Koschmieder, Ing. H., Die Verwendung elektrischer Energie zur Reinigung und Sterilisierung von Abwässern. Mit Abb. 1 M.

Kröhnke, Dr. O., Über kontinuierlich arbeitende Oxydationsverfahren bei der Abwasserreinigung. 1903. Mit vielen Abb. 2 M., geb. 3 M.

Lion, Regierungsbaumeister und **Forbát-Fischer**, Stadtbaumeister, Entwurf für einen Schlachthof in Altenessen. Gekrönte Preisarbeit. Mit 4 Plänen. 1 M.

Maquet, Das Abfuhrsystem, techn. Bestandteile. Preis 75 Pf.



II 31530
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

- Mehl, berat. Heiz.-Ing., Kohlenstab. Zugleich ein Beitrag an die Luft und die Wärme.
- Mehl, berat. Heiz.-Ing., Über die Wärme unter besonderer Berücksichtigung der Luft. Mit Abb. 1 M., geb. 2 M.
- Mehl, berat. Heiz.-Ing., Zur Beurteilung der Aufenthaltsräume mit dauerhafter Lüftung.
- Mittermaier, Med.-Rat Dr., Die Bedeutung der Lüftung und Bedeutung der Lüftung.
- Müllenbach, Ing. H., Der derzeitige Stand der Abwasserreinigungssysteme in Amerika. Preis 1 M.
- Müllenbach, Ing. H., Aus der Praxis der Abwasserreinigung. Mit Abb. 1903. 1 M.
- Petruschky, Dr., Bericht über meine Informationsreise zum Studium der Wohnungsdesinfektionen mit Formaldehyd in Halle, Berlin, Dresden, München, Breslau u. Posen. Gr.-Okt. 21 S. Mit 9 Abb. Preis 1 M.
- Petruschky, Dir. Dr. und M. Krlebel, Die Ursachen der Sommersterblichkeit der Säuglinge und die Möglichkeit ihrer Verhütung. 1904. 1,50 M.
- Petruschky, Dr. J., Vorträge über Tuberkulose-Bekämpfung. 1,50 M., geb. 2,50 M.
- Petruschky, Dr. und Dr. Weicker, Heilstätten- und Tuberkulin-Behandlung. 1 M., geb. 2 M.
- Pusch, Dr. Hans, Assistenzarzt am Pathologisch-Hygienischen Institut der Stadt Chemnitz, Die staatliche Überwachung von Privat-Kur- und Krankenanstalten vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege. Gr. 8°. 66 S. 1 M. 20 Pf.
- Rautenberg, Ing., Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe nach dem Eduardsfelder Rohrableitungssystem in Verbindung mit dem Saugsielsystem Liernur und dem Druckluftsystem. Mit 3 Karten und 2 Tafeln. Preis 2 M.
- Risel und Schnackenburg, Die Gesundheits-Kommission. 1 M.
- Romeick, Kreisarzt Dr., Desinfektionswesen in ländlichen Ortschaften. 1904. 70 Pf., geb. 1,50 M.
- Schmidt, H., Kgl. Wasserbau-Inspektor, Der heutige Stand der Abwasserklärungsfrage und die Reinerhaltung unserer Vorfluter. 1903. Mit Abbild. Geh 2 M., geb. 3 M.
- Staedtler, Dr., Hygiene der Nahrungsmittel und der Verdauung. Eine Belehrung über den Einfluss der Nahrungs-, Genuss- und Heilmittel auf die Verdauungsorgane nebst einer Tabelle über Nahrungsmittelwerte zur Zusammenstellung einer gesunden und passenden Ernährung. 1902. 103 S. 2 M., geb. 3 M.
- Weicker, Dr., Beiträge zur Frage der Volksheilstätten. VIII. Folge. Jahrgang 1902 mit einer Statistik über die Dauererfolge von 1895 bis 1900. Lexikon-Format. 127 Seiten mit vielen Tabellen und 16 Tafeln. Preis 9 M., geb. 11 M.
- Weicker, Dr., Tuberkulose. Eine kritische Studie. Lexikon-Format. 50 Pf.
- Wernicke, Prof. Dr., Die Bedeutung der Lüftung in Schulen. I. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. I. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. II. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. III. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. IV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. V. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. VI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. VII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. VIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. IX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. X. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XXXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XL. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XLI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XLII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XLIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XLIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XLV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XLVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XLVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XLVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. XLIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. L. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXXI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXXII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXXIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXXIV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXXV. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXXVI. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXXVII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXXVIII. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXXIX. Teil. 70 Pf.
- Wulsch, Stadtbau-Ingenieur, Die Bedeutung der Lüftung in Städten. LXXXXXXX. Teil. 70 Pf.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298297

Ausführliches Verlagsverzeichnis gratis.