

überall bewohnten und von Industrie erfüllten Ländern sind derartige Vorkommnisse wohl kaum zu erwarten. Die leichte Verderbniss von stehendem und fließendem Wasser innerhalb der Leitung, abhängig von der grösseren Menge gelöster organischer Stoffe und der dadurch bald hervorgerufenen Entwicklung niedrigster Thier- und Pflanzenformen, Algen, Diatomaceen u. s. w., alle diese Nachtheile bestätigen die Befürwortung möglichst reiner Quellen für die Errichtung von Wasserleitungen; unsere heutige Kenntniss der Verunreinigungen des Wassers verlangt auch hier als Genusswasser möglichst reinste und gleichbleibende Nahrung.

## IX. Röhren zu Wasserleitungen.

Die für Wasserleitung ohne Druck früher allein gebräuchliche Verwendung von Holzröhren verbietet sich von selbst durch den Preis des Holzes und bei Anwendung von Druck durch die geringe Widerstandsfähigkeit. Der Gebrauch von Cement- oder namentlich stark gebrannten Thonröhren empfiehlt sich wohl als passender Ersatz, allein auch hier muss bei stärkerem Drucke ein haltbareres Material gewählt werden; wesshalb für die grossen Röhren der öffentlichen Leitung Eisen allein nutzbar wird, namentlich da bei stärkerem Drucke auch widerstandfähigeres Metall gefertigt werden kann. Das Eisen ist jedoch dem Roste ausgesetzt und so zeigt es sich fast überall, dass in der ersten Zeit der Benutzung Rost erzeugt und wieder abgespült wird, wodurch das Wasser, namentlich an ruhigeren, weniger benutzten Stellen oder höher gelegenen mehr oder weniger mit Ocker verunreinigt wird. In meist kurzer Zeit,  $\frac{1}{2}$  — 2 Jahren hat sich dann in den eisernen Röhren genügend Kruste angesetzt, von Kalk u. s. w., um den weiteren Angriff des Eisens zu hindern, wesshalb dieser Uebelstand als ein vorübergehender, in den meisten Fällen, zu bezeichnen ist. Verschiedene Versuche, das Eisen zu schützen, durch Theerüberzug, Galvanisiren u. dergl.

haben keineswegs das Ziel erreicht, da doch stets einige Stellen des Eisens bloß liegen werden und von hier beginnt dann der Angriff, bis ein genügender Schutz sich auf natürlichem Wege gebildet hat.

Für die Leitungen im Hause sind fast durchgehends Bleiröhren im Gebrauche. Blei gehört zwar zu den sehr leicht angreifbaren Metallen, allein die Versuche, Ersatz zu bieten, sind bis jetzt erfolglos geblieben und Untersuchungen über die Abnutzung der Bleiröhren, durch Lösung des Metalles, haben sehr beruhigende Ergebnisse gerade für Wasserleitung mit Hochdruck ergeben.

Als Ersatz versuchte man Bleiröhren mit innerer Zinneinlage, allein hierdurch leidet wesentlich die Haltbarkeit der Röhren. Zinn und Blei dehnen sich sehr verschieden aus, Zinn ist brüchig und so kommen bald undichte Stellen des letzteren vor, welche dann sowohl den Schutz des Bleies aufheben, wie auch den Halt nur noch dem Bleimantel zuweisen. Die schon wiederholt an sehr verschiedenen Orten ausgeführten Untersuchungen haben aber auch erwiesen, dass bei Wasser der gewöhnlichen Quellen ein Angriff auf Blei überhaupt nicht statt findet, wenn dieselben gänzlich mit Wasser erfüllt sind.\*) Vorsichtsmassregeln in Form eines Ueberzuges des inneren Bleirohres, z. B. mit Schwefelblei, haben mir ebenfalls kein besseres Ergebniss geliefert, da auch hier wieder die kleinste Beschädigung hinreicht, das Blei bloßzulegen und jeden weiteren Angriffen auszusetzen.

Meine bezüglichen Versuche wurden mit einem grossen Stücke starker Bleiröhre unternommen, deren Oeffnungsdurchmesser circa  $2\frac{1}{2}$  Cm. betrug. Dieselbe war sogar innen mit einem dünnen Ueberzuge von Schwefelblei versehen und wurde dieselbe zunächst mit destillirtem Wasser wiederholt gereinigt, bis das ablaufende Wasser keine Bleireaction mehr zeigte.

Destillirtes Wasser mehrere Tage darin aufbewahrt, so dass die Röhre vollständig damit erfüllt war und mit Stopfen verschlossen, gab eine sehr starke Reaction mit Schwefelwasserstoff auf Blei. Die Röhre wurde hierauf wieder vollständig gereinigt und dann abermals mit destillirtem Wasser völlig

---

\*) Vergl. Archiv d. Pharmacie, Bd. 215 S. 54.

angefüllt 7 Tage stehen lassen: Das entleerte Wasser enthielt im Liter 0,0689 Blei.

Wiederum gereinigt und mit destillirtem Wasser erfüllt wurde dies nun einen Monat der Ruhe überlassen. Das dann entnommene Wasser enthielt im Liter 0,0459 Blei; der innere, versuchte Schutz mit Schwefelblei hinderte demnach den Angriff durch destillirtes Wasser nicht.

Hierauf wurde eine Reihe von Versuchen auf völlig gleiche Weise mit hiesigem Quellwasser angestellt (Kalkformation); es stand das Wasser 3, 6 Tage, endlich 6 Wochen und enthielt dann niemals eine Spur Blei.

Es wird angenommen, ohne eigentlich erwiesen zu sein, dass bei kalkführendem Wasser sich allmählich ein Kalküberzug, von kohlensaurem Kalke, bilde, deshalb wurde gewechselt und nach diesen Versuchen mit Quellwasser wiederum destillirtes Wasser angewendet, welches nunmehr allerdings kein Blei aufnahm, selbst bei Einwirkung von 1, 2 Wochen und zwölf Tagen. Hierauf wurde das destillirte Wasser durch Einleiten von Kohlensäure damit gesättigt, nunmehr löste dasselbe binnen 3 Tagen wieder Blei und enthielt das entleerte Wasser 0,0069 Blei im Liter.

Die natürlich vorkommenden Quell- Bach- oder Flusswasser enthalten in der Regel keine freie Kohlensäure, oft kaum so viel, als die Berechnung der 2fach kohlensauren Salze der alkalischen Erden bedarf, da die Magnesia auch als einfach kohlensaures Salz in Lösung übergeht und besonders verstärkt durch, wenn auch nur sehr wenig, Alkalisalze, namentlich durch Chlornatrium. Dies erklärt es wohl, dass Blei erst bei überschüssiger Kohlensäure oder auch gänzlichem Mangel an stärkeren Basen in Lösung gelangt, und demnach bei dem gewöhnlichen Vorkommen des Wassers der Wasserleitungen ohne Bedenken angewendet werden kann. Uebrigens würde in der Hausleitung es immerhin als Vorsicht zu bezeichnen sein, wenn man bei Verwendung des Wassers zur Nahrung erst etwas ablaufen lässt, worauf dann alsbald Wasser aus der tiefer gelegenen, eisernen Hauptleitung erhalten wird.

Das Blei ist ferner sehr leicht oxydirbar, bei vollständiger Füllung des Rohres mit Wasser und dem immer auflastenden Druck ist die der Lösung doch vorangehende Oxydation wesentlich erschwert, wenn nicht unmöglich, anders sofort bei nicht erfüllten Röhren, wo sogar der Wasserstand in Berührung mit Luft die Oxydation wesentlich erleichtert. Deshalb sind Bleiröhren unter solchen Verhältnissen, z. B. bei Pumpbrunnen u. dergl., stets zu meiden und zu verwerfen. In solchen Fällen sind Holzzröhren oder eiserne zu verwenden. Ein Angriff des Eisens ist entweder durch den sich abscheidenden Ocker sofort bemerkbar oder der Uebergang desselben in Lösung kennzeichnet sich als bald durch auffälligen, bald den Genuss untersagenden Geschmack, abgesehen davon, dass Eisensalze weit weniger giftig wirken, als diejenigen von Blei.

Eine Bleiröhre der Wasserleitung von Andernach, welche 300 Jahre daselbst zur Leitung gedient hatte, besass einen äusserst dünnen Ueberzug im Innern. Die Röhre selbst, Theil der Hauptleitung, hatte einen Durchmesser von 8 Cm., innere Weite 6,5—7 Cm., das Bleirohr war 7—8 Mm. dick und der innere Ueberzug nur selten 0,5 Mm. Das durchlaufende Wasser war sehr weich — Härte = 5,25 — und rein, enthielt nur etwas mehr als gewöhnlich Alkalisalze und der in so langer Zeit und so äusserst dünn erzeugte Ueberzug bestand aus basischem phosphorsaurem Bleioxyd mit Chlorblei, äusserst ähnlich der bekannten Mischung des Buntbleierztes. Jedes natürliche Quellwasser wird diese Spuren von Phosphorsäure enthalten, um einen derartigen Ueberzug zu ermöglichen.

## X. Reinigung des Abfallwassers.

Man kann wohl kaum über Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers und desjenigen für Gewerbe schreiben, ohne die Ursache der Verunreinigung des Wassers zu erörtern und im