

## Über die Ausführung von Kanalisationen in chemischen Fabriken.

Von

Dr. H. Köhler.

Die rationelle Reinigung bez. Beseitigung der Abwässer aus chemischen Fabriken bildet bekanntlich den Kernpunkt einer der brennendsten Tagesfragen in der chemischen Industrie. Während es sich bei der Frage nach der Beseitigung belästigender Gerüche oder schädlicher Dämpfe nur um die einfache Abstellung dieser Missstände durch geeignete Vorrichtungen handelt, hat die Abwasserfrage ihre zwei Seiten: zunächst ist es die genügende Reinigung dieser Wässer insoweit, dass dieselben bei ihrer Einmündung in die Wasserläufe für Menschen und Thiere keinerlei schädigende Einflüsse mehr zeigen, dann aber auch ist es von der grössten Tragweite, dass man im Stande ist, die zur Ableitung der, selbst nach der Reinigung noch mehr oder weniger saueren oder alkalischen, Abwässer dienenden Kanäle aus einem Material herzustellen, das sich gegen den Einfluss derselben genügend widerstandsfähig erweist, um nicht durch sie zerstört zu werden und dadurch Veranlassung zur Verunreinigung des Grundwassers zu geben, dem in den meisten Fällen die Nachbarschaft ihr Trinkwasser entnimmt.

Den ersten Theil der Frage darf man, Dank den rastlosen Bemühungen der chemischen Fabriken, als gelöst gelten lassen. Anders dagegen liegt es mit dem zweiten Theil der Frage. Zwar sollte man glauben, dass bei dem vorzüglichen Material, das uns heutzutage die Steinzeugwaarenfabriken für Kanalisationszwecke bieten, dieser Theil der Frage eigentlich gar nicht existiren dürfte. Dem ist aber leider nicht so. Zunächst wird die zerstörende Kraft der Kanalwässer aus chemischen Fabriken noch vielfach unterschätzt, und häufig beobachtet man deshalb, dass bei Neuanlagen von chemischen Fabriken zur Kanalisation vielfach die angeblich billigeren Cementbetonröhren benutzt werden. Diese Billigkeit ist aber nur eine scheinbare, denn nach kurzer Zeit wird sich ein Umbau der Kanalisation mit beträchtlichen Kosten als nothwendig erweisen. Wenige Beispiele aus der Praxis mögen genügen, um dies zu beweisen.

So berichtet z. B. A. Stutzer (Z. 1896, 317) über einen Fall der Zerstörung von Cementbetonreservoirs in einer rheinischen Stadt. Ein neun Jahre altes Sammelbassin war in den Wänden betonirt. Nach einigen Jahren zeigten die Wände auf der Ober-

fläche des Cementverputzes einen bräunlichen Schlamm, welcher mit zunehmender Tiefe des Behälters eine weichere Beschaffenheit hatte. Auf der Sohle war der Cementverputz gänzlich verschwunden und die groben Kiesstücke traten zu Tage. Das Wasser war rein und hinterliess beim Verdunsten nur einen geringen Rückstand, grösstentheils aus kohlen saurem Kalk bestehend. Während die guten, unveränderten Theile des Cementverputzes oberhalb der Wasserschicht normale Zusammensetzung hatten, enthielt der aus Cement gebildete Schlamm, welcher die Wände, soweit das Wasser sie berührt hatte, bekleidete, in trockenem Zustand 8 Proc.  $\text{CaO}$ , 10 Proc.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und 25 Proc.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Der Kalk war also grösstentheils verschwunden, dagegen hatte eine Anreicherung an Eisenoxyd und Thonerde stattgefunden. Bei einem 8 Jahre alten Wasserbehälter einer anderen rheinischen Stadt ergaben sich ähnliche Verhältnisse, doch war die Zerstörung hier noch nicht so weit vorgeschritten, wenngleich auch schon ein erheblicher Theil des Kalks in Lösung gegangen war. Beide Wässer waren, wie das im Rheinthale ja vielfach der Fall, kohlen saurehaltig, und diesem Umstand schreibt Stutzer die Zerstörung des Reservoirs zu, da es bekannt ist, dass freie Kohlensäure Kalk unter Bildung des Bicarbonats zu lösen vermag.

Über einen noch gravirenderen Fall, die Zerstörung von Stampfbetonröhren durch eine Quelle, berichtet die „Zeitschrift für Transportwesen und Strassenbau“ (1897, S. 562) folgendermaassen: In der Nähe von Altona ist im Frühling dieses Jahres das aus vorzüglichen Stampfbetonröhren hergestellte Hauptsiel auf einer fast 4 m langen Strecke von einer starken Quelle, welche beim seinerzeitigen Legen des Siels schon aufgetreten und damals verstopft worden war, umspült und freigelegt worden. Sobald man auf dieser Strecke die fluatirte Innenfläche (Cementfluat von Kessler) der Rohre abschabte, sickerte sofort das Wasser von aussen nach innen durch, indem die Corrosion langsam sich vergrösserte. An der Innenwand hatte sich eben über der vom Siel beförderten Fäkalflüssigkeit ein feiner schwarzer Schlamm abgesetzt. Die Untersuchung ergab folgendes: Das Quellwasser hatte einen Abdampfdruckstand von 35 Th. und einen Kalkgehalt von 10 Th. in 100 000 Th., letzteres als Bicarbonat gelöst. Die an einzelnen Stellen völlig zerstörte Betonmasse bestand aus 94 Proc. säureunlöslichem Kies, rund 3 Proc. Kalk und 2 Proc. Eisenoxyd, war also fast quantitativ ausgewaschen. Der schwarze Schlamm war nichts als ein

Gemisch von Quarzsand und Schwefeleisen. Nach diesem Befunde haben die im Quellwasser gelösten Bicarbonate der alkalischen Erden und die freie Kohlensäure langsam den Kalk und das Eisenoxyd des Betons aufgelöst, denselben in Bicarbonate überführend unter Zurücklassung des reinen Kieses. Ein Theil des so gelösten Eisens wurde durch die Schwefelverbindungen des Sielinhalts in schwarzes Schwefeleisen übergeführt und zusammen mit den fortgerissenen feinen Sandtheilchen an der Wand abgesetzt.

In den beiden vorliegenden Fällen haben wir es aber lediglich mit der Wirkung der sonst ziemlich harmlosen Bicarbonate oder der mehr oder weniger indifferenten Kohlensäure zu thun. Welchen unheilvollen Einfluss aber erst stärkere Mineralsäuren, wenn auch in grosser Verdünnung, auf Cement auszuüben vermögen, zeigt uns ein anderer Fall, über welchen in der Generalversammlung des Vereins für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaaren, Kalk und Cement (Thonzg. 1893, No. 23 und 24) in Berlin am 2., 3. und 4. März 1893 gesprochen wurde: Eine grosse Anilinfarbenfabrik am Rhein liess i. J. 1889 eine getrennte Kanalisation in der Weise ausführen, dass sie für die Tagewässer Betonröhren einer renommirten Cementwaarenfabrik verwandte, zur Abführung der sauren Wässer dagegen Steinzeugröhren benutzte, welche innerhalb der Betonröhren auf Eisenstangen gelagert und mit Cement verdichtet waren. Nach vierjährigem Gebrauch der Kanalisationsanlage stürzte der Betonkanal an mehreren Stellen ein und die Untersuchung ergab, dass die Sohle dieses Rohrkanales fast überall weg- und durchgefressen, die Wände, soweit sie vom Wasser bespült, angefressen und fast nur noch die Kieselsteine vorhanden waren. Man ersah aber auch, dass die sauren Wässer des Steinzeugrohrkanales die Cementdichtung an vielen Stellen zerstört hatten und nun saures Wasser in das reine des Betonkanales geträufelt war. Diese leichte Mischung genügte, um den Beton in so kurzer Zeit gänzlich zu zerstören. Die Kanalisation musste mit grossen Kosten umgebaut und in Steinzeugröhren ausgeführt werden.

Ähnliche Fälle ereigneten sich in Offenbach a. M. und Ravensburg. In ersterer Stadt war i. J. 1891 in einer Strasse ein Betonkanal nach System Monier gelegt worden und schon i. J. 1893 zeigte sich das Monier-Cementeinlassstück hinter einer Seifenfabrik völlig weggefressen und die Sohle auf mehrere Meter Länge gänzlich verschwunden. In Ravensburg war gleichfalls ein Theil

der städtischen Kanalisation in Cementbetonröhren ausgeführt worden und bei einer i. J. 1895 vorgenommenen Besichtigung der Kanäle musste man die Wahrnehmung machen, dass an der Stelle, wo die Abwässer einer Färberei in den Kanal mündeten, die ursprünglich 30 mm starke Wandung der Cementröhren bis auf 3 bis 4 mm weggefressen und die Sohle sogar an einer Stelle in Thalergrösse durchfressen war. Über 200 m weiter unterhalb, woselbst die Kanalfüssigkeit durch die von beiden Seiten der Strasse zufließenden Haushaltungsabwässer schon bedeutend verdünnt war, zeigte sich bei Herausnahme eines Rohrs die gleiche Erscheinung, nur dass die Wandstärke noch etwa 6 mm betrug, immerhin aber etwa 24 mm Wandstärke durch die säurehaltigen Wässer zerstört worden waren.

Dass die Betonröhren durch säurehaltiges Wasser zerstört werden, ist eine längst bekannte und auch ganz selbstverständliche Thatsache; wie rasch diese Zerstörung fortschreitet, zeigen die angeführten Beispiele. Aber nicht allein auf chemischen Einflüssen beruht die leichte Zerstörbarkeit der Betonröhren, sondern nicht minder auf der mechanischen<sup>4)</sup> Einwirkung der Sinkstoffe der Kanalwässer auf die Kanalsohle. Dem auf letzterer sich fortbewegenden feinen Sand (von welchem z. B. in Berlin jährlich über 5000 cbm in die Kanäle gelangen) vermag der Cement auf die Dauer nicht zu widerstehen. Sobald die obere harte Haut abgenutzt ist, macht die Zerstörung in den darunterliegenden, weicheren und poröseren Theilen des Betons rasche Fortschritte, wie sich namentlich bei den älteren, in starkem Gefälle liegenden Betonkanälen von London gezeigt hat. Ähnlich wie gegen Säuren erweisen sich auch in diesem Falle klinkerhart gebrannte Ziegelsteine weit widerstandsfähiger, weil sie eine grössere Härte besitzen, die sich zudem auch gleichmässig über den Querschnitt des Steines vertheilt. Am widerstandsfähigsten aber gegen alle diese Einflüsse sind Thonröhren und vor Allem Steinzeugröhren mit Glasur.

War uns sonach in gut gebrannten und glasierten Steinzeugröhren schon seit einer langen Reihe von Jahren ein vorzügliches Material zur Ausführung von Kanalisationen in chemischen Fabriken geboten, so standen doch der allgemeinen Einführung derselben noch Schwierigkeiten entgegen, die einerseits in der Nothwendigkeit, bei Gefällen unter 1:150 bis 1:200 Ei- oder Ellipsenprofilröhren, die seither nicht in der erforder-

<sup>4)</sup> Thonwaaren-Ind. 1892 No. 49.

lichen gleichmässigen Form geliefert werden konnten, zu verwenden, andererseits in den bislang üblichen Dichtungsweisen der Muffen begründet liegen, welche die Vortheile der Steinzeugröhren gegenüber Cementröhren noch mehr oder weniger illusorisch erscheinen liessen. Durch Einführung von Steinzeugsohlstücken als Segment des Ovals oder der Ellipse, auf welchen dann die Peripherie in Mauerwerk aus hart gebrannten Steinen ausgeführt wurde, war die erste Schwierigkeit überwunden, namentlich auch, als die „Zellstofffabrik Waldhof“ bei Mannheim lehrte, durch Ausgiessen der Fugen des Mauerwerks bis auf die mutmaassliche Höhe des Flüssigkeitsstandes mit Asphalt, dasselbe säurebeständig zu machen. (Vgl. Fig. 3.)

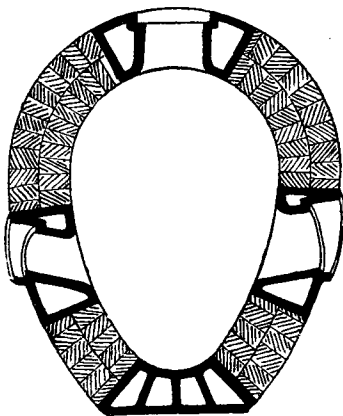


Fig. 3.

Erst in der allerjüngsten Zeit gelang es, auch eiförmige Kanäle aus Cementbeton herzustellen, welche im Innern eine säurefeste Auskleidung besitzen. Dies Problem wurde von Bauinspector Knauff gelöst, welcher Platten aus säurefestem Steinzeug construirte, mit welchen die Auskleidung bis über die Höhe der durch saure Abwässer gefährdeten Betonmasse erfolgt. Erst durch die Verwendung dieser Seitenplatten, deren Fabrication die bekannte deutsche Steinzeugwaarenfabrik für Kanalisation und chemische Industrie in Friedrichsfeld (Baden) übernommen hat, kommen die schon seit 1897 von der gleichen Firma eingeführten Steinzeugsohlschaalen recht zur Geltung, da diese wohl die Sohle, nicht aber auch die Seitenflächen der Betonkanäle gegen Säureangriff zu schützen vermochten.

Der Natur der Sache nach kommen diese Platten nur bei grossen, begehbaren Kanälen zur Verwendung und können sowohl in noch zu verlegenden Röhren als auch fertigen Rohrsträngen angebracht werden. Im ersten Falle sind, wie Fig. 4 veranschaulicht, unterhalb der Einmündung der Nebenleitung *c*

entsprechende Aussparungen *d* im unteren Kanaltheil vorzusehen, in welche die Platten unter Anwendung von Cementmörtel eingelegt werden, oder es findet in Ermangelung dieser Aussparung die Befestigung in der Weise statt, dass die Platten einfach flach aufgelegt und mit Cementmörtel mit der Rohrwandung verbunden werden, wie dies Fig. 5 zeigt.

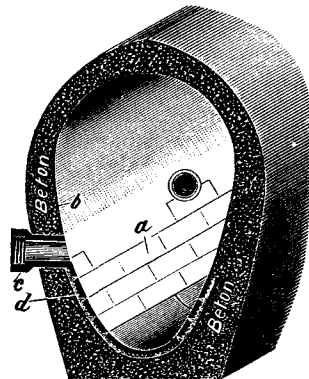


Fig. 4.

Letztere Anordnung findet hauptsächlich bei bereits bestehenden Cementkanälen Verwendung. Die abgeschrägten Kanten dieser Platten und Sohlschaalen bilden genaue Fugen, welche sich mit einem säurefesten Kitt ausfugen lassen. Sie sind auf ihrer Rückseite mit aufgerauten Längsrillen versehen, um ein sicheres Haften zu erzielen. Die für die Mündungsstellen der Nebenleitungen bestimmten Platten sind halbkreisförmig aus-

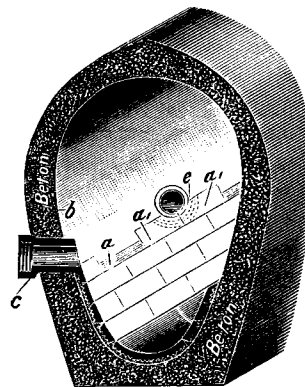


Fig. 5.

gespart und mit concentrischen Rillen versehen, welche das Abhauen bei Einführung grösserer Rohrdimensionen erleichtern sollen. Es ist mit dieser Erfindung, deren Ausführungsrecht von der genannten, Friedrichsfelder Firma zu erwerben ist, ein grosser Fortschritt geschaffen, namentlich auch deshalb, da man nunmehr in der Lage ist, bereits bestehende und durch Säure gefährdete Betonkanäle vor weiterer Zerstörung zu schützen.

Ungefähr um dieselbe Zeit, als die „Zellstofffabrik Waldhof“ ihre Kanäle mit Asphaltfugen zur Ausführung brachte, führte Stadtbaurath W. H. Lindley<sup>5)</sup> auch die Verdichtung der Muffen von Steinzeugröhren mit Asphalt erfolgreich ein und erreichte dadurch Kanäle von geradezu idealer Beschaffenheit.

Die Art der seither üblichen Verdichtung der Steinzeugröhren darf als bekannt vorausgesetzt werden. Immerhin soll sie hier kurz erwähnt werden, um die Vorzüge der Asphaltdichtung besser würdigen zu können. Im Allgemeinen geschieht die Verdichtung der Steinzeugröhren in der Weise, dass ein getheerter Strick von etwa 1 cm Stärke um das in die Muffe einzuschiebende Rohrende geschlungen wird, so zwar, dass nach dem Verstemmen derselben die Muffe zu etwa  $\frac{1}{3}$  ausgefüllt ist. Ursprünglich hat man dann den in der Muffe noch freibleibenden Raum mittels Fugeisen mit plastischem Thon, sog. Letten ausgefüllt und auch noch um die Muffe einen Wulst dieses Materials gelegt. Man erzielte dadurch eine anscheinend gute Verdichtung, welche noch den grossen Vorzug besass, genügend elastisch zu sein, um bei Senkungen des Bodens ein Nachbiegen des Rohrstrangs zu ermöglichen. Ein grosser Nachtheil war jedoch die wegen des Gefrierens des Lettens unmögliche Ausführung der Arbeit im Winter, sowie das allmähliche Aufweichen des Thons, wenn die Röhren dem Grundwasser ausgesetzt waren, wodurch derselbe mit der Zeit gänzlich aus den Muffen ausgewaschen wurde. Auch kam es, nach freundlicher Privatmittheilung des Herrn Obergeringieur Hetzel vom Eisenwerk Laufach in trockener Sand- oder Kieslage häufiger vor, dass die trockene Umgebung dem plastischen Thon nach und nach die Feuchtigkeit entzog, wodurch dieser zunächst rissig wurde und schliesslich als feines Pulver aus der Muffe herausgefallen war. Man ging deshalb zur Cementdichtung über und erzielte dadurch allerdings eine grosse Sicherheit gegen inneren und äusseren Druck, allein durch das sog. „Treiben“ des Cements beim Abbinden wurden viele Muffen gesprengt und ausserdem bindet derselbe nicht an der glasierten Steinzeugfläche, wodurch Fugen entstehen, welche eine Art Diffusion zwischen dem Kanalinhalt und dem Grundwasser ermöglichen. Die Unmöglichkeit der Ausführung im Winter theilt dies Verfahren mit der Lettendichtung. Zudem ist die Cementdichtung bei Ausführung von Kanalisationen in chemischen Fabriken zu verwerfen, wie wir weiter oben an einem drastischen Beispiel gesehen haben. Man hat dann versucht, die

beiden Methoden zu vereinigen, so dass man entweder die Muffenfuge mit Cementmörtel ausfüllte und um die Muffe einen Wulst von Letten legte, oder umgekehrt. Diese beiden letzteren Dichtungsarten sind wohl bislang noch allgemein im Gebrauch gewesen, allein sie haben ausser der grossen Kostspieligkeit noch den Nachtheil, dass der ganze Rohrstrang dadurch zu einem starren Gestränge vereinigt wird, welches bei Senkungen des Untergrunds nicht nachgeben kann, wodurch Rohrbrüche und die damit verbundenen Unzuträglichkeiten nicht zu vermeiden sind.

Von einem guten, zur Ausführung von Kanalisationen in chemischen Fabriken geeigneten Verdichtungsmaterial für die Muffen der Steinzeugröhren muss man in erster Linie verlangen, dass es ebenso widerstandsfähig gegen den Einfluss der Chemikalien ist, wie das Steinzeug selbst, dass es genügend Elasticität besitzt, um im Falle von Senkungen des Bodens nachzugeben, ohne dass Rohrbrüche eintreten, dass es sich zu jeder Jahreszeit verwenden lässt, und dass endlich die Art seiner Anwendung nicht umständlicher oder zeitraubender ist, wie die seither übliche Methode der Dichtung mit Cement oder plastischem Thon. Alle, diesen Anforderungen entsprechenden Eigenschaften gewährleistet der Asphalt, und es ist das Verdienst von Lindley, zuerst die öffentliche Aufmerksamkeit auf diese Verdichtungsart gelenkt zu haben, wengleich dieselbe nach freundlichen Privatmittheilungen auch schon gleichzeitig mit ihm von Stadtbaumeister K. Zobel in Göppingen, sowie der Zellstofffabrik Waldhof ausgeführt worden ist. In neuester Zeit hat sich A. Unna (Deutsch. Bauztg. 1897, No. 44) in Köln hervorragende Verdienste um die Ausbildung der Methode von Lindley erworben.

[Schluss folgt.]

### Untersuchung einer bei Wippenbach in Oberhessen, Kreis Büdingen, entspringenden Mineralwasserquelle.

Von

Dr. T. Günther.

Mittheilung aus dem chemischen Untersuchungs-  
amte für die Provinz Oberhessen zu Giessen.

Die Wippenbacher Mineralwasserquelle, deren Existenz schon in den 40er Jahren dieses Jahrhunderts bekannt und deren chemische Untersuchung bereits durch Liebig

<sup>5)</sup> Thonzg. 1896 No. 16.