

Zeitschrift für angewandte Chemie

34. Jahrgang S. 561—564

Aufsatztteil und Vereinsnachrichten

11. November 1921, Nr. 90

Die Abwasserbeseitigung in der chemischen Industrie.

Von Dr. H. BACH, Essen-Ruhr.
(Eingeg. 28.10. 1921.)

I.

Da das Vorhandensein von Brauchwasser eine der wichtigsten Voraussetzungen jeder gewerblichen Tätigkeit ist, und verbrauchtes Wasser, das ist Abwasser, irgendwo untergebracht werden muß, so erwächst jedem Leiter eines gewerblichen Betriebes die Aufgabe, sich mit der Abwasserbeseitigung zu befassen. Das gilt für jeden größeren gewerblichen Betrieb und folglich auch für die chemische Industrie, deren einzelne Betriebszweige zu gewaltigen Wasserverbrauchern und demnach auch Abwassererzeugern gehören. Hierbei ist es nicht erforderlich, daß der industrielle Chemiker in der Lage ist, die für seinen Betrieb geeigneten Abwasserbeseitigungsverfahren mit ihren technischen Einrichtungen selbst auszuarbeiten. Das liegt nicht in seinem unmittelbaren Aufgabenkreis, ebensowenig wie z. B. die Errichtung der Baulichkeiten, in denen der chemische Betrieb untergebracht ist oder die Anlage der Kraftmaschinen, die die Betriebsgrundlage bilden. Er wird vielmehr den Bau der Abwasserreinigungsanlagen im allgemeinen Spezialfachleuten überlassen, deren Erfahrung auf dem einschlägigen Gebiete eine zweckmäßige Behandlung des in Betracht kommenden Falles verbürgt, um so mehr, als gerade auf dem „klärttechnischen“ Gebiete nur individuelle, den örtlichen Verhältnissen angepaßte Lösungen der gestellten Aufgaben zum Ziele führen und die schematische Anwendung irgendeines Verfahrens, das in einer Fabrik gute Dienste leistet, in einer zweiten Fabrik desselben Produktionszweiges jedoch unter anderen örtlichen Bedingungen zu schweren Enttäuschungen führen kann. Wohl aber ist es nötig, daß der Betriebsleiter in der chemischen Industrie, oder einer, der es werden will, das Verständnis und einen allgemeinen Überblick über die Wege und Ziele der Abwasserreinigung gewinnt, um gegebenenfalls einer sich ergebenden Schwierigkeit nicht ratlos gegenüberzustehen, die Maßnahmen für die Abwasserbeseitigung in die richtigen Bahnen leiten und Entwürfe für Abwasserbeseitigungsanlagen auf ihren grundlegenden Wert oder Unwert beurteilen zu können.

II.

Die gesetzlichen Vorschriften, die die Abwasserreinigung betreffen, sollten vor allem jedem Betriebsleiter geläufig sein. Ich verweise auf die klare Darstellung der einschlägigen Bestimmungen nach dem preußischen Wassergesetz in dem wirtschaftlichen Teile dieser Zeitschrift¹⁾. Für die außerpreußischen reichsdeutschen Länder gelten die betreffenden Landesgesetze. Ein einheitliches Wassergesetz für das ganze Reich mangelt uns leider bislang, und ist anzustreben.

Es sei hier auch insbesondere auf den wichtigen Umstand aufmerksam gemacht, daß die Verleihung des Rechtes der Abwasserleitung in die Wasserläufe oft entscheidend vom Nachweis der Möglichkeit oder von der Verpflichtung abhängt, die in Frage kommenden Abwasser in ausreichender Weise zu reinigen.

III.

Ein chemisches Werk größeren Umfangs sollte nach Möglichkeit an einen größeren Wasserlauf gelegt werden, nicht nur um den Betrieben leicht gewinnbares billiges Brauchwasser zu sichern, sondern auch um für die Abwasser eine ausreichend verdünnde Vorflut verfügbar zu haben. Ist eine derart günstige Lage des Werkes nicht möglich, und kommt nur ein wasserärmer Vorfluter in Betracht, so sollte wenigstens darauf gesehen werden, daß das Werk in ausreichender Höhelage in bezug auf den Abwasserrezeptor belegen ist, so daß zwischen der Anfallstelle des Abwassers und dem Wasserspiegel des Vorfluters reichlich Gefälle vorhanden ist. Gutes Gefälle erleichtert nämlich die Abwasserbeseitigungsarbeit erheblich und verbilligt insbesondere die Anlage und den Betrieb der Abwasserreinigungsanlagen gegenüber denjenigen Fällen, in denen das Abwasser um die Vorflut zu erreichen, vermittelst Pumpen gehoben werden muß.

IV.

Es gibt für eine chemische Fabrik folgende Möglichkeiten einer anstandslosen Abwasserbeseitigung:

1. Durch einfache Verdünnung in einem wasserreichen Vorfluter. Diese Beseitigungsweise ist stets die billigste und angenehmste. Wie weit die Verdünnung des Abwassers getrieben werden muß, um diese einfache Beseitigungsweise als ausreichend erscheinen zu lassen, hängt sowohl von der Beschaffenheit des Abwassers wie des Vorflutwassers und der Verwendung des letzteren am weiteren Unterlaufe, sowie auch von verschiedenen örtlichen Umständen ab. In der Regel wird auch bei der einfachen Verdünnung eine gewisse Vorbereitung

¹⁾ Schlägelberger, „Die Einleitung von Abwässern nach dem preußischen Wassergesetz“ in „Die chemische Industrie“ 44. Jahrg. 1921, Nr. 3—7.

des Abwassers, insbesondere die Entschlammung erforderlich werden. In jedem Falle darf sich jedoch dieses Beseitigungsverfahren nicht darauf beschränken, das Abwasser einfach in den Fluss laufen zu lassen, sondern es muß darauf gesehen werden, daß möglichst viel von der im Querschnitt des Flusses sich bewegenden Wassermasse zur sofortigen Verdünnung des eingeleiteten Abwassers nutzbar gemacht wird. Andernfalls kann es, wie die Erfahrung zeigt hat, vorkommen, daß das eingeleitete Abwasser sich nur ungenügend mit dem Vorflutwasser mischt und hartnäckig an der Uferseite, an der es eingeleitet wird, gewissermaßen „klebt“ und meilenweit zu verfolgen ist, wodurch Unzuträglichkeiten entstehen, die bei vollkommener Mischung an der Einleitungsstelle leicht vermieden werden können. Die technischen Maßnahmen zur möglichst weitgehenden Vermischung des Abwassers mit dem Vorflutwasser können verschiedener Art sein und werden von Fall zu Fall unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse, der verfügbaren Wassermengen des Vorfluters, der Strömung usw. vom Wasserbauingenieur zu wählen sein.

2. Durch Einleiten in schon vorhandene fremde Abwasserkanäle, insbesondere der Städte, größerer Gemeinden usw. Dies ist unter Umständen eine ebenfalls billige und bequeme Abwasserbeseitigungsart, vorausgesetzt, daß das betreffende Fabriksabwasser sich zur Einleitung in das fremde Kanalisationsnetz eignet. Letzteres kann aus verschiedenen Gründen nicht der Fall sein. Das Fabriksabwasser kann Stoffe enthalten, die das Material der Kanäle zerstören, es kann beim Vermischen mit städtischem Abwasser erhebliche Ausfällungen verursachen, die sich in den Kanälen ablagern und diese verstopfen, es kann giftige Gase entbinden, die den mit den Kanalisationsarbeiten beschäftigten Leuten gefährlich werden können, und es kann schließlich seiner Beschaffenheit nach oder wegen des Gehaltes an gewissen Stoffen die Reinigungsmöglichkeit des städtischen Abwassers in den dazu bestimmten Anlagen erschweren oder vereiteln. In vielen Fällen wird es möglich sein, durch eine geeignete Vorbehandlung des Abwassers vor der Einleitung in den fremden Kanal die angedeuteten Schwierigkeiten zu umgehen, namentlich dann, wenn das Fabriksabwasser der Menge nach nur einen kleinen Bruchteil des fremden Abwassers beträgt. Bei beträchtlichen Mengen des Fabriksabwassers im Verhältnis zum fremden Abwasser können die Kosten der Vorbereitung des Fabriksabwassers zum Zwecke der Einleitung in den fremden Kanal unter Umständen höher werden als die einer anderen selbständigen Beseitigungsart, ganz abgesehen davon, daß in solchem Falle die Ausmaße des vorhandenen Kanals vielleicht nicht ausreichen werden, um die vergrößerten Wassermengen glatt abzuführen.

3. Durch Versickerung im Gelände. Diese Beseitigungsart setzt vor allem voraus, daß ausreichende Geländeächen sehr leicht durchlässigen Bodens, also im wesentlichen Sandböden für lange Zeiten hinaus verfügbar sind oder billig erworben werden können. Da das versickerte Abwasser schließlich ins Grundwasser gelangt, so ist ferner zu beachten, daß eine Versickerungsanlage nur dann in Frage kommt, wenn Grundwasserinteressen (Wasserwerke, Brunnen usw.) dadurch nicht berührt werden oder in wirtschaftlicher Weise ausgeglichen werden können. Es sind zur Beurteilung der Frage, ob sich durch Versickerlassen des Abwassers, das sich ja beim Filtervorgang günstig verändern kann, Grundwasserschädigungen ergeben können, unter Umständen eingehende hydrologische Untersuchungen erforderlich. Zur Versickerung eignen sich nur leicht filtrierbare Abwässer, die keine schlammigen oder leicht ausscheidbaren Stoffe enthalten, die die Poren des Sickerbodens verstopfen könnten. Eventuell ist das Abwasser vor der Aufleitung auf das Sickerland von diesen Stoffen sorgfältig zu befreien.

4. Durch Verdampfung oder Einengung durch Verdampfung. Die Verdampfung, die als die unbedingt kostspieligste Abwasserbeseitigungsart angesehen werden muß, wird nur dann in Frage kommen, wenn infolge einer besonders unangenehmen Beschaffenheit der betreffenden Abwasserart in Verbindung mit ungünstigen örtlichen Verhältnissen eine andere Beseitigungsmöglichkeit ausgeschlossen erscheint. Immerhin wird es gerade in der chemischen Industrie Fälle geben, in denen kein anderer Ausweg verbleibt, namentlich dann, wenn das Abwasser stark giftige Stoffe enthält, die auch bei starker Verdünnung noch Mensch, Tier und Pflanze schädlich sind. In der Regel wird es in solchen Fällen nötig werden, auch die beim Eindampfen des Abwassers frei werdenden giftigen Gase unschädlich zu machen. Das Eindampfen derartiger Abläufe wird daher in der Regel nicht in offenen Gefäßen, sondern in besonders hierzu konstruierten Öfen stattfinden, wobei die Gase entweder durch hohe Schornsteine abgeführt oder in besonderen Kammern durch Hitze zerstört werden. Das Einengen schädlicher Abläufe durch teilweise Verdampfung bezweckt die Lösung der schädlichen Stoffe soweit zu konzentrieren, daß die Abscheidung dieser Stoffe aus der Lösung praktisch ermöglicht wird. In beiden Fällen wird es nicht zu umgehen sein, daß Kondensate der verdampften Flüssigkeit in größeren oder geringeren Mengen anfallen, die giftige Stoffe in gasförmiger Form aufgenommen haben und daher nicht ohne geeignete Behandlung in einen Wasserlauf abgelassen werden können. Bei den Verdampfungsverfahren wird

daher in der Regel angestrebt, derartige Kondensate an geeigneter Stelle in den Betriebskreislauf zurückzuführen.

5. Durch Reinigung des Abwassers bis zu einem Grade, daß es sich zur unschädlichen Einleitung in die Vorflut oder für die Beseitigung nach 1., 2. und 3. eignet. Es fallen darunter die Abwasserreinigungsverfahren im engeren Sinne, deren Aufgabe es ist, die störenden Schmutzstoffe des Abwassers aus diesem zu entfernen oder so zu verändern, daß sie keine Unzuträglichkeiten hygienischer oder wirtschaftlicher Art mehr verursachen können.

V.

Die „Schmutzstoffe“, die ein Fabriksabwasser enthält, so unendlich mannigfaltig sie je nach der Produktionsart, bei der das Abwasser anfällt, sein können, lassen sich doch aus dem Gesichtspunkte der Anwendung technischer Abwasserreinigungsverfahren im allgemeinen in einige Gruppen einteilen. Wir unterscheiden darnach:

1. Feste ungelöste Stoffe, die je nach ihrem spezifischen Gewicht als Sink-, Schweb- oder Schwiminstoffe näher gekennzeichnet werden können, und deren Beseitigung aus dem Abwasser durch mechanische Hilfsmittel der Absiebung, der Sedimentation, der Filtration möglich ist.

2. Flüssige oder halbfüssige ungelöste Stoffe, wie Öle, Teere, Fette, Schmieren u. dgl., deren Beseitigung durch mechanische Hilfsmittel stets nur zum Teil möglich ist.

3. Halbgelöste Stoffe, „Kolloide“, die im Grenzgebiete zwischen den festen ungelösten und den echt gelösten Stoffen liegen, und zu denen auch vielfach die unter 2. genannten Stoffe gehören. Sie entziehen sich der Erfassung durch mechanische Hilfsmittel, sofern es nicht gelingt, sie durch Ausflockung in ungelösten Zustand zu überführen; andernfalls kommen für sie dieselben Reinigungsmittel in Betracht wie für die

4. echt gelösten Stoffe, deren Beseitigung oder Veränderung (Abbau) durch mechanische Hilfsmittel nicht möglich ist und einen chemischen oder biochemischen Eingriff in die Substanz erfordert.

Es ist selbstverständlich, daß unter Umständen dieselben Stoffe gleichzeitig in mehreren Verteilungszuständen im Abwasser vorhanden sein können.

5. Gelöste Gase, die seltener schon im anfallenden Abwasser bereits enthalten sind (Kondensate), wie vielmehr bei der chemischen oder biochemischen Veränderung der Stoffe im Abwasser erst nachträglich entstehen. Durch Entweichen in die Luft können sie (z. B. Schwefelwasserstoff) zu argen Belästigungen Anlaß geben. Bei der Abwasserbehandlung handelt es sich daher in der Regel darum, die Bildung von schädlichen Gasen aus dem Abwasser zu verhindern, da die Beseitigung der bereits gebildeten, in die Luft entwichenen Gase naturgemäß nicht ausführbar ist.

Diese Gruppierung teilt die Stoffe des Abwassers nach ihrem Aggregatzustand ein. Für die Zwecke der Abwasserreinigung ist es aber noch nötig, die im Abwasser befindlichen Stoffe aus dem Gesichtspunkte zu betrachten, wie sie, sich selbst überlassen, sich im Abwasser verhalten. Man unterscheidet darnach:

a) leicht zersetzbare Stoffe, die verhältnismäßig schnell, namentlich durch biochemische Einwirkungen, dem Abbau ihres Moleküls zu einfacheren Verbindungen unterliegen;

b) nicht oder schwer zersetzbare Stoffe, bei denen derartige Einwirkungen nicht in Frage kommen.

Bei den zersetzbaren Stoffen handelt es sich vorwiegend um organische Verbindungen von umfangreichen Molekülen, unter denen wiederum stickstoff- und schwefelhaltige eiweißartige Verbindungen, wie sie namentlich in Abwässern der Nahrungsmittelgewerbe (Brauereien, Brennereien, Stärkefabriken, Mälzereien, Molkereien, Futtermittelfabriken usw.) anwendend zu sein pflegen, eine besondere Rolle spielen. Die nicht zersetzbaren Stoffe sind zumeist mineralischer Art, es gibt indes bekanntlich verschiedene, auch in wasserreicher Lösung sehr dauerhafte organische Verbindungen, unter denen besonders diejenigen hervorzuheben sind, die dem biologischen Abbau deshalb nicht unterliegen, weil sie die ausführenden Organe dieses Abbaues, die Mikroorganismen, abtöten, wie z. B. Phenol und andere Produkte der Stein- und Braunkohlen- sowie Holzdestillationsindustrie.

VI.

Bei der Auswahl der Mittel zur Reinigung des Abwassers ist zu beachten, daß neben der Aufgabe der Erzielung eines in die Vorflut ohne Schaden einleitbaren Reinigungsproduktes auch die Aufgabe entsteht, die beim Reinigungsverfahren anfallenden Rückstände auf erträgliche Weise zu beseitigen. Oft ist sogar dieser Teil der Aufgabe erheblich schwieriger als die eigentliche Reinigung des Abwassers und bereitet z. B. bei der Beseitigung städtischen Abwassers Schwierigkeiten, die trotz wesentlicher Fortschritte auf diesem Gebiete heute noch nicht als restlos überwunden gelten können.

Die festen ungelösten Stoffe können durch Absiebvorrichtungen, deren es verschiedene, zum Teil maschinell sehr sinnreiche durchkonstruierte Systeme gibt, abgefangen oder aber in Absetzbecken zu Boden geschlagen werden. Absetzbecken sind, was die Menge der abfangbaren Stoffe anbelangt, in der Regel bedeutend leistungsfähiger als Absiebvorrichtungen. Gleichwohl können aber letztere für die Reinigung gewisser Abwässer, namentlich wenn es sich um das Abfangen grober Suspensa handelt, das gegebene sein. Von den Fasernfängern, die die feinsten Fäserchen der Textil-

industrie aus dem Abwasser wiedergewinnen, bis zu rotierenden Siebscheiben, die Rübenschwänze aus den Abwässern der Zuckerfabriken herausfischen, liefert die deutsche Maschinenindustrie für die verschiedenen gewerblichen Abwasserarten geeignete Siebtypen. Es können auch solchen vorteilhaft Absetzbecken vorgeschaltet werden, wenn es sich um das Abfangen größerer Bestandteile handelt, die gesondert von dem übrigen im Absetzbecken sich abscheidenden Schlamm wiederverwertet werden können. Immerhin ist nicht zu vergessen, daß maschinelle Absiebanlagen im Betriebe und in der Unterhaltung nicht gerade billig sind, und einer ziemlich raschen Abnutzung einzelner Teile unterliegen. Die im Betriebe billigeren und so gut wie keiner Abnutzung unterliegenden Absetzbecken, die obendrein größere Mengen der ungelösten Stoffe abzufangen pflegen, erfreuen sich daher großer Verbreitung. Von den mannigfaltigen Typen der Absetzanlagen kommen für Abwässer, die einen mineralischen, nicht zersetzbaren Schlamm abscheiden, flache Absetzbecken mit verschließbaren Sickerleitungen in der Beckensohle in Betracht. Sie gestatten nach Ausschaltung einer Beckeneinheit und Öffnung der Sickerleitung eine weitgehende Entwässerung des Beckeninhaltes. Dieses Entwässern des abgesetzten Schlammes ist sehr wichtig, da es die Menge und das Gewicht der herauszuschaffenden Massen erheblich verringert. Für Abwässer mit zersetzbarem organischen Schlamm können Absetzbecken mit besonderen Schlammzersetzungsräumen, wie sie z. B. für städtische Abwässer in Emscherbrunnen verbreitet sind, verwendet werden. Enthält das Abwasser ungelöste Stoffe verschiedenen spezifischen Gewichtes und ist die Trennung dieser Stoffe erwünscht, z. B. zum Zwecke der Rückgewinnung einzelner Bestandteile, die wertvoller sind als die anderen, so kann durch „fraktionierte“ Sedimentation vermittelst stufenweiser Vergrößerung des Querschnittes der Absetzgerinne eine Separation der ungelösten Stoffe nach ihrem spezifischen Gewichte erfolgen.

Die Beseitigung des Schlammes aus den Absetzbecken, die durch Auspumpen oder Ausdrücken des flüssigen wasserreichen, oder Ausstechen des festen wasserarmen Bodensatzes bewerkstelligt wird, ist, wie bereits oben erwähnt, oft derjenige Teil der Aufgabe, der am meisten Kopfzerbrechen verursacht. Am günstigsten ist es, wenn der Schlamm sich zur Verwertung eignet und als Fabrikationsrohstoff in den Betrieb zurückgenommen werden kann. Ist dies nicht der Fall, so werden in der Regel Schlammhalden angelegt, oder es wird der Schlamm im Geländevertiefungen eingefüllt werden müssen. Die Bereitstellung geeigneter Geländeoberflächen für viele Jahre wird nicht selten Schwierigkeiten bereiten. Es ist darauf zu achten, daß durch die Lagerung derartiger Abfallmassen keine Mißstände hygienischer oder wirtschaftlicher Art entstehen, insbesondere daß nicht etwa durch Auslaugungen der Halden durch Niederschläge das Grundwasser verdorben oder Schaden an Bauwerken angerichtet wird.

Absieb- und Absetzanlagen entfernen nur einen gewissen Teil der ungelösten Stoffe aus den Abwässern, der desto größer ausfällt, je höher das spezifische Gewicht dieser Suspensa ist. Eine restlose Beseitigung der ungelösten Stoffe läßt sich in der Regel nur durch Filtration erreichen. Wo diese erforderlich — es wird das vornehmlich dann der Fall sein, wenn das gänzlich schwefelstofffreie Abwasser wieder im Betriebe verwendet werden kann —, empfehlen sich Schnellfilter mit periodischer Rückspülung, deren mehrere gut durchgearbeitete Typen in Deutschland gebaut werden.

Die Beseitigung von Öl, Teer, Schmieren und ähnlichen Stoffen aus dem Abwasser ist sehr schwierig und umständlich und gelingt fast nie restlos. Die Schwierigkeit beruht hauptsächlich darauf, daß diese Stoffe sich teilweise mit dem Wasser innig mischen und Emulsionen bilden, aus denen sich bei Veränderungen der Temperatur, der Verdünnung, der Reaktion des Abwassers usw. immer wieder Öl-, Teer- u. dgl. Tropfen und Häute abzuscheiden pflegen. Es gibt mannigfache Entölungs- und Entteerungsvorrichtungen, Fettfänger in verschiedensten Konstruktionen, mit denen aber wie gesagt bestenfalls nur der Großteil der genannten Stoffe abgefangen werden kann. Eine noch weitergehende Befreiung der Abwässer von Ölen und Fetten kann durch Kokskörper erzielt werden. Alle die vorgenannten Vorrichtungen können den Absetzbecken vorgeschaltet oder in Kombination mit diesen angelegt werden.

Echt gelöste Stoffe einschließlich der kolloiden Suspensionen sind naturgemäß unverhältnismäßig schwieriger zu behandeln als die ungelösten Stoffe des Abwassers, da hier einfache mechanische Hilfsmittel nicht ausreichen, sondern ein direkter Angriff des Moleküls erforderlich wird. Dieser Angriff kann auf chemischem oder biochemischem Wege erfolgen, je nachdem, ob die gelösten Verbindungen sich durch Zusatz anderer Stoffe umformen oder als unlösliche Verbindungen ausscheiden, Kolloide „ausflocken“ lassen, oder ob die Tätigkeit von Kleinlebewesen erforderlich ist, um den Abbau einer hochmolekularen organischen Verbindung zu bewirken. Im allgemeinen hat die Reinigung von Abwässern, namentlich solcher, die durch organische Stoffe verschmutzt sind, vermittelst Zusatzes fällender Chemikalien zu Mißerfolgen geführt, insbesondere sind derartige Reinigungsmethoden an den hohen Kosten der Fällungsmittel und an der Schwierigkeit der Behandlung der hierbei anfallenden großen Schlammassen gescheitert. Immerhin wird bei gewerblichen Abwässern in Sonderfällen die „chemische“ Reinigung in Betracht kommen, insbesondere dann, wenn aus dem gefällten Schlamm im Betriebe noch wertvolle Stoffe zurückgewonnen werden können. Unter den Begriff „chemische Behandlung“ fällt auch die Neutralisierung oder Alkalisierung saurer Abwässer. Eine derartige

Abstumpfung der Abwässer im laufenden Abwasserbeseitigungsbetriebe ist technisch durchaus nicht so leicht ausführbar, wie es die Einfachheit des diesbezüglichen chemischen Vorganges vermuten lassen könnte. Zum Abbau der gelösten und halbgelösten hochmolekularen organischen, insbesondere eiweißartigen Verbindungen in Abwässern dienen die sogenannten „biologischen“ Verfahren, bei denen dieser Abbau letzten Endes durch die Tätigkeit von Kleinlebewesen vollzogen und somit das Abwasser „gereinigt“ wird. In der Technik der Reinigung städtischer Abwässer recht verbreitet, können die biologischen Verfahren (Füllkörper, Tropfkörper, Staumitter) für gewerbliche Abwässer nur dann in Frage kommen, wenn diese organische Stoffe enthalten, die sich zum Abbau durch Kleinlebewesen eignen. Zuweilen kann ein für biologische Behandlung ungeeignetes Abwasser durch Mischen mit einer anderen Abwasserart, Alkalisieren usw. diesem Reinigungsverfahren zugänglich gemacht werden. Biologische Verfahren sind indes teuer im Aufbau der hierzu erforderlichen Anlagen, sowie im Betriebe und Unterhaltung derselben und sind mitunter recht empfindlich gegen Temperatureinflüsse und Änderung in der Abwasserzusammensetzung. Sie bedürfen bei der Inbetriebnahme sowie nach jeder längeren Betriebsunterbrechung einer gewissen „Einarbeitungszeit“.

Es wird daher das Bestreben der für die Abwasserbeseitigung verantwortlichen Stelle in der Fabrik sein müssen, nach Möglichkeit mit „mechanischer“ Reinigung des Abwassers, allenfalls verbunden mit Neutralisierung oder Alkalisierung saurer Abwässer auszukommen, das Abwasser weitestgehend zu „entschlammten“ und ihm die Möglichkeit nachträglicher Schlammbildung in der Vorflut zu nehmen, um es dann nach einer der obengenannten einfacheren Methoden zu beseitigen. Insbesondere soll aber die Möglichkeit einer Wiederverwendung des entschlammten Abwassers im Betriebe eventuell nach Filtration (Schnellfilter) ins Auge gefaßt werden. Es wird zurzeit leider noch bei vielen Werken eine bedauerliche Wasserverschwendug getrieben, die namentlich dann verwerthlich erscheint, wenn mit großen Kosten zu hebendes Grundwasser von hoher Reinheit, das als Trink- und Brauchwasser für den Menschen geeignet ist, für technische Zwecke gebraucht wird, für die sehr wohl weniger reines Wasser ohne Schaden für den betreffenden Betrieb noch verwendbar wäre. Auf diesem Gebiete der inneren Wasserversorgung der Industrie ist noch manches zu verbessern. Die beste Art der Lösung von Abwasserschwierigkeiten wird stets sein, die Bildung von „Abwasser“ nach Möglichkeit zu vermeiden. Je mehr von gereinigtem Abwasser in die Betriebe zurückgelangt, und demnach weniger „Zusatzwasser“ erforderlich wird, desto geringere Unbequemlichkeiten entstehen der Fabrik in bezug auf die Vorflutverunreinigung und die Auflagen der Aufsichtsbehörden, wobei noch in der Wasserversorgung des Werkes erhebliche Ersparnisse erzielt werden können.

[A. 239.]

Neue Bücher.

- Erdmann.** Prof. Dr. E., Jahrbuch des Halleschen Verbandes für die Erforschung der mitteldeutschen Bodenschätze und ihre Bewertung. 3. Band, Lieferung 1. Halle 1921. Verlag W. Knapp.
- Fischer.** Dr. H., Pflanzenbau und Kohlensäure. Stuttgart 1921. Verlag Eug. Uhlner. M 12,—
- Hönigschmidt, E. und Zintl, E.**, Anteitung zur quantitativen chemischen Gewichtsanalyse. Als Manuskript gedruckt. München 1921. Chemisches Laboratorium des Staates.
- Klimont, Dr. J. M.**, Der technisch-synthetische Campher. Chemische Technologie in Einzeldarstellungen. Mit 4 Figuren. Leipzig 1921. Verlag Otto Spamer. geh. M 60,—, geb. M 70,—
- Lassar-Cohn,** Einführung in die Chemie in leichtfaßlicher Form. 6. Auflage. Mit 60 Abbildungen im Text. Leipzig 1921. Verlag Leopold Voss. geb. M 27,—
- Lenard, P.**, Über Äther und Uräther. Leipzig 1921. Verlag S. Hirzel. geh. M 9,—
- Lorenzen-Clasen-Fitschen,** Naturkunde für Mittelschulen und verwandte Anstalten. Zweite Abteilung: Naturlehre. 1. Heft. 6. Aufl. In 2 Abteilungen. In 2 Heften. 1. Heft: Physik. Mit 275 Abbildungen und einer Spektraltafel. Breslau 1921. Verlag Ferd. Hirt. kart. M 14,65 einschl. 125% Teuerungszuschl.
- Löwenhardt,** Lehrbuch der Chemie für Lyzeen und höhere Mädchenschulen. 4. Auflage. Mit 98 Abbildungen. Leipzig 1921. Verlag B. G. Teubner. kart. M 13,—
- Lunge-Berl,** Dr. E., Chemisch-technische Untersuchungsmethoden. 1. Band. 7. Auflage. Mit 291 in den Text gedruckten Figuren und einem Bildnis. Berlin 1921. Verlag Julius Springer. geb. M 294,—

- Mewes, R.**, Anwendung auf Mechanik und Thermodynamik. Wärmeleitung und relative Bewegung 1884/85 nebst Anhang. I. Teil. Berlin 1920. Verlag R. Mewes.
- Mie, Prof. G.**, Einsteinsche Gravitationstheorie, Versuch einer allgemein-verständlichen Darstellung der Theorie. Mit 5 Figuren im Text. Leipzig 1921. Verlag S. Hirzel.
- Sattler, A.**, Physik und Chemie. 45. und 46. Auflage. 221./230. Tausend. Mit 321 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Atomgewichtstafel. Braunschweig 1921. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn. geb. M 16,—
- Tekky, Dr. L.**, Bleivergiftung und Bleiaufnahme. Ihre Symptologie, Pathologie und Verhütung mit besonderer Berücksichtigung ihrer gewerblichen Entstehung und Darstellung der wichtigsten gefährbringenden Verrichtungen. Mit 6 Textabbildungen und 2 Tafeln. Berlin 1921. Verlag Julius Springer. M 87,—

Aus der Technik.

Normal-Wasserstrahlpumpe.

Von Johannes Wetzel, Präparator am Chemischen Institut der Universität Berlin.

An eine gute Wasserstrahlpumpe für den Laboratoriumsgebrauch, wie sie ursprünglich von Bunsen angegeben, später von vielen Seiten mannigfach modifiziert wurde, sind hauptsächlich folgende vier Anforderungen zu stellen. Erstens: Der maximal erreichbare Minderdruck muß der Tension des Wasserdampfes bei der Temperatur des Pumpenwassers nahezu gleichkommen; zweitens: Die Geschwindigkeit, mit der ein bestimmtes Gefäßvolumen bis zu dieser Druckgrenze ausgepumpt wird, soll möglichst groß sein; drittens: Ein Zurücksteigen der Pumpe darf nur bei erheblicher Wasserdruckabnahme eintreten und viertens: Der Wasserverbrauch muß im Verhältnis zur Pumpleistung gering sein.

Prüft man die Pumpen, wie sie aus der Hand des Glasbläsers hervorgehen, nach diesen Gesichtspunkten, so findet man, auch bei einem und demselben System von Fall zu Fall eine sehr wechselnde Güte. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, daß die optimale Wirkung wesentlich von zwei Bedingungen abhängt, die bei der Herstellung oft nicht genügend beachtet werden und auch bisher bei der üblichen Herstellungsart nur schwer einzuhalten waren: Einmal von dem richtigen Verhältnis des lichten Durchmessers des Injektors zu dem des Fallrohrs, sodann von der genauen Zentrierung der beiden Röhren. Ist die zweite Bedingung nicht präzise erfüllt, d. h. prallt der Wasserstrahl an irgendeiner Stelle auf die Wandung des Fallrohrs unter einem Winkel auf, so büßt er dadurch einen Teil seiner Stoßkraft zum Schaden der Saugwirkung ein und das leidige Zurücksteigen der Pumpe erfolgt bei der geringsten Verminderung des Wasserdrucks.

Die bestehend abgebildete Wasserstrahlpumpe erfüllt die beiden genannten Bedingungen, von denen in erster Linie ein zuverlässiges Funktionieren der Pumpen abhängt. Sie wird nach einem neuen Verfahren hergestellt, wonach die sorgfältig ausprobierte Dimensionierung für jedes einzelne Exemplar genau eingehalten wird und ferner eine absolut genaue Zentrierung des Wasserstrahls in der Achse des Fallrohrs gewährleistet ist. Durch Versuche wurde das günstigste Abmessungsverhältnis der Durchmesser von Strahlrohr und Fallrohr (a und b der nebenstehenden Abb.) ermittelt. Die Pumpe zeichnet sich daher durch völlige Zuverlässigkeit der Wirkung und Gleichmäßigkeit aus. Sie übertrifft an Saugkraft — sowohl bezüglich der erreichbaren Höhe des Vakuums, als auch bezüglich der Sauggeschwindigkeit — früher das vom Verfasser beschriebene Modell 2.

Um z. B. in einem angeschlossenen Gefäß von etwa 400 ccm Inhalt einen Minderdruck von 15 mm zu erzielen, werden im Durchschnitt folgende Zeiten gebraucht. Mit einer Pumpe:

a) nach Finkener:	85 Sekunden
b) nach Wetzel, älteres Modell	55 "
c) " " neues Modell	26 "

91*

