Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 24 (1967)

Heft: 1

Artikel: Gewässerschutz und Industrie

Autor: Vogel, H.E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-782785

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

bis längstens zwei Jahrzehnten muss der derzeitige Rückstand im wesentlichen aufgeholt sein.

5. Die Forderung nach zentraler Abwasserreinigung hat die Anschlussmöglichkeit an eine öffentliche Kanalisation zur Voraussetzung, die nach einem generellen Projekt disponiert und bemessen sein muss.

6. Die Frage, ob eine gemeindeeigene oder eine interkommunale Abwasserreinigungsanlage zu erstellen sei, muss nicht in erster Linie nach finanziellen Ueberlegungen beantwortet werden, sondern es sind auch gewässerschützerische, hydrologische, wasserwirtschaftliche, topographische, baugrundtechnische und planerische Gesichtspunkte realistisch zu beurteilen.

7. Das generelle Kanalisationsprojekt ist sorgfältig zu bearbeiten, insbesondere ist der Kanalisationsrayon nach der zu erwartenden demographischen Entwicklung der Gemeinde so zu bemessen, dass diese in absehbarer Zeit mit dem Ausbau des Kanalisationsnetzes der baulichen Entwicklung zu folgen vermag.

8. Bis zur Inbetriebnahme der Sammelreinigungsanlage sind innerhalb des Kanalisationsrayons Einzelkläranlagen, wie Abwasserfaulräume, Faulgruben, Klärgruben und Schlammsammler, je nach den Vorflutverhältnissen und der Dauer bis zu ihrem Hinfälligwerden einzubauen.

9. Für die Abwasserreinigung bei Bauten, die orts- und zweckgebunden weit ausserhalb des Kanalisationsgebietes bestehen oder erstellt werden, wie Berggaststätten, Heime, Anstalten, Militäranlagen, Campingplätze und dergleichen, sind Kleinkläranlagen mit vollbiologischer Reinigungswirkung zu erstellen, wenn grosser Distanzen wegen nicht an kommunale Anlagen angeschlossen werden kann.

10. In den Landesgegenden mit der herkömmlichen Einzelhaus-Besiedelung, in Ferienkurorten und dergleichen ist für den Kern der Ortschaften ein angemessener Kanalisationsrayon auszuscheiden, der von der Gemeinde zu erschliessen ist. Unvermeidlicher Abwasseranfall aus bestehenden Bauten, Wochenend- und Ferienhäusern usw. unmittelbar ausserhalb des Kanalisationsgebietes ist möglichst auf Kosten der Hauseigentümer, aber unter der Aufsicht der Gemeinde, im Trennsystem an das öffentliche Kanalnetz anzuschliessen.

Die Abwasserableitung ausserhalb des Kanalisationsrayons in aufnahmefähige Vorfluter und die landwirtschaftliche Verwertung der Abwässer aus abflusslosen Gruben muss unbedingt die Ausnahme sein.

IV. Schlussbemerkungen

Die Ausführungen sollen die Notwendigkeit einer sorgfältigen und realistischen Gewässerschutzplanung unterstreichen und insbesondere hervorheben, welche Bedeutung der Bearbeitung des generellen Kanalisationsprojektes zukommt. Dabei geben wir uns durchaus Rechenschaft, dass das generelle Kanalisationsprojekt wie jede planerische Arbeit von Zeit zu Zeit neuen Gegebenheiten angepasst werden muss. Wir sind uns auch bewusst, dass mit den paar Grundsätzen manche Einzelfrage in der praktischen Durchführung offengelassen wurde. Es muss das Bemühen der kantonalen Gewässerschutzfachstellen sein, diese allgemeinen Grundsätze nach den örtlichen Gegebenheiten sinngemäss zu vollziehen. Sinn und Zweck dieser Ausführungen ist es, von der Oberaufsichtsbehörde die Notwendigkeit zu unterstreichen, den Gewässerschutz streng und konsequent durchzuführen. Wir wiederholen, dass es nicht Sache des Gewässerschutzingenieurs sein kann, zu beurteilen, wo gebaut werden darf und wo nicht. Aber es ist seine Aufgabe, in den gesetzlichen Schranken zu bestimmen, wo und wie Abwasser abgeleitet werden darf und wo nicht.

Diese Grundsätze können nicht überall von einem Tag auf den anderen voll durchgesetzt werden. Vielleicht geben diese Ausführungen Anlass, zu überlegen, in welcher Form dieses Gedankengut in die Gemeinden getragen werden soll. Die Kantone können im Rahmen der rechtlichen und personellen Möglichkeiten mit der Unterstützung durch unser Amt und die EAWAG rechnen.

Gewässerschutz und Industrie*

Von Dr. H. E. Vogel, Geschäftsführer der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene, Zürich

Das Problem der Beseitigung verschmutzter Gewässer dürfte sich schon in frühesten Epochen menschlicher Kulturentwicklung und damit verbundener Stadtbildung gestellt haben, besassen doch bereits ums Jahr 3000 v. Chr. Siedlungen wie Mohenjo-Daro im Industal, etwas später Ur und Ninive in Mesopotamien sowie Knossos auf Kreta nicht nur Trinkwasserzuleitungen und Badeanlagen, sondern auch wohlgeplante und gut ausgeführte Kanalisationen, ganz zu schweigen von der Cloaca maxima des kaiserlichen Roms, welche noch heute gewisse Stadtteile der Ewigen Stadt entwässert.

Desgleichen war den Völkern des Altertums der Gedanke des Gewässerschutzes nicht fremd, denn das Wasser galt damals in vielen Ländern, so in Persien und in Griechenland, als heilig.

Trotzdem dürften sich die in unserer modernen Gesellschaft auf dem Gewässerschutzsektor zu lösenden Fragenkomplexe von antiken Verhältnissen grundlegend unterscheiden, vor allem deshalb, weil die heutige Industrialisierung mit all ihren Folgeerscheinungen auf unserem Planeten als erstmaliges Phänomen gewertet werden muss.

Gewässerschutz ist für unsere Generation zur eigentlichen dringlichen Aufgabe des ganzen Volkes geworden. Vielerorts ist durch die Verderbnis der

* Vortrag vor der Vereinigung Schweiz. Betriebsingenieure vom 18. Januar 1967 an der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich.

Oberflächengewässer und des Grundwassers die Wasserversorgung in zunehmendem Ausmass erschwert. Konnte noch vor wenigen Jahrzehnten das Wasser aus sozusagen sämtlichen Seen am Alpenrand gepumpt und ohne jegliche Aufbereitung an die Bezüger verteilt werden, so muss man es heute aus denselben Seen in kostspieliger Weise durch Filtration und Desinfektion mittels Chlor, Ozon oder ultravioletter Bestrahlung aufarbeiten; in allerjüngster Zeit erschweren überdies widerliche Geruchs- und Geschmackstoffe aus Abwässern die Wasserbeschaffung für Gemeinden, Gewerbe und Industrie. Bereits ist auch die Rede von krebserregenden Substanzen, die ins Wasser unserer Seen gelangen.

Trotz reichlicher Niederschläge befinden sich einzelne Landesgegenden bereits in einer ausgesprochenen Trinkwassermangellage und werden gezwungen sein, ihr Wasser von weit her zuzuleiten. Aus hygienischen Gründen müssen da und dort für Strandbäder Badeverbote erlassen werden. Fischvergiftungen stehen zurzeit auf der Tagesordnung; sie sind ihrer Häufigkeit nach vor allem durch landwirtschaftliche Abwässer, der Schwere der einzelnen Fälle nach aber durch Industrieabwässer verursacht, in denen ungenügend entgiftete Säuren und Laugen, Cyanide, freies Chlor, Schmiermittelverbindungen, Desinfektionsmittel, Schädlings- und Unkrautvertilgungsmittel, Oele, Benzin und Teer enthalten sind.

*

In die Gewässerschutzplanung müssen Industrie und Gewerbe in zweierlei Hinsicht miteinbezogen werden, nämlich einerseits als Brauchwasserbezüger, anderseits als Lieferanten von Abwässern und festen Abfallstoffen.

Die Gewässerverschmutzung kann die Verwendungsmöglichkeiten von Wasser für industrielle Zwecke fühlbar einschränken. In vielen Fällen werden an industrielles Brauchwasser mindestens so hohe qualitative Anforderungen wie an Trinkwasser gestellt. Als Kühlwasser darf es wohl in hygienischer Beziehung von minderer Qualität, aber nicht warm sein und keine Korrosion oder Kesselstein bildende Eigenschaften besitzen. Für Sonderfälle benötigt man besonders weiches Wasser, in andern Fällen genügt hartes Wasser. Cellulose- und Papierfabriken z. B. dürfen kein minderwertiges Wasser verwenden, und dieses darf nur wenig Eisen, Mangan oder Kohlensäure enthalten. Zwecks Vermeidung von Korrosion, Kesselstein und Schlamm biologischer Herkunft soll in Hochdruckheizungen nur sehr reines Wasser zur Verwendung gelangen. Zuckerfabriken benötigen salzarmes, die Ausbeutung erhöhendes Wasser ohne Nitrate, da diese die Auskristallisierung des Zuckers hemmen. In Molkereien dürfen keine Wässer verwendet werden, welche reich an Magnesium, Calcium und Kalisalzen sind, da sonst die Butter einen seifenartigen Geschmack annimmt. Von sehr grosser Bedeutung sind die Eigenschaften des Gebrauchwassers in Bierbrauereien, weil der Gehalt des Wassers an gelösten Salzen den Geschmack des Bieres bestimmt. Auf vielen Gebieten wirken sich die im Wasser gelösten Salze als Härtebildner besonders ungünstig aus. In der Papier-, Textil- und Wäschereiindustrie, welche für ihre Fabrikationsgänge eisen- und manganfreies Wasser benötigen, stellen solche Stoffe ein besonderes Hindernis dar.

Heute werden für Trinkwasserzwecke in grösseren städtischen Siedlungen in Spitzenzeiten 650 l Wasser pro Kopf der Bevölkerung und pro Tag verbraucht, und voraussichtlich wird sich mit steigendem Lebensstandard dieser Konsum entsprechend dem amerikanischen Vorbild auf 1200 l pro Kopf und Tag erhöhen. Parallel dazu werden die Wasserbezüge der Industrie progressiv anwachsen, da pro Individuum mit steigendem Wohlstand auch eine grössere Zahl von Produkten konsumiert wird. Heute benötigt man zum Beispiel für die Verarbeitung einer Tonne Stahl 20 000 l Wasser, die Herstellung einer Tonne Kunstseide oder Zellwolle erfordert einen Wasserbedarf von 200 m^3, desgleichen diejenige einer Tonne Flachs nach dem Kanalrösteverfahren. Für die Produktion einer Tonne Papier sind bei ungebleichtem Zellstoff 200 m^3, bei gebleichtem Zellstoff 550 m^3, bei Weissschliff 300 m^3 und für Feinpapier 1000 m^3 Wasser bereitzustellen. Bei der Extraktion von Zucker aus einer Tonne Rüben sind 16 bis 20 m^3 Wasser nötig. Ein Liter gebrautes Bier erfordert 24 l Brauchwasser. In Gerbereien müssen pro behandelte Haut 1,2 bis 3,0 m^3 Wasser verfügbar sein, desgleichen in Stärkefabriken je Kilo verarbeitete Kartoffeln 20 l Wasser. Soll in Molkereien 1 l Milch behandelt werden, bedeutet dies einen Kühlwasserverbrauch von 5 bis 6 l. Anderseits werden in Schlachthöfen pro Stück geschlachtetes Grossvieh ungefähr 3 bis 4 m^3 Wasser benötigt.

*

Gehen wir nun über zur Bedeutung von Industrie und Gewerbe als Abwasserlieferanten. Im Gegensatz zu den häuslichen Abwässern lassen sich industrielle und gewerbliche Abwässer nur in beschränktem Ausmass unmittelbar oder nach Vorreinigung in der kommunalen Kläranlage aufbereiten, so vor allem Abwässer organischer Natur.

Schwieriger gestaltet sich die Aufgabe für manche anderen industriellen Betriebe, bei denen im Verhältnis zur Menge der teilgereinigten Abwässer der Vorfluter zu klein, die Verdünnung des aufbereiteten Abwassers zu gering, das Substrat zu einseitig zusammengestellt ist; oder aber die Reinigung der Abwässer bietet verfahrenstechnisch noch nicht praktisch gelöste Probleme. Liegen überdies zahlreiche Abwasserproduzenten an einem Vorfluter, so können die nach der Reinigung im Abwasser verbleibenden Schmutzstoffe Summationswirkungen zeigen, die oft zu einer Verschärfung der geltenden Vorschriften führen müssen.

Schon bei der Planung einer industriell-gewerblichen Unternehmung ist daher der Standortwahl volle

Beachtung zu schenken und die Abwasserreinigung — wie auch die Brauchwasserbeschaffung — von Anfang an in Planung und Projektierung einzubeziehen, unter anderem durch Aufstellung eines ordnungsmässigen Bewässerungs- und Entwässerungsplanes, aus welchem alle Wasserentnahme- und Wasserverbrauchsstellen und alle Abwasseranfallorte jederzeit ersichtlich sind. Ausser den Haupt- und Nebenkanälen müssen darauf auch alle Schächte, Pumpwerke, Ausgleichs- und Sammelbecken sowie alle Vor- und Nachreinigungsanlagen und dazugehörenden Prüfstationen enthalten sein.

Auch für die Wahl der Reinigungsverfahren und die sich ergebenden Kosten sind Menge und Konzentration eines Abwassers entscheidend. Ein Betrieb hat deshalb ein doppeltes Interesse, unverschmutztes und wenig verschmutztes Kühl- und Spülwasser von den stärker belasteten Betriebsabwässern abzutrennen und wenn möglich im Kreislauf zu führen. Durch Einsparung von Reinwasser und mengenmässige Verringerung des Abwassers kann er sogar wesentliche Vorteile realisieren.

In den letzten Jahren wurden für die meisten industriellen Abwässer geeignete Reinigungsverfahren entwickelt, daneben stehen aber noch weitere Beseitigungsmittel zur Verfügung. So sind in vielen Fällen Abwasserschwierigkeiten durch Aenderung des Fabrikationsganges, Rückgewinnung verwertbarer Abwasserbestandteile und anderes mehr behoben worden. In besonders ungünstigen Fällen muss sogar ein Abwasserproblem durch Verdampfung der verschmutzten Wässer radikal gelöst werden.

Wohl ist es nicht möglich, eine komplette Liste der unzähligen in Abwässern enthaltenen Giftstoffe aufzustellen, auch kommen immer neue Produkte dazu, doch besitzen die interessierten Industrien und auch die Gewässerschutzkreise über viele dieser Stoffe genügend Angaben, um daraus die für eine Einleitung zulässigen Konzentrationen festzulegen.

Das Ausmass der durch Industriebetriebe verursachten Gewässerverschmutzung kann mittels der Methode des BSB_5 festgehalten werden, welcher zufolge der durch industrielle Abwässer bedingte Sauerstoffbedarf den in häuslichen Abwässern herrschenden Verhältnissen gegenübergestellt und damit der Begriff von «Einwohnergleichwerten» geschaffen wird. So verschmutzt eine Molkerei ohne Käseproduktion pro 10 hl Milch die Gewässer gleichermassen wie 30 bis 80 Einwohner, eine Molkerei mit Käseproduktion wie 100 bis 200 Einwohner. In einer Brennerei, in der Getreide in Schnaps umgewandelt wird, fallen gleichviel Abwässer wie für 1500 bis 2000 Einwohner an, desgleichen in einer Brauerei wie für 300 bis 2000 Einwohner. Die Abwässer eines Schlachthofes, welchem noch keine Wursterei angegliedert ist, verschmutzen ein Gewässer etwa halb so stark wie die häuslichen Abwässer der Einwohner, die von der Metzgerei bedient werden, das heisst mit 70 bis 200 Einwohnergleichwerten. Stärkefabrikanten weisen für 1000 l Mais 800 Gleichwerte, für 1 Tonne Weizenmehl 1000 Gleichwerte auf, Zuckerfabriken für 1 Tonne Rüben 120 bis 400 Gleichwerte. Wird in einer Färberei mittels Schwefelfarbe 1 Tonne Ware verarbeitet, so entsteht dadurch eine Verschmutzung, die 2000 bis 3500 Einwohnergleichwerten entspricht, während die Bleichereiabteilung sich mit 250 bis 350 Gleichwerten pro Tonne Ware begnügt. Durch die Erzeugung einer Tonne Zellstoff in einem Sulfitzellstoffwerk wird eine 4000 bis 6000 Einwohnern entsprechende Gewässerverschmutzung verursacht, durch Flachsrösten, pro Tonne Flachsstücke, eine solche von 750 bis 1150, durch Wollwäscherei pro Tonne Wolle eine solche von 2000 bis 3000 und durch das Gerben von Häuten pro Tonne eine solche von 2500 bis 4500 Einwohnergleichwerten.

*

Betrachten wir die in einzelnen Industriezweigen produzierten Abwässer etwas näher: Die in Kartoffel- und Melassebrennereien und bei der Herstellung von Obstbranntweinen anfallenden, nach Gärprozess und Destillation verbleibenden Rückstände, die sogenannte Schlempe, sind hoch konzentrierte, vor allem Kohlehydrate und organische Säuren, Eiweiss und Salze enthaltende Abwässer.

Bei der Hefefabrikation entstehen ebenfalls hochgradig verunreinigte Abwässer, zum Beispiel Würzen mit hohen Anteilen an Kohlehydraten, Eiweiss und Salzen. Bei der Zersetzung der restlichen Eiweisskörper des Hefeabwassers gibt bei der anaeroben Gärung die Freisetzung grösserer Mengen an H_2S immer wieder Anlass zu Geruchsbelästigungen.

Alle diese Abwässer lassen sich wegen der hohen Konzentration der in ihnen enthaltenen organischen Stoffe im allgemeinen in einer einstufigen biologischen Anlage nicht hinreichend reinigen. Sofern man sie nicht mit häuslichen Abwässern genügend verdünnen und mitverarbeiten kann, wird oft in einer ersten Stufe ein Faulverfahren angewandt, welchem in einer zweiten Stufe ein Oxydationsverfahren mittels Belebtschlamm oder Tropfkörper nachzuschalten ist.

Aus der Lebensmittelindustrie seien nachfolgend die Probleme der Gemüse- und Obstkonserven- sowie der Sauerkrautherstellung herausgegriffen.

In der Konservierung von Feldfrüchten wie Erbsen, Bohnen, Rüben, Randen, Schwarzwurzeln, Spinat usw. fallen Abwässer an, die mit Erde, Sand, Humus, Fruchtschnitzeln und weiteren Pflanzenteilen als festen und damit absetzbaren Stoffen belastet sind, die aber auch, in echter oder kolloidaler Lösung, Kohlehydrate und Eiweiss enthalten. Die dabei benötigte Wassermenge und die Konzentration der Abwasserstoffe sind zum Teil beträchtlich.

Inerte grobdisperse Abgänge lassen sich in der Regel in Absetzbecken weitgehend sedimentieren und eliminieren. Für die Abscheidung von Pflanzenteilen eignen sich Siebmaschinen; das Abscheidegut kann bei der Schweinemast Verwendung finden. Schliess-

lich wird das gut vorgereinigte Abwasser in einer zentralen mechanisch-biologischen Reinigungsanlage mitverarbeitet. Erschwerend wirkt sich allerdings dabei für die Bemessung der Reinigungsanlage der Saisonbetrieb aus, indem die Abwässer der pflanzenverarbeitenden Betriebe ja nur während einiger Monate anfallen. Die Gemeindeanlage muss deshalb so gross dimensioniert sein, dass der maximale Anfall des Industrieabwassers während der Erntekampagne in der Anlage aufgenommen, in genügendem Ausmass belüftet und die Menge des Rücklaufschlammes dem gesteigerten Bedürfnis angepasst werden kann.

Bei den durch Sauerkrautherstellung entstehenden Abwässern sind der Gehalt an freier Milchsäure und Kochsalz und ein sehr tiefer pH-Wert sowie der Anteil an fäulnisfähigen Stoffen in Betracht zu ziehen. Diese letzteren können zur Bildung von übelriechenden Dämpfen und Gasen führen.

Der Behandlung solcher Abwässer muss eine Neutralisation mittels Kalkhydrat vorangehen. Werden grössere Mengen von «Fruchtwasser» produziert, so ist zu empfehlen, das neutralisierte Abwasser einer Ausfaulung von 10 bis 15 Tagen zu unterwerfen und es erst nachher zusammen mit häuslichem Abwasser zu reinigen.

Für die Papierfabrikation kommen mancherlei Rohstoffe in Betracht, so ausser Holz zum Beispiel auch Stroh, Lumpen, Altpapier, Textilabfälle, Flachs, Hanf, Bambus- und Zuckerrohr, schliesslich Seide, somit Materialien, die aus reiner Cellulose, aus Lignocellulose und Pektocellulose bestehen. Jeder dieser Rohstoffe erfordert eine besondere Behandlung, um die für die Produktion nicht benötigten und zum Teil sich schädlich auswirkenden Bestandteile abzutrennen.

Holzschleifereien wie auch eigentliche Papierfabriken gehören zu den abwasserintensiven Industrien, und ihre Abwässer sind je Tonne Erzeugnis mit 200 bis 6000 Einwohnergleichwerten zu veranschlagen. Die entsprechenden Abwassermengen betragen 85 bis 360 m^3 pro Tonne produzierten Stoffes.

Cellulose, das Grundmaterial für hochwertiges Papier, wird aus Holz chemisch gewonnen und industriell hergestellt; sie findet aber auch als Rohstoff für Kunstseide, Zellwolle, Lacke und anderes mehr Verwendung. Soll dabei in einem ersten Arbeitsgang reine Cellulosefaser produziert werden, so müssen vorerst die im Holz miteingelagerten Inkrustationen herausgelöst werden.

Die beim Kochen entstehende Sulfitablauge enthält verschiedene Zuckerarten, die teils in der Spritfabrikation zu Alkohol, teils zu Rohhefe umgewandelt werden können. So gewinnt zum Beispiel die Cellulosefabrik Attisholz AG jährlich ungefähr 50 000 Hektoliter Sulfitsprit; sie liefert ihn zu 80 Prozent zu Feinsprit rektifiziert der Eidgenössischen Alkoholverwaltung ab. Aus den Destillationsrückständen, die noch annähernd zwei Drittel der anfänglich vorhandenen vergärbaren Zuckerstoffe enthalten, wird die sogenannte Torula-Hefe für Nähr- und Futterzwecke hergestellt. Ein weiterer, kleinerer Teil der Schlempe wird, zu Kern- und Formsandbindemittel umgewandelt, in Giessereien und in der Brikettindustrie eingesetzt, findet aber auch als Haft-, Netz- und Dispergierungsmittel in der Schädlingsbekämpfungsindustrie sowie in Färbereien und Gerbereien guten Absatz.

Natürlich verschlingen die zur Verminderung der Abwasserlast eingesetzten Einrichtungen sehr beträchtliche Summen; im Falle der Cellulosefabrik Attisholz werden diese Auslagen indessen durch den Verkauf der Nebenprodukte mehr als kompensiert. Auch vom Standpunkt des Gewässerschutzes aus darf eine solche Entwicklung begrüsst werden. Ein einzelner Zellstoffbetrieb verbraucht nicht nur mehr Rohwasser, sondern liefert auch mehr Abwasser als eine Stadt in der Grösse von Zürich.

Bei der Verarbeitung des Rohstoffes Wolle zu Textilien ergeben sich während verschiedener Arbeitsprozesse Abwässer unterschiedlicher Art und Menge, die auch unterschiedlich zu behandeln sind. Bei der Reinigung und Vorbereitung der Rohwolle gelangen aus der Wollwäscherei feste Schmutzstoffe wie Sand, Staub, Pflanzenreste und -samen, Wollschweiss und Wollfett und anderes mehr ins Abwasser. Das Waschen erfolgt kalt und warm unter Zusatz von Soda, Ammoniak und Tensiden, das heisst unter anderem nichtionogenen Detergentien, in speziellen Maschinen. Um Wollfett zurückzugewinnen, trennt man die Waschlauge von den Spülwässern, setzt Schwefelsäure zu und zentrifugiert. Der verbleibende fettfreie Schlamm wird häufig, zum Beispiel in England, zu Pflanzendünger aufgearbeitet. Aus dem Wollfett lassen sich bei genügend grossem Anfall wertvolle technische Produkte wie Schmiermittel, Anstrichfarben, Lanolin in verschiedenen Qualitäten bis zum hochwertigen kosmetischen Produkt, Seife, Lippenstifte usw. herstellen. Dank solcher Bestrebungen wird der bisher bei solchen Prozessen anwachsende biochemische Sauerstoffbedarf von bis zu 22 000 mg/l wesentlich reduziert.

Aus der Wollfärberei fliessen namhafte Abwässer an in Form ausgebrachter Farbflotten oder als Spülwässer aus der Nachbehandlung der gefärbten Ware mit Metallsalzen wie Chrom, Kupfer und weiteren Zusätzen, zum Beispiel Sulfiten, Nitriten, organischen Stoffen, Netzmitteln und Abbauprodukten der Wollfaser, woraus sich ebenfalls erhöhte Forderungen an die Abwasserreinigung ergeben.

Von den in den sogenannten «Nassabteilungen» der Textilindustrie Verwendung findenden Chemikalien gelangen 95 Prozent der Salze, Alkalien und Säuren, 90 Prozent der Phosphate, 85 Prozent der waschaktiven Stoffe, 25 bis 30 Prozent der Farbstoffe, 15 bis 20 Prozent der Appreturmittel ins Abwasser.

Für die Entfernung dieser Stoffe lassen sich mannigfaltige Behandlungsverfahren einsetzen, zum Beispiel Neutralisierung, Fällung, Flockung mit Hilfe von Zusätzen wie Eisen- oder Aluminiumsalzen, Kalk

usw., sodann klassische biologische Verfahren der Behandlung in Tropfkörpern und Belebtschlammanlagen.

Die Rückgewinnung von Wärme aus heissen Farbflotten und die Trennung der Abwässer in wenig verschmutzte Kühl- und Spülwässer einerseits und stark verunreinigte Abwässer anderseits erwiesen sich bei der Behandlung der Abgänge aus der Wollindustrie als kostensparend.

Mannigfaltige Abwässer stammen aus der Leder-, Leim- und Gelatineindustrie. Beim Einweichen von Tierhäuten entstehen salz- und eiweissreiche Abwässer, sodann gehen aus der Behandlung der eingeweichten Häute mit Calciumhydroxyd und Natriumsulfit stark alkalische Abwässer hervor, die neben den verwendeten Chemikalien Haare und Hautstoffe, vor allem aber Asche und kolloidal gelöstes Eiweiss enthalten. Reich an Kohlehydraten, Gerbstoffen und Eiweissen sind des weitern die Abwässer der vegetabilischen Gerbung, während aus der Chromgerberei überdies noch saure Chromsalze anfallen, die jedoch den Gesamtcharakter dieser Abwässer nicht wesentlich zu verändern vermögen, so dass diese insgesamt immer deutlich alkalisch bleiben.

Die organischen, fäulnisfähigen Restprodukte im Abwasser können im Vorfluter zu übelriechenden Schlammablagerungen und Sauerstoffschwund sowie zur Ausbildung von Bakterienflächen, Pilzen und ihren tierischen Begleitern führen. Der Schwefelgehalt (Sulfitlauge, Sulfate) vermag in Kanalisationen Korrosionen an Röhren und Betonanlagen zu bewirken, und der auf dem Wege über die landwirtschaftliche Verwertung ausgebrachte Abwasserschlamm hat erwiesenermassen in gedüngten Böden schon zu Chromanreicherungen geführt.

Zwecks Einleitung der entsprechenden Reinigungsverfahren werden vorerst die während 24 Stunden unregelmässig und in wechselnder Zusammensetzung zuströmenden Abwässer quantitativ und qualitativ ausgeglichen. Die feinst zerteilten und die gelösten Schmutzstoffe werden sodann unter Verwendung von Eisen- und Aluminiumsalzen flockuliert, hierauf sedimentiert. Der relativ hohe restliche Gehalt an vergärbaren Substanzen kann bis zu einem Anteil von 40 Prozent einem leistungsfähigen kommunalen Abwasserreinigungswerk zur biologischen Reinigung beigemischt werden.

Aehnliche Massnahmen werden angewandt zur Behandlung von Abwässern aus der Leimindustrie, anlässlich der Herstellung von Haut- und Lederleim, von Knochen- sowie Fischleim. Das aus Gerbereien, Schlachthäusern und Kadaververwertungsanstalten stammende Rohmaterial wird mit Kalkmilch behandelt, wobei man je Tonne nassen Leimleders 30 bis 140 m^3, je Tonne fertigen Hautleims 300 bis 1200 m^3 Wasser benötigt. Das Abwasser enthält Calciumhydroxyd, Kohlehydrate, Eiweiss, Fett, ferner schweflige Säure, Schwefel und Salzsäure, schliesslich Stickstoff und Phosphorverbindungen.

Auch hier sind die Sedimentation der absetzbaren Stoffe, die Neutralisation, mitunter chemische Fällung mit Aluminium, Eisen-(II)-Salzen mit nochmaliger Sedimentierung, schliesslich die biologische Reinigung gemeinsam mit häuslichen Abwässern die Hauptphasen der Abwasserbehandlung.

Umfassende und vielseitige Vorkehren bedingt die Reinigung der Abwässer aus den der Metallindustrie zugehörigen Beizereien, Drahtziehereien, Emaillierwerken und Verzinkereien. Um die aus Walzwerken ausgestossenen Eisenteile wie Drähte, Bänder, Bleche usw. von einer störenden Oxydschicht zu befreien, werden ausser mechanischen Mitteln wie zum Beispiel Stahlbürsten, Schleif-, Polier- und Scheuermitteln sowie Sandstrahl und Stahlkiesbehandlung Reinigungsstoffe verwendet, und zwar einerseits nur die Verunreinigung, zum Beispiel Schmutz, Staub, Oel, Fett usw. entfernende organische Lösungsmittel wie Benzin, Benzol, Petroleum oder Trichloräthylen, anderseits alkalische, emulgierend wirkende Mittel, zum Beispiel Aetznatron, Soda oder andere Natronsalze, und schliesslich solche, die neben der Auflösung der Oxydschicht auch den Werkstoff angreifen, nämlich Säuren und Säuresalze, das heisst die eigentlichen Beizen.

Beizen werden in fast allen Eisenwerken, Grob- und Feinblechwalzwerken, Verzinkereien und Verzinnereien, Emaillierwerken und Blechwarenfabriken gebraucht. Das zu behandelnde Blechmaterial wird in Bädern mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, Phosphorsäure allein oder in Gemischen dieser Säuren gebeizt. Oefters gelangen auch Säuresalze wie Bisulfate und saure Phosphate zur Anwendung. Bei diesem Beizprozess gehen meist unter Wasserstoffentwicklung Eisensalze in Lösung.

Während bei Blechen, besonders Feinblechen, die verbrauchte Beize als Abfallösung abgestossen wird, schärft man beim Beizen von Bändern oder Drahteisen die verbrauchten Beizbänder durch Zugabe neuer Säuremengen nochmals an. Dadurch fallen einerseits Abfallbeizen mit hohen Gehalten an freier Restsäure und niederem Eisengehalt, anderseits Abwässer mit geringerem Säuregehalt, dafür einer viel höheren Eisensalzmenge an.

Das Bestreben der Beiztechnik geht nun dahin, in Beizbädern eine gleichmässigere Säurekonzentration zu erhalten und die bisher in die Vorfluter abgelassenen Säurereste und Eisensalze wiederzugewinnen, besonders im Hinblick auf allfällig darin enthaltene Mengen an hochwertigem Nickel, Chrom und anderen Edelmetallen. Weil fertig gebeizte Gegenstände in besonderen Spülbehältern gespült werden, existieren in Beizbetrieben neben stark konzentrierten Abfallbeizen noch stark verdünnte Spülwässer.

Ueberwiegen in einer Mischung von Industriebeizen und häuslichen Abwässern letztere sehr stark, so können bei günstigen Verhältnissen die neutralisierten, laufend anfallenden dünnen Spülwässer in die städtische Kanalisation aufgenommen werden, so-

fern die Abwasserkanäle nicht aus Zement errichtet wurden.

Die eigentlichen Beizereiabwässer (Abfallbeizen) müssen neutralisiert werden, wobei nach älteren Reinigungssystemen sich daran Belüftung und Absetzung des ausgeschiedenen Eisenhydroxydes anschliessen. Zur Neutralisierung können alle Laugen, aber eventuell auch Alkalikarbonate Verwendung finden. Nach neueren Verfahren gewinnt man bei der Neutralisation Ferrosulfate, Ammonsalze und Eisenrot, Restsäure zur Wiederverwendung als Beize und anderes mehr.

*

Nach den hier kurz skizzierten Beispielen industrieller Abwasserreinigung könnte der Schluss gezogen werden, dass bei unseren schweizerischen Industriebetrieben im Hinblick auf den Gewässerschutz alles in bester Ordnung sei, da ja für ein bestimmtes Abwasser auch das adäquate Reinigungsverfahren zur Verfügung stehe. Leider sieht es in der Praxis öfters etwas anders aus. So hat die technische Verwirklichung der Reinigungsverfahren für gewerblich-industrielle Abwässer mit der grossen, durch die Hochkonjunktur bedingten wirtschaftlichen Entwicklung nicht Schritt gehalten. Im Gegensatz zu den Brauchwasserversorgungsanlagen, welche Industrie und Gewerbe seit jeher als unbedingt zum Betrieb gehörend betrachteten, wird noch heute die Schaffung von Abwasserreinigungsanlagen für die im Betrieb entstehenden Abwässer als lästige Auflage zur Erfüllung gesetzlicher Bestimmungen oder polizeilicher Verordnungen empfunden. Realisierungen auf diesem Sektor erfolgen meist nur auf besonderen Druck hin. Diese Denkart dürfte zum mindesten entschuldbar sein, wenn man bedenkt, dass im Gegensatz zu häuslichen Abwässern bei den Industrieabwässern die Erstellungs- und Betriebskosten sich nicht auf die Gesamtheit eines Kollektivs verteilen, sondern vom einzelnen Unternehmen aufzubringen und dadurch auch die Produktionskosten für die in der Firma hergestellten Artikel einer dauernden finanziellen Belastung unterworfen sind.

Die Folgeerscheinungen der Einleitung industrieller Abwässer in die Gewässer sind indessen so gravierend, dass diese Misstände schnellstens unterbunden werden sollten. Täglich erfährt man durch die Presse von solchen Vergehen, welche in Bächen und Flüssen Sauerstoffschwund, Fäulnis, Vergiftung der Wasserfauna, insbesondere der Fische, Fischkrankheiten, qualitative Verminderung des Fischfleisches infolge Geschmacksveränderung und anderes mehr zur Folge haben. Viele Abwässerlieferanten sind der irrigen Auffassung, dass durch Verdünnung giftiger Flüssigkeiten deren Toxizität unter die Vergiftungsschwelle sinke, somit der Wasserfauna nicht mehr gefährlich werden könne. Wie die Erfahrung gezeigt hat, spielt nicht nur der mg-Gehalt pro Liter die entscheidende Rolle, sondern auch dessen Kumulativwerte pro Tag.

Wie wir schon vorgängig kurz angedeutet haben, unterscheiden sich die in Oberflächengewässer eingeleiteten Industrieabwässer nach Konzentration und Charakter sehr stark voneinander. Abwässer der Nahrungs- und Genussmittelindustrie ziehen in der Regel eine Verpilzung nach sich, können aber auch durch Beigabe von Desinfektionsmitteln, zum Beispiel bei der Flaschenreinigung in Mineralwasserbetrieben, durch Nikotin bei der Tabakfabrikation toxisch wirken. Gleichermassen gefährlich sind die in der Textilindustrie Verwendung findenden Laugen, Farbstoffe, Kunstharzemulsionen, Paraffine, Metallsalze, Chlor, Chlorit, Nitrit usw. Die sich bei der chemischen Reinigung von Bekleidung und Wäsche bildenden Rückstände enthalten chlorierten Kohlenwasserstoff (Trichloräthylen). Die aus der Papierindustrie anfallenden Sulfitlaugen begünstigen die Verpilzung der Gewässer. Gerberei und Lederindustrie geben ammoniak-, chlor- und schwefelhaltige Abwässer ab, während das graphische Gewerbe, speziell im Tiefdruck (Verkupfern, Verchromen), sehr giftige Abwässer erzeugt; ihre Reinigungsmittel können im betrieblichen Benzinabscheider nur bei äusserst sorgfältiger Wartung zurückbehalten werden. Beim Vulkanisierprozess in der Kautschukindustrie wird ebenfalls sehr giftiges Abwasser produziert, desgleichen im Chemiesektor, wo Schwefelsäure, Detergentien, Abfallstoffe der Kosmetik- und der Schädlingsbekämpfungsmittelabteilung anfallen. Neben den Beizen und Säuren, Zyansalzen und Nitritbädern des Metalle herstellenden und bearbeitenden Industriezweiges stellen auch die alkalischen Lösungsmittel, das Perchloräthylen usw. für Vorfluter eine bedeutende Bedrohung dar, desgleichen Teer und Karbolsäure, welche als Begleitprodukte in der Energieproduktion, zum Beispiel bei Gaswerken, in Erscheinung treten.

Stark organische Abwässer, zum Beispiel aus Schlachthäusern, Molkereien, Gerbereien, Lederfabriken, Leimsiedereien, Margarinefabriken, Brauereien, Brennereien, Hefe-, Stärke- und Zuckerfabriken, mit ihren hohen Gehalten an Eiweissverbindungen, Kohlehydraten und Nährsalzen, bilden anderseits zusammen mit ebenfalls in Oberflächengewässer eingeleiteten häuslichen Abwässern einen vorzüglichen Nährboden für pathogene Keime. So gelangten früher zum Beispiel sehr widerstandsfähige Milzbrandsporen aus Gerbereien, insbesondere von Häuten aus aussereuropäischen, keiner viehseuchenhygienischen Gesetzgebung unterstehenden Ländern, bei Ueberschwemmungen auf uferanliegende Wiesen und infizierten dort das Vieh.

Desgleichen erwachsen Wasserwerken, die sich aus Flusswasser alimentieren, infolge der durch industrielle und gewerbliche Abwässer verursachten Geschmacksveränderungen im Trinkwasser grosse Schwierigkeiten.

Baden in öffentlichen Gewässern kann durch in-

dustrielle Abwässer, insbesondere Oele, Fette und teerhaltige Stoffe, stark beeinträchtigt werden.

Spektakuläre Auswirkungen haben Einleitungen von Industriegiften auf die Fische. Die täglich sich ereignenden Fischsterben sind, wertmässig gesehen, vor allem durch solche Gifte bedingt. Fischsterben müssen aber auch als Alarmsignal für die menschliche Trinkwasserversorgung gewertet werden. Zu den gefährlichsten Giften gehören Blausäure und deren Verbindungen, die Cyanide, welche sich bei einer Dosis von 0,06 bis 0,8 mg pro Kilo Lebendgewicht auf Fische tödlich auswirken. Saure Abwässer der metallverarbeitenden Industrien führen beim Fisch zur Säurekrankheit, Laugenabwässer der Textilindustrien zur Laugenkrankheit; die Letalitätsschwelle liegt einerseits zwischen pH 5,0 und 4,5, anderseits bei pH 9,2.

Die geschilderten negativen Auswirkungen der Einleitung industrieller Abwässer ohne vorherige Reinigung in einen Vorfluter dürften die Notwendigkeit ihrer anderweitigen Beseitigung aufgezeigt haben. Grundbedingung für die Aufnahme solcher Industrieabwässer in die Gemeindekanalisation ist indessen, dass diese die Behandlung städtischer und häuslicher Abwässer nicht stören oder gar verunmöglichen.

Industrielle, ungenügend vorgereinigte oder sonstwie vorbehandelte Abwässer können schon im städtischen Rohrnetz kritische Situationen herbeiführen. So werden häufig aus Zement bestehende Kanalisationsleitungen durch Abwässer aus Gerbereien, Papier- und Zellstoffabriken, Zuckerfabriken, Molkereien, Stärkefabriken, Sauerkrautfabriken, Beizereien und Pulverfabriken angegriffen und stark zerfressen.

Die Abwässer aus Wäschereien oder Zellstoffabriken können freies Chlor, Chlorkalk oder auch schweflige Säure enthalten.

Rohrleitungen aus Kunststoffen sind gegen alle im Abwasser vorkommenden Salze, Säuren und Alkalien beständig, unbeständig jedoch gegenüber Lösungsmitteln wie Ketonen, Estern, Chlorkohlenwasserstoffen, Benzol und andern Aromaten, Treibstoffgemischen und Aether.

Um Versickerungen schädlicher Stoffe infolge Undichtigkeit der Abwasserleitungen innerhalb und ausserhalb des Industriegeländes zu verhindern, ist eine gute Abdichtung solcher Röhren durch Kunstharzkitte, Asphalt, Asbest, Hartgummi usw., durch Spachteln mit Kunstharz oder auch durch Lehmummantelung dringend notwendig. Nichtbeachtung dieser Vorschriften kann Zerstörungen des Baugrundes und anderweitige Verseuchung des Untergrundes verursachen.

In manchen städtischen polizeilichen Vorschriften, das heisst Kanalisationsreglementen, ist heute das Ablassen von Oelen und Fetten, saurem Abwasser, freien Säuren, stark alkalisch wirkenden Stoffen in grossen Mengen, bestimmten Salzen in hohen Konzentrationen, von festen Stoffen, die zur Versandung, Verschlammung oder gar Verstopfung der Leitungen führen können, von stark giftigen und zerknallfähigen Stoffen beziehungsweise Gasen, die in Mischung mit Kanalluft explosiv sind und die das Leben der Kanalarbeiter und den Bestand dieser Kanäle selbst oder andere Betriebe gefährden oder zu Geruchsbelästigungen führen können, verboten.

Da eine Erwärmung der häuslichen Abwässer in den Kanalisationen die Rohrdichtungen beeinträchtigt, zu einem schnelleren Verlauf der Zersetzungsvorgänge führt und explosive Benzin-Luft-Dampf-Gemische verursachen kann, soll die Temperatur des abgestossenen Industrieabwassers nicht über 30 Grad Celsius liegen. Abwässer mit hohen Gehalten an Krankheitserregern sollten mit Rücksicht auf die Kanalisationsarbeiter vorgängig sterilisiert werden.

Alle sperrigen Stoffe wie Wolle, Lumpen, Holzabfälle, Drahtresten, Schlacken, Haare und Kalkschlämme aus Gerbereien, Cellulosefasern usw. sind schon in der Fabrik durch Siebvorrichtungen oder Absetzbecken aus dem Abwasser zu entfernen. Alle leicht absetzbaren Bestandteile, wie Sand und Kohle, feiner Schleifsand aus Glasschleifereien, ferner Kaolin, verursachen Ablagerungen in den Kanalisationen, die immer mehr anwachsen und dadurch die Kanäle verstopfen und ausserdem die Kanalwandungen durchscheuern; auch sie sind zu eliminieren.

Aehnliche Folgen zeitigen fett-, öl- und teerhaltige Abwässer, deren Abfallstoffe sich ebenfalls an den Wandungen der Kanäle festsetzen, dadurch den Kanalquerschnitt verringern und so allmählich zu schwer zu beseitigenden Verstopfungen führen. Ausserdem stören öl- und fetthaltige Abwässer sehr stark die mechanische und biologische Weiterbehandlung des städtischen Abwassers, speziell bei den Tropfkörpern und der Schlammbehandlung.

Solche Stoffe sind schon vorher in den Betrieben durch Oel- und Fettabscheider zurückzuhalten, um, wenn immer möglich, nach erfolgter Regeneration wieder weiterverwendet zu werden. Sogar aus wirtschaftlichen Gründen dürfte sich eine solche Wiedergewinnung im Werk selber empfehlen.

In den bisherigen Ausführungen wurden schon kurz die Detergentien gestreift. Detergentien sind oberflächenaktive Stoffe, die auf Grund ihrer Fähigkeit, Wasser zu «entspannen», Pigmente zu dispergieren, Fette zu emulgieren usw. in der Lage sind, Schmutzpartikel von der Oberfläche anderer Stoffe, zum Beispiel Textilien, Geschirr usw. abzulösen, und diese dadurch zu reinigen.

Noch in den dreissiger Jahren stellte die Seife praktisch die Basis aller Waschmittel dar. Kurz vor dem Krieg setzte dann die Herstellung der synthetischen Waschmittel ein; ihre ersten Vertreter von Bedeutung waren die Fettalkoholsulfate, zu deren Produktion man natürliche Fette und Oele, vorwiegend Kokosöl, verwendete. Da diese aber mehr und mehr vom Ernährungssektor beansprucht wurden, suchte man nach neuen Rohstoffquellen und fand sie vorerst in Nebenprodukten der Steinkohlenindu-

strie und später in der Petrochemie. Heute wird der überwiegende Teil der synthetischen Waschrohstoffe aus Produkten der Erdölindustrie, zum Beispiel Abfallfetten, gewonnen.

Seife wird, sobald sie ins Abwasser gelangt, in kürzester Zeit in Form unlöslicher Kalkseife ausgeschieden; zusätzlich kann ein biologischer Abbau erfolgen, und zwar durch Mikroorganismen, die in jedem Abwasser in ungeheurer Zahl vorhanden sind. Dies trifft auch für eine ganze Reihe synthetischer, waschaktiver Substanzen zu, wie sie zum Beispiel bei Fettalkoholen, Sulfaten, Fettsäurekondensaten usw. vorliegen. Die bisher vorwiegend benützten «harten» Detergentien lassen sich nur sehr langsam abbauen, bei Alkylbenzolsulfonaten erscheint ein solcher Abbau innert nützlicher Frist überhaupt nicht möglich. Sie verlassen nach Durchlaufen des ganzen Reinigungsprozesses eine mechanisch-biologische Kläranlage praktisch unverändert.

Obschon die Detergentien mengenmässig weniger als 1 Prozent der Gesamtschmutzbelastung eines Abwassers ausmachen, können sie infolge starker Schaumerzeugung zu Störungen Anlass geben. So kann es in regenarmen Zeiten bei Wehren und Schleusen zu meterhohen Schaumbildungen kommen; in Deutschland führte dies sogar zu ernsthaften Störungen der Schiffahrt. Ungünstig wirkt sich der Schaum jedoch auch auf die Funktion von Abwasserreinigungsanlagen aus durch ungünstige Beeinflussung des Sedimentationsvorganges und des Sauerstoffaustausches.

Die Schwierigkeiten, welche die schwer abbaubaren «harten» Detergentien den Wasser- und Abwasserfachleuten bereiteten, führten schliesslich zur Entwicklung neuer, biologisch leicht abbaubarer Produkte. Während der Abbaugrad der früheren Artikel bei 25 bis 30 Prozent lag, zeigen die neuen, «weichen» Waschrohstoffe einen Abbaugrad von 80 bis 90 Prozent. In der Schweiz können heute Wasch- und Reinigungsmittel auf ihre Abbaubarkeit geprüft und mit einem EMPA-Attest versehen werden. Noch unabgeklärt bleibt hingegen der Grad der Giftigkeit der neuen Produkte.

Neben den eigentlichen waschaktiven Substanzen, die chemische Verbindungen organischer Natur darstellen, enthalten die modernen Waschmittel beträchtliche Mengen anorganischer, das heisst mineralischer Komponenten, nämlich die Phosphate. Diese machen bei den Waschprozeduren den störenden Kalk des Leitungswassers unschädlich. Der Phosphatgehalt der Waschmittel beträgt zwischen 20 und 40 Prozent. Phosphate tragen daher dazu bei, unsere Gewässer zu eutrophieren. Sie sind deshalb vor allem den Seen fernzuhalten, was, allerdings mit beträchtlichen Betriebskosten, durch Einführung der dritten, chemischen Reinigungsstufe in den zentralen Abwasserreinigungsanlagen erreicht werden kann.

*

Auch in der Schweiz entspricht es einem dringenden Bedürfnis, über möglichst einheitliche Richtlinien zu verfügen, in denen die Anforderungen festgelegt sind, die an die Beschaffenheit der in die Gewässer abzuleitenden Abwässer gestellt werden sollen.

Gemäss Artikel 3 des Bundesgesetzes vom 16. März 1955 über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung dürfen Abwässer jeder Art aus Kanalisationen von Ortschaften, aus Wohn-, Unterkunfts- und Arbeitsstätten, Fabriken, gewerblichen und landwirtschaftlichen Betrieben, Schiffen oder anderswoher nur mit Bewilligung des Kantons mittelbar oder unmittelbar in Gewässer eingeleitet werden. An die Erteilung der Bewilligung haben die Kantone, wo die Art der Abgänge dies erfordert, die notwendigen Bedingungen und Auflagen zu knüpfen, um einen hinreichenden Schutz des Gewässers gegen Verunreinigung dauernd zu gewährleisten. In den an die Einleitungsbewilligung zu knüpfenden Bedingungen ist insbesondere der Reinheitsgrad der Abwässer vorzuschreiben, damit die in Artikel 2 des Gewässerschutzgesetzes genannten Zwecke, denen die ober- und unterirdischen Gewässer zu genügen haben, erfüllt sind.

Leider fehlen bisher einheitliche Richtlinien über die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer, auf die sich die Kantone bei der Umschreibung der zu stellenden Bedingungen hätten stützen können.

Aus diesem Grund hat eine von der Konferenz kantonaler Gewässerschutzlimnologen eingesetzte Arbeitsgruppe unter Mitwirkung des Eidgenössischen Gewässerschutzamtes und der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz «Richtlinien über die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer» ausgearbeitet, die am 1. September 1966 vom Eidgenössischen Departement des Innern auf Grund von Artikel 4 der Vollziehungsverordnung vom 28. Dezember 1956 zum Gewässerschutzgesetz herausgegeben wurden.

Diese Richtlinien umschreiben die allgemeinen und besonderen Anforderungen für Abwassereinleitungen in einen Vorfluter einerseits und in ein kommunales oder privates Kanalisationsnetz anderseits, sofern eine mechanisch-biologische Reinigungsanlage angeschlossen ist.

Dabei wurden folgende Richtwerte berücksichtigt: Temperatur, Geruch, Farbe, Durchsichtigkeit, Toxizität, Salzgehalt, gesamte ungelöste Stoffe, absetzbare Stoffe, Fäulnisfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoff, BSB_5, Kaliumpermanganatverbrauch, Aluminium, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Chrom III und IV, Eisen, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Silber, Zink, Zinn, Aktivchlor, Ammoniak, Cyanide, Fluoride, Nitrate, Nitrite, Sulfide, Sulfite, wasserdampfflüchtige Phenole, Speisefette und Oele, organische Lösungsmittel, Kohlenwasserstoffe (das heisst Benzin, Mineral- und Dieselöle usw.), freie Säuren und freie Basen, Phosphate, Detergentien, radioaktive Substanzen, Merkaptane.

Spezielle Grenzwerte wurden ausgearbeitet für Abwässer aus Metallindustrien, Brennereien, Mostereien, Brauereien und Mälzereien, Hefefabriken, lebensmittelverarbeitenden Betrieben, Papier- und

Cellulosefabriken, Textilindustrien, Gerbereien sowie Erdölraffinerien.

Die sich auf die Probenahme und die Normung der Wasseruntersuchungsmethoden einerseits und die ingenieurtechnischen Anleitungen anderseits beziehenden Teile einer gesamtschweizerischen Gewässerreinhalteordnung stehen in Bearbeitung und werden in absehbarer Zeit ebenfalls zur Verfügung gestellt werden können.

Den vorliegenden Richtlinien kommt einstweilen vorläufiger Charakter zu; es ist beabsichtigt, während zwei bis drei Jahren über deren Eignung und Anwendbarkeit Erfahrungen zu sammeln. Dabei sollen nicht nur von den zuständigen kantonalen Amtsstellen, sondern auch von der Industrie, vor allem von Kreisen, die mit der Verfahrenstechnik vertraut sind, Anregungen entgegengenommen werden. Nach Ablauf dieser Probezeit sollen die Richtlinien auf Grund von Erkundigungen und unter Berücksichtigung eingegangener Vorschläge bereinigt und die erwähnte umfassende Gewässerreinhalteordnung erlassen werden.

*

Die Schwierigkeiten der Reinigung industrieller Abwässer, zusammen mit häuslichen Abwässern, in zentralen Abwasserreinigungsanlagen führen mehr und mehr zur Wiederverwendung solcher Abfallstoffe im innerbetrieblichen Kreislauf.

Grosse Mengen im Betrieb gebrauchten Wassers werden während des Fabrikationsganges gar nicht oder dann nur teilweise durch ungelöste mineralische Stoffe verschmutzt; letztere lassen sich übrigens leicht durch Absetzbecken oder Filter abscheiden. Es bestehen in solchen Fällen keine Bedenken, das Betriebswasser zur Entlastung der Wasserförderung in den Fabrikationsprozess zurückzunehmen und direkt wieder zu verwenden. Dies trifft vor allem für die oft grossen Mengen an Kühlwasser zu, die lediglich einer Kühlung in Kühltürmen oder Kühlteichen bedürfen. Die dabei durch Verdunstung auftretenden Verluste zwingen dazu, das Gesamtwasservolumen durch zuzusetzendes Frischwasser kontinuierlich zu erneuern.

Es besteht zudem die Möglichkeit, durch eine Wiedergewinnung verwertbarer Stoffe die innerbetriebliche Abwasserfrage zu vereinfachen. So können in Wasserkreislaufsystemen Kläranlagen zwischengeschaltet werden. Grosse Fortschritte sind in dieser Beziehung in der Zellstoff- und Zuckerindustrie, bei der Erzaufbereitung und anderswo erzielt worden. Verwertbare Abwasserbestandteile können an der Anfallstelle zurückgewonnen werden, so zum Beispiel Phenol aus den Gas-, Schwell- und Hydrierwässern, Säuren bei der Raffination der Säureharze, Nickel, Kupfer, Zinksalze, Chromsäure in der Galvanotechnik, Eisensalze und Säuren in der Beizerei.

Die Wiederverwendung nach Reinigung in Absetzbecken oder Teichen wird angewandt bei Papierfabrikabwässern, bei denen neben dem Abwasser selbst die abgefangenen Faserstoffe und das Kaolin zur Herstellung minderwertiger Papiersorten weiterverwendet werden können. Grosse Wassermengen werden in den Zuckerfabriken durch das Rücknahmeverfahren gespart, seitdem man gelernt hat, durch eine genügend starke Chlorung die organisch verschmutzten Abwässer längere Zeit frisch zu erhalten.

Durch Vervollkommnung der betrieblichen Apparaturen, Zwischenschaltung von Vakuum- oder Filterpressen, Zyklonen, Eindampfanlagen liessen sich heute oft mühelos mit sehr geringen Kosten viele wertvolle Stoffe zurückgewinnen, die bisher dem Betrieb verlorengingen und unnötig den Vorfluter belästigten.

Eine ganze Reihe von organischen Abfallstoffen eignet sich zur Gewinnung von brennbarem Gas (Methan) durch Ausfaulenlassen. Besonders viele organisch verschmutzte Abwässer, vor allem aus Brennereien, Strohpappefabriken, Stärkefabriken, Molkereien, deren Reinigung auf aerobem Weg oder mit den sonst üblichen Reinigungsverfahren Schwierigkeiten bereitet, lassen sich so in einer anaeroben Vorbehandlung durch Ausfaulung aufbereiten.

Durch derartige Kreisläufe und Wiederverwendung von Abwässern werden nicht nur die Menge und damit die Kosten für das anzufordernde oder aus dem Leitungsnetz zu entnehmende Gebrauchswasser geringer, sondern es ist auch die in der Folge im Werk anfallende Abwassermenge bedeutend kleiner und ihre Reinigung viel leichter.

*

Nicht nur die Beseitigung flüssiger Abwässer bereitet den Industrien grosse Sorgen. Eine fast unübersehbare Menge der verschiedenartigsten Stoffe in fester oder schlammartiger Form fällt daneben täglich in den einzelnen Fabrikbetrieben an, Stoffe, die weder in den Fabrikationsvorgang zurückgeführt noch anderweitig verwertet werden können.

Versuchte man diese Industrieabfälle zuerst, in gleicher Weise wie die häuslichen Abfälle, auf offenem Gelände abzulagern, so zeigten sich bald darauf ernsthafte Schäden, einerseits durch die Verunreinigung des Grundwassers, anderseits durch eine Verschandelung bevorzugter Landschaften. Rauchplage, Brandgefahr, Insekten- und Rattenplage waren vielerorts die Folgen solcher wilder Deponien.

In England fand man schon frühzeitig eine Lösung dieses Problems in der sogenannten «geordneten» Deponie, welche in der Auffüllung vertieften Geländes mittels übereinandergelagerter Schichten unsortierten, frischen Hausmülls, mit nachfolgender Zusammenpressung durch Raupenschlepper und schliesslich Ueberdeckung durch mineralisches Material (Aushub, Erde) besteht. Dadurch werden jeweils auf zuvor brachliegenden Böden Baugründe für die Errichtung von Sportplätzen, Stadions usw. gewonnen.

Die Beseitigung von Klärschlamm hat in neuerer Zeit ebenfalls dringliche Bedeutung erlangt. Klärschlamm mit 95 Prozent Wassergehalt fällt täglich in Mengen von 18 bis 25 Liter pro angeschlossenen

Einwohner in kommunalen Kläranlagen an. Fand der ausgefaulte Schlamm lange Zeit im Pflanzenbau leichten Absatz, so haben sich heutzutage für die Ausbringung dieses Abfallstoffes beträchtliche Schwierigkeiten ergeben. Neue Wege für die Beseitigung von Hausmüll und Schlamm sind einerseits in deren gemeinsamer Kompostierung, anderseits in ihrer Verbrennung gefunden worden. Vielfach schliessen sich neuerdings Gemeinden einer ganzen Region zur Errichtung zentraler Müll- und Klärschlammaufbereitungsanlagen zusammen.

Die Beseitigung fester und schlammförmiger Abgänge aus Industrie und Gewerbe begegnet noch weit grösseren Schwierigkeiten. Auf Grund der ausgeprägten Heterogenität in chemischer und physikalischer Hinsicht können industrielle Abfälle nach den üblichen Methoden, wie Ablagerung, Verbrennung oder Kompostierung, nicht in befriedigender Weise beseitigt werden. Es empfiehlt sich für sie daher eine gesonderte Behandlung.

Bei den festen Abgängen aus der Industrie unterscheidet man zwischen Industriemüll, das heisst Abfällen allgemeiner Art, und eigentlichen betriebsspezifischen Abfällen. Darunter versteht man alle in Gewerbe und Industriebetrieben bei der Verarbeitung der Grundstoffe zu Fertigfabrikaten anfallenden festen und schlammförmigen Rückstände, ferner verdorbene Rohware und nicht verwertbare Ausschussware, Abfallgebinde mit Chemikalienresten und Rückständen bei der Industrieabwasserbehandlung, zum Beispiel Schlamm aus Neutralisations- und Entgiftungsanlagen.

Bei diesen Abfällen muss von Fall zu Fall geprüft werden, welcher Weg der Beseitigung der zweckmässigste ist. Mit der geordneten Deponie können ohne weiteres anorganische, weitgehend wasserunlösliche Abfälle sowie solche mit müllnahem Charakter beseitigt werden. In konventionellen Müllverbrennungsanlagen lässt sich eine grosse Zahl verschiedenartiger Industrieabfälle verarbeiten, insbesondere dann, wenn ein überwiegender Anteil von Hausmüll als Trägersubstanz zur Verfügung steht. Manche Industrieabfälle neigen jedoch bei den in Verbrennungsanlagen üblichen Brenntemperaturen von 800 bis 1000 Grad Celsius zur Versinterung und erschweren dadurch den Betrieb. Andere Abfallstoffe, insbesondere schlammartige Rückstände aus Neutralisations- und Entgiftungsanlagen, sind nicht geeignet, in den bei der Müllverbrennung üblichen Rostöfen verarbeitet zu werden. Um sie in eine möglichst wasserunlösliche und damit deponierbare Form überzuführen, sollten sie versintert werden können. Dafür reicht jedoch die Brenntemperatur der konventionellen Müllöfen nicht aus. Spezielle Verbrennungsaggregate ohne Rost nach Art der Muffelöfen mit Brenntemperaturen von 1300 bis 1500 Grad Celsius stehen dafür heute in Entwicklung.

Eine gesonderte Behandlung erfordern auch ölhaltige Stoffe, wie zum Beispiel Abfallöle, schlammartige, bei der periodischen Oeltankreinigung anfallende Oelrückstände, sowie die in Mineralölabscheidern entstehenden Oelsandschlämme und die aufgerahmten Oele. Lassen sich Abfallöle und in Abscheidern aufgerahmte Oele ohne besondere Schwierigkeiten verdüsen und verbrennen, so versagt diese Methode bei der Unschädlichmachung der Oelschlämme aus der Tankreinigung, insbesondere aber der in den Abscheidern sich bildenden Oelsandschlämme. In neuerer Zeit ist es der Aufbereitungstechnik gelungen, auch für diese Stoffe zweckdienliche Brennkammern ohne Rost zu entwickeln.

Prinzipiell lassen sich auch organische Industrieabfälle mit Hilfe der Kompostierung in unschädliche, humifizierte Form überführen, unter der Voraussetzung, dass sie biologisch abbaubar sind und keine eigentlichen Giftstoffe enthalten. Es betrifft dies insbesondere die Abfälle der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, der Pflanzen- und Tierabfälle verarbeitenden Industrie, der Holz-, Zellstoff- und Papierindustrie sowie der Textil-, Leder-, Leim- und Gelatineindustrie. Gegebenenfalls müssen die betreffenden Abfälle vorbehandelt werden, zum Beispiel durch Entwässerung, Zerkleinerung und Neutralisierung, oder ein Zusatz von Nährstoffen, NPK, muss gemacht werden.

Diese Abfälle werden zweckmässigerweise mit Hausmüll zusammen in kommunalen Kompostwerken mitverarbeitet.

Bei der Beseitigung von Industrieabfällen stehen Probleme des Gewässerschutzes und Fragen der Lufthygiene in enger Interdependenz. Von grosser Bedeutung sind in diesem Zusammenhang unter anderem die in einer Industrieregion bestehenden orographischen Verhältnisse, die vorherrschenden Windrichtungen usw., denen zufolge ein mehr oder weniger grosser Anteil der anfallenden Abfälle verbrannt werden kann oder anderweitig beseitigt werden muss. Speziell bei der chemischen Industrie, aber auch bei der Seifenproduktion und in andern Sektoren können bei schwacher Windzirkulation in einer Industriestadt die Wohnquartiere durch Geruchstoffe in untragbarer Weise belästigt werden.

Kehricht und Industrieabfalldeponien geraten durch die Expansion der städtischen Agglomeration rasch in den Einzugsbereich der Wohngebiete und müssen nach relativ kurzer Zeit wieder aufgehoben werden, weil oft bei nicht sachgemässer Ablagerung Ratten- und Fliegenplage oder Rauch- und Geruchbelästigung zu Klagen führen. Gebiete mit Kehrichtablagerungen werden neu der Wasserversorgung erschlossen, was die Gefährdung bisher ungenutzter Grundwasserreserven plötzlich aktualisiert.

*

Aus den geschilderten Verhältnissen dürfte deutlich hervorgehen, dass technische und wirtschaftliche Gründe heute zwingend regionales Denken und Planen bei der Beseitigung fester und flüssiger Abfallstoffe voraussetzen. Aus diesem Grunde haben sich in

der Schweiz in den letzten Jahren zahlreiche Zweckverbände gebildet, wobei jeweils mehrere Gemeinden gemeinsam Anlagen für Abwasserreinigung und Aufbereitung fester Abfälle erstellen und betreiben.

Angesichts des Umstandes, dass heute der Hauskehricht nur noch einen Teil der zu beseitigenden Stoffe darstellt, muss auch die technische Disposition sowohl der Verbrennung als auch der Kompostierung geändert werden. So ist die Forderung zu erheben, dass in einer Verbrennungsanlage auch die grossen Sperrgüter, ferner die schlammförmigen Abgänge sowie möglichst viele Industrieabfälle beseitigt werden können. Falls es sich dabei um flüssige, hochexplosive Stoffe handelt, sind dafür Spezialbrenner vorzusehen.

*

Abschliessend möchten wir dafür plädieren, dass auch die Industrie selbst bei der Bearbeitung neuer Projekte auf dem Abwasser-, Abfall- und Abluftsektor tatkräftig mithilft. Nur durch intensive gemeinsame Forschungsarbeit, an der sich die Industrie an bevorzugter Stelle beteiligen muss, wird es möglich sein, auf diesem Gebiet die noch bestehenden Lücken zu schliessen.

In Amerika haben sich auf Grund des sehr scharfen Gesetzes Nr. 845, welches die Reinhaltung der Flüsse zum Ziel hat, die einzelnen Industriezweige wie zum Beispiel Textil-, Zellstoff-, Nahrungsmittelfabriken, Molkereien usw. zu Forschungsgemeinschaften (River Boards) zusammengeschlossen, die unter Zurverfügungstellung bedeutender Geldmittel systematisch nach den besten Verfahren zur Reinigung der in ihren Betrieben anfallenden Abwässer suchen.

In Deutschland arbeiten seit längerer Zeit Emschergenossenschaft, Lippeverband, Ruhrverband an dieser Aufgabe; auch hat sich beim Bund der deutschen Industrie ein Ausschuss für Wasser- und Abwasserfragen gebildet. In gleicher Weise ist bei der Abwassertechnischen Vereinigung und bei der Fachgruppe Wasserchemie der deutschen Chemiker ein besonderer Ausschuss für Probleme der industriellen und gewerblichen Abwässer gebildet worden.

Bei uns in der Schweiz ist es vor allem die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, unter der Direktion von Prof. Dr. O. Jaag, die sich mit einschlägigen Wasserfragen befasst, auch verschiedene schweizerische Organisationen wie zum Beispiel die Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL), der Verband schweizerischer Abwasserfachleute, der Schweizerische Verein von Gas- und Wasserfachmännern und andere Institutionen haben sich diesem Tätigkeitsgebiet zugewandt.

Sollen auf dem Gebiet des Gewässerschutzes, wie übrigens auch der Lufthygiene, gute Lösungen erreicht werden, so ist die intensive Mitarbeit industrieller Kreise dringend notwendig, denn nur der Industriefachmann selbst kennt seinen Betrieb, weiss genau über Art und Menge der anfallenden Abgänge Bescheid. Seine Aufgabe wird es auch sein, zur Schonung der Brauchwasserreserven die Wiederverwendung der gereinigten Abwässer im Betrieb genauestens zu studieren und vollinterne Kreisläufe möglichst umgehend zu realisieren.

Der Einfluss von Transportkosten des Mülls auf Grösse und Standort der Müllverbrennungsanlagen

Von F. C. Wüthrich, dipl. Ing. ETH, SIA, Zürich

1. *Zweck des Aufsatzes*

In der Zeitschrift «Plan», März/April 1966, hat dipl. Ing. ETH *P. J. Guha*, Zürich, einen Aufsatz, betitelt «Optimaler Standort für Abfallbeseitigungsanlagen aus der Sicht der Mülltransportkosten», publiziert. Wir halten den Aufsatz für verdienstlich. Trotzdem müssen wir — damit keine unrichtigen Vorstellungen sich allgemein verbreiten, was auf dem Müllbeseitigungsgebiet hin und wieder passiert — die Angaben von Guha in einigen Punkten berichtigen, in andern ergänzen.

Zur Frage der Transportkosten liegt ferner ein ausgezeichneter Aufsatz von *Heinrich Erhard* vor («Der Städtetag», 5/1966), auf den wir aufmerksam machen und an den wir uns in einigen Punkten anlehnen.

Weiter weisen wir auf die kürzlich erschienenen Publikationen von *Helmut Orth*, Ing. VDE, im bekannten Handbuch über «Müll- und Abfallbeseitigung» hin, betreffend Müllfahrzeuge (Abschnitte 2210/15, 2220, 2231/32).

Nun ist der Zweck unseres Aufsatzes fünffacher Art, nämlich:

1.1 Wir möchten betonen, dass die sogenannten *Transportkosten* des Mülls *nicht das ausschlaggebende Kostenelement* bei der Bestimmung von Standort und Grösse einer Müllverbrennungsanlage (MVA) sind. (Statt Grösse kann man auch sagen Kapazität oder installierte Leistung. Wir ziehen, in Anlehnung an den Sprachgebrauch bei Kraftwerken, den Ausdruck «installierte Leistung» vor.) Die Transportkosten, wir nennen sie lieber Zufuhrkosten (ZK), sind nur eines der zu berücksichtigenden Kostenelemente, denn die Bestimmung von Leistung und Standort einer MVA ist eine *kom-*