

## Spezielle Probleme der industriellen Abwassertechnologie

*Hochschulprofessor Dr. Adolf Cerny*

Die Abwässer industrieller Betriebe unterscheiden sich von den häuslichen Abwässern — die einen bekannten Typus darstellen — vor allem durch die nach Art der Produktion sehr verschiedene Beschaffenheit besonders durch ihre chemische Zusammensetzung. Das Gesamtabwasser einer Fabrik setzt sich oft aus recht verschiedenartigen Abwasserkomponenten der einzelnen Teilbetriebe zusammen, wobei der Abfluß dieser Teilabwässer meist nicht kontinuierlich, sondern stoßweise erfolgt.

Bei der Planung von Reinigungsmaßnahmen für die Abwässer solcher Industriebetriebe ist es daher unerlässlich, zunächst alle diese Teilabwässer sowohl in Bezug auf ihren zeitlichen und mengenmäßigen Anfall als auch hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit zu erfassen. Dies ist die Aufgabe des technologischen Chemikers, der sich hiebei verschiedener Testmethoden zur Kennzeichnung des untersuchten Abwassers bedient. In Fällen, wo giftig wirkende Stoffe im Abwasser festgestellt werden, sind auch noch biologische Prüfungsteste notwendig, um die Grenzwerte für die Zulässigkeit bei Einleitung solcher Abwässer in einen Vorfluter festzustellen. Damit befaßt sich der Hydrobiologe.

Unter den verschiedenen chemischen Prüfungsmethoden spielen der Kaliumpermanganatverbrauch und der (meist fünftägige) biochemische Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>) eine besondere, weitverbreitete Rolle. Werden diese Prüfungsteste kritiklos angewendet, kommt man vielfach zu Fehlschlüssen. Der Kaliumpermanganatverbrauch wird allgemein als ein Maß für die Belastung eines Wassers mit organischer Substanz betrachtet. Der biochemische Sauerstoffbedarf hingegen gibt an, wieviel Sauerstoff die im Wasser enthaltene organische Substanz bei der bakteriellen Zersetzung in einer bestimmten Zeit und unter bestimmten Bedingungen verbraucht. Es hat sich nun gezeigt, daß manche organische Stoffe einen auffallend hohen Permanganatverbrauch haben, aber nur einen relativ geringen biochemischen Sauerstoffbedarf aufweisen. Zu diesen organischen Verbindungen gehört unter vielen anderen auch das ligninsulfosaure Calcium, das einen Hauptbestandteil der Sulfitablauge der Zellstofffabriken bildet. Solche Abwässer können daher nicht nach diesen Maßstäben bewertet werden.

Bezüglich des biochemischen Sauerstoffbedarfes wurde sowohl in den USA als auch in der Schweiz die Feststellung gemacht, daß der BSB allein als Maßstab für das biologische Geschehen im Vorfluter vielfach unzulänglich ist. Es hat sich nämlich ergeben, daß der Ablauf einer vollbiologischen Kläranlage unter Umständen einen höheren BSB aufwies, wenn das Abwasser besser gereinigt war. Man kam darauf, daß Betriebsleiter amerikanischer Klärwerke die Abwässer ihrer Anlage weniger gut reinigten, um bei der Kontrolle einen besseren Reinigungseffekt vorzutäuschen. Bei der Bewertung von Industrieabwässern bieten Kaliumpermanganatverbrauch und biochemischer Sauerstoffbedarf meist noch größere Schwierigkeiten, wenn man auf eine streng objektive Beurteilung Wert legt.

Viele Industriebetriebe erzeugen Abwässer, die hinsichtlich ihrer Belastung mit gärungs- oder fäulnisfähigen Stoffen den häuslichen Abwässern in mancher Beziehung ähnlich sind. Sie können deshalb in gewissen Fällen nach ähnlichen Reinigungsverfahren behandelt oder gemeinsam mit häuslichen Abwässern gereinigt werden.

Die Reinigungsstufen beziehen sich auf:

1. die mechanische Klärung — Sedimentation in Absetzbecken,
2. die biologische Teilreinigung — z. B. Kurzbehandlung mit Belebtschlamm,
3. die vollbiologische Reinigung — z. B. auf Tropfkörpern oder in Belebtschlammanlagen,
4. das Ausscheiden der Düngesalze — z. B. in Algenteichen oder Fischteichen.

Die düngende weiträumige Verregnung auf geeigneten landwirtschaftlichen Flächen, die verschiedenen Reinigungsstufen nachgeschaltet werden kann, bedingt nicht nur einen großen Geländebedarf, sondern meist auch hohe Investitionen und einen beträchtlichen Betriebsaufwand. Dieses Verfahren kann dort, wo die Bedingungen dafür günstig sind, bei richtiger Anwendung und zweckentsprechender Auswertung sehr wirtschaftlich werden, wenn sich die in Betracht kommenden Landwirte z. B. zu einer Abwassergenossenschaft zusammenschließen. Manche industrielle Abwässer kommen unter Umständen für eine solche Art der Verwertung in Frage.

Die nach dem obigen Schema zu erreichende Reinigungsstufe wird durch die Aufnahmefähigkeit des verfügbaren Vorfluters bestimmt, dessen Selbstreinigungsvermögen wohl ausgenützt, aber nicht überspannt werden soll.

Das Tropfkörper- und das Belebtschlammverfahren stellen im wesentlichen eine räumlich zusammengedrängte und zeitlich beschleunigte Nachahmung der biologischen Selbstreinigungsvorgänge in einem Flusse dar.

Im *Tropfkörper* rieselt das Abwasser über ein Brockenmaterial von großer Gesamtoberfläche, auf welcher sich der sogenannte biologische Rasen bildet, der aus Bakterien und Pilzen besteht, die aus dem Abwasser feinstverteilte organische Stoffe anlagern (adsorbieren) und durch biochemische Prozesse, deren Natur im einzelnen vielfach noch nicht genau bekannt ist, verarbeiten.

Im *Belebtschlammbecken* wird das Abwasser bei reichlicher Luftzufuhr durch seitlich an der Oberfläche angebrachte Bürstenwalzen etc. oder durch Preßluft in Bewegung gehalten. Dabei bilden sich Flocken von organischer Substanz, die von Bakterien besiedelt werden und organische Kolloide adsorbieren, die wie im Tropfkörper oxydativ biochemisch abgebaut werden. Wenn diese zweite Phase beendet ist — was meist einige Stunden dauert —, ist die belebte Schlammflocke regeneriert und zur weiteren Aufnahme organischer Substanz wieder befähigt. Der auf diese Weise gebildete Belebtschlamm wird in einem nachgeschalteten Absetzbecken gesammelt, ein Teil davon kann in den Zulauf zum Belebtschlammbecken zurückgepumpt werden.

Viele Industrieabwässer, die mit oxydierbaren organischen Stoffen beladen sind, haben eine zu hohe Konzentration, um direkt nach einem der vorgenannten Verfahren erfolgreich behandelt zu werden. Es ergibt sich die Notwendigkeit einer Vorreinigung, da man die sonst nötige Verdünnung durch Zusatz von Reinwasser vornehmen müßte, wobei die Ausmaße der Tropfkörper- oder Belebtschlammanlagen sehr große Dimensionen annehmen würden. Eine zweckmäßige Vorreinigung kann entweder durch Flocculation mittels chemischer Zusätze (Aluminium- oder Eisenverbindungen, Kalk usw.) oder durch einen Schnellfaulprozeß bewirkt werden. Welche Methode oder welche Modifikation derselben anzuwenden sich empfiehlt, muß im Einzelfalle nach sorgfältiger Prüfung der Sachlage durch den Abwassertechnologen entschieden werden. Ein schablonenhaftes Vorgehen ist bei Industrieabwässern oft von Mißerfolgen und Enttäuschungen begleitet, die meist mit hohen Kosten verbunden sind.

In sehr vielen Fällen erweist es sich als zweckmäßig, einzelne Teilabwässer eines Betriebes gesondert zu erfassen und zu behandeln, wobei es sich mitunter herausstellt, daß manche brauchbaren Stoffe, die sonst den Vorfluter nachteilig beeinflussen, zurückgewonnen werden können. Zuweilen ergibt eine für den Betrieb zweckentsprechende Änderung des Produktionsverfahrens die Möglichkeit, den Anfall von Abwässern ganz oder teilweise auszuschalten oder deren Qualität zu verbessern. Ebenso gelingt es mitunter, weniger stark belastete, aber in großer Menge anfallende Abwässer nach einer Zwischenreinigung im Kreislauf zu führen und damit Wasser zu sparen. Das ist in manchen Betrieben, die an Wasser-

mangel leiden oder einen hohen Wasserzins zahlen müssen, wirtschaftlich interessant.

Die eben aufgezeigten Probleme sollen an Hand einer Anzahl von konkreten Beispielen erörtert werden.

Es ist allgemein bekannt, daß zu den am schwierigsten zu behandelnden, in großen Mengen anfallenden und im Vorfluter sehr nachteilig wirkenden Abwässern die

### Sulfitablaugen der Zellstoffabriken

gehören. Die Tatsache, daß bei der Erzeugung von Zellulose rund die Hälfte des verarbeiteten Holzgewichtes in das Abwasser gelangt, bildete für die technologische Forschung immer einen Anreiz, nach Methoden für eine wirtschaftliche Verwertung der Abaugenstoffe zu suchen. Die Literatur darüber ist schier unerschöpflich, ebenso die Zahl der Patente, die für die verschiedensten Verfahren zur Abaugenverwertung in allen Kulturstaaten erteilt worden sind. Aber keines derselben konnte bisher eine einfache, radikale und wirtschaftlich zufriedenstellende Lösung des Sulfitablaugenproblems und damit der Abwasserfrage bringen.

Die Hauptbestandteile der Rohablauge nach dem Calciumbisulfitaufschluß sind das ligninsulfosaure Calcium und die Zuckerarten, vor allem die Pentosen und die Hexosen. Letztere lassen sich nach Vorbehandlung der Abauge zu Alkohol (Sulfitsprit) vergären, erstere ermöglichen durch Verhefung die Erzeugung von Futter- und Nährhefe. Bei diesen Prozessen verbleiben Schlempen als Abwasser, die unter anderem das gesamte ligninsulfosaure Calcium enthalten und in schwächeren Vorflutern arge Unzukömmlichkeiten hervorrufen, wenngleich das lästige Wachstum von Abwasserpilzen (*Sphaerotilus* usw.) infolge Wegfalles der Hauptmenge an Zuckern wesentlich zurückgeht.

Die Eindickung und Verbrennung von Sulfitablauge nach den Verfahren von *Ramén* oder *Rosenblad* kann nur für Betriebe mit großen Produktionsmengen in Betracht gezogen werden. Sie erfordert hohe Investitionskosten und arbeitet nur unter besonderen Umständen wirtschaftlich.

Man war und ist darum bestrebt, Methoden auszuarbeiten, die eine nutzbringende oder wirtschaftlich befriedigende Verwertung der Gesamttrockensubstanz der Sulfitablauge ermöglichen. So kam man neuerdings zu einer kritischen Beurteilung bereits früher prinzipiell bekannter Verfahren, um durch neue Forschungen zu praktisch brauchbaren Ergebnissen zu gelangen, die einen Massenverbrauch im Hinblick auf den enormen Anfall an Sulfitablaugensubstanz gewährleisten.

In dieser Hinsicht sind die in den allerletzten Jahren von der Chemische Werke Zell-Wildshausen GmbH. unter Mitwirkung der Laboratorien und des Forschungsstabes der Aschaffener Zellstoffwerke AG. betriebenen Forschungsarbeiten besonders beachtenswert.

Unter bedeutendem Kostenaufwand wurden zum Teil neue Wege beschritten, die insbesondere auf folgende Gebiete der Verwertung von Sulfitaubleage substanz ausgerichtet waren:

1. die Brikettierung von Steinkohle,
2. den Straßenbau,
3. die Zement- und Betonherstellung.

Zu 1): Die Brikettierung von Steinkohle wird bisher mit Steinkohlen-teerpech durchgeführt. Frühere Versuche, hierfür Sulfitaubleage zu verwenden, haben nicht zu wirklich zufriedenstellenden Ergebnissen geführt. Die neuen Untersuchungen und Arbeiten auf diesem Gebiete haben bei Anwendung von eingedickter Sulfitaubleage so gute Resultate gezeigt, daß die neu ausgearbeiteten Verfahren schon im jetzigen Stadium ihrer Entwicklung für den großtechnischen Betrieb der Steinkohlenbrikettierung die besten Aussichten zu haben scheinen.

Zu 2): Bisher wurde die Kocherdünslauge der Zellstoffabriken in einem gewissen engeren Umkreis dieser Betriebe zur Oberflächenbehandlung von Straßen zum Zwecke der Staubbindung verwendet. Dies war vom Standpunkt eines Massenverbrauches von Sulfitaubleage wenig interessant. Die neuen Forschungsarbeiten gehen auf eine nutzbringende Verwendung der Ablauge hinaus, und zwar dahin, eine wirksame und sparsame Verhinderung von Frostaufbrüchen zu erreichen. Dies wird durch die Behandlung des Bodens mit einem Bindemittel ermöglicht, das zu 90 Prozent aus 50 prozentiger Ablauge und zu 10 Prozent aus 50 prozentiger Dichromatlösung besteht. Auch bei diesem vielversprechenden Verfahren sind noch einige Schwierigkeiten zu überwinden, die sich auf die Kosten und die technische Durchführung an Ort und Stelle beziehen.

Zu 3): Auch dieser Gedanke ist nicht neu, doch haben die früheren Versuche ebenfalls zu keinen befriedigenden Ergebnissen geführt. Der Forschungsstab hat aber dieses Problem in einer neuen Richtung mit Erfolg zu lösen versucht. Die Einsatzmöglichkeiten für Sulfitaubleage in der Zementindustrie erstrecken sich auf die Zementherstellung im Naßverfahren sowie im Trockenverfahren, ferner auf die Verarbeitung und Anwendung von Zement zu Mörtel und Beton. Als Ergebnis der bisherigen Forschungsarbeiten kann festgestellt werden:

a) daß durch den Zusatz von Sulfitaubleage die Granulierfähigkeit von Zementrohmehl in günstiger Weise verbessert werden kann,

b) daß durch den Zusatz von Sulfitablauge aus Fichtenholz in Pulverform eine vorteilhafte Verzögerung der Abbindung des Zementes, eine erhebliche Plastifizierung, also Verbesserung der Verarbeitbarkeit von Zement und Mörtel, eine günstige Beeinflussung der Porenbildung und Porenstruktur sowie deutliche Steigerung der Festigkeitsentwicklung des Mörtels erreicht werden kann.

Die hier angeführten neuen Möglichkeiten der Verwendung von Sulfitablauge im großtechnischen Maßstabe spielen sich außerhalb der Zellstofffabrik ab. Sie hängen aber mit einem innerbetrieblichen technischen Problem zusammen und das ist die Eindickung der Kocherlauge. Auch in dieser Richtung sind verfahrenstechnische Untersuchungen und Arbeiten im Gange, um diesen Prozeß störungsfreier als dies bis jetzt möglich war und wirtschaftlicher zu gestalten.

Welches Ausmaß von praktischer Anwendung die besprochenen Verfahren der Ablaugenverwertung in absehbarer Zeit erreichen werden, läßt sich im Augenblick noch nicht abschätzen, aber es ist sehr begrüßenswert, daß sich die Zellstoffindustrie in beharrlicher Forschungsarbeit diesen Problemen widmet.

Inzwischen sind neue Verfahren bekannt geworden, um Abwässer, die reich an oxydierbarer organischer Substanz sind, also auch Sulfitablaugen, zu vernichten. Es handelt sich um die sogenannte

### N a ß v e r b r e n n u n g .

Sie beruht auf einer rasch verlaufenden flammenlosen Oxydation der organischen Substanz bei hohem Druck und hoher Temperatur. Das Verfahren von Zimmermann in Amerika arbeitet mit Druckluft bei ca. 270 ° C und etwa 100 atü. Es steht gegenwärtig in einem großen Zellstoffwerk in Erie, Pa. (USA) in Erprobung. Fast zur gleichen Zeit wurde ein analoges schwedisches Verfahren nach den Patenten von Siderquist bekannt, welches bei geringerem Druck und niedrigerer Temperatur eine nur teilweise Naßverbrennung erzielt; dabei bleibt ein kohlehältiger Rückstand zurück, der gesondert verbrannt werden kann.

Für 1 t Trockensubstanz aus der Sulfitablauge werden bei der Naßverbrennung 5,7 t Luft gebraucht, die mittels einer zweistufigen Kompressoranlage auf den erforderlichen hohen Druck gebracht wird. Der Energiebedarf ist extrem hoch und beträgt 6000 kW, also etwa sechsmal soviel als der normale Kraftverbrauch für die Produktion in der Zellstofffabrik. Allerdings ist dieser hohe Energieaufwand nur beim Anfahren der Naßverbrennungsanlage in dieser Höhe erforderlich, weil dann die Verbrennungsenergie in Form hochgespannten Dampfes zur Verfügung

steht, wodurch ca. 80 Prozent des gesamtent Kraftbedarfes gedeckt werden können. Damit ist auch das Moment der Wirtschaftlichkeit gegeben.

Die Versuche, Kommunalabwässer im Wege der Naßverbrennung zu vernichten, sind ebenfalls erfolgreich verlaufen. Gegenüber einer bisherigen vollbiologischen Abwasserreinigungsanlage sind die Kosten einer Naßverbrennungsanlage etwa um 15 Prozent höher, doch ist der erzielbare Energiegewinn ein Umstand, der für die weitere Zukunft neue Möglichkeiten eröffnet.

Ein besonderes Augenmerk richtet die Abwasserforschung auf die neuerdings immer mehr in Erscheinung tretenden

### Phenolabwässer.

Diese können sich nicht nur in Oberflächengewässern, sondern besonders auch wenn sie in das Grundwasser gelangen, in hohem Maße nachteilig auswirken. In letzterem Falle kann dadurch die Trinkwassergewinnung gefährdet oder doch so sehr beeinträchtigt werden, daß kostspielige Maßnahmen notwendig erscheinen, um den lästigen, schon in minimalsten Konzentrationen auftretenden Phenolgeschmack zu beseitigen.

In großen Kokereien, Gaswerken usw., in welchen sehr bedeutende Mengen an hochkonzentrierten Phenolabwässern anfallen, können *Phenolrückgewinnungsanlagen* in Betrieb genommen werden. Sie lohnen sich aber wirtschaftlich nur dann, wenn wirklich große Mengen Phenol gewonnen und im Handel abgesetzt werden können. Kleinere Betriebe oder solche Industrien, in welchen nur geringere Mengen an Phenolwässern von eventuell niedrigerer Konzentration anfallen, müssen daher *Phenolvernichtungsanlagen* anwenden, um einer Abwasserkalamität vorzubeugen.

Früher hat man vielfach Phenolabwässer in heiße Abgase eingespritzt und als Brüden ins Freie gelassen, doch haben sich dabei nachteilige Wirkungen der Kondensate ergeben.

Nach einem deutschen und österreichischen Patent können Phenole (diese Bezeichnung ist in diesem Zusammenhang stets als Sammelbegriff zu werten) bei starkem Luftüberschuß und ca. 800 ° C zu Kohlensäure und Wasser mit einem relativ geringen Energieaufwand verbrannt werden.

Im Gegensatz zu Versuchen in Deutschland hat man in den USA zur Zerstörung von Phenolen in industriellen Abwässern mit Erfolg Ozon verwenden können. Meist ist die Einstellung auf ein bestimmtes pH vor der Ozonisierung notwendig. Ein eventuell vorhandener starker Schwefelwasserstoffgehalt muß vorher durch Intensivbelüftung beseitigt werden. Phenolgehalte von 38 bis 11 600 mg pro Liter konnten auf diese Weise auf 0 bis 2,5 mg/l herabgedrückt werden. Da aber Phenole zur Oxyda-

tion große Mengen an aktivem Sauerstoff verbrauchen, ist dieses Verfahren bisher noch zu teuer. Hingegen wird die Ozonisierung bei Geschmacksfehlern von Trinkwasser und zu dessen Sterilisierung auch in Europa mit bestem Erfolg angewendet. Im November 1956 fand in Chicago (USA) der 1. Internationale Ozonkongreß statt, auf welchem unter den 61 Vorträgen auch solche über die Ozonbehandlung von Kommunalabwässern, von Cyanid- und Phenolabwässern gehalten wurden. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß bei einer verbilligten Herstellung von hochkonzentrierten Ozon-Luft-Gemischen diese Verfahren in der Abwassertechnologie an Bedeutung gewinnen werden.

Im Vordergrund der Phenolvernichtungsverfahren stehen gegenwärtig die biochemischen Methoden. Sowohl in Deutschland als auch insbesondere in England hat sich die Behandlung von Phenolabwässern auf Tropfkörpern bei Phenolgehalten von 100 bis 150 mg/l und darüber als erfolgreich erwiesen, besonders dann, wenn dem Abwasser gewisse Nährsalze zugesetzt werden, welche die Einarbeitung des biologischen Rasens auf Phenolvernichtung fördern. Die bakterielle Phenolzerstörung wurde mehrfach eingehend studiert. Es wurde z. B. gefunden, daß *Nocardia rubra* durch allmählichen Zusatz von Phenol bis zu 100 mg/l an Phenol gewöhnt werden konnte und dann imstande war, 500 mg/l Phenol in 24 Stunden zu zerstören.

In Rußland wurde vor einigen Jahren ein phenolzerstörendes Bakterium gezüchtet, das Phenolkonzentrationen von 200 bis 1000 mg/l so weit abbauen konnte, daß bei einer nachfolgenden Chlorbehandlung des Wassers kein Chlorphenolgeschmack mehr auftrat.

Eine interessante Einrichtung wurde in Schweden beschrieben. Das Klärwerk der Stadt *Lund* leitet seine mechanisch geklärten Abwässer nach erfolgter Belüftung in vier hintereinander geschaltete Oxydationsteiche. In den ersten drei Teichen findet die biochemische Oxydation unter Mitwirkung von Bakterien und Algen statt. Im vierten Teich hatten sich große Mengen des bekannten Wasserfloh *Daphnia magna* entwickelt. Nach Einleitung von sauren phenolhaltigen Abwässern zeigte sich, daß bei Konzentrationen von 500 bis 1000 mg/l Phenol die Algen noch bestehen blieben, während die empfindlichen Daphnien innerhalb von 10 bis 12 Tagen vernichtet wurden.

Besonders schwierig ist die klaglose Aufarbeitung der ölhältigen Abwässer aus der

#### Petroleum-Raffinerie.

Ein großer amerikanischer Betrieb dieser Art, die Imperial Oil Ltd. in *Sarnia* (Ontario), behandelt ihre öligen Raffinationsabwässer auf fol-

gende Art: Durch chemische Flockung wird zunächst ein öliger Schlamm herausgefällt. Dieser wird sodann mittels zweistufiger Zentrifugen entwässert. Die erste Zentrifuge entfernt 95 Prozent der Feststoffe, welche 19 % Öl und 15 bis 40 % Wasser enthalten. Die zweite Zentrifugenstufe hält den nur mehr geringen Rest an festen Stoffen zurück und zerstört die noch vorhandene Ölemulsion, so daß das Öl frei wird. Das auf diese Weise zurückgewonnene Öl geht in den Prozeß zurück, während die weitgehend entwässerte Schlammmasse nach Vorwärmung verbrannt wird.

Die restlichen Abwässer von der Raffination werden seit 1954 durch Belebtschlamm behandelt. Zu diesem Zweck ist ein Aero-Accelator von 30,5 m Durchmesser mit einem Aero-Tropfkörper von 10 m Durchmesser parallel geschaltet. Letzterer wird mit 10 Prozent des Abwassers beschickt und dient zur Beimpfung des Abwassers, wenn sich im Accelator zu wenig Belebtschlammflocken bilden. Mit diesem System werden 12 m<sup>3</sup> Abwasser pro Minute mit einem Phenolgehalt von durchschnittlich 275 mg/l behandelt, wobei 99,9 Prozent zerstört werden. Das Abwasser wird vor der Beschickung der Anlage vorbehandelt, um den Sulfidgehalt unter 50 mg/l und das pH nicht über 9 zu halten, was mittels der kohlenensäurehaltigen Heizgase geschieht. Der Ölgehalt wird auf ein gewisses Minimum reduziert, um Schaumbildung und Schwimmschlamm zu verhindern. Nötigenfalls werden dem Abwasser noch Bakteriennährstoffe zugesetzt. Durch dieses wohldurchdachte Abwasserreinigungssystem — das gewissermaßen eine Fabrik für sich bildet — wird den in diesem Falle hohen Anforderungen an den Reinheitsgrad des abfließenden Abwassers entsprochen. Die 200 Sekundenliter Abwasser, die in den Vorfluter gelangen, enthalten nur mehr kaum 0,3 mg/l Phenole, die durch die natürlichen biochemischen Vorgänge im Zuge der Selbstreinigung im Vorflutwasser rasch gänzlich abgebaut werden.

Mit gewissen Schwierigkeiten ist eine hochwirksame Behandlung von Abwässern industrieller und gewerblicher Betriebe verbunden, welche sich mit der Aufarbeitung landwirtschaftlicher Produkte befassen. Bei uns kommen in dieser Hinsicht vor allem Kartoffelstärke- und Rübenzuckerfabriken, Getreide- oder Kartoffelbrennereien und Molkereien in Betracht neben einer ganzen Reihe anderer Verarbeitungszweige. Die Abwässer solcher Betriebe sind zum Teil sehr reich an organischen Substanzen, die rasch in Gärung und faulige Zersetzung übergehen und durch ihren starken Sauerstoffentzug im Vorfluter besonders nachhaltig das Leben der Fische beeinflussen, so daß es unter Umständen zu großen Fischsterben kommt. Schadenersatzprozesse sind dann die Folgen der Auswirkung dieser Abwässer.

Vom Standpunkte der Reinhaltung der Gewässer standen bisher im Vordergrund des Interesses insbesondere die Abwässer der

### Rübenzuckerfabriken.

Die in großen Mengen anfallenden Rüben-Schwemm- und -Waschwässer enthalten neben viel Sand, Lehm und Humus kleine Rübenwurzeln und Rübenpartikeln, aber auch gelöste organische Stoffe, wenn auch nicht in hoher Konzentration, so doch insgesamt in nennenswerter Menge. In kleinen Vorflutern können diese Schwemm- und Waschwässer — auch nach Durchlauf durch entsprechende Sedimentationsanlagen — das Wachstum von Abwasserpilzen (Sphaerotilus etc.) hervorrufen. Fabriken, die an Wassermangel leiden, nehmen diese Schwemm- und Waschwässer — eventuell nach erfolgter Chlorung — wieder in den Schwemmprozeß zurück und ergänzen bloß das Washwasser durch Reinwasser. Dadurch braucht nur ein geringer Teil des Abwassers in den Vorfluter geleitet zu werden. Bei Stillstand des Betriebes am Ende der Kampagne verbleibt das Abwasser im Klärteich, um nach erfolgter Ausfäulung allmählich in den Vorfluter abgeleitet zu werden.

Sehr reich an gärungs- und fäulnisfähigen Stoffen sind die Diffusions- und Preßwässer aus dem Batteriebetrieb, die wohl in geringerer Menge, aber mit hoher organischer Belastung anfallen. Durch die neuerdings in den modernen Zuckerfabriken in Betrieb genommene kontinuierliche Diffusion werden in den Diffusionstürmen auch die Diffusions- und Preßwässer mitverarbeitet und der darin enthaltene Restzucker gewonnen. Damit scheiden diese für den Vorfluter gefährlichen Abfallstoffe aus den Abwässern der Rübenzuckerfabrikation aus.

Zu den sich sehr unangenehm auswirkenden Abwässern gehören auch jene der landwirtschaftlichen Brennereien, die entweder Kartoffeln oder Getreide verarbeiten. In den Vereinigten Staaten haben große

### Getreidebrennereien

einen eigenen Forschungsstab für Brennereifuttermittel gegründet, der auf Grund eingehender Untersuchungen auf dem Gebiete der Chemie, chemischen Technologie, Biochemie, Ernährungslehre und Absatzwerbung unter Aufwand bedeutender finanzieller Mittel zu wertvollen praktischen Ergebnissen gelangte. Es konnten Verfahren ausgearbeitet werden, die eine fast restlose Aufarbeitung der Abfallstoffe der Getreidebrennerei zu hochwertigen Futtermittelstoffen ermöglichen.

Ein großer Betrieb dieser Art in *Peoria*, Illinois (USA), verarbeitet in 6 Tagen 100 000 bushels (à 36,35 Liter) Getreide, hauptsächlich Mais,

Die Schlempe von der Destillation enthält 5 bis 7 Prozent feste Stoffe und eine große Menge an gelösten organischen und anorganischen Verbindungen. Im Abwasser erzeugt sie eine Belastung von 50 Einwohnergleichwerten je bushel Mais. Ein Einwohnergleichwert entspricht in Amerika einem fünftägigen biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>) von 75 g O<sub>2</sub> pro Kopf und Tag (in Deutschland 55 g). Die Schlempe besitzt einen gewissen, wenn auch nicht hohen Gehalt an Riboflavin (Vitamin B<sub>2</sub>), das ziemlich hitzebeständig ist. Außerdem enthalten diese Brennerückstände sowohl in der festen wie auch in der flüssigen Phase bedeutende Mengen an Rohprotein in der Trockensubstanz. Auf dieser Basis wurde die Herstellung vitaminhaltiger Futtermittel aufgenommen, die als wertvoller Zusatz zu verschiedenen Arten von Mischfutter verwendet werden können. 14 Prozent dieser Nebenprodukte werden als Naßfutter abgegeben, 85 Prozent werden zu Trockenfutter verarbeitet, 1 Prozent verbleibt als Verlust. Die restlichen Abwässer des Betriebes — wie Brüdenkondensate, Wasch- und Spülwässer aus der Reinigung der Anlagen etc., deren Belastung auf ein Minimum reduziert ist — werden nach mechanischer Reinigung auf Tropfkörpern behandelt, während die Abwässer der sanitären Anlagen durch die Kanalisation der städtischen Kläranlage zugeführt werden. Auf diese Weise konnte die Abwasserfrage des großen Industriebetriebes in wirtschaftlich vorteilhafter Weise gelöst werden.

Für die Vitamingewinnung aus Abwasser ist noch ein anderes interessantes Beispiel aus den USA anzuführen.

Die Stadt Milwaukee am Michigansee reinigt ihre Abwässer in Belebtschlammanlagen. Die jährlich anfallende Menge an getrocknetem Belebtschlamm beträgt 70 000 Tonnen. Er wird unter der Bezeichnung „Milorganite“ als Düngemittel verkauft und bringt pro Jahr 2,4 Millionen Dollar ein. Dadurch werden 60 Prozent der Betriebskosten des großen Klärwerkes gedeckt. Der mit der Verwaltung dieser Anlagen betraute Abwasserverband hat nun mit einem Unternehmer einen Vertrag abgeschlossen, wonach aus dem Trockenschlamm Vitamin B<sub>12</sub> gewonnen werden soll, das als hochwertiger Zusatz zu Viehfutter dienen kann. Aus der jährlichen Schlammmenge können 140 kg des wertvollen Vitamins abgeschieden werden, ohne daß der Wert des Schlammes als Düngemittel geschmälert wird.

Die Milch verarbeitende Industrie, aber vielfach auch die kleineren

#### Molkereien,

die oft an schwachen Vorflutern liegen, bereiten den mit der Reinhaltung der Gewässer betrauten Stellen mitunter große Sorgen. Die Molkerei-

abwässer haben einen biochemischen Sauerstoffbedarf ( $BSB_5$ ), der zwei- bis fünfmal größer ist als bei häuslichen Abwässern.

Wie bei uns wird auch in Amerika darauf hingewiesen, daß in den Molkereien durch gewisse innerbetriebliche Maßnahmen der Anfall an Tropfmilch verringert und damit eine geringere Belastung des Abwassers erzielt werden kann. Die Behandlung von Molkereiabwässern ist auf verschiedene Weise möglich. Bei Großbetrieben ist nach mechanischer Klärung eine biochemische Reinigung in Belebtschlammanlagen oder auf Tropfkörpern empfehlenswert. In England werden hiezu vielfach Wechsel-tropfkörper oder solche mit Rücklauf benützt, wobei sehr gute Ergebnisse erzielt wurden. Ein  $BSB_5$  von 200 bis 600 mg/l konnte auf diese Weise auf 3 bis 14 mg/l gesenkt werden.

Auch eine anaerobe Vorbehandlung von Molkereiabwasser ist untersucht worden. Dabei zeigte es sich, daß durch eine Vorfäulung bei entsprechender Temperatur in den ersten 12 Stunden der Milchzucker vergoren wurde. Sodann wurde das sauer gewordene Abwasser neutralisiert und mit Gartenerde kräftig beimpft, worauf in den folgenden 24 Stunden eine ausreichende weitere Zersetzung erfolgte.

Das staatliche Gesundheitsinstitut von Florida hatte eine Versuchsanlage in Betrieb, in welcher das Molkereiabwasser durch Fällung mit Aluminiumsalzen behandelt wurde. Der pH-Wert des Rohwassers betrug 7,9 und das behandelte Abwasser hatte einen solchen von 6,2, wobei 78 Prozent der Schwebstoffe entfernt und der  $BSB_5$  um 64 Prozent vermindert wurden, was in diesem Falle im Hinblick auf den Vorfluter hinreichte.

Die biochemische Reinigung von Molkereiabwässern ist auch nach Vermischung mit häuslichen Abwässern gut durchführbar.

Wo die Verhältnisse dafür günstig sind und keine anderen Bedenken dagegen vorliegen, ist die Verrieselung oder Verregnung von Molkereiabwässern, nach kurzer mechanischer Klärung, zur düngenden Bewässerung landwirtschaftlicher Böden die einfachste und wirtschaftlichste Methode.

Es ist im Rahmen dieses kurzen Vortrages nur möglich gewesen, aus der großen Fülle von industriellen Abwasserproblemen einige aktuelle Beispiele herauszugreifen, wobei auch manche Erfahrungen mitverwendet werden konnten, die gelegentlich einer Studienreise in die Vereinigten Staaten von Amerika gesammelt wurden.

Über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Abwasserreinigungstechnik, insbesondere auch auf dem chemisch- und biochemisch-technologischen Gebiete besteht kein Zweifel. Bei der Entwicklung und Ausarbeitung der anzuwendenden Methoden entscheidet nicht nur deren technische Leistungsmöglichkeit, sondern es spielt auch das Moment der Wirtschaft-

lichkeit eine Rolle. Dies gilt besonders von den verschiedenen Rückgewinnungs- und Wiederverwendungsverfahren. Hier öffnet sich der Forschung auf dem Gebiete der Verfahrenstechnik noch ein weites Feld erfolgversprechender Arbeit. Viele der bereits erzielten Ergebnisse berechtigen zu den besten Hoffnungen auf eine weitere gedeihliche Entwicklung.

## DISKUSSION

Wolf f:

Wo steht ein Accelator für Abwasser in Amerika?

Cerny

Bei der Imperial Oil Ltd. in Sarnia (Ontario). Es ist eine spezielle Type, die als *Aero-Accelator* bezeichnet wird.

Lie p o l t:

Seit ein oder zwei Jahren arbeiten auch in Frankreich solche Accelatoren der Fa. Degrémont zur Reinigung der Abwässer.

Sackel

Nach Mitteilung der Firma Lurgi steht ein Accelator in der Nähe von Frankfurt und versorgt eine Siedlung von etwa 20 000 Menschen mit gereinigtem Mainwasser.

Wer das Mainwasser kennt, weiß, um welche verschmutzte Brühe es sich dabei handelt. Ist doch der Main der Vorfluter für eine große Anzahl städtischer und industrieller Abwässer.

Wenn es gelingt, das Mainwasser so weit zu klären, daß man es als Trinkwasser verwenden kann, so dürfte der Accelator eine gute Reinigungsapparatur sein.

Das Wesentliche beim Accelator ist, daß er mit Schlammrückführung arbeitet, d. h. der ausgeschiedene Schlamm wird z. T. wieder in den Apparat gebracht und fördert, bzw. beschleunigt die Ausflockung. Die Schlammrückführung für Zellwolleabwässer wurde übrigens in Lenzing ausgearbeitet und auch patentiert. Was den Hinweis betrifft, daß Lurgi einen Probeapparat aufstellen möchte, bevor sie den endgültigen Accelator zum Vorschlag bringt, möchte ich bemerken, daß dieser Vorgang durchaus richtig ist. Nach unseren Erfahrungen ist die Dimensionierung von Kläranlagen außerordentlich schwierig und es müssen daher entsprechende Vorversuche mit Hilfe einer Modellanlage gemacht werden. Unterläßt man diese Vorsichtsmaßnahmen, dann läuft man Gefahr, einen Apparat zu bekommen, der schlecht arbeitet.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: [1957](#)

Autor(en)/Author(s): Cerny Adolf

Artikel/Article: [Spezielle Probleme der industriellen Abwassertechnologie 137-149](#)