

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95 (1977)
Heft: 36

Artikel: Die spezifischen Probleme einer Kläranlage für Chemieabwasser
Autor: Roth, Willi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73445>

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: 09.02.2026

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

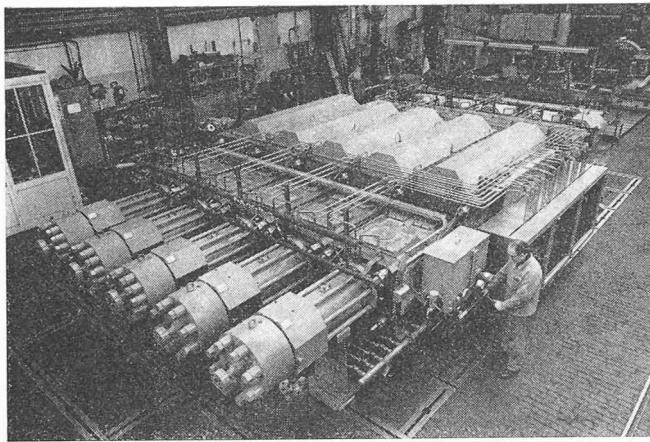


Bild 6. Sekundärkompressor 3166 at von heute

dies praktisch konstant ist. Bei konstantem Druck können sich Spannungsspitzen unschädlich durch örtliches Fliessen abbauen, während bei pulsierendem Druck immer die Gefahr eines Dauerbruchs besteht. Eine zweite Durchdringungsstelle entsteht beim Zusammentreffen zweier Bohrungen für die Einführung des Schmiermittels; auch diese ist ungefährlich, weil die Bohrungsdurchmesser sehr klein sind und weil die Schmierung nur beim Saughub erfolgt.

Durch ihren logischen Aufbau hat diese Konstruktion nicht nur das Problem gelöst, betriebssichere Kompressoren für die Ammoniaksynthese zu bauen, sondern sie hat darüber hinaus den Weg zu erfolgreicher Bewältigung noch weit höherer Drücke gezeigt.

Durch diese Zylinderbauart konnte sich die Maschinenfabrik Burckhardt eine führende Stellung im Bau von Hochdruckkompressoren erwerben. Bild 4 zeigt eine siebenstufige Maschine für 1000 at Enddruck. Allerdings gehören heute diese Maschinen bereits der Technikgeschichte an; die Entwicklung seit dem Zweiten Weltkrieg verlangte immer höhere Leistungen und gleichzeitig gelang es, durch Verbesserung der Katalysatoren die erforderlichen Drücke zu reduzieren. Dadurch wurde es möglich, *Turbokompressoren* für die Ammoniaksynthese zu verwenden und das bedeutete das Verschwinden der grossen Kolbenkompressoren.

Etwa gleichzeitig begann die stürmische Ausbreitung des *Polyäthylen*s. Dabei wurden zunächst Drücke von 1500 at mit Antriebsleistungen von 700 PS verlangt; in kurzer Zeit stiegen aber die verlangten Drücke auf 3500 at und die Antriebsleistungen wuchsen auf 20000 PS und mehr.

Die Grundlagen für die erfolgreiche Bewältigung dieser neuen Aufgabe waren vorhanden; die vor fast einem halben

Jahrhundert geleistete Entwicklungsarbeit erwies sich auch hier als tragfähige Basis. Bild 5 zeigt einen modernen Hochdruckzylinder für einen *Äthylen-Kompressor*, und die prinzipielle Ähnlichkeit mit Bild 3 ist in die Augen springend. Gewiss sind einzelne Änderungen notwendig gewesen: Entsprechend dem wesentlich höheren Enddruck sind alle Innenteile im Durchmesser vergrössert und überdies geschrumpft, der äussere Stahlzylinder ist weggefallen und durch eine *Führungsbüchse aus Guss* ersetzt, denn die Längskräfte werden nun durch lange Zuganker übertragen, die Durchdringungsstelle der Schmierbohrungen wurde durch eine *krumme Bohrung* ersetzt, die durch Elektroerosion hergestellt und durch Autofrettage verstärkt ist, usw. Außerdem wurde in den Ventilkopf eine *hydraulische Spanvorrichtung* eingebaut, mit der die Zuganker ohne manuelle Arbeit gleichmässig und genau auf die errechnete Last vorgespannt werden können.

Abgesehen von solchen Detailverbesserungen sind jedoch die grundlegenden Ideen die gleichen geblieben: Die Ausführung der drucktragenden Teile als ein Paket aufeinander geschichteter Scheiben und Büchsen, die Verwendung eines Zentralventils, das aussen unter Saugdruck steht, die Lage der Durchdringung der Saugbohrung an einer ungefährlichen Stelle sind auch heute noch die Fundamente einer betriebs-sicheren Bauart. Der Erfolg dieser Maschinen hat den Export in praktisch alle Teile der Welt möglich gemacht, denn einen Inlandmarkt gibt es für diese Kompressoren nicht.

Bild 6 zeigt einen zweistufigen Kompressor mit einem Saugdruck von 250 at, einem Enddruck von 3166 at und einer Leistung von 57000 kg/h mit einem Leistungsbedarf von 14000 PS bei der Werksmontage. Es ist beachtenswert, dass wegen der Grösse dieser Maschinen ein Probelauf und Abnahmeversuch im Herstellerwerk nicht möglich sind. Um trotzdem eine störungsfreie Inbetriebsetzung am Aufstellungsort gewährleisten zu können, ist äusserst sorgfältige und genaue Arbeit bei der Blindmontage im Werk und bei der endgültigen Montage am Aufstellungsort erforderlich.

Gegenwärtig ist der *Druck von 3500 at der höchste, der in der Grossindustrie verwendet wird*. Noch höhere Drücke bis zum Doppelten werden nur in Laboratorien und Forschungsanstalten gebraucht; dort werden natürlich relativ wenige Maschinen von kleiner Leistung gebraucht, für die Sonderbauarten mit hydraulischem Antrieb entwickelt werden mussten. Für den Hochdruckteil wurde wiederum mit Erfolg das gleiche vorstehend geschilderte Konstruktionsprinzip verwendet: Weitgehende Zerlegung in Einzelteile, die nach Funktion und Beanspruchung getrennt sind.

Adresse des Verfassers: H. Bauer, dipl. Ing., Marignanostrasse 21, 4059 Basel.

Die spezifischen Probleme einer Kläranlage für Chemieabwasser

Von Willi Roth, Basel

Die Behandlung von Abwassern aus chemischen Produktionsbetrieben erfordert naturgemäß kompliziertere Verfahren und Anlagen, als dies für kommunale Zwecke üblich ist. Die Abwasser aus organisch-chemischen Fabrikationen sind im allgemeinen nach geeigneter chemischer Vorbehandlung biologisch hinreichend abbaubar. Verglichen mit kommunalem Abwasser sind jedoch die Konzentrationen z.B. Summenparameter, aber auch von Einzelsubstanzen erheblich höher. In Tab. 1 sind die entsprechenden Werte des Abwassers aus einem chemischen Werk und jene einer Stadt gegenübergestellt.

Die Summenparameter BSB_s (*biologischer Sauerstoffbedarf*) und TOC (*total organic carbon*) liegen beim Chemieabwasser um etwa eine Zehnerpotenz höher als beim kommunalen. Das Verhältnis COD/BSB_s (*chemischer/biologischem Sauerstoffbedarf*) liegt ebenfalls höher und deutet auf schlechtere biologische Abbaubarkeit hin. Gewisse Probleme bieten die Salze, welche die Abbaugeschwindigkeit in einer biologischen Stufe hemmen können, sodann zum Teil die Farbstoffe. Die letzten sind vorwiegend *optisch störend*, beeinflussen sie doch die Abwasserbiologie im allgemeinen nicht. Das Funktionieren einer biologischen Stufe ist aber auch

vom *Stickstoff* und *Phosphorgehalt* des Abwassers abhängig. Hier liegen die Gehalte im kommunalen Wasser relativ höher; ob sie beim Chemieabwasser für den Unterhalt des biologischen Abbaus ausreichen, hängt zudem von der Form ab, in der die beiden Nährstoffe vorhanden sind. Sie lassen sich jedoch bei unzureichendem Angebot durch Zudosieren von Nährösungen vor der Biologie auf die notwendigen Konzentrationen anheben. Der Mangel von Stickstoff und Phosphor in industriellem Abwasser führt dann oft zur Kombination mit kommunalen Abwässern.

In Bild 1 sind die Kombinationsmöglichkeiten dargestellt. Sofern das Industrieabwasser nach hinreichender Konditionierung biologisch abbaubar ist und die behördlichen Auflagen erfüllt werden können, stellt ① eine übliche Lösung dar. Sind erhebliche Mengen von Nährstoffen nötig, kann das Einbeziehen von kommunalem Abwasser richtig sein ②; gegebenenfalls bietet aber auch ③ gewisse Vorteile, indem nach einer biologischen Stufe des industriellen Teils das Einleiten des gereinigten Abwassers in eine kommunale Kläranlage einen zusätzlichen Abbau ergeben kann. Welche der drei Varianten vorzuziehen ist, hängt von der Zusammensetzung der Abwässer, der relativen Menge sowie den geographischen oder baulichen Verhältnissen im Bereich der Kläranlage ab.

Die *Konditionierung von Chemieabwasser vor einer biologischen Stufe* ist in unterschiedlichem Umfang immer notwendig. Zu diesen Vorbehandlungen gehören im weiteren Sinne auch alle Abwasser entlastenden Massnahmen innerhalb der Fabrikation selbst. Die gezielte Beseitigung einzelner Substanzen oder Substanzgruppen aus gemischten Abwässern ist schwieriger als die Beseitigung an der Quelle oder gar nicht mehr möglich. Stark *biohemmende Substanzen* dürfen daher der Kläranlage nicht zugeleitet werden und sind z.B. durch *Eindampfen* und *Verbrennen* zu beseitigen. Im weiteren ist den *Geruchsträgern* Beachtung zu schenken. Als solche sind vor allem *organische Lösungsmittel* zu betrachten, die sich auch in sehr geringen Konzentrationen diesbezüglich störend bemerkbar machen können.

Chemische Vorbehandlung

Die Behandlung von *Mischabwasser* hat entsprechend den Abwasserinhaltsstoffen recht spezifisch zu erfolgen. Die sich in Planung befindende Kläranlage «Ciba-Geigy/Hoffmann-La Roche» (Leistung 35000 m³/Tag Ablauf ab Werk während 5 Tagen, 25000 m³/Tag Zulauf zur Biologie während 7 Tagen; Abwasserzusammensetzung gemäss Tabelle 1), die im Werk Klybeck der Ciba-Geigy AG gebaut und die bis 1982 in Betrieb gehen wird, erhält folgende *Vorbehandlungsschritte*:

Zweistufige Neutralisation. Die erste Stufe erfolgt mit *Kalk*, die zweite mit *Natronlauge*. Diese Unterteilung erfolgt aufgrund der Erfahrung, dass schwefelsäurehaltige Abwässer bei Neutralisation mit Kalk Gipsausscheidungen ergeben können, die zu Verkrustungen von Anlageteilen oder zu sedimentierendem Biologeschlamm führen.

Sedimentation des Neutralisationsschlammes

Hydraulische Pufferung. Die biologische Stufe einer Kläranlage erfordert einen *möglichst stetigen Zufluss des abzubauenden Abwassers*. Die während fünf Tagen der Woche anfallenden Abwässer der Produktion sind daher über sieben Tage der Biologie zuzuführen. Zudem erfolgt dadurch ein Ausgleich der oft sehr grossen kurzfristigen Schwankungen der Zusammensetzung und der Abwasserlasten.

Entfärbung. Die hohe Farblast des Abwassers ergibt besondere Probleme. Obwohl die wasserlöslichen Farbstoffe an sich nicht biohemmend sind und auch in starkfarbigem

Tabelle 1. Vergleich der Konzentrationen im Chemie- und kommunalen Abwasser

	Chemie	Kommunal	
BSBs	900–1400	90–200	mg/l
TOC	600–1000	40–60	mg/l
COD/BSBs	3:1	~ 1,5 : 1	
Salze	~ 6000	500	mg/l
ΣN	~ 90	~ 12–20	mg/l
ΣP	~ 5–10	~ 4–5	mg/l
Cu	~ 4–5	< 0,5	mg/l
Cr	~ 3	< 0,1	mg/l
Zn	~ 3–4	~ 2	mg/l
Farbe	Schwarz/blau	Trüb	mg/l
pH	1–2	6–9	mg/l
usw.			

Abwasser in nur sehr kleinen Konzentrationen vorkommen, muss eine Entfärbung, aus vorwiegend optischen Gründen, durchgeführt werden. Grundsätzlich sind dabei folgende Möglichkeiten zu prüfen:

a) *Fällung durch spezielle Agenzen, Flockung der dispersen Teilchen zu abscheidbaren Agglomeraten und Abtrennen durch Sedimentation oder Flotation.*

b) *Verwendung von Ozon.* Durch direkte Oxidation oder oxidative Aufspaltung von Farbstoffmolekülen erfolgt eine Entfärbung, die im Wesentlichen ohne Ausfällung von Feststoffen vor sich geht.

c) *Reduktive Entfärbung mit chemischen Mitteln.*

Welche der Möglichkeiten bei gegebenen Abwassermischungen optimale Wirkung hatt und kostenmäßig der am wenigsten aufwendigen Weg darstellt, muss experimentell über-

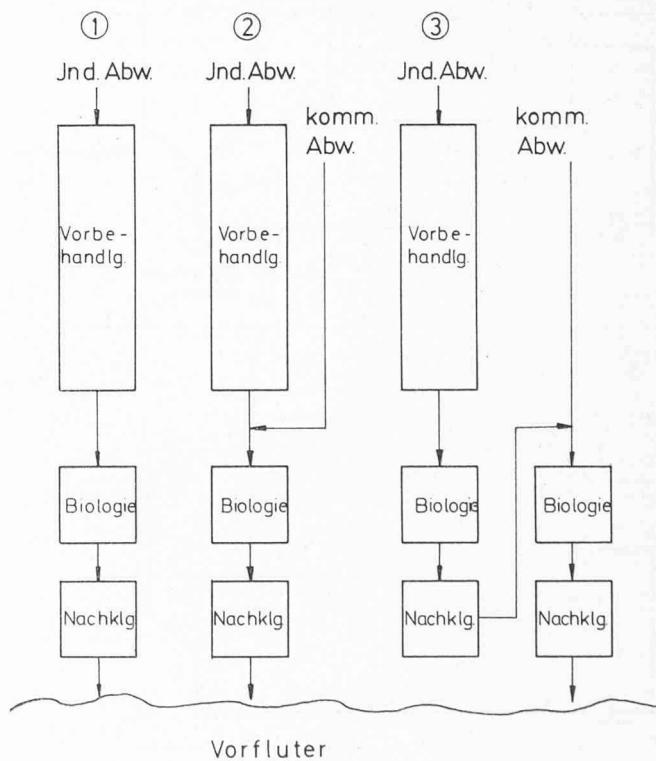


Bild 1. Kombinationsmöglichkeiten von Industrie- und Kommunalabwasser

längere Versuchszeiten geprüft werden. Für die ARA-Ciba-Geigy/Roche wird ein Fällungsmittel (Markenname Colfloc 3915) zur Verwendung gelangen, das die Abscheidung anionischer Farbstoffe in genügend hohem Ausmass erlaubt. Da die Werksabwasser der angeschlossenen Produktionsstätten vorwiegend anionische Farbstoffe enthalten, kann die Entfärbung auf diesem Weg hinreichend gut bewerkstelligt werden.

Eingehende Versuche wurden auch mit Ozon vorgenommen. Die praktisch feststofffreie Entfärbung gelang recht gut, jedoch nur mit relativ hohen Ozonmengen. Kalkulatorische Überlegungen sowie die Beobachtung, dass Colfloc 3915 noch positive Nebeneffekte aufweist, gaben den Ausschlag, die Entfärbung mit dem erwähnten Fällungsmittel vorzunehmen. Der positive Nebeneffekt besteht darin, durch die Colflocfällung zusätzlich nichtfarbige Substanzen auszuscheiden, die den biologischen Abbau in der aeroben Stufe verlangsamen. Durch die Entfärbung wird daher der gesamte Abbau signifikant verbessert. Die Zudosierung des Entfärbungsmittels hat, dem Zweck entsprechend, der zufliessenden Farblast gemäss zu erfolgen. Unter- und Überdosierungen sollen aus Wirkungs- und Kostengründen vermieden werden. Zur Steuerung der Entfärbung wird daher ein Gerät eingesetzt, das über eine Extinktionsmessung die der maximal möglichen Entfärbung entsprechende Fällmittelmenge feststellt und zudosieren lässt.

Flotation. Die in disperter Form vorliegenden Fällungen lassen sich mit Hilfe von Metallsalzen flocken. Die Trennung vom Abwasser kann durch Flotieren erfolgen. Bei geeigneter

Fahrweise lassen sich Oberflächenbelastungen von rund $6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ erreichen, was relativ kleine Ausmasse der Flotationsstufe ergibt. Die Abscheidung ist gut beherrschbar, wenn die Colflocdosierung und die Zugabe der Flockungsmittel im optimalen Bereich gehalten wird.

Die biologische Stufe

Der hauptsächliche Abbau von organischem Kohlenstoff (TOC) bzw. die Herabsetzung des biologischen Sauerstoffbedarfs (BSB_s) erfolgt in dieser Stufe. Auch für Chemieabwasser haben sich *Belebtschlammstufen* bewährt, wenn die oben beschriebene Konditionierung des Abwassers mit gutem Effekt erfolgt und toxische Substanzen nicht über die Kläranlage abgeleitet werden.

Bei Chemieabwasser sind jedoch zusätzliche Probleme zu beachten, die im kommunalen Bereich nicht auftreten. Die im Zusammenhang mit der Kalkneutralisation erfolgende *Gipsbildung* bei Vorhandensein von Schwefelsäure z. B., sowie dem Auftreten von Karbonaten in der Biologie durch das entstehende CO₂, können bei Erreichen der Löslichkeitsgrenzen schwere Belebtschlämme ergeben, die sich nicht mehr gut gleichmäßig im Belebungsbecken verteilen lassen. Durch Sedimentation im Begasungsbecken scheiden diese Teile des Schlammes aus der aktiven Abbauarbeit aus und bewirken in extremen Fällen zudem *Faulungsscheinungen* mit entsprechender Geruchsemmission.

Die Abwassermischung mit Analysendaten nach Tab. I erfordert auch bei guter chemischer Vorbehandlung und optimalem Zustand des Bioschlammes notwendige *Verweilzeiten*, die bei 10–15 h liegen (mit Schlammkonzentrationen von 5–10 g/l, Rücklaufverhältnis 50–100 Prozent und Schlammalter 8–12 Tage). Dies ist ein um etwa das Sechsfache höherer Wert, als er bei kommunalem Abwasser notwendig ist. Höhere Verweilzeiten schlagen sich direkt im Bauvolumen und damit auch in den Baukosten nieder.

Ein Problem, das bereits heute von Bedeutung ist und künftig noch mehr beachtet werden muss, ist die *Geruchsemmission*. Es wird daher notwendig sein, nicht nur die Vorbehandlungsstufen, sondern auch das Belebtschlammbecken *geschlossen zu bauen*; die Geruchsbesetzung hat dann über ein *Verbrennen der Geruchsstoffe in der Abluft* oder über eine *besondere Abluftreinigung* zu erfolgen. Als geschlossene Biologie ist vom Verfahren her die Sauerstoffbiologie konzipiert. Es lassen sich aber ebensogut Systeme mit Luftbegasung abdecken, am einfachsten jene mit Unten- bzw. Druckluftbelüftung, bei hinreichend sorgfältiger Bemessung aber auch solche mit Oberflächenbelüfter. In Bild 2 sind zwei derartige Systeme schematisch dargestellt. Das Sauerstoffsystem ① besteht aus mehreren Belebungskammern, die mit technischem Sauerstoff gespiesen werden. Der Eintritt des Sauerstoffs erfolgt (beim gezeichneten System) in die erste Kammer, in die auch das Rohabwasser eingespielt wird. Beim Durchleiten des Gases durch die aufeinanderfolgenden Kammern wird O₂ zum Abbau durch die Mikroorganismen verbraucht, die CO₂-Konzentration dagegen steigt. Wie sich der höhere Partialdruck des Sauerstoffes in der Belebtschlammflüssigkeit auf die Abbaugeschwindigkeit sowie die übrigen relevanten Daten der Biologiestufe auswirkt, kann nur mittels Experimenten mit dem konkreten Abwasser in Erfahrung gebracht werden. Eine Beschreibung der sehr komplexen Vorgänge würde hier auch zu weit führen.

Eine *gedeckte «Luftbiologie»* ② entspricht den sonst üblichen Belebungsanlagen; sie ist lediglich baulich geschlossen. Zu beachten ist hier die genügende Luftpumpe; das notwendige Gasvolumen ist aber erheblich grösser als jenes bei ① und ergibt entsprechend grössere Probleme bei der

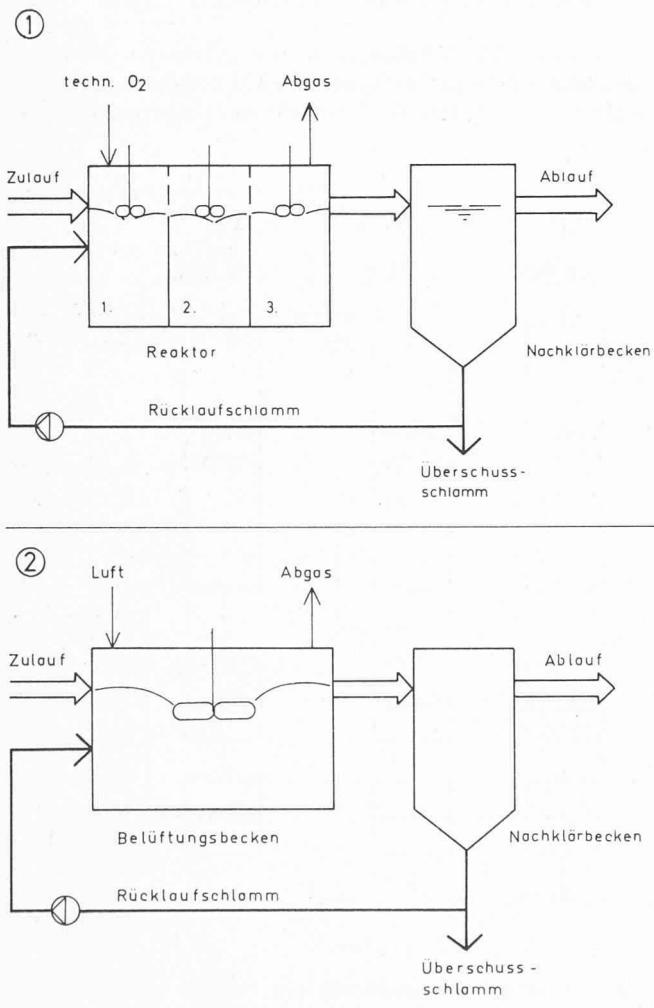


Bild 2. Geschlossene biologische Stufen

Abgasreinigung. Dass beide Systeme mit *Sicherheitseinrichtungen* zur Vermeidung eventueller explosibler Gasmischungen versehen werden müssen, ist für Abwasser, die gelegentlich Lösungsmittel enthalten, wohl selbstverständlich.

Es sind heute auch eine Reihe anderer Anordnungen für geschlossene Belebtschlammstufen technisch so weit entwickelt, dass sie prüfenswert sind. Sie sollen hier jedoch nicht weiter beschrieben werden.

Dass hinreichend konditioniertes Chemie-Abwasser gut abgebaut werden kann, zeigt Bild 3. Es sind dort die Abbauraten für BSB₅ und TOC über der entsprechenden organischen Schlammbelastung dargestellt. Es werden Werte für den BSB₅-Abbau von 93 Prozent und solche für den TOC-Abbau von 73 Prozent (Mittelwerte über einige Monate) erhalten. Die grossen Streuungen stammen von Änderungen in der Abwasserzusammensetzung.

Eine Anzahl von Substanzen, die üblicherweise in Chemieabwässern enthalten sind, verlangsamen durch ihre *bakterientoxische Wirkung den Abbau in der Belebungsstufe*. So zeigen z.B. Salze, die sowohl aus der Produktion selbst, dann aber teilweise auch aus der Neutralisationsstufe der Kläranlage stammen, diesen Effekt. In Bild 4 sind die Abbauraten für BSB₅ und TOC als Funktion des Salzgehaltes dargestellt. Mit steigendem Salzgehalt, insbesondere ab etwa 1 g/l, sinkt der BSB₅-, vor allem aber der TOC-Abbau merklich. Es dürften, bei derartigem Abwasser und dieser Biomasse, daher Massnahmen zu treffen sein, welche die Salzkonzentration nicht höher als auf diesen Wert ansteigen lassen.

Die Schlammbehandlung

Durch die chemische Vorbehandlung und in der biologischen Stufe entstehen *Schlämme unterschiedlicher Eigenschaft*, die vom Abwasserstrom zu trennen und zu beseitigen sind. In der Vorbehandlung werden die Neutralisationsschlämme, die vorwiegend Salze, dann aber auch adsorbierte Organika und ungelöste organische Anteile enthalten, abgeschieden; ebenso werden Schwermetalle in versch. Formen aus dem Wasser eliminiert. Der entstehende Schlamm wird durch Sedimentation abgetrennt und mechanisch weiter entwässert. Die Schlämme der Entfärbungsstufe, die durch Flotation aufkonzentriert werden, weisen andere Entwässerungseigenschaften auf als der Neutralisations- und der Überschussbiologieschlamm. Da zur weiteren Aufkonzentrierung Polyelektrolyte verwendet werden müssen, die kostenmäßig sehr ins Gewicht fallen, ist eine *Optimierung der Schlammbehandlung* von besonderer Bedeutung. Für die ARA-Ciba-Geigy/Roche hat sich folgende kostenoptimale Lösung ergeben:

Neutralisations- und Überschussbiologieschlamm werden sedimentiert, statisch aufkonzentriert in einem Eindicker auf etwa 3–4 Prozent Trockengehalt, in Zentrifugen (mit Hilfe von Polyelektrolyten) dann entwässert auf etwa 18 Prozent und anschliessend verbrannt.

Für die Entfärbungsschlämme ist ab Flotation eine direkte Entwässerung möglich. Das separate Behandeln des Farbschlammes ist erheblich kostengünstiger als das Entwässern der gesamten Mischung. Die Filtrate bzw. Dekantate werden vor oder in die Biologie zurückgegeben.

Als weitere Schritte in der Beseitigung der Schlämme sind die *Verbrennung und das Deponieren der Asche* anzusehen. Eine Verwertung, etwa durch Rezyklierung hochwertiger Substanzen, kann nicht in Betracht gezogen werden, da solche nur in sehr kleinen Konzentrationen im Schlammgemisch vorhanden sind. Über eine Verbrennung lassen sich auch giftige Substanzen, mit denen immer zu rechnen ist, sicher vernichten. Die entstehende Asche ist frei von Organika und besteht vorwiegend aus anorganischen Salzen und

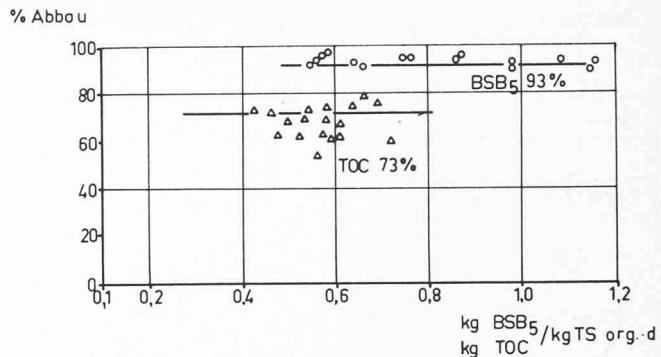


Bild 3. Gesamtabbau in einer biologischen Kläranlage

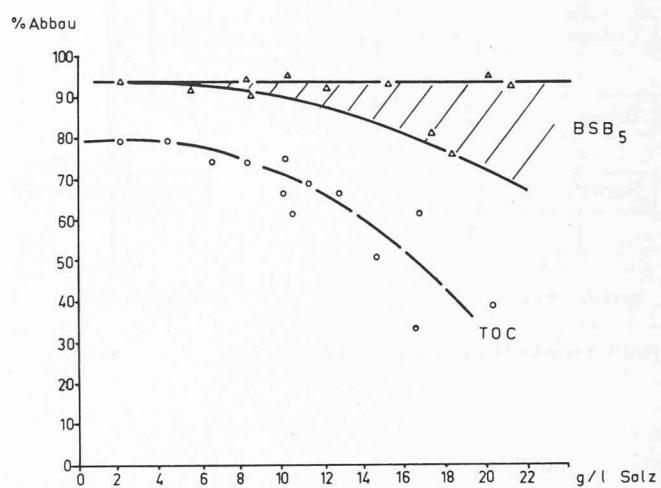


Bild 4. Prozentualer Abbau in Funktion des Salzgehaltes

Spuren von Metallen. Auf speziellen Deponien können diese Aschen umweltgerecht eingelagert werden.

Das Betreiben von *Faultürmen*, wie sie etwa bei kommunalen Anlagen vorhanden sind, ist bei Schlämmen aus Chemieabwasser wenig sinnvoll, dürften doch Substanzen, vor allem aus der Vorklärung, die eine Faulung stark stören, keinen sicheren Betrieb ergeben.

Die Geruchsverhinderung bzw. -vernichtung

Wird eine Kläranlage, wie dies im besprochenen Beispiel der Fall sein wird, *geschlossen gebaut*, sind aus allen Abwasser führenden Räumen kleine Luftmengen, die relativ konzentriert mit Schadstoffen angereichert sind, abzuleiten. Das grösste Gasvolumen entstammt der biologischen Stufe. An einer Anlage mit Sauerstoff-Biologie ist das Abgasvolumen relativ klein. Es kann z.B. zusammen mit den erwähnten Atmungsluftmengen der übrigen geschlossenen Räume der zugehörigen Schlammverbrennung zugeführt und dort zur Geruchsfreiheit verbrannt werden.

Das Abgasvolumen einer *geschlossenen* Luftbiologie hingegen ist erheblich grösser, als eine zugehörige Schlammverbrennung aufzunehmen in der Lage ist. Es verbleibt dann die Aufgabe, die Abgase z.B. mit möglichst guter *Wärmerückgewinnung* zu verbrennen, oder die Geruchsstoffe an Aktivkohle zu adsorbieren.

Erfahrungsgemäss sind die Geruchsträger bei Chemieabwässern vor allem organische Lösungsmittel, die aus dem Abwasser verdunsten oder aus der Biologie ausgestript werden. Organische Lösungsmittel lassen sich aber mit Hilfe

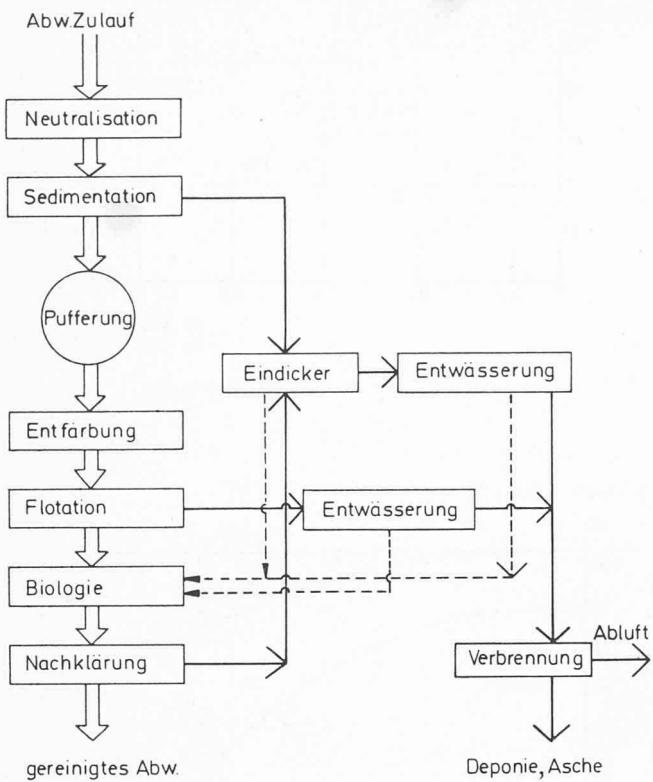


Bild 5. Blockschema einer Gesamtanlage

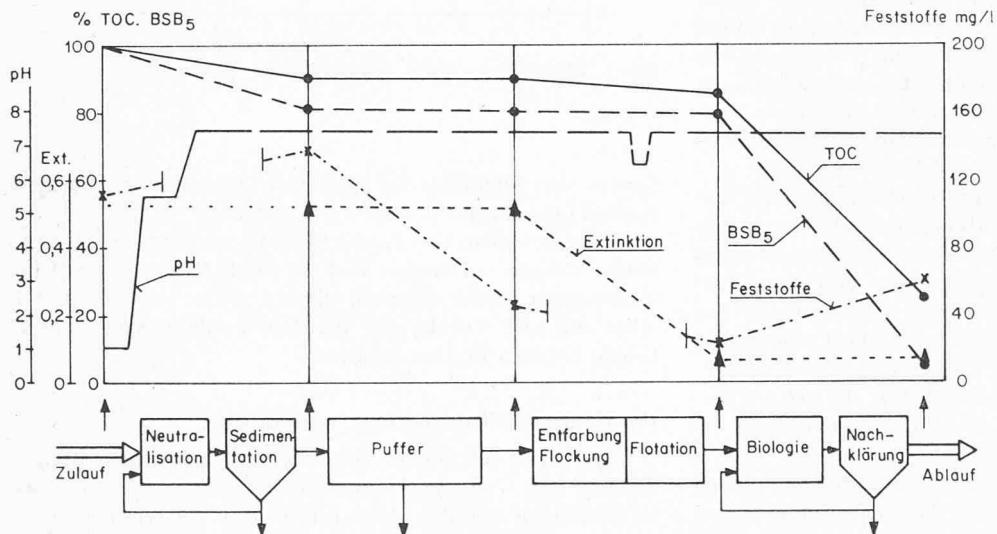


Bild 6. Eliminationsprofil (aus Vortrag, gehalten vom Autor an der «Pro Acqua-Pro Vita 1977»)

von hinreichend gross bemessenen *Aktivkohleanlagen* bis auf sehr kleine Werte aus der Abluft entfernen.

Mit vollständig geschlossenen Anlagen für die gesamte Abwasserreinigung und dem Behandeln der Abgase mit Aktivkohle dürfte es gelingen, auch eine Grosskläranlage für Chemieabwasser ohne Geruchsbelästigung für die Umgebung zu betreiben.

Die Gesamtanlage

In Bild 5 sind die einzelnen Stufen der Kläranlage, der Schlammbehandlung und der Verbrennung, als Gesamtan-

lage, dargestellt. Das Blockschema entspricht dem Verfahren für die geplante ARA Ciba-Geigy/Roche.

Die Behandlung von Chemieabwasser in der oben beschriebenen Sequenz der Verfahrensschritte, wie sie in Bild 5 dargestellt ist, führt zu Abbau- und Ablaufwerten, die die zur Zeit geltenden behördlichen Auflagen gut zu erfüllen in der Lage sind. Die Ausarbeitung solcher Abwasserreinigungsverfahren erfordert sehr viel Labor- und Pilotierungsaufwand. Da es sich bei derartigen Kläranlagen bezüglich Mengendurchsatz aber um Grossanlagen handelt, werden auch relativ kleine spezifische Kosteneinsparungen, die z.B. im Pilotmassstab erarbeitet werden können, von erheblicher finanzieller Bedeutung sein.

Die einzelnen Verfahrensschritte der Kläranlage sind, ihrer Funktion entsprechend, an der Elimination der Laststoffe unterschiedlich beteiligt. Der Abbau von organischem Kohlenstoff und die Senkung des biologischen Sauerstoffbedarfs wird zur Hauptsache in der biologischen Stufe erfolgen. Die einzelnen Vorbehandlungsschritte sind aber auch, neben der Konditionierung für die Biologie, bezüglich BSB und TOC in entlastender Richtung wirksam. Einen Überblick über gemessene Eliminationsprofile über dem Laufweg des Abwassers gibt Bild 6. Es wird dort neben dem biologischen Sauerstoffbedarf (BSB₅) und dem organischen Kohlenstoff (TOC) auch der Verlauf des pH, der Farblast (ausgedrückt als Extinktionswert) sowie der Gehalt an Feststoffen eingetragen. Mit Ausnahme der Feststoffe nach der Belebungsanlage, die wohl bei fast allen biologischen Kläranlagen ein Problem sind, liegen die übrigen Werte so, wie sie bei einem

sehr gut funktionierenden Verfahren für Chemieabwasser heute erwartet werden dürfen.

Obwohl die Bearbeitung eines so komplexen Verfahrens nur im Pilotmassstab durchgeführt werden kann und der Schritt zur Betriebskläranlage über Vergrösserungsfaktoren von einigen tausend erfolgen muss, wird, mit Hilfe von Erfahrungen aus anderen Klärwerken, die Abbauleistung der Grossanlage die Werte von Pilotversuchen erreichen oder übertreffen.

Adresse des Verfassers: *W. Roth*, dipl. Ing. ETH, Vizedirektor, Ciba-Geigy AG, 4001 Basel.