

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 70 (1978)
Heft: 8-9

Artikel: Recycling in der Siedlungswasserwirtschaft
Autor: Mörgeli, B. / Gniesser, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941087>

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: 10.02.2026

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

Recycling in der Siedlungswasserwirtschaft

Dr. B. Mörgeli und J. Grieser

Was verstehen wir unter Recycling?

Wir haben erkannt, dass die Vorräte an hochwertigen Rohstoffen begrenzt sind. Der Ausfall eines dieser Produkte könnte sich für den Menschen unangenehm auswirken. Abgesehen von einer gezielten und dosierten Nutzung spezifischer Rohstoffe versucht man mit mehr oder weniger gutem Erfolg Wertstoffe in den Produktionskreislauf zurückzuführen. Bis anhin suchte man den Weg der Abfall-«Beseitigung» über die Deponie zu beschreiten. Damit werden jedoch dem «industriellen Kreislauf» wichtige Stoffe entzogen. Gelingt es, möglichst viele Substanzen aus den «Abfällen» zurückzugewinnen und als Rohstoffe wieder zu verwerten, so wird gleichzeitig auch die «Umweltbelastung» entsprechend verringert. Die grossen Umweltschäden, hervorgerufen durch die weltweite gedankenlose Wegwerfideologie, sowie die Fehleinschätzungen der Komplexität ökologischer Systeme müssen dazu führen, dass bei weiter wachsender Bevölkerung die Grundbedürfnisse des Menschen, nämlich Nahrung und Wasser, mit den bisherigen Methoden langfristig nicht mehr befriedigt werden können.

Der Frage, ob dem Recycling keine Grenzen gesetzt sind, sind W. Stumm und J. Davis [1] nachgegangen. Die Studie zeigt, dass der Energieverbrauch der begrenzende Faktor des Recyclings ist. Nach Ansicht der Autoren ist langfristig gesehen zwar genügend Energie vorhanden, begrenzend wirkt jedoch die Energieverteilung. Einerseits lässt sich mit Recycling eine Kontrolle der Wertstoffreserven (Energie, Wasser, Rohstoffe usw.) erzielen, andererseits wirkt sich die Zunahme des dafür erforderlichen Energieeinsatzes nachteilig und begrenzend aus. Zur Wiedergewinnung von Rohmaterialien aus einem System geringster Entropie ist ein grosser Energieaufwand nötig (Bild 1). Für die Sanierung abwassererzeugender Industrien im Zusammenhang mit dem Anschluss an kommunale Kläranlagen führt dies zu Lösungen, bei denen man vom Misch-Abwassersystem abkommt und hochkonzentrierte Abwässer an Ort und Stelle erfasst und behandelt.

Einsparung von Wasser bei der industriellen Produktion

Bei der Aufstellung der ökologischen Bilanz der Papierindustrie gilt als besonderes Problem der Einschränkung die Klärung der Abwässer. Viel weniger ins Gewicht fallen Abwärme, Abgase und Geräusche. Im Sinne einer Abfallbewirtschaftung sind möglichst viele Substanzen aus dem Abwasser zurückzugewinnen und als Rohstoffe in den Fabrikationsprozess zurückzuführen. Neben wirtschaftlichen Problemen ist eine Reihe technischer Schwierigkeiten zu meistern. Trotz der verschiedenen, bekannten Verfahren, die ein Recycling möglich machen, ist nach Stumm und Davis [1] ein vollständig geschlossener Kreislauf unter Einschluss aller Komponenten nicht möglich. Definitionsgemäss ist zwischen dem Recycling in der Fabrik und der Beziehung Fabrik—Umwelt zu unterscheiden (Bild 2).

Papierindustrie

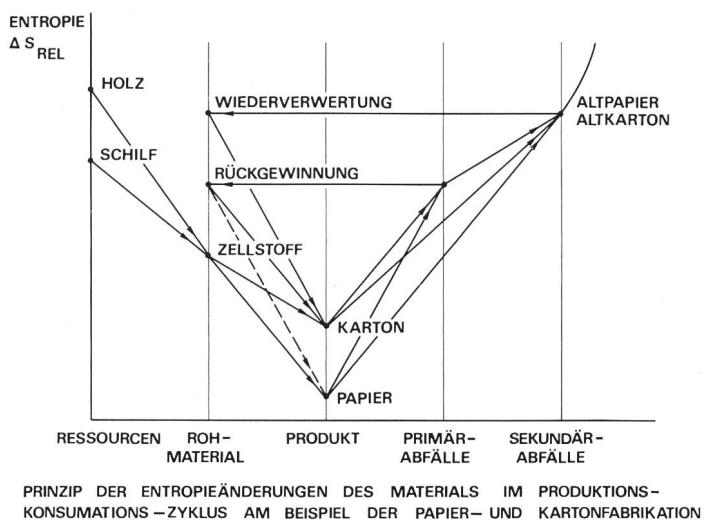
Papiermaschinen verfügen über einen inneren Kreislauf, den Primärkreislauf (Bild 3). In diesem Recyclingsystem wird ein Teil des Registerwassers für die Aufbereitung der Charge verwendet. Der nicht zurückgeföhrte Anteil gelangt

in den Sekundärkreislauf, wo z. B. in Schnellabscheidern Fasern, Füll- und Zusatzstoffe separiert werden [2]. Ein Teil des so gereinigten Wassers kann für die spätere Verwendung bei der Chargenbereitung gesammelt werden. Eine vollständige Rückführung in den Produktionsprozess ist infolge der noch vorhandenen Fasern und Zusatzstoffe nicht möglich. Die Beschickung von Schaumdüsen, Rand sprühseinrichtungen, Dichtwasser oder Hochdruckspritzrohren verlangt eine weitere Wasseraufbereitung. Bei Abgabe in den Vorfluter wird ein Ersatz durch Frischwasser notwendig. Das Einführen eines Tertiärkreislaufes würde eine Verringerung des spezifischen Wasserverbrauches von etwa 40 l Wasser/kg Papier auf rund 8 l/kg ermöglichen.

Die Integration eines Tertiärkreislaufes ist jedoch nicht problemlos und es ergeben sich Fragen wie:

— Vermindert sich dadurch die Qualität des Produktes oder das Produktionspotential?

— Ergeben sich Schwierigkeiten beim Waschen von Sieben und Filzen? Dieses Problem gilt als unbedeutend.



PRINZIPIEL DER ENTROPIEÄNDERUNGEN DES MATERIALS IM PRODUKTIONSKONSUMATIONS-ZYKLUS AM BEISPIEL DER PAPIER- UND KARTONFABRIKATION

Bild 1. Prinzip der Entropieänderungen des Materials im Produktions-Konsumations-Zyklus am Beispiel der Papier- und Kartonfabrikation.

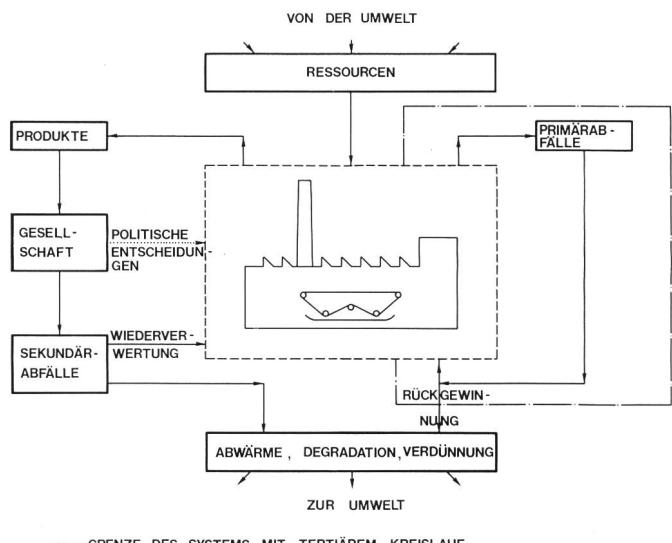


Bild 2. Die Beziehungen zwischen Fabrik und Umwelt.

— Eine Erhöhung der Temperaturen in Recycling-Strömen scheint sich nur in Anlagen mit kleinen Retentionsbecken, d. h. schnellen Strömen einzustellen.

— Schwierige Probleme gibt der hohe Salzgehalt auf. Diese sind auf Kompensation des verdampften Wassers, Verdünnung der Charge, Korrektur des pH-Wertes, Dosiermengen bei der Produktion als auch bei Wasserreinigungsanlagen zurückzuführen [3]. Einen weiteren Beitrag zur Verunreinigung leistet der eingesetzte Rohstoff. Es treten Korrosionsprobleme bei Stahl, Gussteilen und Beton auf.

— Als problematisch gilt die biologische Aktivität in geschlossenen Kreisläufen. Da alle notwendigen Nährstoffe vorhanden sind, können sich im System Mikroorganismen bilden. Damit verbunden können Störungen in der Produktion auftreten, z. B. infolge verstopfter Düsen. Es gibt genügend «Totzonen», wo sich der Biologieschlamm absetzen kann. Sind die Schlammschichten genügend dick, so stellt sich in den unteren Zonen ein anaerobes Klima ein. Die reichlich vorhandenen Sulfate werden durch Schwefelbakterien zu hochkorrosiven Schwefel-(II)-Verbindungen reduziert. Es können dann im Kreislaufsystem bis 6 mg/l und mehr Schwefelwasserstoff gemessen werden.

Die Korrosion ist stark pH-abhängig. Korrosionsmessungen in einem geschlossenen Kreislauf bei Vorhandensein von 5 ppm Schwefel -(II) zeigten, dass rostfreier Stahl nicht angegriffen wird, während am gewöhnlichen Stahl unter denselben Bedingungen starke Korrosion festzustellen war [4]. 70 % der Korrosion werden bei diesem Beispiel durch die Anwesenheit von Sulfid verursacht. Einen grossen Anteil an den restlichen 30 % haben organische Säuren, die durch vorhandene fakultativ oder obligatorisch anaerobe Mikroorganismen produziert werden.

Zur Lösung der zwei Hauptprobleme, Salzgehalt und biologische Aktivität, kann folgendes vorgeschlagen werden [5]: Um die Salzlast in Grenzen zu halten, können physikalische Technologien, wie Ionenaustausch oder Umkehrsmose, eingesetzt werden. Damit darf eine Verringerung der H₂S-Bildung erwartet werden. Weil der Energieverbrauch der begrenzende Faktor beim Recycling ist, scheint

eine solche Lösung fraglich, um so mehr als diese Installationen für den eigentlichen Fabrikationsprozess keine zusätzlichen Vorteile bringen. Zwar kann durch pH-Korrektur das Korrosionspotential vermindert werden; bei fast neutralen pH-Werten finden jedoch die Mikroorganismen ideale Lebensbedingungen, was nicht erwünscht ist.

Dadurch wird wiederum mehr Schleim erzeugt und bei irgendeiner Stelle im Kreislauf mit saurem Milieu fällt erneut H₂S an. Eine pH-Korrektur bringt sodann eine weitere Salzlast mit sich. Eine wahrscheinlich kostengünstigere Salzlast-Verringerung dürfte durch Veränderung des Produktionsprozesses zu erreichen sein. Abgesehen von den vorhandenen Geruchsproblemen durch die Schwefelwasserstoffbildung kann die Korrosion durch das Anbringen von rostfreien Leitungen und sonstigen Teilen stark vermindert werden.

Zur Verminderung der Bioaktivität sind Vorschläge vorhanden [6].

Eine neue Philosophie zur Lösung solcher Probleme dürfte das Einführen eines aeroben biologischen Systems in den Kreislauf sein [7]. Damit kann der Anteil an biologisch verwertbarem Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphat der Abwässer so weit verringert werden, dass ein anschliessendes anaerobes Wachstum unter H₂S-Ausscheidung im beschriebenen Masse ausbleibt. Zu prüfen bleibt jedoch, ob ein biologisches System in einem Kreislauf bei der zu erwartenden Aufsalzung überhaupt betrieben werden kann. Vergleiche zwischen dem Restabwasser und dem Kreislaufwasser zweier Kartonfabriken mit ähnlichem Sortenprogramm ergaben keine bemerkenswerten Unterschiede [7]: Eine Hemmung der biologischen Aktivität im Kreislaufwasser war nicht zu beobachten. Auch führte die Kreislaufschliessung nicht zu einer besonderen Anreicherung an Phosphaten und Ammoniumverbindungen, da durch Zusatz dieser Verbindungen eine beträchtliche Steigerung der biologischen Aktivität zu beobachten war. Beide Wässer zeigten auch unter anaeroben Bedingungen einen beachtlichen Abbau des gelösten Kohlenstoffs. Die Kreislaufschliessung hat demnach auch im anaeroben Bereich zu keinen grundsätzlichen Änderungen in den biologischen Vorgängen geführt.

Textilindustrie

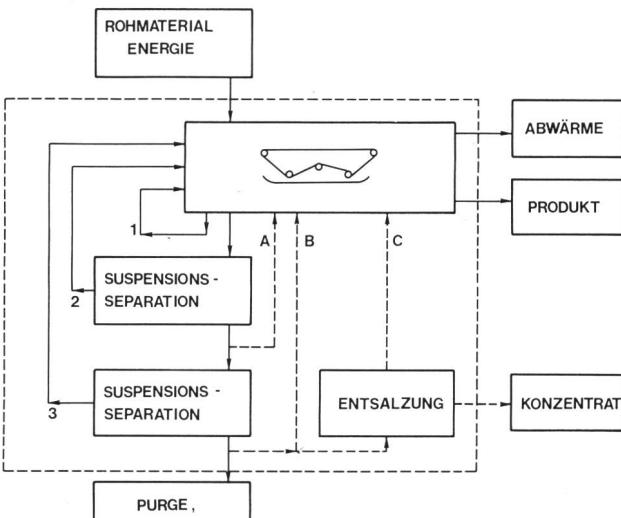
Die Wassereinsparung durch erhöhtes Recycling hat auch in der Textilindustrie ihre Bedeutung. Bei der Behandlung von Wollmaterialien verwendet man im Durchschnitt 600 l Wasser pro kg Wolle, während bei der Veredlung von Baumwolle durchschnittlich 350 l Wasser pro kg Baumwolle einzusetzen sind. Dabei ist der Wasserverbrauch bei den einzelnen Verarbeitungsprozessen unterschiedlich (Tabelle 1).

Der prozentuale Anteil am Wasserverbrauch der einzelnen Verarbeitungsprozesse von Wolle und Baumwolle
Tabelle 1

Prozess	Wolle	Baumwolle
Vorreinigung	70 %	32 %
Färben	5 %	53 %
Mercerisieren	—	10 %
Karbonisieren	25 %	—
Drucken	—	5 %
	100 %	100 %

Beim Suchen nach Wassereinsparungen dürfen nicht nur quantitative Betrachtungen, wie in Tabelle 1 dargestellt, gemacht werden, sondern es müssen auch energetische Überlegungen miteinbezogen werden [1].

Einmal wird versucht, Veredlungsmethoden einzuführen, die weniger Wasser fordern. Andererseits ist die Methode einer teilweisen Wiedergewinnung des Abwassers durch Trennung der Abwässer hinsichtlich ihrer Schmutzbela-



PRODUKTIONSANLAGE - RÜCKGEWINNUNGSEINHEITEN.

1, 2, 3: PRIMÄRER, SEKUNDÄRER UND TERTIÄRER KREISLAUF

A, B, C: VERSCHIEDENE WASSEQUALITÄTEN

Bild 3. Produktionsanlage — Rückgewinnungseinheiten. 1, 2, 3: Primärer, sekundärer und tertiärer Kreislauf. A, B, C: Verschiedene Wasserqualitäten.

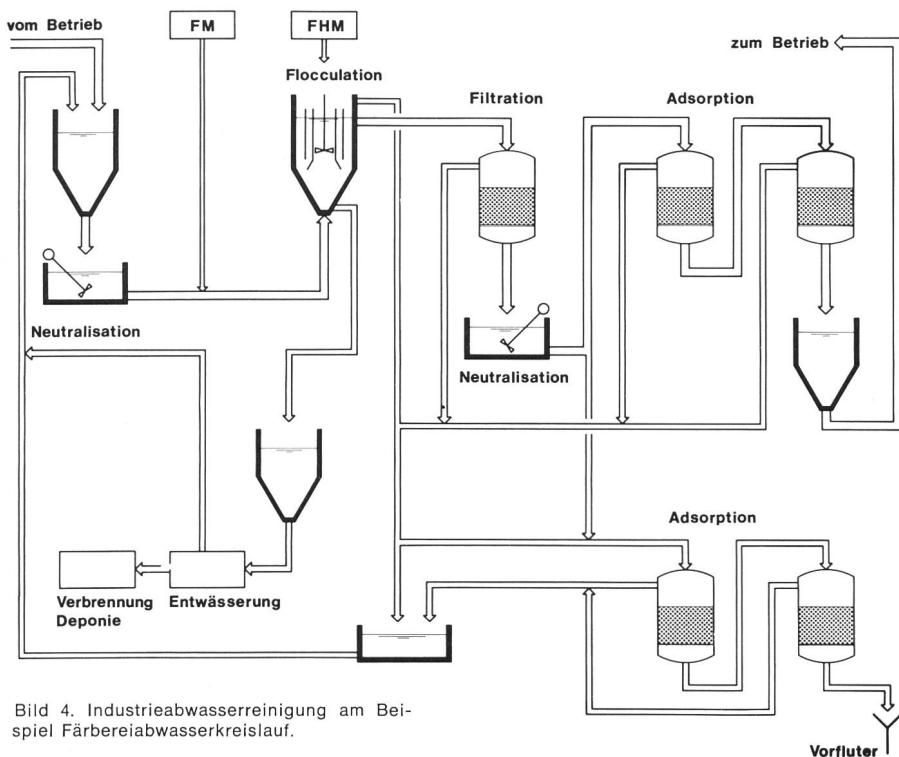


Bild 4. Industrieabwasserreinigung am Beispiel Färberabwasserkreislauf.

stung von grosser Bedeutung. Getrennt anfallende, farbstoffhaltige Abwässer können beispielsweise durch Adsorption behandelt werden. Dies wird veranschaulicht mit Bild 4. Auch in diesem Beispiel ist eine 100 %ige Kreislaufführung nicht möglich. Etwa 20 % des Produktionswassers werden durch Frischwasser ersetzt.

Wiedergewinnung von Wertstoffen aus den «Abfällen»

Bei der Papierfabrikation wird in neuester Zeit nicht nur beim Wasserkonsum gespart. Vielmehr ist es die Rückgewinnung von Wasserinhaltsstoffen wie z. B. Fasern, die bei erneuter Nutzung die Kostenrechnung verbessern. Für die Elimination der verschiedenen, meist anorganischen Substanzen im Abwasser werden normalerweise chemisch-physikalische Verfahren eingesetzt. Beispielsweise ermöglicht ein Entspannungsflotationsverfahren, DAF¹), Fasern, die bei der Siebpartie einer Papiermaschine durch die Maschen hindurch ins Abwasser gelangten, in kurzer Zeit diesem wieder zu entziehen. Die Fasern stehen als Rohprodukt wieder zur Verfügung.

Im Rahmen der Behandlung hochbelasteter Abwässer — sei es nur zu deren Schadstoffelimination oder sei es im Sinne einer erweiterten Wertstoffrückgewinnung — dürfte die biologische Reinigungstechnik herangezogen werden. Bei der erweiterten Wertstoffrückgewinnung geht es um die Gewinnung von Eiweiß aus dem bei der Biologie anfallenden Belebtschlamm. Der teilweise Ersatz von Eiweiß durch Bereitstellung von mikrobiellem Protein ist heute durchweg diskutierbar. Der Schwerpunkt der Proteingewinnung aus Einzellern, der sogenannten SCP-Produktion²), basierte bisher auf billigen Rohstoffen wie Erdöl, Methan, Methanol oder Zellulose. Für diese Rohstoffe gibt es bereits grosstechnische Produktionsanlagen.

Gewiss ist der Weg zur SCP-Gewinnung aus bestimmten Industrieabwässern noch weit. Die Untersuchungen von J. M. Harkin zeigen jedoch, dass derartig gewonnenes Protein Tieren bedenkenlos verfüttert werden kann [8].

¹⁾ Aus dem Englischen übernommene Abkürzung für «Dissolved Air Flotation».

²⁾ Aus dem Englischen übernommene Abkürzung für «Single Cell Proteine».

Infolge der begrenzten Sauerstoffübertragungsleistung von konventionellen Biologiesystemen werden diese für den genannten Einsatz kaum Verwendung finden. Diese biologischen Prozesse verlangen eine bedeutend höhere Kontrolle als sie heute üblich ist. Der mikrobielle Abbau oder die mikrobielle Proteingewinnung lässt sich in Fermentatoren erzielen. Diese Apparate gewährleisten den Abbau von äusserst stark belasteten Abwässern mit einem BSB₅ von mehreren tausend mg/l. Der verbesserten Sauerstoffübertragungsleistung steht jedoch wiederum der erhöhte Energieaufwand gegenüber.

Wie Bild 5 zeigt, müssen Sauerstoffeintragssysteme entwickelt werden, die bei guten Abbauleistungen unter Einhaltung geringerer Betriebskosten und einfacher Wartung betrieben werden können.

Auf diese Weise ergibt sich die Möglichkeit, auch hochbelastete Abwässer mit vertretbarem Bauvolumen und Betriebskosten mit hohen Reinigungsgraden biologisch zu reinigen. Durch entsprechende Steuerungen und Regelungen der für den Ablauf mikrobiologischer Prozesse entscheidenden Parameter und den Einsatz von Prozessrechnern werden künftig weitere Verbesserungen und Möglichkeiten vorhanden sein.

Die heute alarmierenden Nachrichten, über den qualitativen Zustand der Meeresprodukte wie z. B. im Mittelmeer, der durch menschliches Versagen hervorgerufen wird, oder die Tatsache der Begrenzung von der dauernden Schaffung neuer Landflächen aus Wüstengebieten, zwingen uns, neue Quellen der Nahrungsmittelbeschaffung zu suchen. Ein besonderes Augenmerk dürfte den Mikroorganismen geschenkt werden, die quasi als Abfallprodukt anfallen. Dabei handelt es sich um Belebtschlämme biologischer Reinigungsstufen von Kläranlagen, Mikroorganismen als Abfall industrieller Fabrikationen wie z. B. bei der Produktion von Antibiotika.

Es darf angenommen werden, dass Erdöl zu den Rohprodukten gehört, die in absehbarer Zeit Mangelware werden. Rohstoffquellen, die die Natur durch permanente Reproduktion ständig nachliefert, haben langfristig Chancen, im beschriebenen Sinne genutzt zu werden. Dazu gehören

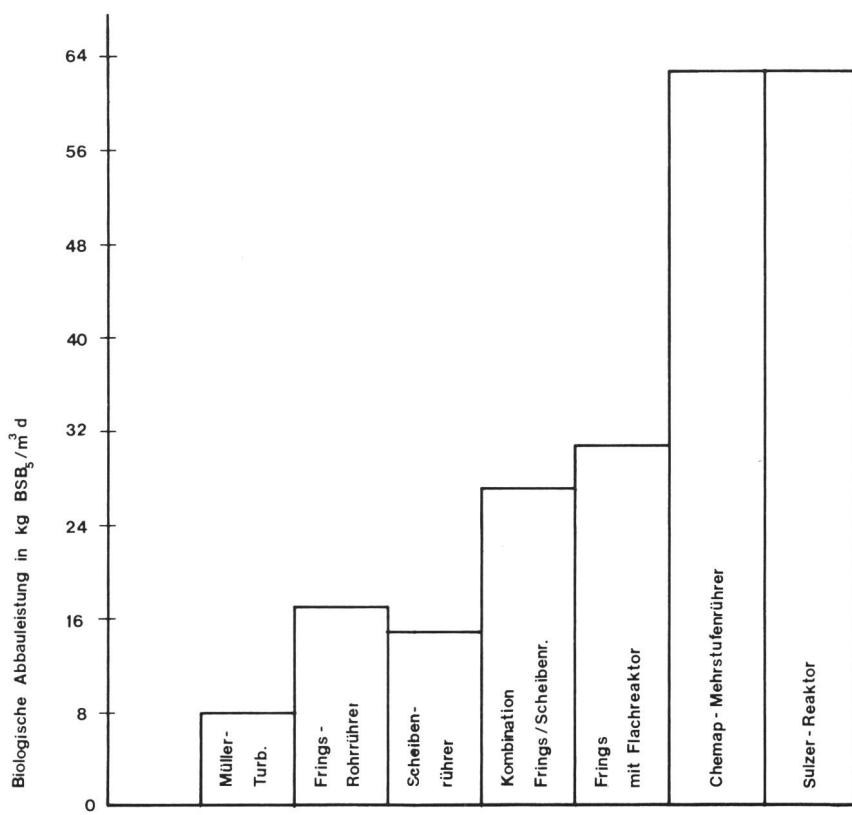


Bild 5.
Vergleich von Belüftungsgeräten und
Fermentern.

Abbauleistung BSB / m ³ d	8	17	15	27	31	63	63
Spez. Energieverbrauch (kw/h kg BSB ₅)		0,9	2,6	1,9	0,9	2,1	0,9

z. B. Cellulose bzw. Zellstoff, der aus Holz und anderen Pflanzen gewonnen wird.

Das aus sogenanntem Belebtschlamm aus biologischen Abwasserreinigungsanlagen erhältliche SCP zeigt nun keine kontinuierliche Zusammensetzung mehr. Hierfür können die Art und Menge der im zu reinigenden Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe verantwortlich gemacht werden, da diese die Mischkulturen eines Belebtschlammes, bestehend aus Bakterien, Mikropilzen, Protozoen, Ciliaten usw., wiederum beeinflussen. (Die eingesetzten Technologien zur Herstellung von SCP aus z. B. n-Alkanen aus Erdöl ergeben eine einheitliche Biomasse mit definierter Zusammensetzung.) Deshalb ist die direkte Verfütterung von Belebtschlamm aus normal betriebenen, biologischen Reinigungsstufen nicht möglich.

Nach Angaben des Institutes für Siedlungswasserbau und Wassergüte wirtschaft in Stuttgart kann beispielsweise der Rohprotein gehalt eines Belebtschlammes grob mit der Faustformel

$$\text{Protein (\%)} = 48,13 B_{TS}^{0,061}$$

$$B_{TS} = \text{BSB}_5\text{-Schlammbelastung (kg BSB}_5/\text{kg TS d)}$$

abgeschätzt werden, was bei kommunalen Kläranlagen mit geringen BSB₅-Schlammbelastungen beispielsweise von 0,1 kg BSB₅/kg TS d immerhin noch einen Rohprotein gehalt des Belebtschlammes von knapp 42 % bedeutet.

Noch aus einem weiteren Grund ist die direkte Verfütterung von Belebtschlamm aus Kläranlagen nicht empfehlenswert.

Die Abwässer enthalten nicht nur biologisch leicht abbaubare Stoffe, sondern auch je nach industriellen und landwirtschaftlichen Randbedingungen mehr oder weniger grosse Anteile an Schwermetallen und schwer abbaubaren Stoffen, zu denen insbesondere eine ganze Reihe von Pflan-

zenschutzmitteln, Insektiziden, Pestiziden usw. zählen. Diese Stoffe gelangen ebenfalls in die Kläranlage und werden in vielen Fällen von den Mikroorganismen nicht nur nicht abgebaut, sondern reichern sich gerade im Belebtschlamm an. Bei direkter Verfütterung eines solchen Belebtschlammes würden diese sich dort akkumulierten Schadstoffe ohne Umwege wieder direkt in die Nahrungskette eingeschleust und schnell wieder den Menschen belasten.

Diese Stoffe werden jedoch, auch wenn der Schlamm «nur» als Dünger für Nutzpflanzen verwendet wird, wieder in die Nahrungskette aufgenommen. Wird der Schlamm als Dünger ausgetragen, wird noch etwas Zeit gewonnen, und es wird möglich, dass echte Abbaureaktionen die Konzentration der schwer abbaubaren Schadstoffe verringern bzw. diese in ungefährliche Produkte umwandeln.

Beim Recycling von Biomasse ist also besondere Vorsicht geboten, da in jedem Falle, ob als Dünger oder direkt als Futtermittel, immer direkte oder indirekte Wirkungen auf die menschliche Gesundheit und damit auf die menschliche Existenz möglich sind.

Es besteht daher ein qualitativer Unterschied zwischen dem Recycling beispielsweise von Papierfaserstoffen, was im ungünstigsten Fall zunächst «nur» zu einer Verschlechterung des Produktes Papier führt, und dem Recycling von Biomasse, was in letzter Konsequenz immer die Gesundheit des Menschen berührt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass man vom Recycling von Biomasse grundsätzlich Abstand nehmen soll, sondern nur, dass derartige Ideen und Vorstellungen mit einem besonderen Mass an Vorsicht, Verantwortung und Gründlichkeit in jedem Einzelfalle erneut geprüft werden müssen. So müssen beispielsweise neuere Versuche [9] zur Verwendung von Biomasse aus der Antibiotikaproduktion als Dünger trotz der sicherlich reizvollen sehr hohen N-Gehalte von 3 bis 6,5 % als be-

denklich angesehen werden. Dies ist weniger auf die Gefahr der Isolierung des gezüchteten Hochleistungsorganismus durch die Konkurrenz zurückzuführen, sondern eher auf die Möglichkeit der Anreicherung von gegen dieses Antibiotikum resistenten Mikroorganismen durch die vorhandenen Antibiotikreste in der Biomasse. Es ist, wie die neuere Forschung gezeigt hat, sehr wohl möglich, dass Resistenz-eigenschaften von den resistenten Mikroorganismen auf Mikroorganismen, die diese Resistenz noch nicht besitzen, übertragen werden können, so dass die Gefahr derartiger Experimente darin liegt, dass die Wirkung des eigentlichen Produktes durch die Anwendung des Abfallproduktes der Produktion des Antibiotikums wieder teilweise zunichte gemacht wird.

Die ungeheuren Mengen an Biomasse, die als Nebenprodukt der pharmazeutischen Industrie und auch der Umwelttechnologie anfallen, dürfen aufgrund ihres hohen Dünge- und auch Nährwertes nicht aus der Diskussion um ein mögliches Recycling ausgenommen werden. Da jedoch ein Recycling dieser Produkte in jedem Falle den Menschen über die Nahrungskette in seiner Existenz direkt be-

röhrt, müssen alle Vorhaben dieser Art besonders sorgfältig und gründlich auf ihre möglichen, kurz- und langfristigen Nebenwirkungen geprüft werden.

Literatur

- [1] Stumm W., Davis J.: Kann Recycling die Umweltbeeinträchtigung vermindern? Separatum Nr. 488, EAWAG, ETH Zürich (1974).
- [2] Brecht W., Dalpke H.-L., Börner F.: Geschlossene Kreisläufe in weiteren altpapierverarbeitenden Papierfabriken. «Wbl. für Papierfabrikation», 7, 223 (1974).
- [3] Brecht W., Dalpke H.-L.: Der geschlossene Wasserkreislauf in grundsätzlicher Betrachtung. «Wbl. für Papierfabrikation», 8, 235 (1973).
- [4] Süry P., Hiltbrunner K., Mörgeli B.: Untersuchungen zur Stahlkorrosion bei Wasserkreislaufschliessung in der Papierfabrikation. «Wbl. für Papierfabrikation» (1978).
- [5] Mörgeli B.: New aspects of closed processing circuits in the paper and paperboard industry. «Paper», Vol. 187, No. 2 (1977).
- [6] Firpi M.: Prestazione degli auxiliari battericidi nelle acque di fabbricazione. «Ind. carta», 13, 247 (1975), Nr. 6.
- [7] Mörgeli B., Gniesser J.: Biologisches Verfahren zur Abwasser- und Abfallaufbereitung am Beispiel der Papierindustrie. «Technische Rundschau Sulzer», 29, S. 85–98 (1976).
- [8] Harkin J. M., Crawford D. L., McCoy E.: Bacterial protein from pulps and paper mill sludge. «Tappi», Vol. 57, Nr. 3 (1974).
- [9] «Bild der Wissenschaft», «Akzent», Nr. 1 (1978), S. 1.

Adresse der Verfasser: Dr. B. Mörgeli und J. Gniesser, Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, 8401 Winterthur.

MITTEILUNGEN VERSCHIEDENER ART

Personelles

Otto Jaag †

Prof. Dr. Otto Jaag, langjähriger Direktor der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Ordinarius für Hydrobiologie, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH Zürich, ist am 31. Juli 1978 gestorben. Mit seinem Hinschied verliert unser Land seinen bedeutendsten Wegbereiter für den Gewässerschutz. Seine außergewöhnlichen Verdienste rechtfertigen es, sein Lebenswerk kurz zu würdigen.

Ihm haben wir es in erster Linie zu verdanken, wenn heute unser ganzes Volk die Notwendigkeit eines umfassenden Gewässerschutzes erkannt hat und auch bereit ist, für dessen Realisierung die notwendigen finanziellen Opfer zu bringen. Unermüdlich, mit staunenswerter Energie, hat Otto Jaag mehr als 30 Jahre lang diesen Kampf um die Reinhaltung unserer Gewässer geführt, hat in unzähligen Veröffentlichungen und begeisterten Vorträgen zu Stadt und Land, im kleinsten Dorf und in den grössten Städten der Welt auf die schweren Gefahren hingewiesen, die den Gewässern drohen, wenn nicht rechtzeitig durch einen grosszügigen Gewässerschutz Abhilfe geschaffen wird.

Am Anfang seiner beruflichen Laufbahn widmete sich der Verstorbene, der im kleinen schaffhausischen Dorf Beringen am 29. April 1900 zur Welt kam, der reinen Wissenschaft. Nach seinem Studium der Naturwissenschaften an der Universität Genf, das er mit dem Doktorexamen beim Botaniker Prof. Chodat abschloss, wurde er Assistent bei Prof. Jaccard am Pflanzenphysiologischen Institut der ETH, trat dann im Jahre 1932 ins Institut für spezielle Botanik (Prof. Gäumann) über, wo er bis zu seiner Ernennung zum Direktor der EAWAG eine überaus fruchtbare wissenschaftliche Tätigkeit entfaltete. Er habilitierte sich auf dem Gebiet der Hydrobiologie und Kryptogamenkunde, wurde 1941 zum Titular- und 1946 zum a. o. Professor der ETH ernannt. Seine Vorlesungen umfassten Hydrobiologie, Kryptogamenkunde, Pflanzenpathologie und Botanik, später auch Abwasserreinigung und Gewässerschutz.

Eine grosse Zahl während dieser Zeit erschienener Publikatio-

nen begründeten den wissenschaftlichen Ruf Otto Jaags. Für seine grundlegende Arbeit über «Die Algenvegetation des verwitternden Gesteins» wurde ihm 1936 der Schläfli-Preis der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft verliehen.

Im Jahre 1937 unterbrach Otto Jaag seine Tätigkeit an der ETH, um eine einjährige Forschungsreise nach dem damaligen Niederräisch-Indien durchzuführen, die ihm durch das Reisestipendium der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft ermöglicht wurde.

Schon während seiner Tätigkeit am botanischen Institut konzen-



tierten sich die Interessen Otto Jaags mehr und mehr auf die Probleme und Aufgaben des Gewässerschutzes. Mit seiner im Jahre 1952 erfolgten Ernennung zum Direktor der EAWAG konnte sich Prof. Jaag nun voll und ganz dieser Aufgabe widmen.