

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

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 17 (1960)

Heft: 3

Artikel: Erforderliche Reinigungsmassnahmen bei der Einleitung von Abwasser in den See

Autor: Wieser, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-782746>

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: 13.01.2026

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

Erforderliche Reinigungsmassnahmen bei der Einleitung von Abwasser in den See

Von Dr. E. Wieser, Kantonschemiker, St. Gallen

Der Bodensee wurde seit Jahrzehnten von Seefergemeinden wie landeinwärts gelegenen Siedlungen für ihre Wasserversorgung in Anspruch genommen. Heute müssen wir uns klar sein, dass der Bodensee in nächster und weiterer Zukunft den Wasserbedarf eines grösseren Raumes der Anliegerstaaten zu decken haben wird. Der stets steigende Wasserbedarf für Wohnbevölkerung und Industrie bringt es mit sich, dass in Europa das zur Verfügung stehende Reinwasser immer mehr zur Mangelware wird. Für die Entwicklung eines Gebietes, wie dies am Bodensee angestrebt wird, bildet aber eine genügende Wasserversorgung die Grundbedingung. Dem Bodensee kommt deshalb als Trink- und Brauchwasserspeicher eine erst-rangige Bedeutung zu. Solange der Alpenrhein als Hauptzufluss seine Wasser dem Bodensee zuträgt, vermag derselbe mit seinem Speicherinhalt von 47 Milliarden Kubikmetern Wasser diese Aufgabe auch in fernerer Zukunft in *quantitativer* Hinsicht zu erfüllen. Es liegt aber an den Nutzniessern der Wasserversorgungen, alles daran zu setzen, dass auch die *qualitativen* Eigenschaften des Bodenseewassers erhalten bleiben.

In den verschiedenen Wasserwerken am Bodensee sind grosse Geldsummen investiert worden, um Bevölkerung und Industrie eines weiten Raumes mit genügend Trink- und Brauchwasser zu versorgen. War es vor einigen Jahrzehnten noch möglich, das in genügender Tiefe entnommene Seewasser direkt in das Leitungsnetz zu pumpen und als Trinkwasser abzugeben, müssen jetzt infolge der sukzessive eingetretenen qualitativen Einbusse desselben Aufbereitungsanlagen erstellt werden, deren Bau und Betrieb mit erheblichen Kosten verbunden ist. Je mehr sich die Qualität des Seewassers durch die ungehemmte Einleitung der Abwässer verschlechtert, desto grössere Aufwendungen sind für eine einwandfreie Aufbereitung für die Trinkwasserbeschaffung notwendig. Für solche oft ziemlich luxuriös ausgestattete Anlagen werden aber ohne weiteres die angeforderten Kredite zur Verfügung gestellt. Wir müssen erkennen, dass Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung bzw. Abwasserreinigung *untrennbar* miteinander verbunden sind. Der Staat kann höchstens den Bau, nicht aber den Betrieb derartiger Anlagen mitfinanzieren. Eine Reinigungsanlage, sofern diese ordnungsgemäss betrieben wird — und nur dann erfüllt sie ihren Zweck — erfordert laufende Mittel. Für diese muss der Abwasserproduzent, d. h. der Wasserverbraucher, selbst aufkommen.

Wir dürfen mit Genugtuung feststellen, dass durch die intensive Aufklärungstätigkeit der Gewässerschutzverbände das Verständnis für die Notwendigkeit einer zweckmässigen Abwasserreinigung schon weit in die

Bevölkerung eingedrungen ist. Insbesondere fordern die direkt von der Verschmutzung betroffenen Seeanwohner, die zusehen müssen, wie ihre Erholungsplätze am Wasser und die Badegelegenheiten rapid verloren gehen, eine durchgreifende Sanierung. Es liegt in erster Linie an den verantwortlichen Behörden der Anliegerstaaten und der Gemeinden, für die dringend notwendige Abhilfe einer weiteren Verschmutzung der Uferzonen zu sorgen. Da die Grundbedingung der wirtschaftlichen Entwicklung eines Gebietes von einer genügenden Wasserversorgung abhängt, letztere aber bei zunehmender Seever Verschmutzung immer schwieriger und teurer wird, ergibt sich eine direkte Abhängigkeit des Bodenseeraumes vom Bau und Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen. Seitens der Anliegerstaaten sollten in Zukunft *grundsätzlich* keine Konzessionen für den Wasserbezug aus dem See, gleichgültig ob derselbe für die Wohnbevölkerung oder die Industrie bestimmt ist, erteilt werden, ohne *gleichzeitig* die Verpflichtung aufzuerlegen, das dem See wieder zugeleitete Abwasser einer genügenden Reinigung zu unterwerfen. Die bisherigen Wasserbenützer müssen verpflichtet werden, sofern das Abwasser direkt oder durch Zuflüsse wiederum dem See zugeleitet wird, ohne Verzug an die Aufgabe der Abwasserreinigung heranzutreten.

Passiver Gewässerschutz, der darin besteht, jede weitere Abwasserproduktion im Bodenseegebiet zu verunmöglichen, insbesondere abwasserproduzierende Betriebe nicht mehr zuzulassen, würde den derzeitigen Zustand nicht verbessern und jeder weiteren Entwicklung entgentreten. Wir müssen deshalb *aktiven* Gewässerschutz betreiben und die anfallenden Abwässer genügend, d. h. vollbiologisch reinigen. Bei kleineren Seen oder Seeteilen, wie z. B. im Genfer Trichter des Lac Léman, Hallwilersee und beim bayrischen Schliersee wird versucht, das Abwasser vom See überhaupt fernzuhalten, indem man in beidseitigen Kanalsystemen die Abwässer sammelt und einer am Abfluss des Sees zu errichtenden zentralen Kläranlage zuleitet und das gereinigte Abwasser dem Fliessgewässer übergibt. So verlockend eine solche Lösung auch für den Bodensee erscheinen mag, ist dieselbe schon aus finanziellen Gründen als undurchführbar zu betrachten. Wir müssen uns deshalb damit begnügen, die anfallenden Abwässer restlos zu erfassen und vollbiologisch zu reinigen. Dabei ist es zweckmässig, wenn benachbarte Gemeinden sich zu einer regionalen Gruppe mit einer Sammelreinigungsanlage zusammenschliessen. Wenn wir die von der Technik zur Verfügung gestellten Abwasserreinigungsmethoden konsequent anwenden, wenn alle Gemeinden im Bodenseegebiet einzeln oder in Gruppen vollbiolo-

gische Reinigungsanlagen erstellen und betreiben, so haben wir zweifellos hinsichtlich der Wasserqualität des Bodensees eine *wesentliche* Verbesserung erreicht. Seit einigen Jahren wird immer wieder auf die Gefahr einer Verunreinigung des Bodensees im Zusammenhang mit der Schiffbarmachung des Hochrheins hingewiesen. Man vergesse aber dabei die Tatsache nicht, dass *heute* schon eine grosse Gefahr für den See bereits besteht, für welche aber die noch nicht realisierte Hochrheinschiffahrt nicht verantwortlich gemacht werden kann. Wir müssen uns auf die jetzt feststellbare Verunreinigung konzentrieren und erkennen, dass rasche Abhilfe geschaffen werden muss. Die Technik hat bewährte Verfahren auch für die Entölung der Abwässer zur Verfügung gestellt, die selbstverständlich zu gegebener Zeit angewendet werden müssen. Die Schifffahrtskreise sind sich dessen bewusst und gewillt, zu gegebener Zeit an der Durchführung der erforderlichen Massnahmen mitzuarbeiten. Es bleibt dann den Behörden vorbehalten, den geforderten Massnahmen zum Durchbruch zu verhelfen und mit aller Strenge gegen Fehlbares vorzugehen.

Die hohen Kosten, die eine Abwasserreinigung verursacht und welche immer wieder ins Feld geführt werden, sind nur zum Teil durch den Bau der eigentlichen Abwasserreinigungsanlage bedingt. Vielmehr sind es die Auslagen für das erforderliche Kanalisationsnetz, die ins Gewicht fallen, namentlich in den Seeufergemeinden, die vielfach überhaupt ein vollständig neues Kanalsystem aufbauen müssen. Bereits vor Jahren wurde die Forderung gestellt, generelle Kanalisationsprojekte, die auf den Standort der zukünftigen Reinigungsanlage ausgerichtet sein müssen, ausarbeiten zu lassen. Dadurch könnte sukzessive ein planmässiger und zweckentsprechender Ausbau des Kanalisationsnetzes vorgenommen werden, wobei sich die Kosten auf einen längeren Zeitraum verteilen würden. Diesen Rat haben alle grösseren Gemeinden im sanktgallischen Rheintal von Bad Ragaz bis nach Thal-Rheineck, ebenso Rorschach und alle Seegemeinden im Kanton Thurgau bis nach Eschenz am Untersee befolgt. Dabei wird nicht ausser acht gelassen, dass, wenn irgend möglich, ein Zusammenschluss mehrerer Gemeinden an einer zentralen Abwasserreinigungsanlage anzustreben ist. So liegt eine generelle Studie für den Raum Heerbrugg mit den fünf umliegenden Gemeinden bis Ende 1960 vor, ebenso ist ein generelles Projekt für Rorschach und die anstossenden Gemeinden vorhanden. Die sanktgallische Gemeinde Steinach wird mit Arbon gekoppelt; an die Reinigungsanlagen der kantonalen Anstalten in Münsterlingen, die sich im Bau befinden, werden die angrenzenden Gemeinden angeschlossen. Vielerorts sind die Kanalisationen schon weitgehend ausgebaut, es fehlen aber noch die nachzuschaltenden Reinigungsanlagen. In diesen Gemeinden sollte mit der Erstellung derselben nicht mehr länger zugewartet werden, selbst dann nicht, wenn technische Schwierigkeiten, die überwunden werden können, bestehen sollten.

Ein generelles Kanalisationsprojekt kann nur unter Berücksichtigung der zu erwartenden baulichen Entwicklung aufgestellt werden. Eine planlose Streubauweise erschwert, verteuert oder verhindert sogar die Erfassung aller Abwässer durch das Kanalisationsystem. Nur eine straffe *Bauzonenplanung*, die Wohn- und Industriegebiete klar gliedert und harmonisch zusammenfasst, kann als Grundlage für die Ausarbeitung eines zusammenhängenden und auf eine zentrale Reinigungsanlage ausgerichteten Kanalisationsprojektes dienen. Wir müssen als zweckmässigste Lösung anstreben, die industriellen und gewerblichen Abwässer, wenn nötig nach geeigneter Vorbehandlung im Betrieb selbst, im Gemisch mit den häuslichen Abwässern zu klären und zu reinigen.

Der Bodensee war seit Jahrzehnten Gegenstand intensiver limnologischer Forschung. Es liegt über ihn eine Fülle von Veröffentlichungen vor. Die Untersuchungen erstrecken sich aber nicht nur auf die sehr aufschlussreichen limnologischen, sondern auch auf die chemischen, physikalischen und bakteriologischen Verhältnisse. Eine dauernde Ueberwachung des Sees erfolgt zurzeit durch die Seenforschungsinstitute in Konstanz-Staad und Langenargen sowie durch einige Wasserwerke. Während dieser langjährigen Beobachtungszeit konnte eindeutig eine Aenderung der Biozönose festgestellt werden im Sinne einer zunehmenden Belastung durch die eingeleiteten Abwässer. Wenn auch der offene See ausserhalb der Halde noch als oligotroph bezeichnet werden kann, so sind doch bereits grosse Teile der Uferzonen eindeutig eutroph, besonders im oberen Seeteil vor den grösseren Siedlungen und im Bereich der stark belasteten Zuflüsse. Starke Veralgungen und Wasserblüten, namentlich während der wärmeren Jahreszeit, Faulschlammablagerungen mit sichtbar aufsteigenden Methangasblasen sind eindeutige Beweise hiefür. Wiederholt haben Zuflüsse und direkt eingeleitete Kanalisationen zur *Verölung* der Uferzonen Anlass gegeben, meistens als Folge von Unachtsamkeit bei Tankmanipulationen. Mit der rapiden Zunahme des Oelverbrauchs zu Heizzwecken in Wohnhäusern und in der Industrie, wächst diese dem See landseitig drohende Gefahr stark an. Nur gute Schutzvorkehrungen an den Tankanlagen selbst, wie solche in den Richtlinien des Vereins schweizerischer Gas- und Wasserfachmänner im Jahre 1954 bereits aufgestellt wurden, vermögen diese Gefahr einigermassen zu bannen.

Alle diese Veränderungen in der Uferzone beeinträchtigen nicht nur das Landschaftsbild, sondern sind im höchsten Grade hygienisch bedenklich. Sie gefährden oder verunmöglichen die von der Bevölkerung so sehr geschätzten Badegelegenheiten, wirken sich aber auch nachteilig auf die Wasserentnahmen, die meistens noch im Bereich dieser Uferzonen liegen, aus und erfordern immer kostspieligere Aufbereitungsmassnahmen, um ein allen Anforderungen genügendes Trinkwasser zu erhalten.

Es wäre ungerecht, wenn wir nur die am See gelegenen Gemeinden allein für die stets zunehmende

Verunreinigung desselben verantwortlich machen wollten. Aus einem weiteren Einzugsgebiet gelangen durch die Zuflüsse Abwässer grösserer Siedlungen und Industrien mittelbar in den See. Auf der Fliesstrecke dieser Vorfluter kann wohl ein Teil der Schmutzstoffe durch das Selbstreinigungsvermögen abgebaut werden, doch treten immer wieder neue Belastungen hinzu, so dass der Selbstreinigungseffekt verwischt wird oder gar infolge zu hoher Belastung durch Abwässer überhaupt nicht mehr spielt. Geschiebeführung, wie z. B. im Alpenrhein, verunmöglicht praktisch eine wirksame biologische Selbstreinigung.

Die heutige Tagungsstadt St. Gallen war nicht nur in der Schweiz, sondern im ganzen Einzugsgebiet des Bodensees die *erste* Gemeinde, die erkannte, dass die durch eine Kanalisation gesammelten Abwässer gereinigt werden müssen, bevor dieselben zur Ableitung gelangen dürfen, insbesondere wenn nur ein sehr schwacher Vorfluter, wie dies die Steinach ist, zur Verfügung steht. Nach der Einführung der Schwemmkanalisation vor rund 45 Jahren wurde gleichzeitig 4 km unterhalb der Stadt in Hofen-Wittenbach eine für die damaligen Verhältnisse moderne mechanisch-biologische Reinigungsanlage erstellt, ausgerüstet mit Emscher Brunnen und schwach belasteten Tropfkörpern von $4 \times 1600 \text{ m}^2$ Oberfläche. Wohl ist dieses Verfahren heute veraltet, doch wurde die Anlage stets in sehr gutem baulichem Zustande erhalten und während all der Jahre sorgfältig gewartet, so dass dieselbe auch jetzt noch einen guten Eindruck hinterlässt. Sie hat bis anhin gute Dienste geleistet und über 1 Million Kubikmeter Schlammstoffe dem Bodensee ferngehalten. Der höhere Abwasseranfall gestattet jedoch nur mehr die Erfassung eines geringen Anteiles des Mischwasserzuflusses bei Regenwetter, so dass die Entlastung in die Steinach bereits ab 400 l/s erfolgt. Die Verdünnungsverhältnisse im schwachen Vorfluter sind sehr kritisch, so dass der Effekt der Reinigungsanlage verwischt wird, um so mehr, als zur Ausnützung der Gefällstufe bis zur Steinach das gereinigte Abwasser noch eine Turbinenanlage zum Zwecke der Erzeugung elektrischer Energie betreibt, was eine intermittierende Wasserabgabe an den Vorfluter bedingt. Diese Reinigungsanlage bedarf deshalb einer Erweiterung und Modernisierung.

Im Einzugsgebiet des Rheins und der Binnenkanäle sind in den letzten Jahren in Pfäfers ob Bad Ragaz, in Buchs und Vaduz FL neuzeitliche mechanisch-biologische Abwasserreinigungsanlagen in Betrieb genommen worden. Am Obersee hat einzig noch Lindau als erste Bauetappe für den landseitigen Stadtteil Reutin eine mechanische Kläranlage in Betrieb genommen. Es ist zu hoffen, dass der weitere Ausbau und die Ergänzung durch die biologische Nachreinigung bald erfolgt.

Gestatten Sie mir zu erwähnen, dass in den letzten Jahren im Kanton St. Gallen neuzeitliche Abwasserklär- und Reinigungsanlagen in Gossau, Degersheim, Wil, Rapperswil, Uznach und, wie bereits erwähnt, in Buchs gebaut und in Betrieb genommen worden

sind. Auch bei diesen Anlagen sind noch nicht alle Gemeindeteile angeschlossen, jedoch soll mit dem sukzessiven Ausbau des Kanalnetzes dieses Endziel im Laufe der nächsten Jahre erreicht werden. Baureife Projekte liegen zurzeit für die Gemeinden Walenstadt und Wildhaus vor, und die Projekte für Nesslau-Neu-St. Johann im Toggenburg und St. Gallen-Schooren, einem zur Sitter entwässernden Quartier an der Nordflanke des Rosenbergs, sind in Bearbeitung. Aber auch seitens der Industrie wurden einige Anlagen erstellt, so in Uznach für eine Färberei, in Widnau für die Kunstseidefabrik, in Berneck für eine Gerberei und in Steinach für einen galvanischen Betrieb.

Auch im Kanton Thurgau sind die Vorbereitungen, wie wir bereits erwähnt haben, schon weitgehend getroffen worden und mit dem Bau einer ersten Anlage hat der Kanton selbst im Raume Münsterlingen begonnen. Es ist zu erwarten, dass auch die thurgauischen Seegemeinden sich an der Sanierung in den nächsten Jahren aktiv beteiligen werden.

Im Kanton St. Gallen wurden, mit Ausnahme von Uznach, alle genannten Gemeindekläranlagen nach dem *mechanisch-biologischen Prinzip* gebaut. Während St. Gallen noch mit schwach belasteten Tropfkörpern ausgerüstet ist, besitzen die Anlagen St. Pirminsborg und Wil einen Spültropfkörper. Alle anderen Reinigungsanlagen arbeiten nach dem Belebungsverfahren. Die mechanisch-biologische Abwasserreinigung entspricht unserer Grundkonzeption. Die im Voralpengebiet zur Verfügung stehenden Vorfluter sind namentlich in Trockenzeiten schwach wasserführend und deshalb zur Aufnahme grösserer Abwassermengen ungeeignet, da sie dieselben nicht verarbeiten können. Aus diesem Grunde müssen wir auf eine möglichst weitgehende Reinigung tendieren. Dasselbe gilt aber auch in ganz besonderem Masse für ein stehendes Gewässer. Deshalb verlangen wir für die in den Bodensee eingeleiteten Abwässer sowohl eine gute mechanische Vorklärung wie auch eine *vollbiologische* Nachreinigung mit einem Bsb5 des Abflusses von 20 mg/L.

Mit einer richtig dimensionierten mechanischen Absetzanlage nehmen wir wohl einen wesentlichen Anteil an absetzbaren Schmutzstoffen heraus, welche in erster Linie im Einleitungssektor zu Faulschlamm-bänken Anlass geben würden. Schon allein die Verhinderung der Ausbildung solcher Zonen wäre als Erfolg zu buchen, genügt indessen allein noch nicht. Auch die nicht absetzbaren, kolloiden und gelösten organischen Stoffe müssen weitgehend entfernt werden, was nur auf biologischem Wege erfolgen kann, sei es mittels Tropfkörpern oder nach einem Belebungsverfahren. Nach Wuhrmann lassen sich bei beiden Systemen gleich gute Abflüsse erzielen. Richtlinie für das Mass des Abbaues ist der Bsb5. Bei der geforderten vollbiologischen Reinigung kann mit einem Bsb5 des Abflusses von 20 mg/L gerechnet werden, vorausgesetzt, dass die Anlage im Bau richtig dimensioniert und zweckmässig betrieben wird.

Wir sind uns bewusst, dass auch vollbiologisch gereinigte Abwässer, selbst nach Entfernung von rund

90 % der fäulnisfähigen und abbaubaren organischen Stoffe noch erhebliche Mengen Nährstoffe in den Vorfluter bzw. den See abführen. Von diesen Minimumstoffen spielen die Stickstoffverbindungen und die Phosphate eine ausschlaggebende Rolle. Die Erkenntnisse der letzten Jahre zeigten, dass insbesondere der *Phosphorgehalt* der begrenzende Faktor ist, von welchem die Eutrophierung abhängt. Die zunehmende Verwendung der Phosphate in Wasch- und Reinigungsmitteln bedingt andererseits ein Ansteigen des Gehaltes derselben in den Abwässern. Es gelingt durch die biologischen Reinigungsverfahren nicht, Stickstoff und Phosphor vollständig zu eliminieren. Wohl wird ein gewisser Anteil durch die Lebewesen des biologischen Rasens in den Tropfkörpern oder durch die Organismen der Belebtschlammflocken zum Aufbau ihrer eigenen organisierten Substanz verbraucht, jedoch verbleibt noch ein Teil im abfließenden Abwasser. Die schwach belasteten Tropfkörper zeigten stets einen Ablauf mit hohen Nitratgehalten und allgemein stark fortgeschrittener Assimilation und man sah hierin den wirkungsvollen Ablauf des biologischen Reinigungsprozesses. Heute ist man anderer Auffassung. Für einen Vorfluter, insbesondere aber einen See ist ein solcher nitrathaltiger Abfluss unerwünscht, stellen diese doch leicht lösliche und gut verwertbare Düngstoffe dar, welche die Eutrophierung nur fördern können. Heute legt man Wert darauf, nitratarme Kläranlageabläufe zu erhalten, wie dies bei zweckmässig betriebenen Hochleistungstropfkörpern und den Belebtschlammanlagen der Fall ist. Der Stickstoff soll an den belebten Schlammflocken gebunden bleiben und damit in der Nachklärung möglichst rasch mit dem sedimentierten belebten Schlamm aus dem nachgereinigten Abwasser entfernt werden können, bevor Oxydationsprozesse eintreten und denselben in die leicht löslichen Nitrate umwandeln. Bei verfahrenstechnisch richtiger Konstruktion einer neuzeitlichen Belebungsanlage ist man in der Lage, die Adsorptionsstufe weitestgehend zu betreiben, dagegen aber die Dissimilation nicht zu weit durchzuführen, sondern den Vorgang rechtzeitig abubrechen und den weiteren Schlammabbau in die Faulräume zu verweisen. Dadurch sollte es möglich sein, einen wesentlichen Anteil an Stickstoff- und Phosphorverbindungen am biologischen Schlamm gebunden zu halten. Es lässt sich kaum beurteilen, wie sich die teilweise Entlastung des Sees durch die Eliminierung eines Teiles der Stickstoff- und Phosphorverbindungen auf die weitere Planktonproduktion auswirken wird. Dies wird die Erfahrung zeigen müssen. Die Limnologen sind skeptisch und stellen deshalb bereits die Forderung nach der sogenannten dritten Reinigungsstufe, die darauf hinzielt, die restlichen Stickstoff- und Phosphorverbindungen im biologisch gereinigten Abwasser zu entfernen und dadurch der Eutrophierung die Grundlage zu entziehen. Diese Forderung, die in einem Zeitpunkt gestellt wird, in welchem noch nicht einmal die erste Reinigungsstufe realisiert ist, ist unserer Meinung nach verfrüht, schafft

Unsicherheit und Verwirrung, was zur Folge haben könnte, dass mit dem Bau von Reinigungsanlagen zugewartet werden will, bis auch dieses Problem einer praktischen Lösung zugeführt worden ist. Inzwischen würden sich aber die Verhältnisse am Bodensee rapid verschlechtern, machen sich doch Jahr für Jahr die Verschmutzung und die Eutrophierung der Uferzonen immer stärker bemerkbar. Wir müssen deshalb die *unabdingbare Forderung* stellen, dass *vollbiologische* Reinigungsanlagen möglichst bald erstellt werden. Zweifellos werden wir damit schon sehr viel erreicht und eine wesentliche Entlastung des Sees vollzogen haben. Gleichzeitig ist aber auch die Grundlage für die geforderte dritte Reinigungsstufe geschaffen worden. Die weitere Forschung und Versuche in der Praxis werden Mittel und Wege finden, auch der Forderung der restlosen Entfernung der Phosphate gerecht zu werden. Es erscheint nicht ausgeschlossen, dass die Massnahmen der dritten Stufe in die erste oder zweite eingebaut werden können.

Bis anhin wurde ganz allgemein von mechanisch-biologischer Reinigung gesprochen, und dabei wurden die drei wesentlichen Merkmale einer Abwasserklär- und Reinigungsanlage erwähnt, nämlich die mechanische Vorreinigung durch Sedimentation, die biologische Zwischenstufe in Form der Tropfkörper oder der Belebtschlammbecken und die mechanische Nachreinigung durch Sedimentation zur Entfernung des biologischen Schlammes. Es ist ganz selbstverständlich, dass die mechanische Grobreinigung in Form von Rechen, beziehungsweise mechanischen Zerkleinerungsmaschinen und Sandfänge sowie die Schlammbehandlung zur Ausstattung einer Klär- und Reinigungsanlage gehören. Der Abscheidung ölhaltiger Abgänge ist im Interesse einer wirkungsvollen biologischen Nachreinigung grösste Aufmerksamkeit zu schenken.

Die in der Vorklärung abgeschiedenen Schlammstoffe und der Ueberschusschlamm der biologischen Nachreinigung werden der anaeroben Ausfäulung in den Schlammfaulräumen zugeführt. Es braucht kaum besonders erwähnt zu werden, dass es zweckmässig ist, die Schlammfaulräume zu beheizen und hiezu das anfallende Faulgas zu verwenden. Dadurch werden die Ausfäulprozesse beschleunigt. Abgesehen davon, dass ein besser ausgefäultes Produkt entsteht, handelt es sich um eine raumsparende Massnahme, da die Kubatur des Faulraumes kleiner gehalten werden kann. Der ausgefäulte Schlamm wird in flüssiger oder angetrockneter Form zu Düngzwecken der Landwirtschaft abgegeben. Da die Milchwirtschaft in der Schweiz die Verwendung von Klärschlamm zu Düngzwecken während der Vegetationsperiode verboten hat, tritt oft eine gewisse Schwierigkeit im Absatz dieses Produktes ein. Heute zeichnet sich aber eine Tendenz ab, den ausgefäulten Schlamm mit aufbereitetem Müll zu Kompost zu verarbeiten. Das Müllproblem als ein weiterer wesentlicher Faktor des Gewässerschutzes beschäftigt alle Gemeinden ebenso stark wie die Abwasserfrage. So entsteht im Einzugsgebiet des Boden-

sees im Raume Buchs-Fürstentum Liechtenstein neben der Abwasserreinigungsanlage in Buchs eine regionale Müllkompostierungsanlage. Je eine weitere solche Kombination ist im Raume Heerbrugg und Rorschach vorgesehen.

Bis anhin haben wir uns nur mit häuslichen Abwässern beschäftigt. Ebenso wichtig ist das Problem der Unschädlichmachung der gewerblichen und industriellen Abwässer. Die zweckmässigste und rationellste Lösung ist die gemeinsame Reinigung in Vermischung mit den häuslichen Abwässern und stellt einen optimalen Schutz des Gewässers dar, da Störungen im Betrieb allenfalls notwendiger industrieller, der Vorbehandlung dienender Anlagen wie Neutralisation und Entgiftung in der zentralen Sammelstelle durch Pufferung noch abgefangen werden können. Mehrheitlich organische Abwässer, wie solche aus Milchverarbeitungsbetrieben, Schlachthöfen, Konservenfabriken, Gerbereien usw. anfallen, lassen sich nach Vermischung mit häuslichem Abwasser biologisch reinigen. Andere gewerbliche und industrielle Abwässer müssen unter Umständen vor deren Ableitung in die öffentliche Kanalisation im Betrieb selbst vorbehandelt werden, sei es, dass dieselben einer Neutralisation oder sogar einer Entgiftung bedürfen. Der empfindlichste Teil einer Reinigungsanlage ist immer die biologische Stufe, wobei hinsichtlich der Schädlichkeit eines Abwassers in erster Linie auf diese Rücksicht genommen werden muss. Sofern ein Industriebetrieb eine *eigene* Klär- und Reinigungsanlage betreibt, müssen an den Endablauf die gleichen Anforderungen gestellt werden wie an die gemeindeeigenen Anlagen. Innerhalb des Betriebes können durch Trennungen im Kanalisationsnetz oft namhafte Einschränkungen des Abwasseranfalles herbeigeführt werden, zum Beispiel durch Abtrennung reiner Kühlwässer, die ohne weiteres dem Vorfluter zugeleitet werden können.

Besonders können gewisse chemische Abwässer zu Schwierigkeiten führen, wie dies zum Beispiel mit Gasfabrikabwässern, welche Phenole enthalten, der Fall ist. Dies hat seinerzeit auch im Bodensee zu Unzukömmlichkeiten geführt, namentlich im Zeitpunkt der Auflösung der Temperaturschichtung im Vorwinter, wenn phenolhaltige Abwässer in der Nähe von Wasserentnahmestellen eingeleitet werden. Wenn bei der Aufbereitung des schnellfiltrierten Seewassers eine Chlorierung nachgeschaltet wird, können die sich im Geschmack sehr unangenehm auswirkenden Chlorphenole entstehen. Dies war der Grund, dass man im Wasserwerk Riet und hernach bei den meisten Seewasserwerken am Schweizer Ufer des Bodensees zur *Ozonisierung* überging. Gasfabrikabwässer lassen sich aber nach hinreichender Verdünnung mit häuslichem Abwasser biologisch reinigen, wobei auch die Phenole abgebaut werden.

Es ist absolut notwendig, dass im Zusammenhang mit der Aufstellung genereller Kanalisationsprojekte die anfallenden industriellen Abwässer einer eingehenden Untersuchung in qualitativer und quantita-

tiver Hinsicht unterworfen werden müssen. Dabei muss abgeklärt werden, ob das Abwasser ohne weiteres in das Kanalnetz aufgenommen und der Kläranlage zugeführt werden kann oder ob eine Vorbehandlung im Betrieb selbst erfolgen oder gar vom Betrieb eine betriebseigene, leistungsfähige Reinigungsanlage verlangt werden muss. Man wird auch der Betriebsleitung nahe legen, die Frage zu prüfen, ob nicht durch betriebsinterne Massnahmen der eigentliche Abwasseranfall reduziert oder nach entsprechender Vorbehandlung im Kreislauf gearbeitet werden könnte. Abwasserproduzierende Industriebetriebe, deren Abwasserfrage verfahrenstechnisch und wirtschaftlich noch nicht einwandfrei gelöst ist, sind zum mindesten an einem stehenden Gewässer unerwünscht, ebenso Atomreaktoren. Die Abwässer der letzterwähnten Betriebe könnten den See derart nachteilig beeinflussen, dass ein Wasserbezug für die Trinkwasserversorgungen unmöglich gemacht würde. Es ist bekannt, dass sich radioaktive Isotope in den Planktonorganismen und im Bodenschlamm anreichern. Dadurch könnte auch die Fischerei in Mitleidenschaft gezogen werden.

Auch der derzeitigen und zukünftigen *Schifffahrt* obliegt es, geeignete Massnahmen zu treffen, um eine Verunreinigung des Sees nach Möglichkeit zu vermeiden. Insbesondere dürfen die ölhaltigen Bilgenwässer unter keinen Umständen mehr in den See abgepumpt werden, sondern müssen in standortgünstigen, zentralen Abscheideanlagen am Ufer entölt werden. Wir stellen fest, dass seitens der Schifffahrtsverwaltungen dieser Forderung schon weitgehend Rechnung getragen wird, indem in den Werften solche Anlagen erstellt worden sind. Bei den Personenschiffen wäre es vom hygienischen Standpunkt aus wünschbar, wenn auch die in den Abortanlagen anfallenden Fäkalstoffe durch zweckmässige Einrichtungen zurückgehalten werden könnten und nicht mehr direkt in den See abgegeben würden.

Zusammenfassend lässt sich folgendes festhalten:

1. Der Bodensee ist für einen weiten Raum als Versorgungsquelle der Wohnbevölkerung und Industrie mit Trink- und Brauchwasser lebenswichtig.
2. Die Uferzonen im Gebiete der grösseren Siedlungen und abwasserbelasteten Zuflüsse weisen heute Anzeichen starker Verunreinigung auf und befinden sich im Zustande fortschreitender Eutrophierung. Auf die Dauer ist die Zuleitung ungereinigter Abwässer aller Art in den See untragbar und für den Zustand des Sees gefährlich. Dringende Abhilfe ist notwendig, wenn der See in seinem derzeitigen Reinheitsgrad erhalten werden soll.
3. Die Siedlungen am See und in dessen Einzugsgebiet müssen an die Sanierung ihrer Abwasserhältnisse herantreten, wobei die grösseren Ortschaften und Städte mit starker Abwasserbelastung vordringlich zu behandeln sind. Es sind insbesondere generelle Kanalisationsprojekte mit Standortbestimmung der zukünftigen Klär- und Reinigungsanlagen auszuarbeiten und auf Grund dieser Pläne muss

rasch an die Ausführungen herangetreten werden. Es wäre wünschbar, dass, wenn irgend möglich, benachbarte Gemeinden eine gemeinsame zentrale Sammelreinigungsanlage erstellen und betreiben würden.

4. Das gesammelte Abwasser muss in einer zweckmässigen Klär- und Reinigungsanlage *mechanisch und vollbiologisch* gereinigt werden, wobei fortschreitende Erkenntnisse in der Abwasserbehandlung nach Möglichkeit berücksichtigt werden sollen.
5. Wenn immer möglich ist das aus Gewerbe und Industrie anfallende Abwasser nach Vermischung mit den häuslichen Abwässern in einer gemeinsamen zentralen Klär- und Reinigungsanlage zu

behandeln. Sollte dies nicht möglich sein, so ist die Industrie zu verhalten, das Abwasser in einer betriebseigenen Anlage so zu behandeln, dass dasselbe hinsichtlich Bsb5 oder einem äquivalenten Reinheitsgrad den gleichen Anforderungen genügt, welche an die Endabläufe der zentralen Reinigungsanlagen gestellt werden.

6. Die jetzige und zukünftige Schifffahrt auf dem See hat alle zweckmässigen Massnahmen zu ergreifen, um ihrerseits eine Verunreinigung des Sees nach Möglichkeit zu vermeiden.
7. Die Reinigung der Abwässer ist soweit zu treiben, dass der Endablauf einen Bsb5 von maximal 20 mg/L aufweist.

Die erforderlichen Reinigungsmassnahmen bei der Einleitung von Abwasser in den See

Von Prof. Dr.-Ing. habil. F. Pöpel, Technische Hochschule Stuttgart

I. Der Einfluss der Wasserströmung im Bodensee auf die Wassergüte.

Der notwendige Reinigungsgrad für Abwasser hängt ab von der Selbstreinigungskraft des Vorfluters. Die Selbstreinigungskraft wird bestimmt einerseits durch die Sauerstoffaufnahme, andererseits durch den Sauerstoffverbrauch der im Wasser lebenden Organismen. Stillstehendes Seewasser zeigt eine geringere Sauerstoffaufnahme als bewegteres Flusswasser und erfordert daher eine bessere Reinigung des zugeführten Abwassers. Die Folgen der Vernachlässigung dieser Zusammenhänge zeigt die nachgewiesene zunehmende Verschmutzung des Seebodens der ufernahen Zonen. Es scheint, als ob die Verschmutzung in den Strömungswirbeln der Buchten besonders konzentriert wird.

II. Die von den einzelnen Vorflutern verursachten Verschmutzungen.

Die natürlich begrenzte Selbstreinigungskraft des Sees zwingt zu einer auf das äusserste eingeschränkten Verminderung der Zufuhr biologisch abbaubarer Stoffe. Das gilt für das gesamte Einzugsgebiet des Sees. Die Grösse der vom See zu verarbeitenden Abwasserlast ist bisher unbekannt. Für Argen und Schussen liegen Untersuchungen vor, deren Ergebnisse an Lichtbildern gezeigt werden. Die Stickstoffmengen sind wesentlich grösser als der Anzahl der im Einzugsgebiet lebenden Einwohner entspricht.

III. Der anzustrebende Reinigungsgrad der Abwässer.

Ueber die Notwendigkeit der mechanischen und biologischen Reinigung aller Abwässer im Einzugsgebiet des Sees herrscht Uebereinstimmung. Am Beispiel einer Stadt am Mittelrhein wird gezeigt, dass die Rheinhaltevorschriften

auch an die zu erwartende Bevölkerungsentwicklung angepasst werden müssen.

1. Beispiele besonders hoher Reinhaltforderungen.

Das Abwasser von Luto fliesst in ein Wassergewinnungsgebiet und wird deshalb ausser durch Sedimentation zusätzlich durch Schnellfilter gereinigt.

2. Die Entnahme mineralisierter Nährstoffe.

Mineralisierte Stoffwechselprodukte können unter bestimmten Voraussetzungen die Reinigungs- und Klärvorgänge im Abwasser stören. Ausserdem können sie bei Einleitung in Flüsse oder Seen zu Sekundärverschmutzungen führen. Für die Grösse dieser Sekundärverschmutzungen im Bodensee scheint die zugeführte Phosphatmenge massgebend. Diese entstammt vermutlich in erster Linie dem häuslichen Abwasser. Sollte dies zutreffen, so kann eine Eutrophierung des Bodensees nur verhindert werden, wenn in den Reinigungsanlagen auch Phosphate zurückgehalten werden.

3. Einfluss von Oelen und Detergentien.

Oele und Detergentien vermindern die Geschwindigkeit der Sauerstoffaufnahme des Wässers sehr stark schon bei geringen Konzentrationen. Phenole hemmen die selbstreinigende Tätigkeit des Planktons. Oele müssen daher zurückgehalten werden. Ausserdem ist es notwendig, biologisch abbaubare Detergentien zu entwickeln, wie es in England schon geschehen ist.

4. Die hohen Forderungen an die Reinigung des Abwassers dürften wahrscheinlich nur durch den Bau grösserer Gruppen-Klärwerke zu erfüllen sein.