

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 57 (1965)  
**Heft:** 1-3

**Artikel:** Binnenschifffahrt und Gewässerschutz  
**Autor:** Bellwald, A. / Meyer, Rolf / Tschupp-Van Gastel, Els  
**Kapitel:** 7: Binnenschifffahrt und Gewässerschutz  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921016>

### **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:** 18.02.2026

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

gen realisieren zu können, wird eine Ueberprüfung und Ergänzung der bestehenden Bauzonenpläne notwendig werden, und es wird bei der Aufstellung neuer Zonenpläne die Schifffahrt zu berücksichtigen sein.

- Die vorgeschlagene Schaffung von Landwirtschaftszonen durch Revision des landwirtschaftlichen Bodenrechtes stellt ein Begehren der Landesplanung dar, das mit der Frage der Binnenschifffahrt direkt nichts zu tun hat. Die Forderung der Begutachter, dass die Schaffung von Landwirtschaftszonen der Schiffbarmachung vorzuziehen habe, ist abzulehnen.
- Die Begutachter fordern die Schaffung von Fluss- und Seeuferschutzzonen. Sie schlagen vor, dass sich die Kantone zu einer gemeinsamen Beurteilung der Grundsätze und Methoden der Ausscheidung und Festlegung dieser Zonen zusammenschliessen, dass sodann ein Weg gefunden werden müsse, einmal geschaffene Schutzzone dem Ermessen der einzelnen Kantone zu entziehen. Einem solchen Vorgehen steht nichts entgegen, wenn der Schifffahrt der nötige Spielraum für die Anlage von Häfen und Anlegestellen gewährt wird und die Bauzonenpläne die erforderlichen Industrie- und Wohngebiete vorsehen.
- Im Rahmen der Uferzonenplanung müssen jene Gebiete ausgeschieden werden, welche heute schon in erheblichem Ausmass der Trinkwassernutzung dienen oder sich für die zukünftige Trinkwassergewinnung eignen; dabei sind kleinere geplante Werke zu Gunsten von grösseren regionalen Anlagen aufzugeben. In den Trinkwasser-Schutzgebieten sind Umschlags- und Lagereinrichtungen zu verbieten. In den übrigen Gebieten sind die erforderlichen Massnahmen zum Schutz der ober- und unterirdischen Gewässer vorzukehren.
- Einer sinnvollen und freiheitlichen Koordination der Verkehrs- und Transportwege, mit dem Bestreben, der Schifffahrt eine grössere Tiefenwirkung ins Landesinnere zu verleihen, wird zugestimmt. Bei der Wahl der Hafenstandorte ist auf alle bestehenden und zukünftigen Ver-

kehrsträger inkl. Pipelines und auch auf den Transitverkehr Rücksicht zu nehmen.

#### Weitere Bemerkungen

Unsere Bevölkerung ist sich viel zu wenig bewusst, und es ist bei der Beurteilung der Frage der durchgehenden Schiffbarmachung von Hochrhein und Aare unbedingt zu beachten, dass

- von der gesamten 381 km langen Schifffahrtsstrasse (auf dem Rhein bis Rorschach, auf der Aare bis Yverdon) schon heute, bzw. im Jahr 1970 mit der Fertigstellung der II. Juragewässer-Korrektion 51,4 % schiffbar sind und dass schon jetzt jährlich etwa 6 Millionen Tonnen auf unseren Binnenseen transportiert werden,
- die Kostenaufwendungen für die durchgehende Schiffbarmachung auf Preisbasis 1963 pro km im Durchschnitt nur rund 2 Millionen Fr. betragen, gegenüber dem Vielfachen einer modernen Strassen- oder Bahnanlage,
- bei einer Bauzeit von 12 bis 15 Jahren und der Annahme einer sogar hälftigen Beteiligung der Schweiz an den Kosten des internationalen Abschnittes sich die jährlichen Aufwendungen auf nur 35 bis 45 Millionen Fr. beschränken,
- im Gegensatz zum Strassen- und Bahnbau kein nennenswerter Landerwerb erforderlich ist,
- der Schiffstransport ausserordentlich wirtschaftlich ist, indem 1 PS auf dem Wasser 4000 kg, bei der Bahn 500 und auf der Strasse sogar nur 150 kg zu transportieren vermag,
- die Wirtschaft unseres rohstoffarmen Landes in ihrem scharfen Konkurrenzkampf mit ausländischen Unternehmungen für die Zufuhr und den Binnenverkehr darauf angewiesen ist, möglichst vielseitige, sich gegenseitig konkurrenzierende Verkehrsträger zur Verfügung zu haben,
- die Schweiz es sich aus allen diesen Gründen nicht leisten kann, auf einen von der Natur vorgezeichneten günstigen Verkehrsweg einfach zu verzichten.

## 7. Binnenschifffahrt und Gewässerschutz

DK 656.6+628.394

### 7.1 EINLEITUNG

Saubere Flüsse und Seen, genügend gesundes Trinkwasser und Brauchwasser in ausreichender Menge sind die lebenswichtigen Voraussetzungen für die Weiterentwicklung eines jeden Volkes. Auch für die Schweiz zählt der Gewässerschutz zu den wichtigsten und dringendsten Aufgaben der Gegenwart. Die beängstigende Verschmutzung vieler unserer Flüsse, Bäche und Seen sowie der Grundwasservorkommen mahnt zum Aufsehen. Mit Recht werden Bedenken laut, in welchem Zustand sich wohl diese schon heute mit Abwasser überlasteten Gewässer im Zeitpunkt einer Verdoppelung unserer Bevölkerung dereinst befinden werden. Wird es dann noch möglich sein, genügend einwandfreies Trinkwasser zu beschaffen und in Seen und Flüssen ohne gesundheitliche Schädigung zu baden?

Der unbefriedigende Zustand unserer Gewässer ist nicht innert kurzer Zeit entstanden. Er ist die zwangsläufige Folge unserer ständig gewachsenen Ansprüche an bequemeres Leben und Wohnen, mit immer grösserem Wasserverbrauch von Bevölkerung und Industrie. Eine Wiedergesundung unserer verdorbenen Gewässer wird nicht in wenigen

Jahren und auch nicht vollständig möglich sein. Es bedarf einer grossen gemeinsamen Anstrengung der Wissenschaft und Technik, der Behörden aller Stufen, der Industrien und nicht zuletzt des Einzelnen, um der drohenden Gefahr Herr zu werden.

Es ist deshalb durchaus verständlich, wenn die Frage aufgeworfen wird, ob nicht durch Ausdehnung der Binnenschifffahrt die Lösung dieser an und für sich nicht leichten Aufgabe in unzulässiger Weise erschwert oder gar verunmöglicht wird. Wäre dies der Fall, dann müsste ohne jeden Zweifel im Interesse des gesamten Volkswohls von der Schaffung einer durchgehenden Schifffahrtsstrasse auf Hochrhein und Aare abgesehen werden.

Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband hat sich die Aufgabe gestellt, im Rahmen seiner Untersuchungen auch und vor allem diese wichtige Frage in unvoreingenommener Weise abzuklären.

Besonders ernste Bedenken wurden in den letzten Jahren immer wieder geltend gemacht gegen die Schiffbarmachung des Hochrheins bis in den Bodensee. Es wurden Befürch-

tungen laut, dass das Bodenseegebiet, als einzigartige Kultur- und Erholungslandschaft, durch die Auswirkungen der Schifffahrt, infolge vermehrter Industrialisierung und übermässigen Bevölkerungszuwachses, in unzulässiger Weise beeinträchtigt werde. Dass es ferner nicht möglich sein werde, den Bodensee, als grösstes Binnengewässer am Nordrand der Alpen, als für die Gegenwart und noch viel mehr für die Zukunft lebenswichtigen Trinkwasserspender für weite schweizerische und süddeutsche Gebiete zu erhalten.

Es ist nicht zu verkennen, dass der Abklärung dieser, für das Bodenseegebiet, aber auch für das Gebiet der Jurarandseen wichtigen Fragen eine grosse Bedeutung zukommt. Die SWV-Kommission hat sich zur Begutachtung dieser Probleme an die wohl kompetenteste schweizerische Stelle, die Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), gewandt und hat sie um Erstattung eines Gutachtens und Beantwortung konkreter, den Bodensee betreffenden Fragen ersucht. Das im Sommer 1964 abgelieferte Gutachten gliedert sich in zwei

Abschnitte. Der erste Teil umfasst die Erwägungen zur Beantwortung der gestellten Fragen, im zweiten Teil werden diese in zusammenfassender Formulierung beantwortet. Die der EAWAG gestellten Fragen und deren Antworten sind vollumfänglich im Kapitel 7.10 dieses Abschnittes enthalten, während die Erwägungen auszugsweise und in teilweise stark gekürzter Fassung auf verschiedene Kapitel verteilt sind.

Mitberücksichtigt wurden sodann die zu Handen der Arbeitsgemeinschaft des «Verbandes zum Schutz der Gewässer in der Nordwestschweiz» von verschiedenen Fachleuten ausgearbeitete Dokumentation «Rheinschifffahrt und Gewässerschutz» vom August 1963 sowie die auf Anregung der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL) von Dr. H. E. Vogel, Zürich, durchgeführte Untersuchung über «Die Verölung der Oberflächengewässer durch die Kleinschifffahrt».

Auf weitere mitbenützte Literatur ist im Text oder im Anhang verwiesen.

## 7.2 DIE ZUNEHMENDE VERSCHMUTZUNG DER GEWÄSSER

### Die Ursachen der Gewässerverschmutzung

Als Hauptursachen der beängstigenden Verschmutzung kommen in Betracht der stark zugenommene und weiter ansteigende Wasserverbrauch und der dadurch gesteigerte Abwasseranfall und die hieraus bedingte Ueberschreitung der Selbstreinigungskraft der Gewässer.

Der ansteigende Wasserverbrauch ist zurückzuführen auf die Zunahme der Bevölkerung, ganz besonders aber auch auf den stark angestiegenen spezifischen Wasserverbrauch pro Kopf und Tag. Während letzterer zu Anfang des Jahrhunderts noch rund 100 lt. betragen hat, ist er heute im mittleren Tagesverbrauch, beispielsweise im Kanton Zürich, auf 325 Liter angestiegen, mit Tagesspitzen bis zu 800–1000 l/ET; (Liter pro Einwohner und Tag). Die Ursache des stark angestiegenen spezifischen Verbrauchs liegt in der Einführung des Spülklosetts, der vermehrten Ausstattung der Wohnungen mit Badezimmern (schon im Jahre 1950 besaßen 81,8 % der Wohnungen der Stadt Zürich ein eigenes Badezimmer), der Einführung von automatischen Waschmaschinen usw. und im weniger sparsamen Wasserverbrauch im allgemeinen.

Andererseits hat auch der Wasserverbrauch von Gewerbe und Industrie mit zum Teil schwer zu reinigenden Abwässern stark zugenommen, welche die Gewässer als Vorfluter erheblich belasten.

Diese stark gesteigerte Abwasserproduktion führt zu einer Ueberschreitung der Selbstreinigungskraft der Gewässer. Jedes Gewässer ist dank der ihm innewohnenden Selbstreinigungskraft in der Lage, eine gewisse ihm zugeleitete Abwassermenge, ohne Schaden zu nehmen, aufzuarbeiten. Die Selbstreinigungskraft vollzieht sich durch die Tätigkeit von Organismen, denen die zugeleiteten organischen Schmutzstoffe als Nahrung dienen. Voraussetzung für die abbauende Tätigkeit der verschiedenen Bakterien und tierischen Kleinlebewesen ist das Vorhandensein von Sauerstoff. Wird durch zu grossen Abwasseranfall das Gleichgewicht der Abbauvorgänge gestört, so ergeben sich die bekannten üblen Erscheinungen in Bächen und Flüssen mit stinkenden Faulschlammablagerungen und üppig wuchernden Abwasserpilzen. In Seen führt die Ueberdüngung durch Abwasser zu einer starken Veralgung und zu Sauerstoffschwund.

Als weitere Ursache der Gewässerverschmutzung kommen schädliche Eingriffe des Menschen in den Wasser-

haushalt der Natur in Betracht, wie wesentliche Reduktion der Wasserführung oder gar Trockenlegung von Gewässerstrecken durch Wasserableitungen, Entsumpfung grosser Gebiete, sowie Korrekturen von Gewässern mit abgepflasterten Bachsohlen, Ufermauern in Beton und andere bauliche Massnahmen, welche die Versickerung und Belüftung verhindern, sowie insbesondere auch Bacheindolungen. Wesentlich zur Verschlechterung beitragen können auch Ablagerungen von Kehr- und Abfällen aller Art längs Bachläufen und über Grundwassergebieten, die sich besonders schädlich durch die ausserordentlich starke Anreicherung von Phosphaten auswirken.

### Die Folgen und Gefahren der Gewässer-Verschmutzung und die Erschwernisse ihrer Nutzung

Die Folgen der Ueberlastung der Gewässer mit Abwasser machen sich bemerkbar in einer Störung des biologischen Gleichgewichtes.

Bei fließenden Gewässern tritt, abgesehen von dem hässlichen Anblick, besonders unterhalb der Einmündung von Abwasserdolen, mit entsprechender Geruchsbelästigung eine Veränderung der Flora und Fauna auf, die bei kleineren Gerinnen bis zu einer völligen Belegung der Sohle mit Abwasserpilzen wie *Sphaerotilus* führen kann. Jaag (1) hat schon vor vielen Jahren festgestellt, dass sich selbst bei wasserreichen Flüssen, wie dem Rhein, die Einleitung bestimmter Abwässer auf eine Dutzende von Kilometern umfassende Fliesstrecke auswirken kann.

Bei stehenden Gewässern führt die Ueberdüngung mit Abwässern zu einer allmählichen Anreicherung mit Pflanzennährstoffen und einer Massenentwicklung verschiedenster Algenarten, verbunden mit einem zunehmenden Schwund des im Wasser gelösten Sauerstoffes. Jaag (1) hat schon 1952 auf die zunehmende Eutrophierung des Bodensee-Untersees hingewiesen. Die Eutrophierung macht sich für das Auge durch Verfärbung des Wassers unserer einst klaren Schweizerseen, vor allem in flachen Uferzonen und Buchten, störend bemerkbar. Sie kann durch Massenentwicklung grüner Fadenalgen den Badebetrieb auf weite

(1) Prof. Dr. O. Jaag: Die Notwendigkeit des Gewässerschutzes und unser Ziel der Abwasserreinigung in der Schweiz (Separatdruck, Schweiz. Baublatt Nr. 38, 1952).

Uferstrecken verunmöglichen und nach Thomas (2) weite Seeflächen wie mit Tüchern überdecken, den Schilfbestand schädigen und die Uferanwohner belästigen.

Unsere für die Trinkwasserversorgung so lebenswichtigen Grundwasservorkommen können durch die Infiltration von verschmutztem Flusswasser oder durch Versickerungen aus schädlichen Ablagerungen oder schadhafte Kanalisationen beeinträchtigt oder sogar gänzlich verdorben werden. Durch Eindringen von zersetzungsfähigen Stoffen ins Grundwasser wird diesem der Sauerstoff entzogen. Das sauerstoffarme Wasser vermag in erhöhtem Mass Eisen und Mangan zu lösen, was zu einer derartigen Entwicklung von Eisen- und Manganbakterien führen kann, dass nach Mohler (3) Grundwasservorkommen für die Nutzung unbrauchbar werden.

**Die Gefahren der Verschmutzung** bestehen kurz aufgezählt in:

a) Gefährdung der Gesundheit von Mensch und Tier

- b) Erschwerung oder gar Verunmöglichung des Bade- und Wassersportbetriebes
- c) Beeinträchtigung des Landschaftsbildes
- d) Rückgang des Edelfischbestandes — aus Felchenseen werden Ruchfischseen — Schädigung des Netzmaterials, starke finanzielle Einbusse der Berufsfischer.

**Erschwernisse in der Nutzung verschmutzter Gewässer** ergeben sich unter anderem durch

- a) die Notwendigkeit einer erweiterten Aufbereitung von Trinkwasser aus eutrophierten Seen, Schwierigkeiten im Betrieb der Filteranlagen, vermehrte Aufwendungen für die Entkeimung des Wassers, verbunden mit wesentlich höheren Gewinnungskosten
- b) die Notwendigkeit der vermehrten Aufarbeitung von Wasser aus Seen und Flüssen für die industrielle Nutzung.

### 7.3 DER ZUSTAND VON RHEIN, AARE, BODENSEE UND JURARANDSEEN

Im Zusammenhang mit der Frage der Schiffbarmachung von Hochrhein und Aare interessiert der Zustand dieser beiden Flüsse und ihrer Seen. Alle diese Gewässer waren und sind Gegenstand umfassender physikalischer und teilweise auch chemisch-bakteriologischer Untersuchungen.

#### Der Rhein

Von allen Flüssen Europas hat wohl der Rhein die grösste Abwassermenge aufzunehmen. Seine Gesunderhaltung, bzw. Wiedergesundung, stellt eine internationale Aufgabe dar. Stromabwärts nimmt die Verschmutzung des über 1300 km langen Stromes entsprechend der grossen zugeleiteten Wassermengen aus Wohn- und besonders Industriegebieten zu. Schon vor ungefähr 20 Jahren ergaben sich im Gebiet des Niederrheins Schwierigkeiten in der Nutzung des Rheinwassers. Die Folge war im Jahr 1950 die Schaffung der «Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins gegen Verunreinigung», mit der Aufgabe, den Zustand des Rheinwassers auf dem ganzen Stromlauf festzustellen und die Ergebnisse von den Anliegerstaaten als Grundlage, auf der die Sanierung des Rheinstromes aufgebaut werden soll, anerkennen zu lassen. Eine erste Serie von Untersuchungen wurde vom Juni 1953 bis Juni 1954 durchgeführt (4), eine zweite folgte im Zeitabschnitt vom Juni 1954 bis 1956 (5), eine dritte von 1956 bis 1958 (6), eine vierte von 1959 bis 1960 (7). Die Untersuchungen gehen weiter. Es ist vorgesehen, jedes Jahr Teilberichte herauszugeben.

Hinzuweisen ist sodann auf die von der Regionalplanungsgruppe Nordwestschweiz (Fachkommission für regionale Abwasserfragen) am 13./14. März 1956 in Verbindung mit den Kantonen und deutschen Behörden durchgeführte 24-stündige koordinierte Rheinuntersuchung, die sich vom Bodensee (Konstanz, Rhein-km 0) bis Illingen/Karlsruhe (Rhein-km 347,3) erstreckte (8). Sie ergab interessante Einblicke in die Beschaffenheit des Rheinwassers und deren Veränderung während eines Tages in den einzelnen Stromabschnitten. Hervorzuheben ist der starke Anteil der mit Abwasser belasteten Aare an der Verschmutzung des Rheins unterhalb der Vereinigung der beiden Flüsse. Sie beeinflusst weitgehend die Wasserbeschaffenheit des Rheins im unter-

halb liegenden Abschnitt. Am Untersuchungstag zeigte sich, dass der Gehalt an biochemisch oxydierbaren Stoffen im Rheinwasser unterhalb der Aaremündung zu 65 % aus der Aare und nur zu 35 % aus dem Rhein stammte.

Jaag hat in seinem interessanten und auch für den Nichtabwasserfachmann verständlichen und aufschlussreichen Aufsatz «Reinhalteaufgaben am Rheinstrom» (9) in übersichtlicher Weise den Einfluss der Abwassereinleitung auf die Wasserbeschaffenheit des Rheins, beginnend bei seinen Quellzuflüssen im Hinterrhein- und Vorderrheintal abwärts bis zu seiner Mündung ins Meer zur Darstellung gebracht. Die Keimzahlen betragen in den Quellzuflüssen nur 30—100 Keime pro cm<sup>3</sup>. Das Wasser weist praktisch Trinkwasserqualität auf. Abwärts bis Reichenau erfolgt ein Anstieg auf 1000—2000 Keime, der dann aber unterhalb Ems, nach Aufnahme der Abwässer einer grossen Holzverarbeitenden Industrie, zeitweise bis gegen 80 000 sprunghaft emporschnellt, um dann, dank der Selbstreinigungskraft, bis zur Einmündung in den Bodensee erfreulicherweise wieder bis auf einen Mittelwert von nur 1000 bis 2000 Keime abzusinken. Im Bodensee sinkt die Keimzahl weiter ab, und es war lange Zeit möglich, dem Bodensee dank seiner grossen Selbstreinigungskraft ein-

- (2) P. D. Dr. E. A. Thomas: Die Verallgung von Seen und Flüssen, deren Ursache und Abwehr. (Sonderdruck aus dem Monatsbulletin des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern Nr. 6, 1963).
- (3) Prof. Dr. H. Mohler: Eisen und Mangan als störende Faktoren im Grundwasser (Monatsbulletin des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Nr. 9 und 10, 1951).
- (4) Bericht der Experten-Kommission über die physikalisch-chemische Untersuchung des Rheinwassers, 1. Serie Juni 1953 bis Juni 1954 (Birkhäuserverlag Basel und Stuttgart).
- (5) Dito, 2. Serie Juni 1954 bis Juni 1956.
- (6) Dito, 3. Serie 1956 bis 1958.
- (7) Dito, 4. Serie 1959 bis 1960 (Imprimerie de la Cour, Victor Buek, Luxembourg 1963).
- (8) Regionalplanungsgruppe Nordwestschweiz: Die Verunreinigung des Rheins vom Bodensee bis Karlsruhe (Sonderabdruck Wasser- und Energiewirtschaft, Nr. 5 und 10, 1957).
- (9) Prof. Dr. O. Jaag: Reinhalteaufgaben am Rheinstrom (Vom Meer zum Bodensee, Der Hochrhein als Grossschiffahrtsweg, Verlag Otto Walter AG, Olten und Freiburg i. Br., 1957).

wandfreies Trinkwasser ohne Aufbereitung zu entnehmen, was heute und in Zukunft jedoch leider wegen seiner fortschreitenden Verunreinigung nicht mehr der Fall ist. Von einigen hundert bis einigen tausend Keimen bei Schaffhausen erfolgt unterhalb Basel ein Anstieg auf einige Zehntausend und unterhalb Düsseldorf auf Hunderttausend und mehr.

Ganz besonders augenfällig und eindrucklich sind die Zahlen von Jaag (9) über die Chloridführung des Rheins. Während bei Eschenz ein Jahresmittelwert von 2,9 mg Cl' pro Liter, bzw. 0,9 kg Cl'/sec im Abfluss festgestellt wird, steigen diese Werte bis zur deutsch-holländischen Grenze auf 162,6 mg Cl'/l, bzw. auf 204,7 kg Cl'/sec an, was einer Verfrachtung von täglich 17 700 Tonnen Cl' oder rund 29 000 Tonnen Kochsalz nach den Niederlanden entspricht. Hieran ist jedoch die Schweiz mit nur einem verschwindend kleinen Anteil beteiligt. Hinzu kommt am Niederrhein die schädliche Wirkung der Phenole und der zunehmende Sauerstoffschwund des Rheinwassers. Kein Wunder, dass sich am Rhein in der Wassernutzung zunehmend immer grössere Schwierigkeiten ergeben und sich deutlich die Folgen der seit Jahrzehnten vernachlässigten Abwasserreinigung bemerkbar machen.

### Die Aare,

der grösste schweizerische Zufluss des Rheins, war am 30. September und 1. Oktober 1952 Gegenstand einer 24-stündigen Untersuchung (10), die auf Veranlassung und unter Leitung der Fachkommission für regionale Abwasserfragen der Regionalplangruppe Nordwestschweiz unter Mitwirkung der Kantone durchgeführt wurde. Untersucht wurde der Abschnitt vom Bielersee abwärts bis zur Mündung in den Rhein. Aus der Untersuchung geht hervor, dass die Aare von Solothurn an abwärts eine starke Abwasserbelastung erfährt, die nach Einmündung von Reuss und Limmat sprunghaft ansteigt. Der starke Anteil von Limmat und Reuss geht deutlich hervor aus ihrem grossen Kaliumpermanganatverbrauch ( $\text{KMnO}_4$ ) aber auch aus dem biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>).

Der Kaliumpermanganatverbrauch ist ein Mass für die Gesamtheit aller im Wasser vorhandenen oxydierbaren organischen Stoffe, während durch die Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfs ein Mass gewonnen wird für diejenigen Anteile dieser Stoffe, die biochemisch oxydierbar sind und damit auch den Sauerstoffhaushalt eines Gewässers beeinflussen.

Am Untersuchungstag ergab sich folgender prozentualer Anteil:

	$\text{KMnO}_4$	BSB <sub>5</sub>
Aare	29 %	30 %
Reuss	13 %	22 %
Limmat	58 %	48 %
Total	100 %	100 %

In Ergänzung der vorstehend erwähnten Untersuchungen von Rhein und Aare sind dann in analoger Weise auch die Limmat und die Reuss untersucht worden. Auf Veranlassung des Linth-Limmatverbandes wurde am 11./12. März 1959 eine 24-stündige chemische Untersuchung von Linth und Limmat durchgeführt (11). Am 5./6. September 1962 erfolgte eine limnologische Untersuchung der Reuss zwischen Luzern und der Mündung in die Aare (12). Es liegen somit auch über diese beiden wichtigen Zuflüsse Untersuchungen vor, die Aufschluss über den abschnittswise Verschmutzungszustand dieser beiden Zuflüsse ergeben. Auch die stark verunreinigte Birs, die bei Basel in den Rhein mündet, war auf Veranlassung der Fachkom-

mission für regionale Gewässerschutzfragen der Regionalplangruppe Nordwestschweiz am 28./29. August 1962 Gegenstand einer 24-stündigen Untersuchung. Ueber die Ergebnisse liegt ein Bericht vor Dr. H. Schmassmann vor (13).

Auf Initiative des Rheinverbandes (Regionalgruppe des SWV) soll im Jahr 1965 eine analoge Untersuchung für den Alpenrhein von seinen Quellen bis zum Bodensee durchgeführt werden.

### Bodensee und Jurarandseen

Alle Seen machen einen natürlichen Alterungsprozess durch. Von einem früher nährstoffarmen, d. h. oligotrophen Zustand gehen sie langsam in einen nährstoffreichen, d. h. eutrophen Zustand über. Dieser Prozess vollzieht sich, sofern er nicht durch Einflüsse des Menschen, d. h. insbesondere durch die Zuleitung von Abwässern aller Art, beschleunigt wird, ausserordentlich langsam im Verlauf von vielen Jahrhunderten.

Unter Bezugnahme auf den Bericht Nr. 1 der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (1963) weist Ambühl (14) darauf hin, dass sich von unseren Schweizerseen der Bodensee, der Vierwaldstättersee, der Thunersee, der Walensee, der Neuenburgersee und der Genfersee, obschon sich alle die genannten Seen bereits in einer ungünstigen Entwicklung befinden, heute noch hervorragend für Trinkwassergewinnung eignen und deshalb besonders schutzwürdig sind.

#### a. Der Bodensee

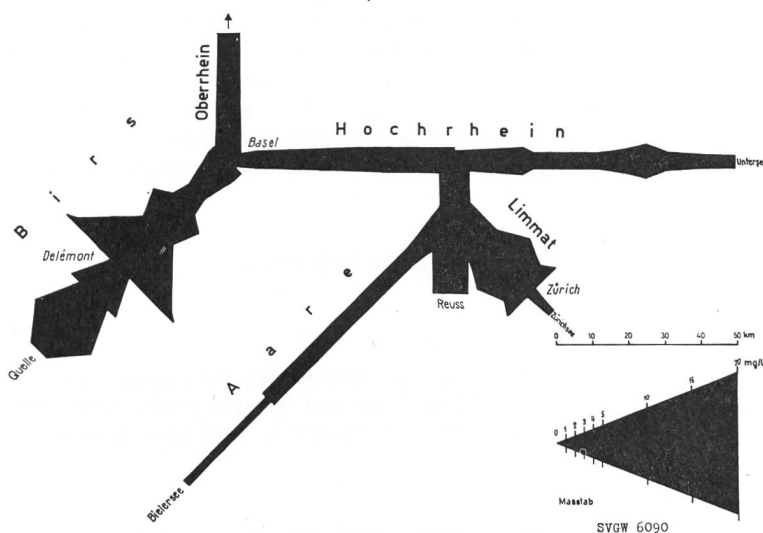
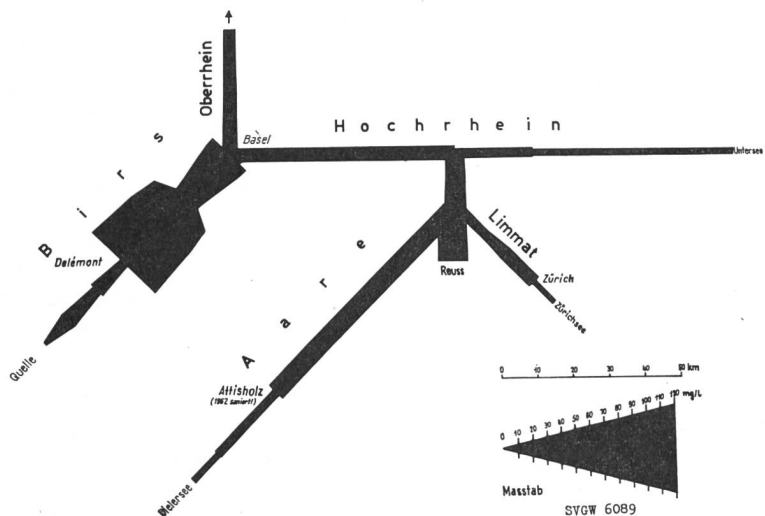
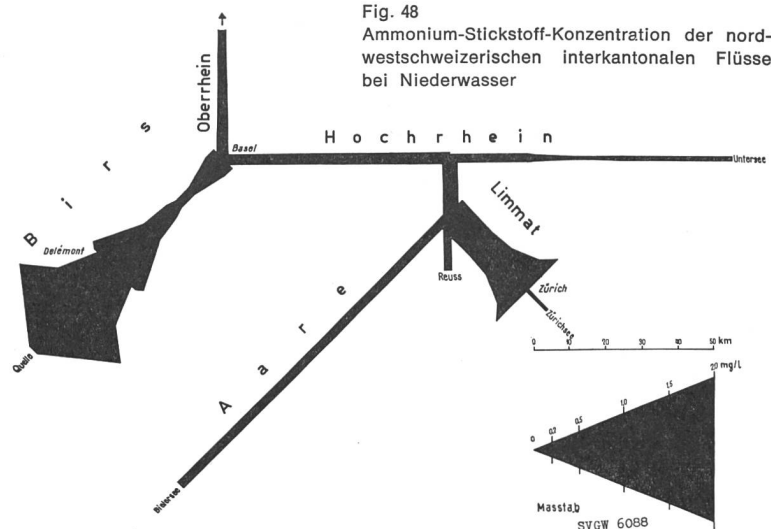
Bis nach dem Zweiten Weltkrieg galt der Bodensee als ein Vertreter des oligotrophen See-Typs. Noch im Jahre 1951 stellte Minder anlässlich eines Vortrages fest, dass die grossen Schweizerseen, vom Zürichsee etwa abgesehen, Klarwasserseen mit grosser Sichttiefe seien (15). Er wies darauf hin, dass mehrere Wasserversorgungen am Bodensee ihr Trinkwasser aus dem See ohne Aufbereitung beziehen können.

In der Denkschrift der Landesregierung Baden-Württemberg vom Oktober 1962 (16) über den Ausbau des Hochrheins zur Grossschiffahrtsstrasse und die Reinhaltung des Bodensees wird der Zustand und die Entwicklung des Bodensees wie folgt geschildert:

«Seit der zweiten Hälfte der dreissiger Jahre, insbesondere aber seit dem letzten Weltkrieg, vollziehen sich im See zuneh-

- (10) Regionalplangruppe Nordwestschweiz: Die Verunreinigung der Aare zwischen Bielersee und Rhein (Sonderdruck Wasser- und Energiewirtschaft, Heft Nr. 4, 1954).
- (11) Dr. E. Märki: Die Verunreinigung von Linth und Limmat. Bericht über die chemischen Untersuchungen vom 11./12. März 1959. Separatdruck aus Wasser- und Energiewirtschaft, Heft Nr. 10, 1961.
- (12) K. H. Eschmann: Die Verunreinigung der Reuss zwischen Luzern und der Mündung in die Aare. Bericht über die limnologischen Untersuchungen vom 5./6. September 1962. Wasser- und Energiewirtschaft, Heft Nr. 6, 1963.
- (13) Dr. H. Schmassmann: Die Verunreinigung der Birs. Bericht Nr. 4 der Regionalplangruppe Nordwestschweiz (Monatsbulletin des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern / SVGW, Nrn. 9 und 10, 1963, vide auch Fig. 48 bis 50).
- (14) Dr. R. Ambühl, EAWAG, Zürich: Referat am Fortbildungskurs der EAWAG 1964 «Die Nährstoffelimination aus der Sicht des Limnologen».
- (15) Dr. Leo Minder: Der See als Grossspeicher für die Wasserversorgung. Separatdruck aus dem Monatsbulletin des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Nr. 7, 1951.
- (16) Denkschrift der Landesregierung Baden-Württemberg über den Ausbau des Hochrheins zur Grossschiffahrtsstrasse und die Reinhaltung des Bodensees, Oktober 1962.

GRUNDLAGEN FÜR DIE DREI DARSTELLUNGEN:  
 Aare-Untersuchung vom 30. September/1. Oktober 1952  
 Rhein-Untersuchung vom 13./14. März 1956  
 Limmat-Untersuchung vom 11./12. März 1959  
 Birs-Untersuchung vom 28./29. August 1962  
 Unterlauf der Aare nach Aare-, Rhein- und Limmat-Untersuchungen



ment tiefgreifende biologische, chemische und physikalische Veränderungen. Dies zeigt sich zunächst in einer bedeutsamen Erhöhung der Produktivität, d. h. einer in hohem Masse gesteigerten Entfaltung der Planktonorganismen, Hand in Hand mit einer charakteristischen Verschiebung der artenmässigen Zusammensetzung von Fauna und Flora des freien Wassers und einer relativen Zurückdrängung der Edelfische. Beim Abbau der um ein Vielfaches gestiegenen organischen Substanzen wird eine entsprechend grössere Menge Sauerstoff benötigt. Dadurch stellt sich neuerdings in bestimmten Tiefenbereichen ein Sauerstoff-

Defizit ein, das auch während der Durchmischung des Wasserkörpers im Winter nicht mehr wie früher ausgeglichen werden kann. **Nach einhelliger Auffassung der Sachverständigen befindet sich der Bodensee zur Zeit in einer labilen Phase**, in der zwar unbestimmbar, aber überraschend eine entscheidende Verschlechterung mit schwerwiegenden Folgen eintreten kann. **Ursächlich für die Veränderung ist fast ausschliesslich die Zufuhr ungenügend gereinigter Abwässer**, welche überwiegend die für die Verschlechterung des Gütezustandes ausschlaggebenden Stoffe, insbesondere Phosphor enthalten.»

Demjenigen, der sich näher über das Seegeschehen orientieren will, sei der Aufsatz von Nümann (17) empfohlen, der in gedrängter Form mit Zahlen belegt über alles Wesentliche der Zustandsveränderung des Sees Auskunft gibt.

#### b. Die Jurarandseen

##### Der Neuenburgersee

(Auszug aus Bericht Kant. Chemisches Laboratorium Neuenburg vom 8. Juni 1964)

Im Hinblick auf die geplante Erstellung eines Seewasserwerkes für die Stadt Neuenburg ist im Jahr 1944 mit Seeuntersuchungen begonnen worden. Das Seewasserwerk, mit Wasserentnahme in 35 m Tiefe, ist im Jahr 1947 erstellt worden. Obschon der See damals als noch in oligotrophem Zustand befindlich beurteilt wurde, hat man eine Quarzsand-Schnellfilteranlage und eine Chlorierungsanlage vorgesehen, die in der Folge in Betrieb genommen wurden. Neben dem Seewasserwerk der Stadt Neuenburg sind seither noch 7 weitere Seewasserwerke für öffentliche Wasserversorgungen erstellt worden.

Die im Jahr 1944 begonnenen Seewasseruntersuchungen wurden seither laufend fortgeführt und ab 1957 intensiviert, um insbesondere eine allfällige Beeinflussung des Seezustandes durch die zweite Juragewässerkorrektur (II. JGK) beurteilen zu können.

Die Beobachtungen haben ab 1961 eine auffallende Verschlechterung des Seezustandes ergeben, die sich von Monat zu Monat deutlicher abzeichnet. Alle Anzeichen sprechen dafür, dass der See vom oligotrophen zum eutrophen Zustand übergewechselt hat. Ein abschliessender Bericht über sämtliche bisherigen Untersuchungsergebnisse liegt noch nicht vor. Für nähere Auskunft ist das Kant. Laboratorium Neuenburg zuständig.

##### Der Bielersee

(Auszug aus Bericht der Abteilung für Gewässerschutz des Chem. Laboratoriums des Kantons Bern vom 13. Juni 1964)

Systematische Untersuchungen sind durchgeführt worden vom November 1959 bis Februar 1961, sodann zwei Untersuchungen im Jahr 1962 und 7 Untersuchungen mit eingeschränktem Programm vom Februar bis Oktober 1963. Aus-

serdem wurde im März 1964 mit systematischen Untersuchungen des Schwebestoffgehaltes begonnen, um allfällige Auswirkungen der Materialdeponie der II. Juragewässerkorrektur beurteilen zu können.

Zur gütgemässigen Entwicklung des Sees seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 1959 lässt sich kein einfaches Urteil fällen, da er ein ausgesprochen unstetes Verhalten zeigt. Es steht jedoch fest, dass sich der See infolge seiner starken Ueberdüngung in einem ausserordentlich gefährdeten Zustand befindet.

##### Der Murtensee

(Auszug aus dem Bericht der EAWAG vom 13. Juni 1964)

Die letzten der EAWAG bekannten publizierten Erhebungen wurden 1934/35 durchgeführt (O. Rivier, *Recherches hydrobiologiques sur le lac de Morat*). In den Jahren 1954/55 führte die EAWAG im Auftrag der Gemeinde Murten eine gründliche chemische und biologische Untersuchung des Sees durch, die nicht veröffentlicht worden ist. Diese Untersuchung lieferte quantitative Angaben über die Zufuhr von Nähr- und Schmutzstoffen zum See. Es zeigt sich, dass sich die Intensität der biogenen Entkalkung und damit auch die biologische Tätigkeit im Oberflächenwasser von 1934/35 bis 1955 ungefähr verdoppelt hat. Ein ähnliches Resultat liefern auch die Sauerstoffwerte. Im gesamten gesehen muss in der Zeit zwischen den beiden Untersuchungen die Zufuhr von Pflanzennährstoffen erheblich angestiegen sein; anders wäre die Zunahme der organischen Produktion nicht zu erklären. Erhebungen an den Zuflüssen zeigen denn auch, dass der Murtensee unverhältnismässig grosse Mengen an Nährstoffen zu verarbeiten hat.

Aus allen Untersuchungen und Berichten geht übereinstimmend hervor, dass sich sowohl der Bodensee als auch die Jurarandseen in einem Zustand latenter Gefahr befinden und dass nichts unterlassen werden darf, was geeignet ist, die festgestellten Zustandsverschlechterungen zu unterbinden oder, wenn irgend möglich, rückgängig zu machen; dies vor allem auch im Hinblick auf die zunehmende Bedeutung unserer Seen als Trinkwasserspender. Zu den zu treffenden Massnahmen gehört auch die Fernhaltung zusätzlicher Gefahren und Verschmutzungsquellen.

## 7.4 DIE VORAUSSETZUNGEN ZUR WIEDERGESUNDUNG DER VERSCHMUTZTEN GEWÄSSER

### Wie kann den Uebelständen abgeholfen werden?

Primäre Voraussetzung ist die Reinigung aller häuslichen, gewerblichen und industriellen Abwässer vorgängig deren Einleitung in Fließgewässer und Seen. Je rascher die nötigen Massnahmen getroffen werden, um so eher kann mit einem Erfolg gerechnet werden; dies trifft insbesondere für Seen und für Fließgewässer, die in Seen münden, zu.

Es ist zweifellos besser, rasch zu handeln, als durch langwierige Untersuchungen den Grad der notwendigen Reinigung mit allen Feinheiten der Selbstreinigungskraft eines Vorfluters anpassen zu wollen. Abgesehen von kleinen Ortschaften an leistungsfähigen Fließgewässern, für die eine nur mechanische Reinigung ihrer Abwässer genügt, ist fast durchwegs, in allen Fällen aber bei Seen, eine weitgehende mechanisch-biologische Reinigung der Abwässer erforderlich. Bei Industriebetrieben ist mit raschen Umstellungen in der Art der Produktion und damit im Abwasseranfall zu rechnen; das Reinigungsverfahren hat sich stets der Abwasserproduktion anzupassen.

**Die Erstellung der notwendigen Reinigungsanlagen ist ein vordringliches Gebot und ist ganz unabhängig davon, ob die Schifffahrt auf Hochrhein und Aare kommt oder nicht.**

### Die technischen Möglichkeiten zur Reinigung der Abwässer sind vorhanden

Es ist eine seit Jahrzehnten bekannte Tatsache, dass Hauskläranlagen zur Reinigung der häuslichen Abwässer nicht genügen und dass nur ihre Reinigung in zentralen Anlagen eine wirksame Abhilfe verspricht. Bei den anzuwendenden

(17) Dr. W. Nümann, Direktor des Seenforschungsinstitutes Langenargen: «Was wissen wir schon über den Zustand und die neuere Entwicklung des Bodensees, und was muss noch untersucht werden?» Informationsblatt Nr. 4 der Föderation Europäischer Gewässerschutz (Separatdruck aus «Plan» Nr. 3 und 4, 1960).

Verfahren ist zu unterscheiden zwischen der mechanischen Klärung und der biologischen Reinigung der Abwässer. Von wenigen Ausnahmen abgesehen bringt nur die biologische Reinigung den Gewässern die notwendige Entlastung.

Heute ist auch der Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung durch industrielle Abwässer weitgehend möglich.

In gleicher Weise wie auf allen technischen Gebieten schreitet auch die Entwicklung der Abwassertechnik ständig vorwärts. Grundlegende Neuerungen sind aber in den letzten Jahren oder gar Jahrzehnten nicht zu verzeichnen und wohl in absehbarer Zeit auch nicht zu erwarten. Die Fortschritte beschränken sich im wesentlichen auf die Verbesserung der Wirkung einzelner Anlagenteile, was sich auf Bau- und Betriebskosten günstig auswirkt.

Im zweiten Fortbildungskurs der EAWAG vom April 1964 (ein erster Kurs hat 1956 stattgefunden) berichteten und diskutierten die Mitarbeiter der EAWAG und namhafte ausländische Fachleute über den neuesten Stand der biologischen Verfahren zur Abwasserreinigung und zur Beseitigung fester und schlammförmiger Abfälle. Auf Grund von mehrjährigen Grossversuchen, die durch die EAWAG durchgeführt worden sind, konnten durch diese wertvolle Einblicke in die Zusammenhänge zwischen Reinigungseffekt, hydraulischer Raumbelastung, der Schlamm- und Sauerstoffkonzentration sowie der Temperatur in Belüftungsbecken von Belebtschlammanlagen gewonnen und damit verbesserte Grundlagen für die Dimensionierung der Belüftung geschaffen werden. Auch auf dem so wichtigen Gebiet der Elimination der Nährstoffe aus Kläranlageabläufen konnten gegenüber dem Stand des ersten Fortbildungskurses namhafte Fortschritte verzeichnet werden.

Die EAWAG steht mit ihrer grossen Erfahrung Behörden und Ingenieurbüros beratend zur Verfügung. Auch der Verband Schweizerischer Abwasserfachleute (VSA) hat durch seine nunmehr zwanzigjährige, erfolgreiche Tätigkeit wesentlich zur fachtechnischen Weiterbildung auf dem Gebiet des Gewässerschutzes beigetragen. **Es besteht somit keinerlei Grund, mit der so dringenden Erstellung von Abwasserreinigungsanlagen weiter zuzuwarten.** Die largere Anwendung des Bundesgesetzes zum Schutz der Gewässer in der Ausrichtung von Bundesbeiträgen erleichtert den Gemeinden in finanzieller Hinsicht die Erstellung wesentlich. Eine wichtige Aufgabe der Kantone besteht in der Beratung der Gemeinden zur regionalen Lösung des Abwasserproblems und zur Schaffung von Zweckverbänden mehrerer Gemeinden, um rationelle Gesamtlösungen zu erzielen. Um den Gewässerschutz mit wirtschaftlich tragbaren Mitteln verwirklichen zu können, sind durch vorausschauende Planung Bauzonen für Wohn- und Industriebauten auszuscheiden, um das Bauen in den übrigen Gebieten und damit eine Streubauweise zu verhindern.

Bei der Ansiedlung neuer Industrien oder bei grösseren Erweiterungen bestehender Betriebe müssen die Gemeinden vor Erteilung der Baubewilligung sich durch Rückfrage bei den für den Gewässerschutz und gegebenenfalls auch für die Lufthygiene zuständigen kantonalen Stellen vergewissern, ob und unter welchen Voraussetzungen Baubewilligungen erteilt werden können. Auch bei Vorhandensein ausschliesslicher Industriezonen wird in jedem einzelnen Fall auf eine fachmännische Überprüfung der Möglichkeit der möglichst unschädlichen Beseitigung der festen, flüssigen und gasförmigen Abfallprodukte nicht verzichtet werden können. Unter Umständen können auch gewerbliche Betriebe Schwierigkeiten bereiten.

## Weitere notwendige Massnahmen zum Schutz der Gewässer

- a) Studium aller Probleme des Gewässerschutzes, der Lufthygiene und der Bewirtschaftung der Abfälle aus Landwirtschaft, Siedlung, Industrie und Verkehr für den Normal- und Havariefall im regionalen Rahmen.
- b) Sicherung der Trinkwasserversorgung aus Grund- und Oberflächenwasser durch:
  - Planung und Durchführung von Gruppenwasserversorgungen
  - Reservation ausreichender Schutzzonen durch entsprechende Bewirtschaftungsvorschriften
  - Reservation ausreichender Selbstreinigungsstrecken und -Zonen bei Oberflächengewässern
  - Vermeidung des Eintrages gefährlicher Stoffe aus Oberflächengewässern, Kanalisationen, Deponien, Bauten, Anlagen, Fahrzeugen etc. in im Einzugsgebiet der Schutzzonen befindliche Grundwasservorkommen
  - wirksame gesamtschweizerische Vorschriften für die Lagerhaltung flüssiger Brennstoffe
  - Sicherheitsmassnahmen bei der Anlage von Kiesgruben in Grundwassergebieten
  - rechtzeitige Einrichtung von Desinfektions- und Wasseraufbereitungsanlagen
  - u. a. m.
- c) Bau von Abscheidern für Schwimm- und Sinkstoffe; Organisation des Entleerungsdienstes und der gefahrlosen Beseitigung der Rückstände.
- d) Bau von regionalen Kehrriechbeseitigungsanlagen.
- e) Schaffung der nötigen Einrichtungen bei ortsfesten Umschlagstellen für Luft-, Strassen-, Schienen- und Wasserfahrzeuge zur Uebernahme von Abfallprodukten.
- f) Naturverbundener Wasserbau durch Vermeidung von Begradigungen und betonierten Gerinnen bei Gewässerkorrekturen, Vermeidung von Grundwasserabsenkungen und mögliche Zurückhaltung in der Erstellung von Bacheindolungen.
- g) Belassung einer angemessenen Minimalwassermenge bei Wasserentzug für Wasserkraftnutzung, Wasserversorgung etc.
- h) Massnahmen zum Schutz der Gewässer gegen Verschmutzung und Verölung durch die Schifffahrt.
- i) Verwendung von abbaufähigen Detergentien bei der Herstellung von Waschmitteln.
- k) Erweiterung des Aufgabenkreises bestehender Feuerwehren zum Schutze aller Belange des Gewässerschutzes und der Lufthygiene.
- l) Ueberwachung der unter b) bis k) erwähnten Anlagen, Einrichtungen und Massnahmen anhand eines den Erfordernissen angepassten Planes.

## Der Unterschied in der Wiedergesundungsmöglichkeit verschmutzter stehender und fliessender Gewässer

### Allgemein

Bei Flüssen und Bächen tritt nach ausreichender Reinigung der zugeleiteten Abwässer schon nach kurzer Zeit eine befriedigende Wiedergesundung ein; besonders ist dies der Fall, wenn genügend Strömung vorhanden ist. Wohl entwickeln sich auch in Flüssen und Bächen, deren Wasser Düngstoffe in Form von Phosphaten und Nitraten in gewissen Mengen enthält, noch nach erfolgter Reinigung der zugeleiteten Abwässer, Algen und höhere Wasserpflanzen. Diese geben jedoch, abgesehen bei Stauhaltungen, nicht zu ernsthaften Störungen oder Belästigungen Anlass.

Ueber die spezifischen Schwierigkeiten bei Seen und die Möglichkeiten zu deren Behebung berichten Nümann (17), Wuhrmann (18) und Thomas (19). Von besonderer Aktualität sind die Feststellungen von Wuhrmann (20) und Ambühl (14) anlässlich des zweiten Fortbildungskurses der EAWAG vom April 1964.

Alle die Genannten sind sich darüber einig, dass die im Ablauf von mechanisch-biologischen Abwasserreinigungsanlagen noch vorhandenen mineralisierten Düngstoffe, wie Phosphate und Nitrate, zu einer starken Entwicklung von Algen und höheren Wasserpflanzen in den Seen führen, und dass nach dem Absterben derselben eine sekundäre Verschmutzung eintritt, die nicht weniger gefährlich ist als die primäre Verschmutzung. Beim Abbau der abgestorbenen organischen Substanzen entsteht ein hoher Sauerstoffbedarf, der das Selbstreinigungsvermögen beeinträchtigt.

Die Fachleute stimmen in der Auffassung überein, dass es für die Reinhaltung, resp. die Wiedergesundung von Seen notwendig ist, ausser der weitgehenden mechanisch-biologischen Reinigung des Abwassers, auch noch die Nährstoffzufuhr nach Möglichkeit zu unterbinden, d.h. auch noch die im Ablauf der Reinigungsanlagen vorhandenen mineralisierten Düngstoffe zu entfernen. Eine andere Möglichkeit zur Unterbindung der Nährstoffzufuhr besteht in der Erstellung von Ringleitungen, die alles dem See zugeleitete Abwasser aufzunehmen haben und nach erfolgter Reinigung dem Seeabfluss übergeben.

Wuhrmann (20) stellt in seinen Schlussfolgerungen fest, dass die Elimination von Stickstoff- und Phosphorverbindungen aus Abwässern städtischen Charakters auf Grund der bisherigen experimentellen Erfahrungen ein Problem zu sein scheint, das sich heute mit tragbaren finanziellen Mitteln und mit zuverlässigen Verfahren lösen lässt.

Aus allem geht hervor, dass die **Wiedergesundung eines eutrophen Sees**, angesichts der schon in seinen natürlichen Zuflüssen vorhandenen Düngstoffmengen, im Verhältnis zur Reinhaltung der Fliessgewässer, **ein sehr schwieriges und viel Zeit erforderndes Problem darstellt**.

#### Grundsätzliches zum Problem der Anforderungen an Kläranlagenabflüsse an Seen und Folgerungen für die Zukunft

Auszugsweise stellt die EAWAG in ihrem Gutachten (21) fest:

Nach erfolgtem Ausbau der Kanalnetze und biologischer Reinigung des Abwassers in Kläranlagen gelangen noch folgende Fremdstoffe mit Abwässern in die Vorfluter:

- Aus den Entwässerungssystemen: die Ueberläufe der Regenauslässe bei Mischsystemen. Sie enthalten sowohl organische Inhaltsstoffe des Abwassers als auch anorganische Düngesalze;
- Die sog. Restverunreinigung in den Kläranlageabflüssen. Es handelt sich um Verbindungen, die in mechanisch-biologischen Anlagen weder ausgefällt noch von Mikroorganismen abgebaut werden können;
- Die in der biologischen Stufe von Kläranlagen nicht zurückgehaltenen Düngesalze, vorwiegend in Form von anorganischen Stickstoff- und Phosphorverbindungen.

Auf Grund früherer Untersuchungen durch Hörler (22) über die Regenintensitäten und die daraus hervorgehenden Mengenberechnungen bei Regenwasserentlastungen ergibt sich bei Mischsystemen folgende Abschätzung für die prozentuale Verteilung der jährlichen Abflussmengen organischer Verbindungen, gemessen als BSBs, in die Vorfluter:

Abfluss im Kanalisationsnetz	100 %
Abfluss aus Entlastungsbauwerken im Kanalnetz, resp. innerhalb der Kläranlage*)	ca. 11 %
Abfluss aus der biologischen Stufe bei 90 %igem Reinigungseffekt	ca. 9 %
Total des BSBs des Kanalisationswassers in die Vorflut	rund 20 %

Es ist dabei vorausgesetzt, dass in der biologischen Stufe eine Abwassermenge entsprechend dem doppelten Trockenwetterabfluss behandelt wird.

Rechnet man diese Abflussverhältnisse um in den organischen Kohlenstoff, der pro Einwohner im Durchschnitt in das Abwasser abgegeben wird, so kommt man zu folgenden Jahresabflussmengen-Schätzungen:

Organischer Kohlenstoff in kommunalem Abwasser	ca. 50 g/ET**)
Abfluss im Entwässerungsnetz 100 %	ca. 18 250 g/EJ***)
Entlastungen vor und in der Kläranlage ca. 11 %	2000 g/EJ
Somit behandelt in biologischer Stufe ca. 89 %	16 250 g/EJ
Davon abgebaut bei Vollreinigung ca. 88 %	14 300 g/EJ
Abfluss in die Vorfluter	1950 g/EJ
Totalabfluss in die Vorflut	ca. 4000 g/EJ

Eine Bezifferung der Restverunreinigung, welche man von seiten der Industrie zu erwarten hat, ist äusserst schwierig. Wesentlich ist im Rahmen dieser Betrachtung, dass die absolute Menge von Verunreinigungsstoffen, welche trotz der Vorkehrungen vollständiger biologischer Reinigungsmassnahmen noch in die Vorflut gelangen, einen beträchtlichen Umfang annimmt. Da für eine stehende Vorflut nur diese absoluten Mengen von Fremdstoffen für deren Zustand massgebend sind und prozentuale Angaben über die Schmutzstoffverminderung durch Kläreinrichtungen usw. unwesentlich sind, kommt diesen Ziffern grosse Bedeutung im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung zu.

Von Seiten der EAWAG wird sodann noch besonders darauf hin verwiesen, dass die Entlastung der Vorfluter durch den Bau von Kläranlagen nicht zu einer Erhöhung der Selbstreinigungsleistung führt, sondern dass im Gegenteil damit zu rechnen ist, dass die biologische Verbesserung, die mit der Abwassersanierung verbunden ist, eine Verminderung der Abbaugeschwindigkeit für die in das

\*) Studien über die Verminderung des Schmutzstoffabflusses aus Entlastungsbauwerken sind durch die EAWAG in Aussicht genommen.

\*\*) ET = Einwohner/Tag      \*\*\*) EJ = Einwohner/Jahr

(18) P. D. Dr. K. Wuhrmann: Die dritte Reinigungsstufe: Wege und bisherige Erfolge in der Eliminierung eutrophierender Stoffe (Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie, Fasc. 1, 1957).

(19) P. D. Dr. E. A. Thomas: Die Eutrophierung von Seen und Flüssen, deren Ursprung und Abwehr (Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Nr. 4, 1962).

(20) P. D. Dr. K. Wuhrmann: Zielsetzung für die Elimination von Nährstoffen aus Abwässern (Referat am Fortbildungskurs EAWAG 1964).

(21) Gutachten der EAWAG zum Problem der Auswirkungen der Hochrheinschiffahrt auf die Massnahmen des Gewässerschutzes im Gebiet des Bodensees, vom 16. Juni 1964.

(22) Prof. A. Hörler und H. R. Rhein: Die Intensitäten der Starkregen in der Schweiz (Sonderdruck Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie Vol. XXIV Fasc. 2, Birkhäuser Verlag Basel 1962)

Gewässer eingetragenen Restverunreinigungen mit sich bringt. Es ist deshalb nach Auffassung der EAWAG verfehlt, allzugrosse Erwartungen in die Selbstreinigung der

Vorfluter als Mechanismus für die Elimination von Verbindungen zu setzen, die nicht in Kläranlagen herausgenommen worden sind.

## 7.5 DER HEUTIGE STAND DER GEWÄSSERSCHUTZMASSNAHMEN IM ENGEREN EINZUGSGEBIET VON HOCHRHEIN, AARE, BODENSEE UND JURARANDSEEN

Mit oder ohne Weiterführung der Binnenschifffahrt stellt der Gewässerschutz eine der grossen Aufgaben unserer Generation und in wohl noch vermehrtem Mass auch unserer Nachfahren dar. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Untersuchung erschien es als wünschenswert, sich Rechenschaft zu geben über den heute erreichten Stand der Gewässerschutzmassnahmen in dem von einer allfälligen Schifffahrt beeinflussten Gebiet.

Im Einvernehmen mit den Vertretern der Gewässerschutzämter der in Betracht kommenden Kantone, die in verdankenswerter Weise die nötigen Unterlagen zur Verfügung stellten, wurde vereinbart, sich auf die Darstellung nachstehender Objekte zu beschränken:

### a) Zentrale Abwasserreinigungsanlagen:

- Anlagen, die in Betrieb oder in Ausführung begriffen sind
- Anlagen, deren Kredite für die Ausarbeitung der allgemeinen Bauprojekte bewilligt sind und mit deren Inbetriebnahme bis zum Jahr 1970 gerechnet werden kann

- b) Bestehende industrielle Reinigungsanlagen mit einer Ausbaugrösse von mindestens 500 Einwohnergleichwerten
- c) Kehrrechtverwertungsanlagen, die in Betrieb stehen oder demnächst zur Ausführung gelangen.

Die Aufzeichnung erfolgte im Masstab 1:300 000 und ist diesem Bericht als Plan SWV Nr. 1 (Fig. 51) beigegeben. Die Karte gibt einen guten Ueberblick über die bestehenden und bis etwa zum Jahr 1970 zu erwartenden Gewässerschutzmassnahmen. Darauf hinzuweisen ist, dass aus Platzgründen nicht alle Anlagen an ihrem richtigen Standort haben eingetragen werden können, und dass auch einige wenige Anlagen weggelassen werden mussten.

In Ergänzung des Uebersichtsplanes erschien sodann eine kantonsweise Zusammenstellung der Zahl und der Ausbaugrössen der einzelnen Anlage-Kategorien erwünscht. Die Angaben der Kantone sind in der Tabelle 7/1 zusammengefasst.

Die Zusammenstellung zeigt, dass im schweizerischen Rhein- und Bodenseegebiet bereits eine ansehnliche Zahl

## ÜBERSICHT DER IN DEN SCHWEIZERISCHEN KANTONEN IM EINZUGSGEBIET VON RHEIN, AARE UND BODENSEE VORHANDENEN UND BIS ZUM JAHR 1970 IN BETRIEB KOMMENDEN ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN

Tabelle 7/1

Kanton	Zahl der Anlagen						Ausbaugrösse total in l/sec. Trockenwetterabfluss					
	Mechanische Anlagen			Mechanisch-biologische Anlagen			Mechanische Anlagen			Mechanisch-biologische Anlagen		
	in Betr.	im Bau	in Proj.	in Betr.	im Bau	in Proj.	in Betr.	im Bau	in Proj.	in Betr.	im Bau	in Proj.
<b>Bodensee- und Rheingebiet</b>												
Aargau	24	2	23	4	6	31	233	6	246	209	1262	4940
Appenzell AR	—	—	—	—	1	6	—	—	—	—	13	400
Baselland	—	—	—	3	2	7	—	—	—	710	330	2640
St. Gallen	3	—	—	7	3	36	25	—	—	680	98	4000
Schaffhausen	1	—	—	—	1	4	20	—	—	—	800	1300
Thurgau	1	—	—	1	2	13	60	—	—	5	370	2500
Zürich	16	—	—	34	8	26	2270	—	—	1990	7910	3740
<b>Total Bodensee- und Rheingebiet</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>49</b>	<b>23</b>	<b>123</b>	<b>2608</b>	<b>6</b>	<b>246</b>	<b>3594</b>	<b>10783</b>	<b>19520</b>
<b>Aaregebiet*)</b>												
Bern	1	—	—	7	4	45	20	—	—	327	1925	5000
Freiburg	—	—	—	2	1	3	—	—	—	4	435	610
Luzern	1	—	—	1	—	2	100	—	—	3	—	2970
Neuenburg	—	—	—	—	1	4	—	—	—	—	575	400
Solothurn	1	—	—	1	—	9	10	—	—	10	—	4000
Waadt	2	1	1	3	2	18	8	6	30	350	2700	2070
Zug	3	—	2	4	1	5	30	—	45	258	4	820
<b>Total Aaregebiet</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>86</b>	<b>168</b>	<b>6</b>	<b>75</b>	<b>952</b>	<b>5639</b>	<b>15870</b>
<b>Gesamttotal</b>	<b>53</b>	<b>3</b>	<b>26</b>	<b>67</b>	<b>32</b>	<b>209</b>	<b>2776</b>	<b>12</b>	<b>321</b>	<b>4546</b>	<b>16422</b>	<b>35390</b>

\*) Aargau ganz beim Abschnitt Bodensee- und Rheingebiet berücksichtigt (siehe oben)

Anlagen vorhanden ist, und dass bis zum Jahr 1970 noch über 100 weitere biologische Anlagen mit einer Ausbaugrösse von zusammen rund 19 500 l/sec. in Betrieb kommen werden. Mit den bestehenden und im Bau befindlichen Anlagen zusammen wird dann eine Ausbaugrösse der biologischen Anlagen für einen Trockenwetterabfluss (TWA) von zusammen rund 33 900 l/sec. vorhanden sein.

Im Rhein-Bodenseegebiet wird bis im Jahr 1970 der Grossteil der Einwohnerschaft an zentrale Kläranlagen angeschlossen sein. Zu hoffen ist, dass auch in dem nach der Aare entwässerten Gebiet, in welchem in einzelnen Kantonen der Bau von Kläranlagen erst im Anlaufen begriffen ist, in absehbarer Zeit ein wirkungsvoller Beitrag zum Gewässerschutz geleistet wird.

## 7.6 DER ANTEIL DER HEUTE BESTEHENDEN SCHIFFFAHRT AN DER VERSCHMUTZUNG DES RHEINS UNTERHALB BIRSFELDEN UND MASSNAHMEN ZU DEREN BEHEBUNG

### Verschmutzung durch Ladegüter, Einwerfen oder Ablassen von festen und flüssigen Abgängen in die Gewässer

#### Allgemeines und bestehende Vorschriften

Nach der auf den 1. Januar 1955 in Kraft getretenen Rheinschiffahrt-Polizeiverordnung (23) ist es gemäss Ziffer 2 von § 87 verboten, Rückstände von Oel und flüssigen Brennstoffen in den Strom zu giessen oder sonst einzubringen.

Leider hat es immer noch Schiffer gegeben, die der Versuchung nicht haben widerstehen können, ihre Bilgenwasser einfach über Bord zu pumpen. Um diesem Misstand abzuhelfen, ist gemäss Dannhausen (24) ab 1. April 1962, mit Einverständnis aller Rheinuferstaaten, in Ergänzung zu den Bestimmungen der Rheinschiffahrt-Polizeiverordnung bestimmt worden, dass alle Schiffer Nachweis über die Abgabe ihrer verölten Abwässer zu führen und an Bord aufzubewahren haben. Für die Ermöglichung der Kontrolle ist ein von den Schiffseignern auszufüllendes Tagebuch (25) abgegeben worden. Nachstehend wird auf die einzelnen Verschmutzungsmöglichkeiten und die Massnahmen zur Verhütung hingewiesen.

#### Verschmutzung durch Ladegüter

- a) Eine Wasserverschmutzung durch Ladegüter fahrender Schiffe ist, abgesehen von Havarien, praktisch ausgeschlossen.
- b) Hingegen besteht eine Verschmutzungsgefahr beim Be- und Entladen ruhender Schiffe in Häfen und Anlegestellen. Ueber die zu treffenden Massnahmen wird später berichtet.

#### Verschmutzung durch Abwässer von Schiffspersonal und Passagieren

Der Anteil häuslichen Abwassers von Schiffspersonal und Passagieren ist gegenüber den gewaltigen Abwassermengen, die dem Rhein zugeleitet werden, äusserst gering.

Der Rhein hat nach Angaben von Völker (26) das Abwasser von 22 Mio Menschen aufzunehmen, wovon auf Konto Rheinschiffahrt etwa 45 000 Menschen entfallen, was einem Anteil von rund 2 Promille entspricht. Schneider (27) stellt fest, dass selbst wenn es gelingen würde, die allgemeine Verschmutzung des Rheins auf  $\frac{1}{10}$  ihres gegenwärtigen Masses herabzudrücken, der von der Schiffsbevölkerung ausgehende Teil immer noch unter 1 Prozent liegen würde. **Diese Vergleichszahl zeigt augenfällig, dass die Sauberkeit des Rheins keineswegs davon abhängig ist, ob auf ihm Schiffahrt betrieben wird oder nicht.**

Ordnungshalber ist noch auf gewisse Unterschiede bei einigen Kantonen in der Zahl der in der Karte enthaltenen Anlagen und derjenigen in der Tabelle hinzuweisen. Dies rührt davon her, dass nachträglich gewisse Bedenken aufgetaucht sind, ob es möglich sei, die grosse Zahl der gemeldeten in Projektierung begriffenen Anlagen bis 1970 in Betrieb nehmen zu können. Andererseits sind in der Tabelle einige wenige Anlagen enthalten, die nicht in dem von einer eventuellen Schiffahrt beeinflussten Einzugsgebiet gelegen sind. Zu bemerken ist noch, dass die im Plan SWV Nr. 1 eingetragenen süddeutschen Anlagen der Denkschrift des Landes Baden-Württemberg (16) entnommen sind und dass ihre Signaturen von einheitlicher Grösse sind und keinen Aufschluss über die Grössenordnung der Anlagen geben.

Trotz diesem relativ kleinen Verschmutzungsanteil müssen jedoch von der Schiffahrt Massnahmen verlangt werden, die eine Gewässerverschmutzung durch feste und flüssige Abgänge weitgehend ausschliessen.

Solche Massnahmen sind:

- a) Einbau von Abwasser-Sammeltanks (für häusliche Abwässer von Schiffspersonal und Passagieren) bei neuen Fahrgastschiffen und Aufstellen von Abfallbehältern bei allen Schiffen.
- b) Verbot der Entleerung von Abwassersammeltanks und Abfallbehältern von Schiffen in Flüsse und Seen.
- c) Verpflichtung zur Entleerung
  - der Abwassertanks an den Anlegestellen durch Abpumpen in öffentliche Kanalisationen mit Reinigungsanlagen
  - der Abfallbehälter durch Uebergabe an das Abfuhrwesen der Gemeinden.
- d) Verpflichtung der Gemeinden zur Uebernahme der Abfälle.
- e) Ueberwachungs- und Kontrollmassnahmen.

#### Verschmutzung durch Oelabgänge

- a) Verschmutzung des Rheins durch Oel allgemein

Nach Angaben von Völker (26) fliessen täglich etwa 150 t Oele und Fette in den Rhein, wovon der Anteil der Schiffahrt zu etwa 11 t Oel beziffert wird. Dieser Anteil der Schiffahrt von rund 7 %, der dank der erst in den letzten Jahren vorgenommenen Verbesserungen und Schutzmassnahmen schon heute erheblich kleiner sein dürfte, macht sich jedoch — weil auf der Oberfläche schwimmend — verhältnismässig in viel grösserem Ausmass störend bemerkbar. Es ist deshalb notwendig, dass den bestehenden Vorschriften durch Abgabe des Altöls Rechnung getragen wird.

- b) Verschmutzung durch Ueberbordpumpen verölter Bilgenwasser

(23) Rheinschiffahrt-Polizeiverordnung vom 1. Januar 1955.

(24) R. B. Dannhausen, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Duisburg: Reinhaltung des Rheins im Bereich der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Duisburg.

(25) Tagebuch über den Nachweis der Abgabe von Rückständen von Oel und flüssigen Brennstoffen und ölhaltiger Abwässer.

(26) Prof. Dr. Völker, Techn. Hochschule, Wien: Hochrheinschiffahrt und Reinhaltung des Wassers (Verbandschrift Nr. 60, Nordostschweiz. Verband für Schiffahrt Rhein-Bodensee, St. Gallen, 1962).

(27) Dr. Ing. Dr. h. c. G. Schneider, Freiburg i. Br.: Gewässerschutz, Binnenschiffahrt, Wasserkraftnutzung (WEW, Nr. 11, 1962).

#### b) Was ist Bilgenwasser?

Der grösste Anteil der Oelverschmutzung durch die Schifffahrt besteht im Ueberbordpumpen verölter Bilgenwasser. Die Bilge ist der tiefste Teil des Schiffes, in dem sich alles Wasser, vermischt mit Oel, ansammelt.

Als Wasser kommt in Betracht:

- Schwitzwasser
- Leckwasser
- Ballastwasser bei Leerfahrten von Selbstfahrern, um ein tieferes Eintauchen der Schraube zu erreichen.

Als Oel kommt in Betracht:

- Treibstoff und Oel aus der Schmierung der Motoren
- solches aus undichten Leitungen
- Oelrückstände bei Tankern
- verschüttetes Oel durch Unachtsamkeit der Bedienung
- Altöl der Motoren beim Oelwechsel, das bequemehalber in die Bilge abgelassen wird, statt an Land abgeliefert zu werden.

#### b2) Für die unschädliche Beseitigung der verölten Bilgenwässer kommen folgende Möglichkeiten in Betracht:

- feste Entölungsanlagen in Anlegestellen und Häfen, die in der Lage sind Oelrückstände und veröltes Wasser aufzunehmen und zu verarbeiten
- Entölerboote, in Ergänzung von festen Anlagen auf dem Land
- Entölung mittelst schiffseigener Entöleranlagen, wobei zu fordern ist, dass diese heute nach Häringer (28) noch nicht voll befriedigenden Anlagen in ihrer Wirkung so verbessert werden, dass im Ablauf höchstens 20 mg Oel pro Liter vorhanden sind.

Durch Führung von Quittungsbüchern kann die regelmässige Entölung sämtlicher Schiffe und die unschädliche Beseitigung des ausgeschiedenen Altöls sichergestellt und unter Kontrolle gehalten werden.

#### b3) Abhilfemassnahmen

- Schaffung der erforderlichen Zahl von Anlagen für die Uebernahme von veröltem Bilgenwasser und Altöl in Form von festen Anlagen auf dem Land sowie mit Funk ausgerüsteten Bilgenentölerbooten mit verbessertem Wirkungsgrad
- Ausbau der Bilge als Sammelbehälter mit der Unmöglichkeit, veröltes Bilgenwasser mit Lenzpumpen über Bord zu bringen
- Vorschrift, die Motoren so einzurichten, dass sie entleert werden können, ohne dass Oel in den untersten Schiffsraum hinunterläuft
- Verbot von unter der Wasseroberfläche ausmündenden Lenzleitungen bei allen Schiffen
- Verbot des Ablassens von Oel aus der Oelwanne in die Bilge sowie des Abschwemmens von Lecköl
- Verbot des Anstreichens der Aussenhaut von Schiffen mit Altöl, wie dies beispielsweise auf dem Rhein gemäss Vorschriften der Rheinzentralkommission bereits gehandhabt wird
- Auf jedem Schiff müssen feste oder tragbare Behälter für die Aufnahme von Altöl mit den notwendigen Vorrichtungen zur Uebergabe an die

Sammelstellen vorhanden sein, sowie Behälter mit Aufsaugmaterial für verschüttetes Oel

- Verbot der Verwendung von Kreispumpen für die Förderung von Oelwassergemischen, um zu verhindern, dass eine kaum auflösbare Emulgierung der Gemische entsteht
- Schaffung der nötigen Kontrollstellen für die Ueberwachung der Schiffe hinsichtlich der für den Gewässerschutz erforderlichen Einrichtungen und Einhaltung der Vorschriften.

#### c) Verschmutzung durch die Tankschifffahrt

Eine Oelverschmutzung des Stromes und insbesondere der Häfen durch die Tankschiffe ergibt sich:

- bei der Reinigung der Schiffe
- bei der Abgabe des Ballastwassers nach Leerfahrten
- beim Umschlag der Ladung

#### c1) Verschmutzung bei Reinigung

Die Ladungen der Tankschiffe werden unterschieden nach:

- |             |  |
|-------------|--|
| Weissware   | wie Benzin, Benzol, Kerosin, Dieselöl, leichtes Heizöl |
| Schwarzware | wie Erdöl, schweres Heizöl, Schmieröl, Teerderivate.   |

Tankwäschen der Weisswarenfracht Tanker, die als letzte Fracht Dieselöl oder leichtes Heizöl hatten, werden heute meistens vor einem Ladungswechsel auf Benzin oder ähnliche Produkte gespült. Diese Arbeiten werden gewöhnlich während der Fahrt durch das Schiffpersonal ausgeführt. Es ist zu verlangen, dass das verölte Tankwaschwasser an die in den Häfen oder Raffinerien zu erstellenden Waschwasser-Aufnahmeanlagen abgegeben wird, wie dies schon heute auf dem Oberrhein erfolgt.

Bei den Waschwasser-Aufnahmeanlagen handelt es sich um grosse Aufnahme- und Absetztanks, in denen das Oelwassergemisch während ein bis zwei Tagen stehen bleibt, worauf sich das Oel an der Oberfläche abscheidet und der vorgeschriebene Reinheitsgrad von maximum 20 mg/l erreicht wird.

#### Tankwäschen der Schwarzwarenfracht

Die Verschmutzungsgefahr ist erheblich geringer als bei Schiffen der Weisswarenfracht, da es mit bord-eigenen Mitteln praktisch unmöglich ist, die Laderäume eines Schiffes, welches Schwarzware gefahren hat, zu säubern. Die Reinigung erfordert nach Häringer (28) eine umständliche Behandlung nach dem Wheeler-Verfahren mit heissem Wasser und mit Scheuermitteln, oder nach dem Groom-Verfahren mit Chemikalien und muss in besonderen Stationen oder auf einer Werft geschehen. Derartige Anlagen befinden sich am Rhein in den Duisburg-Ruhrorter Häfen und im Hafen Rotterdam, was gemäss Auffassung von Häringer für den zur Zeit bestehenden Bedarf ausreicht.

Bei Einführung der Schifffahrt auf Aare und Hochrhein wird zu prüfen sein, ob Waschwasser-Aufnahmeanlagen für Weisswarenfracht und Reinigungsanlagen für Schwarzwarenfracht auch in der Schweiz zu erstellen sind.

(28) Baurat G. Häringer, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Duisburg: Massnahmen gegen die Oelverschmutzung des Bodensees durch die Schifffahrt (Verbandschrift Nr. 57 des Nordostschweiz. Verbandes für Schifffahrt Rhein-Bodensee, St. Gallen, 1960).

## c<sub>2</sub>) Verschmutzung durch Abgabe von Ballastwasser nach Leerfahrten

Die Aufnahme von Ballastwasser ist notwendig, um tiefliegende Brücken passieren zu können, aber auch um auf dem freien Strom die Manövrierfähigkeit der Schiffe zu erhalten. Dieses Wasser, verölt durch die im Schiff noch verbleibenden Ladungsreste, ist gleich zu behandeln wie Tankwaschwasser.

## c<sub>3</sub>) Verschmutzung beim Umschlag der Ladung

Beim Umschlag der Ladung zwischen Tankschiffen und Landanlagen gibt es vielerlei Möglichkeiten, dass flüssige Brennstoffe ins Wasser gelangen: undichte Gummischläuche und Verbindungsstücke, Unachtsamkeit in der Bedienung der Schieber, Restöl im Schlauch und Reißen des Schlauches durch unvorhergesehene Schiffsbewegungen.

Nach Auffassung der Direktion der Duisburg-Ruhrorter Häfen AG, und von Häringer (28) würde die Verschmutzungsgefahr bei Löschen wesentlich verringert, wenn das Löschen mit landseitigen Saugpumpen verlangt würde.

## c<sub>4</sub>) Abhilfemassnahmen

- Striktes Verbot des Ablassens jeglichen Wasch- und Ballastwassers von Tankern in die Gewässer
- Anweisung zur Ablieferung sämtlichen Waschwassers und sämtlichen Ballastwassers in auf dem Lande befindliche Waschwasser-Aufnahmeanlagen für Weisswarenfracht und Reinigungsanlagen für Schwarzwarenfracht
- Vermeidung unnötigen Waschens der Behälter von Tankschiffen
- Erstellung der erforderlichen Waschwasser-Aufnahme- und Reinigungsanlagen
- Einbezug des Wasch- und Ballastwassers in das Tagebuch über den Nachweis der Abgabe von ölhaltigen Abwässern.

## Schutzmassnahmen in Hafenanlagen und Umschlagstellen

### Bauliche Massnahmen

- Schaffung von permanenten Einrichtungen für die Aufnahme des aus den Abwassertanks der Schiffe wegzupumpenden Abwassers in das an eine zentrale Reinigungsanlage angeschlossene öffentliche Kanalnetz.
- Bereitstellung der nötigen Abfallbehälter zur Aufnahme des Inhaltes der Schiffabfallbehälter und periodische Uebernahme der Abfälle durch das Abfuhrwesen der Gemeinde.

## 7.7 DIE VERÖLUNG DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER DURCH DIE KLEINSCHIFFFAHRT UND MASSNAHMEN ZU DEREN BEHEBUNG

### Grundlagen

Auf Anregung des Verbandes zum Schutz der Gewässer in der Nordwestschweiz hat die Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL) eine Kommission geschaffen, mit der Aufgabe, das Problem der Entfernung von Ölrückständen bei der schweizerischen Binnenschifffahrt zu studieren. Diese Untersuchung beschränkte sich vorerst auf die eidgenössisch konzessionierte Schifffahrt. Bei der Durchführung zeigte sich, dass nicht nur die konzessionierte Grossschifffahrt zur Beförderung von Reisenden mit Fahrgastschiffen, sondern auch

- Ortsfeste oder schwimmende Anlagen für die Uebernahme von Altöl, veröltem Biogenwasser, veröltem Ballastwasser und Tankwaschwasser der Weisswarenfracht.  
Erforderlicher Reinheitsgrad des entölten Gemisches: 20 mg/l.

### Administrative und betriebliche Massnahmen

- Erlass von Hafenordnungen
- Schaffung von Alarmstellen, Feuer- und Wasserschutzwehren
- Schaffung von Kontroll- und Ueberwachungsstellen für Schiffe und Ufer.

### Verschmutzung infolge von Havarien

Nach Völker (26) hat die Unfallstatistik der deutschen Binnenschiffe in letzter Zeit fallende Tendenz gezeigt, ausser auf dem überfüllten Neckar. Durch Einführung von Flussradar und Fernsprechanlagen werde die Unfallgefahr verkleinert. Auf Hochrhein und Bodensee werde die Unfallgefahr wegen der viel kleineren Belegung mit Schiffen sehr gering sein. Völker schlägt die Schaffung von Kontrollstellen vor, deren Vorschriften schon bei Beginn des Hochrhein-Ausbaues international festzulegen seien. Diese Stellen werden sich für die Sicherheit der Schifffahrt auf Hochrhein und Bodensee günstig auswirken. Auf Seen können Zusammenstösse mit Sicherheit vermieden werden, wenn getrennte Fahrrouten für Hin- und Rückfahrt festgelegt werden, wobei Schiffe ohne Radar nur auf Sicht fahren dürfen.

### Zusammenfassung und Folgerungen

- a) Der Anteil der Schifffahrt an der heutigen Verschmutzung des Rheins durch Abwässer und Abfälle von Schiffspersonal und Passagieren ist verschwindend klein; er kann bei Anwendung der vorgesehenen Massnahmen noch erheblich reduziert werden, so dass er gesamthaft betrachtet auch nach Durchführung der erforderlichen Gewässerschutzmassnahmen für den Zustand des Rheins praktisch nicht in Betracht fällt.
- b) Es ist technisch und praktisch möglich, den heutigen Anteil der Schifffahrt an der Verölung des Rheins noch ganz erheblich zu verkleinern. Voraussetzung ist die Durchführung der erforderlichen baulichen und die strikte Einhaltung der betrieblichen Massnahmen.
- c) Die Gefahr von Havarien kann bei strikter Befolgung geeigneter Betriebs- und Sicherheitsvorschriften weitgehend vermindert werden.

die Kleinschifffahrt mittels Viertakt- und Zweitakt-Benzinmotoren zur Verölung beiträgt. Um das Ausmass dieser letzteren Kategorie festzustellen, wurde der Sekretär der VGL, Dr. Vogel, mit diesbezüglichen Erhebungen beauftragt. Sein umfassender Bericht über die Ergebnisse der Untersuchung liegt vor (29).

(29) Dr. H. E. Vogel, Geschäftsführer VGL, Zürich: Die Verölung der Oberflächengewässer durch die Kleinschifffahrt (Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie, Fasc. 1, 1963).

Die Erhebungen erstreckten sich auf alle grösseren Schweizerseen, inkl. das schweizerische Ufer des Bodensees sowie auf einige kleinere Seen.

Neben andern Erhebungen wurde versucht, die Verkehrsfrequenz der verschiedenartigen Boote, die Art der Versorgung der Boote mit Treibstoff und Schmierstoff, die Beseitigung der Altölabfälle zu ermitteln.

Die Anzahl der Boote auf den uns interessierenden Seen, wobei der Zürichsee als Vergleich herangezogen werden soll, geht aus Tabelle 7/2 hervor.

ÜBERSICHT ÜBER DEN SCHIFF-BESTAND 1962 Tabelle 7/2

	Bodensee (schweiz. Anteil)	Bielersee	Neuen- burger- see	Zürichsee (total)
Motorlastschiffe (Diesel)	7	4	14	43
Personentransportschiffe	22	6	8	18
Viertaktmotorboote	274	189	208	656
Zweitaktmotorboote	1305	1459	1526	2902
Total	1608	1658	1756	3619

Ausser von der Anzahl der Boote ist die Verölung abhängig von der Fahrzeit und der Menge der ins Wasser gelangenden Rückstände pro Zeiteinheit. Als effektive Fahrzeit wurden pro Sommerhalbjahr 100 Stunden pro Boot in Rechnung gesetzt. Bei Zweitaktmotorbooten wurde festgestellt, dass pro Betriebsstunde 0,016 l gekrackte Mineralölrückstände ins Wasser gelangen. Bei Viertaktmotoren könnte eine Oelverschmutzung praktisch vermieden werden. Dr. Vogel glaubt jedoch, dass in Wirklichkeit pro Boot und Saison etwa 2 l Oel in den See gelangen.

Auf Grund dieser Feststellungen und Annahmen errechnet Dr. Vogel nachgenannte, sich aus der Kleinschiffahrt im Jahr 1962 ergebende Verölung (Tabelle 7/3)

Tabelle 7/3 zeigt, dass sich somit wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Seen ergeben. Besonders augenfällig ist der Unterschied im Oelanfall pro km<sup>2</sup> Seefläche, der im Seebecken der Stadt Zürich 41mal grösser ist als beim Bodensee.

Auf Grund der Schlussfolgerungen von Dr. Vogel erscheinen nachstehende Massnahmen zum Schutz der Gewässer gegen Verschmutzung durch die bestehende Personenschiffahrt und die Kleinschiffahrt als angezeigt:

#### Massnahmen am Ufer, in Häfen und Anlegestellen

- Schaffung von permanenten Einrichtungen für die Aufnahme des aus den Abwassertanks der Schiffe wegzu-

pumpenden Abwassers in das an eine zentrale Reinigungsanlage angeschlossene öffentliche Kanalnetz.

- Bereitstellung der nötigen Abfallbehälter zur Aufnahme des Inhalts der Schiffsabfallbehälter und periodische Uebernahme der Abfälle durch das Abfuhrwesen der Gemeinde.
- Anlagen für die Uebernahme von Altöl und ölhaltiger Bilgenwasser.

#### Massnahmen bei Schiffen für konzessionierten Personentransport, die mit Abortanlagen ausgerüstet sind

- Bei neu zu erstellenden Schiffen Einbau von Abwasser-Sammeltanks und Pumpanlagen für die Entleerung der Tanks in die öffentlichen Kanalisationen.
- Wünschbarkeit des nachträglichen Einbaus von Abwassersammeltanks auf bestehenden Schiffen.
- Behälter für Kehricht und Abfälle aller Art auf bestehenden und neu zu erstellenden Schiffen.
- Behälter für die Aufnahme von Altöl.

#### Massnahmen bei Kleinschiffen mit Zweitaktmotoren

##### Verbesserung im Bau der Motoren durch folgende Massnahmen:

- Abfangen der Krackölvertropfung durch eingebaute Schutzvorrichtungen;
- niedrigstgehaltene Schmieröl-Zumischquoten zum Betriebsstoff;
- verbesserte Verbrennung der Schmierstoffe

##### Massnahmen betrieblicher Art

- Verpflichtung zur Entleerung
  - der Abwassersammeltanks an den Anlagestellen durch Abpumpen in öffentliche Kanalisationen;
  - der Abfallbehälter durch Uebergabe an das Abfuhrwesen der Gemeinden.
- Verbot des Ueberbordpumpens verölter Bilgenwasser.

#### Massnahmen bei Schiffen mit Dieselmotoren

- Tankfüllungen dürfen nur mit Einrichtungen vorgenommen werden, die Gewähr für die Verhinderung jeglicher Oelverluste in das Gewässer bieten.
- Für jedes Schiff ist ein amtliches Bordbuch anzuschaffen, in das datiert und unterschriftlich bezeugt alle Eingänge an Schmieröl sowie alle Abgaben von Leck- und Altöl an anerkannte Sammelstellen einzutragen sind.

VERÖLUNG DURCH DIE KLEINSCHIFFFAHRT

Tabelle 7/3 (nach Dr. Vogel, VGL)

	Boden- see	Bieler- see	Neuen- burger- see	Zürichsee ganz	innerhalb Stadtgebiet
Anfall von Altöl aus Zweitaktmotoren während einer Saison in Liter	2088	2334	2442	4643	1912
Anfall von Altöl aus Viertaktmotoren während einer Saison in Liter	550	378	416	1312	610
Total Anfall von Altöl in Liter	2638	2712	2858	5955	2522
Seefläche in km <sup>2</sup> (beim Bodensee nur Schweiz. Hoheitsgebiet)	172	39,4	216	88,5	4
Anfall von Altöl pro Saison in Liter pro km <sup>2</sup>	15,3	69	13,3	67,4	630

### Massnahmen bei Schiffen aller Art mit Viertaktmotoren

- a) Das ölhaltige Bilgenwasser darf nur über einen ortsfesten Oelabscheider, der in oder nächst dem Bootshaus zu montieren ist, evakuiert werden.
- b) Für jedes Schiff ist ein amtliches Bordbuch anzuschaffen, in dem datiert und unterschriftlich bezeugt alle Eingänge an Schmieröl und alle Abgaben von Leck- und Altöl an anerkannte Sammelstellen einzutragen sind.

### Zusätzliche Massnahmen

Als solche werden empfohlen:

- a) Bei Stillstand des Bootes ist der Motor abzustellen.
- b) Die Weg- und Zufahrt der Boote hat senkrecht zum Ufer zu erfolgen.

## 7.8 DIE BEFÜRCHTUNGEN EINER ZUSÄTZLICHEN VERSCHMUTZUNG VON HOCHRHEIN, AARE, BODENSEE UND JURARANDSEEN DURCH ERWEITERUNG DER BINNENSCHIFFFAHRT

### Die Art der Befürchtungen

Weite Kreise der Bevölkerung befürchten durch die Schiffbarmachung der heute noch nicht schiffbaren Strecken von Hochrhein und Aare eine zusätzliche und nicht zu verantwortende Verschmutzung dieser Gewässer und der mit ihnen zusammenhängenden Seen. Es wird die Forderung gestellt, dass zu Gunsten der lebenswichtigen Erhaltung des Bodensees und der Jurarandseen als Trinkwasserspender auf die Schiffbarmachung zu verzichten sei.

Als hauptsächliche Gründe und Möglichkeiten der Gewässerverschmutzung durch die Schifffahrt und die sich daraus ergebende Erschwerung oder gar Verunmöglichung in der Nutzung werden angeführt:

- a) Nachteilige Auswirkungen der Stauhaltungen und der sogenannten «Kanalisierung»,
- b) Verschmutzung und Verölung der Gewässer,
- c) zusätzliche Abwasserbelastung der Gewässer infolge vermehrter Abwasserproduktion durch Zunahme der Bevölkerung und Industrie, hervorgerufen durch die Erweiterung der Binnenschifffahrt,
- d) erhöhte Gefahr durch Havarien.

Eine objektive Abklärung aller dieser Bedenken und Befürchtungen ist notwendig. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass, wenn die Schifffahrt die Gesunderhaltung der Gewässer verunmöglichen würde, sie im Interesse des gesamten Volkswohls abzulehnen wäre.

### Die Auswirkungen der Stauhaltungen

Entgegen der offensichtlich weit verbreiteten Meinung muss für die durchgehende Schiffbarmachung nach heutigen Projekten in beiden Flüssen nur je eine zusätzliche Stauhaltung geschaffen werden. Bei beiden Flüssen war und bleibt die Kraftnutzung das Primäre. Wie aus dem nachfolgenden Abschnitt 8 ersichtlich, wird für die Schifffahrt auch keine sogenannte «Kanalisierung» und Begradigung erforderlich. **Eine allfällige Schifffahrt benützt somit lediglich die für die Kraftnutzung fast durchgehend geschaffenen Stauhaltungen.** Hierfür genügt der Einbau von Schleusen, die keinerlei Veränderungen der hydrologischen und limnologischen Verhältnisse mit sich bringen.

Trotzdem sei der Vollständigkeit halber kurz auf die Auswirkungen von Stauhaltungen hingewiesen. Es ist eine bekannte Tatsache, dass durch den Aufstau stark verschmutzter Fliessgewässer mit ihnen in Zusammenhang stehende Grundwasservorkommen derart beeinträchtigt worden sind, dass ihre Nutzung nicht nur erschwert, sondern dass sogar bestehende Grundwasserfassungen aufgegeben

- c) Bei Fahrten parallel zum Ufer ist eine Minimaldistanz von 200 m einzuhalten (ausgenommen sind Boote von Berufsfischern).
- d) Vermeidung der Kleinschifffahrt in seichten Buchten (kein Schaufen!).

### Durchführung

Die von der VGL eingesetzte Kommission hat den Kantonen auf Grund der Untersuchungen von Dr. Vogel Vorschläge unterbreitet für die Bekämpfung der Verölung durch die Kleinschifffahrt. Sie hat sodann dem Eidg. Amt für Verkehr, das sich mit einer neuen Schifffahrtsverordnung befasst, Vorschläge zum Schutz gegen Verölung durch die konzessionierte Schifffahrt gemacht.

werden mussten, wie z. B. beim Aufstau der Limmat für das Kraftwerk Wettingen. Liebmann (30) stellte im Jahr 1954 in seinen Folgerungen für die Praxis aus den biologisch-chemischen Untersuchungen des ungestauten und gestauten Stromes allgemein fest, dass starke Belastungen des Flusswassers mit fäulnisfähigen organischen Substanzen eine Stauhaltung zum Absetzbecken einer Kläranlage degradieren. Bei der Planung von Stauhaltungen sei deshalb der Reinigung der dem betreffenden Fluss zugeleiteten Abwässer alle Aufmerksamkeit zu schenken. Schmassmann (31) hat in seinen ergänzenden Bemerkungen zu den Ergebnissen der Rheinuntersuchung vom 13./14. März 1956 festgestellt, dass die Schmutzstoffbelastung von Aare und Rhein trotz der Selbstreinigungsvorgänge im allgemeinen so hoch sei, dass sie sich auf die mit infiltriertem Rheinwasser gespiesenen Grundwasservorkommen ungünstig auswirke. In seinen Untersuchungen über die Einwirkung von Stauhaltungen auf die natürliche Selbstreinigung hat Liebmann (32) darauf hingewiesen, dass sich Nachteile, welche mit einem Aufstau verbunden sind, grösstenteils vermeiden lassen, wenn nur Flusswasser gestaut wird, dessen Wassergüteklasse nicht unter II (Betamesosaprob = mässig verunreinigt), maximal II bis III liegt. (Güteklasse III = Alphamesosaprob = stark verunreinigt).

Zusammenfassend kann hinsichtlich Auswirkung der Stauhaltungen festgestellt werden:

- a) die Schifffahrt erfordert nur noch zwei zusätzliche Stauhaltungen von insgesamt 24 Staustufen an Hochrhein und Aare
- b) es ist für den Gewässerschutz praktisch nicht von Bedeutung, ob auf den Stauhaltungen Schifffahrt getrieben wird oder nicht
- c) Stauhaltungen bilden bei der derzeitigen starken Verschmutzung der Flüsse eine ernste Gefahr für die mit ihnen im Zusammenhang stehenden Grundwasservorkommen. Die weitgehende Reinigung aller den beiden Flüssen zugeleiteten Abwässer ist ein dringendes Gebot, unabhängig davon, ob die Schifffahrt kommt oder nicht.

(30) Prof. Dr. H. Liebmann, München: Biologie und Chemie des ungestauten Stromes (Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie, Band 2, 1954).

(31) Dr. Hansjörg Schmassmann, Liestal: Ergänzende Bemerkungen zu den Ergebnissen der Rheinuntersuchung vom 13./14. März 1956 (WEW, Nr. 11, 1957).

(32) Prof. Dr. H. Liebmann, München: Untersuchungen über die Einwirkung von Stauhaltungen auf die natürliche Selbstreinigung (WEW, Nr. 4, 1961).

### Die Frage der direkten Verschmutzung durch die Schifffahrt

In eingehender Weise ist im Kapitel 7.6 die Verschmutzung des Rheins unterhalb Birsfelden durch die Schifffahrt geprüft worden. Es konnte festgestellt werden, dass der Anteil der Schifffahrt durch Abfälle und Abwässer an der heutigen starken Verschmutzung des Rheins praktisch nicht ins Gewicht fällt, dass es ferner möglich sein wird, auch den Anteil der Schifffahrt an der Verölung noch erheblich zu verkleinern.

Was für die Verhältnisse unterhalb Birsfelden gilt, hat auch für die oberhalb gelegenen Flussabschnitte Gültigkeit. Bei strikter Anwendung der vorgeschlagenen baulichen und betrieblichen Massnahmen sind durch die Einführung der Frachtschifffahrt auf Hochrhein, Aare, Bodensee und Jurarandseen keine Uebelstände zu befürchten, die vom Standpunkt des Gewässerschutzes aus zu einer Ablehnung der Schifffahrt führen müssten.

Voraussetzung ist auch, dass die im Kapitel 7.7 vorgeschlagenen Massnahmen zur Behebung der Verölung durch die Kleinschifffahrt zur Anwendung gelangen.

Das Bundesgesetz vom 16. März 1955 über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung bezieht sich ausdrücklich auch auf Schiffe, und bietet bei strikter Anwendung durch die zuständigen Behörden einen ausreichenden Schutz der Gewässer. Die Kantone haben es in der Hand, bei der Erteilung von Bewilligungen für Hafenanlagen und Umschlagstellen die notwendigen Auflagen zu machen. Der Bundesrat hat in Beantwortung einer kleinen Anfrage vom 18. Dezember 1962 festgestellt, dass der Anteil der Binnenschifffahrt an der Gewässerverschmutzung gering ist und dass die erforderlichen gesetzlichen Grundlagen für die Vermeidung einer Verunreinigung unserer Gewässer durch die Schifffahrt, handle es sich um die Gross- oder Kleinschifffahrt, vorhanden sind. Es liege bei den Kantonen, den Gewässerschutzvorschriften, deren Vollzug ihnen überbunden ist, Nachachtung zu verschaffen.

### Frage der Möglichkeit der genügenden Reinigung der durch die Einführung der Schifffahrt sich ergebenden grösseren Abwassermengen

Von der Einführung der Frachtschifffahrt auf Hochrhein und Aare wird ein Impuls auf die Entwicklung von Bevölkerung und Industrie in dem von der Schifffahrt beeinflussten Gebiet erwartet. Dadurch entsteht ein zusätzlicher Anfall von Abwasser, und es stellt sich die Frage, ob es möglich sein wird, die vergrösserte Abwassermenge in für die Vorfluter unschädlicher Weise zu reinigen.

Das Gutachten der Landesplanung kommt zum Schluss, dass die Binnenschifffahrt auf die Wirtschaft der direkt an den Flüssen und Seen anliegenden Regionen im allgemeinen belebend wirkt, und dass sich für diese gesamthaft eine um rund 130 000 Personen grössere Bevölkerungszahl ergibt als im Falle ohne Schifffahrt. Andererseits aber gehe dieser Mehrzuwachs der Anliegerregionen grösstenteils zu Lasten der unmittelbar dahinterliegenden Regionen, die bei Einführung der Schifffahrt einen um rund 80 000 Personen geringeren Bevölkerungsstand aufweisen werden. Für das gesamte von einer allfälligen Schifffahrt beeinflusste Gebiet erwartet die Landesplanung für den Zeitpunkt T, in welchem die Schweiz 10 Millionen Einwohner aufweisen wird, ohne Schifffahrt eine Bevölkerungszahl von 5 450 000 und mit der Schifffahrt eine solche von 5 500 000 Einwohnern.

Es ist offensichtlich, dass sogar für den Fall, dass die von der Landesplanung veranschlagte Differenz von nur 50 000 Einwohnern um ein beträchtliches grösser sein sollte, sie auf den Gewässerschutz und die Möglichkeit

einer ausreichenden Reinigung praktisch ohne Bedeutung wäre, machen doch diese 50 000 Einwohner nur 1 % der Gesamtbevölkerung aus. Dies trifft in analoger Weise auch für die industriellen Abwässer zu, da die Landesplanung durch die Schiffbarmachung nicht mit einer wesentlich verstärkten Industrialisierung rechnet.

Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang auch auf die Feststellung der EAWAG (siehe Kapitel 7.9), dass die Schifffahrt keinen Einfluss auf die Gewässerschutzmassnahmen ausüben wird.

**Die Befürchtungen, dass es nicht möglich sein werde, die durch Einführung der Schifffahrt in vermehrtem Masse anfallenden Abwassermengen in ausreichender Weise zu reinigen, sind somit zu verneinen.**

### Erhöhte Gefahr durch Havarien?

Durch Unfälle und Zusammenstösse von Tankschiffen können grössere Mengen von flüssigen Brennstoffen in die Gewässer gelangen. Eine gewisse Gefahr der Verunreinigung, speziell durch Verölung der Oberfläche, ist deshalb zweifellos vorhanden.

Wie weiter oben festgestellt, beurteilt jedoch Völker (26) die Unfallgefahr auf Hochrhein und Bodensee, wegen der viel kleineren Belegung der Wasserfläche gegenüber dem Mittel- und Niederrhein, als sehr gering. Bezüglich Belegung trifft diese Feststellung auch für die Aare und die Jurarandseen zu.

Die vorgeschlagene Schaffung von Sicherheitsmassnahmen und Kontrollstellen wird die Gefahr weiterhin verkleinern. Zu prüfen wäre die Frage, ob durch Schaffung von reichlich dimensionierten Schutzzonen im Gebiet von Trinkwasserfassungen in Seen und unter Berücksichtigung der vorherrschenden Oberflächenströmungen, mit dem Verbot der Befahrung derselben, eine weitere Sicherheit geschaffen werden könnte.

### Die zu erwartende Zunahme des Schiffsverkehrs auf Hochrhein und Bodensee, Vergleich mit heutiger Schifffahrt

Eine schätzungsweise Berechnung hat ergeben, dass beim Bodensee, bei Einführung der Hochrheinschifffahrt, mit einem schweizerischen Transportanteil von vorerst 0,35 Mio t, die Belegung der schweizerischen Seefläche mit Motorlastbooten ungefähr fünfmal kleiner sein wird, als sie heute beim Zürichsee ist. Selbst bei 10 Mio Einwohnern und einem schweizerischen Transportanteil von 1,5 Mio t wird die spezifische Belegung des schweizerischen Seeanteils mit Motorlastschiffen durchschnittlich immer noch weniger als halb so gross sein als heute auf dem Zürichsee. Auch wenn es sich bei der Binnenschifffahrt um wesentlich grössere Schiffeinheiten handelt, als sie die Motorlastkähne auf dem Zürichsee darstellen, so wird – auch dann, wenn die Transporte einen etwas grösseren Umfang annehmen sollten, als unter Annahmen und Schätzungen zu ermitteln versucht worden ist – eine störende Belegung des Bodensees durch die Frachtschifffahrt nicht zu erwarten sein.

### Zusammenfassend ist zu den Befürchtungen festzustellen

- a) **Die Notwendigkeit, aus Gründen des Gewässerschutzes auf die durchgehende Schiffbarmachung von Hochrhein und Aare zu verzichten, ist zu verneinen.** In Übereinstimmung mit dem Innenministerium Baden-Württemberg (16) ist festzustellen, dass die Befürchtung, der Hochrhinausbau werde die Wasserqualität beträchtlich verschlechtern, unbegründet ist.

- b) Ein allfälliger Verzicht auf die Schiffbarmachung von Gewässern löst das Problem ihrer Gesunderhaltung oder Wiedergesundung in keiner Weise.

Mit Recht weist Schneider (27) darauf hin, dass es zahllose im Uebermass verschmutzte Gewässer gibt, die noch nie ein Binnenschiff gesehen haben. Dass umgekehrt aber

beispielsweise der Rhein-Hernekanal, der planmässig von Abwasser freigehalten werde, jedoch einen jährlichen Schiffsfrachtverkehr von bis zu 20 Mio t zu bewältigen habe, eine Wasserbeschaffenheit aufweist, die es ermögliche, jährlich über 300 Mio m<sup>3</sup> Wasser für Wasserversorgungszwecke zu entnehmen. Im Sommer werde dieser Kanal von Tausenden zum Baden aufgesucht.

## 7.9 DIE BESONDEREN VERHÄLTNISSE IM EINZUGSGEBIET DES BODENSEES

### Die Arbeiten der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee

Im November 1959 konstituierte sich in St. Gallen die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee. Diese Kommission, der das Land Baden-Württemberg, der Freistaat Bayern, die Republik Oesterreich und die Schweizerische Eidgenossenschaft (Kantone St. Gallen und Thurgau) angehören, ist aus der auf Grund der Uebereinkunft vom 5. Juli 1893 über die Anwendung gleichartiger Bestimmungen für die Fischerei im Bodensee (sog. Bregenzer Uebereinkunft) geschaffenen Fischereibevollmächtigtenkonferenz hervorgegangen. In dieser Kommission war die Erkenntnis durchgedrungen, dass den Gewässerschutzbestrebungen eher Erfolg beschieden sein werde, wenn nicht die Interessen der Fischerei, sondern diejenigen der öffentlichen Gesundheitspflege, der Trink- und Brauchwasserversorgung und der Wirtschaft im allgemeinen in den Vordergrund gestellt werden.

Unmittelbaren Anstoss zum Abschluss eines besonderen Gewässerschutzabkommens gaben im Jahre 1953 die deutschen Pläne für eine Trinkwasserentnahme aus dem Ueberlingersee bei Sipplingen zur Versorgung des süddeutschen Raumes mittels einer Fernleitung. Das Abkommen über den Schutz des Bodensees gegen Verunreinigung wurde am 27. Oktober 1960 in Steckborn unterzeichnet und trat nach Ratifikation durch sämtliche Anliegerstaaten am 10. November 1961 in Kraft.

In diesem Uebereinkommen verpflichteten sich die Uferstaaten des Bodensees zur Zusammenarbeit auf dem Gebiete des Gewässerschutzes, indem sie sich bemühen, den Bodensee vor weiterer Verunreinigung zu schützen und dessen Wasserbeschaffenheit nach Möglichkeit zu verbessern. Sie sollen geplante Wassernutzungen, welche die Interessen eines andern Vertragsstaates an der Reinhaltung des Bodensees beeinträchtigen könnten, einander zeitgerecht mitteilen und grundsätzlich erst nach gemeinsamer Erörterung ausführen lassen.

Das Uebereinkommen schafft für die Tätigkeit der internationalen Gewässerschutzkommission die nötige Rechtsgrundlage. Ihre Aufgabe besteht unter anderem darin, durch Zuzug von Sachverständigen den Grad und die Ursachen der Seever Verschmutzung festzustellen, Vorschläge zur Beseitigung der bestehenden Misstände und zur Verhinderung künftiger Verunreinigungen ausarbeiten zu lassen und die in den einzelnen Uferstaaten durchzuführenden Gewässerschutzmassnahmen aufeinander abzustimmen.

Die Kommission hat bis zum Frühjahr 1964 neun Tagungen abgehalten und eine beachtliche Tätigkeit entwickelt. Die Untersuchungsergebnisse wurden, soweit sie abgeschlossen sind, bereits veröffentlicht. Daneben befasste sich die Kommission mit zahlreichen technischen Fragen im Zusammenhang mit dem Bau von Gewässerschutzanlagen. Gegenstand besonderer Erörterungen bildete schliesslich die mögliche Gefährdung des Bodensees durch den im Raum von Bregenz am Seeufer verlaufenden Abschnitt der mitteleuropäischen Oelleitung von Genua nach Ingolstadt.

Anlässlich der parlamentarischen Beratungen wurde mit Recht beanstandet, dass das Abkommen keine konkreten Verpflichtungen der Anliegerstaaten zur Vornahme der sich aufdrängenden Gewässerschutzmassnahmen beinhalte. Als zweiter Schritt wird deshalb der Abschluss internationaler Reinhalteabkommen angestrebt werden müssen. Die Kommission beschloss kürzlich, hierfür möglichst bald die notwendigen Grundlagen vorzubereiten.

### Besiedlungsdichte

(wörtlich dem Gutachten EAWAG (21) entnommen)

Vom Architekturbüro Rolf Meyer wurden der EAWAG die in den nachfolgenden Tabellen EAWAG (7/4 und 7/5) aufgeführten Ziffern für die heutige und zukünftige Besiedlungsdichte im unmittelbaren Einzugsgebiet des Bodensees mitgeteilt. Die Tabellen enthalten auch die von den Landesplanern vorausgesehene Bevölkerungsdichte und Beschäftigtenzahl im Falle der Einführung der Schifffahrt. Für die vorgelegten Fragen ist entscheidend wichtig, dass auf Grundlage dieser Angaben **die Schifffahrt praktisch keinerlei Einfluss auf die zu erwartende Einwohnerzahl in den Entwässerungsgebieten zum Bodensee haben soll**. Nicht eingeschlossen in diese Betrachtung ist allerdings die Industrie. Nach Angabe von Dr. Bellwald hat man aber auch auf diesem Sektor mit einer Entwicklung zu rechnen, die mit und ohne Schifffahrt ungefähr gleichartig verlaufen soll,

EINWOHNERZAHLEN Tabelle 7/4 (EAWAG)

Region	Einwohner 1960		Einwohner im Zeitpunkt T	
	abs.	% Anteil*	ohne Schifffahrt	mit Schifffahrt
Steckborn	6 007	1,1	12 000	12 000
Kreuzlingen	22 760	4,2	49 000	57 000
Arbon-Romanshorn	44 799	8,2	80 000	88 000
Rorschach	28 474	5,2	53 000	58 000
St. Gallen	83 725	15,4	155 000	149 000
St. Margrethen	26 831	4,9	50 000	52 000
Altstätten	20 253	3,7	35 000	30 000
Total	232 849	42,7	434 000	446 000

\* Anteil an der gesamtschweizerischen Bevölkerung von 5 429 061 E.

### BERUFSTÄTIGE IM SEKTOR II\* IM ZEITPUNKT T

Tabelle 7/5 (EAWAG)

Region	ohne Schifffahrt	mit Schifffahrt
Steckborn	2 500	3 000
Kreuzlingen	9 500	9 000
Arbon-Romanshorn	15 500	18 000
Rorschach	12 000	13 000
St. Gallen	20 000	21 000
St. Margrethen	13 000	13 000
Altstätten	8 500	7 500
Total	81 000	84 500

\* Industrie und Handwerk, gem. Definition des Eidg. Statistischen Amtes.

wenigstens was Industriezweige anbelangt, die bezüglich Abwasser besonders gravierend ins Gewicht fallen würden (beispielsweise chemische Grossindustrie).

#### Fernhaltung organischer Stoffe vom See

(wörtlich dem Gutachten EAWAG entnommen)

Auf Grund der im Kapitel 7.4 dargelegten Wirksamkeit der Gewässerschutzmassnahmen im Hinblick auf die Rückhaltung organischer Verbindungen bei der Abwasserreinigung kann man mit Hilfe der vorstehenden Bevölkerungsziffern berechnen, wie sich die zukünftige Belastung der Vorfluter (Zuflüsse zum Bodensee und direkt zum Bodensee) gestalten wird, wenn man mit den heute üblichen Bauwerken für die Abwasserreinigung arbeitet. Die Tabelle EAWAG (Tabelle 7/6) zeigt, dass im Zeitpunkt der Vollüberbauung des Gebietes (ohne Industrie, aber unter Einschluss der Versorgungsbetriebe für die Bevölkerung), die Restverunreinigung in den gereinigten Abwässern zusammen mit den Schmutzstoffen aus den Regenwasserentlastungen im Zeitpunkt T den beachtlichen Umfang von rund 1700 t/Jahr (org. C) annehmen wird. Sie beträgt schätzungsweise dann immer noch rund die Hälfte des Betrages, der heute bei Fehlen wirksamer Reinigungseinrichtungen im gesamten Gebiet dem See zufliesst.

#### TOTALZUFLUSS DER ORGANISCHEN RESTVERUNREINIGUNG ZUM BODENSEE AUS DEN ENTWÄSSERUNGSNETZEN UND KLÄRANLAGEN

bei Annahme mechanisch-biologischer Vollreinigung für das ganze unmittelbare Einzugsgebiet

Tabelle 7/6 (EAWAG)

	HEUTE	ZEITPUNKT T
Bewohner	230 000	440 000
Totalabfluss organ. C in kg pro Jahr (ca. 50 g pro E/Tag)	4 200 000	8 000 000
Entlastung vor und in Kläranlagen (ca. 11 %)	462 000	880 000
Zu biolog. Klärstufen	3 738 000	7 120 000
Nicht abgebaut (ca. 12 %)	448 000	854 000
Abfluss in Vorfluter nach Vollreinigung, kg org. C/Jahr	910 000	1 734 000
Effektiver Abfluss heute (Annahme für Reinigung in best. Anlagen ca. 20 %) rohe Schätzung, kg org. C/Jahr	3 400 000	

Betrachtet man eine Vorfluterbelastung, wie sie im heutigen Zeitpunkt nach Durchführung aller Gewässersanierungsmassnahmen noch vorhanden sein wird (ca. 1000 t organ. C/Jahr) als die obere Grenze der noch tolerierbaren Vorfluterbelastung, so ergibt sich sofort, dass im Zeitpunkt T offensichtlich zusätzliche Reinigungseinrichtungen geschaffen sein müssen, um die bis dann angewachsene Restverunreinigung wieder auf das wünschbare Ausmass zurückzuführen. Würde man solche Massnahmen nicht ins Auge fassen, so würde die Vorflutbelastung dannzumal eine Höhe erreichen, wie sie bei den heutigen Einwohnerzahlen bei einem Reinigungseffekt in den Kläranlagen von nur rund 60 % auftreten würde. Diese geringe Reinigung gilt aber schon heute allgemein als ungenügend.

**Zusammenfassend ergibt sich also die Situation, dass unbekümmert darum, ob die Schifffahrt kommen wird oder nicht, die Gewässerschutzmassnahmen im Bodenseeraum bis zum Zeitpunkt T neben der vollen biologischen Reinigung aller Abwässer auch noch zusätzliche Eliminationsverfahren für organische Verbindungen umfassen müssen, damit die dannzumalige Vorfluterbelastung nicht wesentlich über jene hinausgeht, die heute schon nach Einführung der Abwasserreinigung in allen Regionen durch die Restverunreinigungen noch verursacht wird. Die Schifffahrt kann also in dieser Hinsicht keinen Einfluss auf die Gewässerschutzmassnahmen ausüben.**

Schwieriger wird die Beurteilung für die **Industrieabwässer**, da über die zukünftige Entwicklung mit und ohne Schifffahrt keinerlei Angaben vorhanden sind. Es ist aber wohl vertretbar, von der Auffassung auszugehen, dass die zukünftige Belastung des Bodensees auch von seiten der Industrie nicht über jenes Mass hinaus gehen sollte, das nach Sanierung aller Industrieabwässer im heutigen Zeitpunkt noch verbleiben wird. Dies heisst also, dass **bei einer zukünftigen industriellen Entwicklung automatisch auch eine zunehmende Steigerung der Anforderungen an die Abwasserreinigung der Industriebetriebe gestellt werden muss**, ähnlich wie dies auch für die kommunalen Anlagen gilt. Die Bedeutung des Bodensees als Trinkwasserreservoir rechtfertigt unseres Erachtens diese Stellungnahme, die übrigens auch durch das Eidg. Gewässerschutzgesetz voll unterstützt wird. Es ist deshalb unseres Erachtens nicht notwendig, im einzelnen darauf einzutreten, welche Industrien gegebenenfalls unerwünscht wären, da auf Grund der gesetzlichen Unterlagen die Möglichkeit gesichert ist, allen Betrieben jene Auflagen bezüglich Abwasserbeseitigung zu machen, die vom Gesichtspunkt der Gewässereinhaltung aus notwendig sind.

#### Elimination von Düngestoffen aus den Abwässern

(Wörtlich dem Gutachten der EAWAG entnommen)

Aus verschiedenen Gründen stehen bei den gegenwärtigen Diskussionen Phosphor- und Stickstoffverbindungen, die mit ungereinigten und auch mit biologisch gereinigten Abwässern in den See gelangen und dort als Düngefaktoren für das Wachstum von niederen und höheren Wasserpflanzen wirken, im Vordergrund. Man glaubt, dass vor allem der Phosphor, der mittelbar oder unmittelbar mit Abwässern in den See gelangt, eine kausale Ursache für die zunehmende Eutrophierung des Bodensees darstelle. Die derzeitigen Auffassungen zum Problem eventueller zusätzlicher Reinigungsmassnahmen bei biologischen Kläranlagen gehen denn auch dahin, dass in erster Linie eine vermehrte Rückhaltung von Phosphorverbindungen anzustreben wäre. Die notwendigen verfahrenstechnischen Grundlagen für die Durchführung einer Phosphor-Eliminationsstufe bei der Abwasserreinigung sind vorhanden, so dass von dieser Seite der Realisation eines solchen Begreifens keine Hindernisse entgegenstehen.

Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee beschäftigt sich intensiv mit diesem Problem, hat aber zur Zeit noch keine endgültigen Beschlüsse gefasst. Es ist aber damit zu rechnen, dass die Kommission den Staaten empfohlen wird, bei der Projektierung von Kläranlagen im Bodenseeraum die Phosphor-Elimination vorzusehen oder die Anlagen mindestens so zu disponieren, dass sie jederzeit realisiert werden kann.

Diese Empfehlungen resp. ihre naturwissenschaftlichen Hintergründe stehen mit einer eventuellen Schifffahrt in keinem Zusammenhang. Es kann sich jedoch die Frage

stellen, ob bei Einführung der Schifffahrt die Massnahmen zur Rückhaltung von Düngestoffen in Abwässern zu einem früheren Zeitpunkt oder mit strengeren Bedingungen einzuführen wären. Da es ausschliesslich darauf ankommt, wie viele Düngestoffe (z.B. kg Phosphor) innerhalb einer längeren Zeitperiode, z.B. eines Jahres, in den See gelangen und dieses Quantum auf einer bestimmten Höhe festgehalten werden sollte (wobei diese Grenze angesichts der bereits beobachtbaren Entwicklungen im See bedeutend niedriger anzusetzen ist als der gegenwärtigen Zufuhr entspricht), ergibt sich automatisch:

Eine Folgeerscheinung der Schifffahrt in Form der Ansiedlung von Industrien mit nährstoffreichen Abwässern würde dazu führen, dass vor allem bei den betreffenden Betrieben, aber evtl. auch bei den Gemeinden verschärfte Vorschriften für den Nährstoffgehalt der Anlageabflüsse aufgestellt werden müssten, da ja die Summe der innerhalb eines Jahres noch in den See gelangenden Düngstoffmengen zu begrenzen ist. Auf Grund der vorerwähnten, bisher erhältlichen Informationen über die durch eine Schiffbarmachung zu erwartende demographische und industrielle Entwicklung im schweizerischen Bodenseeraum glauben wir allerdings nicht, dass sich durch die Schifffahrt das Problem der Verminderung der Nährstoffzufuhren zum See grundlegend neu gestaltet.

#### Frage einer Ringleitung und deren Auswirkungen

(Auszugsweise dem Gutachten der EAWAG entnommen)

Eine Möglichkeit zur Verminderung der Zufuhr von Pflanzennährstoffen in Seen besteht in der Erstellung von dem Ufer entlang führenden Ringleitungen, mit der Aufgabe, das in den Seeanliegergemeinden anfallende Abwasser zu sammeln und erst unterhalb des Seeausflusses dem fließenden Vorfluter zu übergeben. Dabei ist jedoch zu beachten, dass mit einer solchen Ringleitung die Zuflüsse aus dem Hinterland, die dem See ebenfalls Nährstoffe zuführen, nicht erfasst werden können.

Die EAWAG beschränkte ihre Studien auf das schweizerische Ufergebiet, beginnend mit einer Ringleitung beim Standort der zukünftigen Abwasserreinigungsanlage der unterrheintalischen Gemeinden Au—Berneck—Widnau—Balgach—Rebstein—Marbach.

#### Grundsätzliche Bemerkungen und Überlegungen

Verschiedene Überlegungen weisen eindeutig darauf hin, dass aus bautechnischen, betriebstechnischen und wirtschaftlichen Gründen am ehesten die Ableitung von biologisch gereinigtem Abwasser in Betracht kommen könnte. Es können Freigefälleleitungen und Druckleitungen beliebiger Länge vorgesehen werden. Eine Zwischenbelüftung wird kaum notwendig sein. Zu pumpen ist lediglich der Trockenwetteranfall. Für die Dauer von Störungen kann das biologisch gereinigte Wasser in den See geleitet werden. Vorausgesetzt wird, dass bei Regenauslässen, die beim (1+2)-fachen Trockenwetteranfall (d. h. 1 Teil Schmutzwasser verdünnt mit 2 Teilen Meteorwasser) entlasten, auf jeden Fall Regenwasserklärbecken angeordnet werden.

#### Grundlagen

- a) Die regional vorgesehenen Abwasserreinigungsanlagen mit den heutigen und zukünftigen Einwohnern und Einwohnergleichwerten der Industrie gemäss Tabelle 7/7 (EAWAG)

- b) Fördermenge der Ringleitung: (1+0)-facher Trockenwetteranfall (0,009 l/sec/E) am Ende der ersten Ausbaustappe (in ca. 25 bis 30 Jahren). Bei späterer Vollüberbauung Erstellung von Rückhaltebecken für Tagesausgleich.

#### ZUSAMMENSTELLUNG ÜBER EINWOHNERGLEICHWERTE DER REGIONEN

(Aus Tabelle EAWAG 4)

Tabelle 7/7 (EAWAG)

Region	Anzahl Gemeinden	Einwohnergleichwerte		
		Heute	1. Ausbau	Vollausbau
Berneck	6	19 800	40 000	60 000
Rorschach	11	47 000	87 000	145 000
Arbon	7	22 500	52 800	97 700
Romanshorn	3	14 600	18 000	36 000
Aachtal	9	4 200	22 000	43 900
Kesswil	4	3 100	7 000	16 800
Bottighofen	4	4 100	6 500	13 000
Kreuzlingen/ Konstanz	4		168 000	252 000
Mannenbach	6	4 800	5 800	7 900
Steckborn	1	4 200	8 500	17 000
Mammern	1	500	1 000	2 000
Stein a. Rh.	1	5 600	10 000	15 000
Total	57	(130 400)	426 600	706 300

#### Ringleitung von Au/SG bis Stein am Rhein (Variante A)

- a) Für die Stadt St. Gallen ergeben sich zwei Lösungsmöglichkeiten:

- Ableitung des Abflusses der Abwasserreinigungsanlage in Wittenbach-Hofen gegen Arbon und Anschluss an die Ringleitung in der Gegend Arbon
- Erstellung eines Stollens von der Abwasserreinigungsanlage in westlicher Richtung mit Einleitung der biologisch gereinigten Abwässer in die Sitter.

Eine Gegenüberstellung der Bau- und kapitalisierten Betriebskosten ergab eindeutig die Überlegenheit der Stollenlösung.

- b) Für die Ringleitung wurden zwei Trassen miteinander verglichen: eine Leitungsführung auf dem Festland längs dem Ufer und eine zum grossen Teil im flachen Ufergebiet im See verlegte Leitung. Der Studie wurde die Landleitung zu Grunde gelegt, für deren Erstellung einige Stollen erforderlich sind, um keine zu grossen Druckhöhen zu erhalten (siehe Situationsplan, Variante A, Plan EAWAG 1). Gemäss einer generell gehaltenen Vorstudie der Firma Gebr. Sulzer AG in Winterthur soll die Ringleitung als Druckleitung ausgebildet werden. Der Abfluss der regionalen Abwasseranlagen wird mittels Pumpwerken in die Druckleitung gefördert. Das Projekt sieht vor, die Ringleitung unterhalb Stein am Rhein und Wagenhausen in den Rhein ausmünden zu lassen. Sofern das Regulierwehr Hemishofen erstellt wird, wäre zu prüfen, ob die Ringleitung nicht bis unterhalb des Vorhafens verlängert werden sollte, unter Zuspiesung der Abwässer von Stein am Rhein, Eschenz, Kaltenbach und Wagenhausen.

- c) Dimensionierung der Leitung und Rohrmaterial

Die Rohrdurchmesser variieren zwischen 80 cm bei St. Margrethen und 200 cm unterhalb Kreuzlingen. Der Studie wurden armierte Betonrohre mit 5 at Betriebsdruck zu Grunde gelegt.

- d) Approximative Kosten (Preisbasis 1963)
- Baukosten**
- für 1. Ausbau rund 136 Mio Franken
- für Vollausbau rund 170 Mio Franken  
(inkl. Ausgleichbecken)
- Betriebskosten**
- Unter Annahme eines kWh/Preises von 8 Rappen ergeben sich zu 4 % kapitalisierte Energiekosten
- für den ersten Ausbau rund 5,0 Mio Franken
- für den Vollausbau rund 15,0 Mio Franken

Ueberpumpen der biologisch gereinigten Abwasser der Regionen Unteres Rheintal, Rorschach, Arbon, Romanshorn und Amriswil nach der Sitter (Variante B)

- a) Trassewahl, Einspeisepumpwerke und Zwischenpumpwerk gemäss Plan B, das dem Gutachten EAWAG beigegeben ist. Einleitung in die Sitter bei Gerschwil. Statistische Förderhöhe 110 m.
- b) Approximative Kosten
- Baukosten**
- für 1. Ausbau rund 103 Mio Franken
- für Vollausbau rund 127 Mio Franken
- Betriebskosten (zu 4 % kapitalisierte Energiekosten)**
- für den 1. Ausbau rund 28 Mio Franken
- für den Vollausbau rund 49 Mio Franken

(siehe auch Tabelle 7/8/EAWAG)

VARIANTEN-VERGLEICH  
Preisbasis 1963

Tabelle 7/8 (EAWAG)

Bezeichnung	Variante A		Variante B	
	1. Ausbau	Vollausbau	1. Ausbau	Vollausbau
	Mio Fr.	Mio Fr.	Mio Fr.	Mio Fr.
Leitungskosten	88,3	88,3	63,5	63,5
Pumpwerke				
Steuerkabel				
Ausgleichbecken				
Steuerungszentrale	8,6	25,4	9,9	26,7
Baukosten	96,9	113,7	73,4	90,2
Zuschlag ca. 40 % für: Felsaushub, Wasser- haltung, Ausmass- ungenauigkeit, Diverses, Unvorher- gesehenes und Ingenieurhonorar	39,1	56,3	29,6	36,8
Baukosten Total	136,0	170,0	103,0	127,0
Zu 4 % kap. Energie- kosten	5,0	15,0	28,0	49,0
Vergleichskosten	141,0	185,0	131,0	176,0

## Schlussfolgerungen

- a) Aus betriebstechnischen und wirtschaftlichen Gründen wird vorgeschlagen, die geplanten regionalen Abwasserreinigungsanlagen gemäss Projekt zu erstellen und einer Ringleitung gegebenenfalls nur das biologisch gereinigte Abwasser zuzuleiten.

Nach Erstellung der Reinigungsanlagen kann der Zustand des Sees weiter beobachtet und verfolgt werden, wobei bis zum dannzumaligen Zeitpunkt eventuell die Erfahrung vorliegt, ob nicht, durch am Ort der Reinigungsanlagen erstellte Phosphor-Eliminationsanlagen, dem See praktisch eben so gedient wäre, wie mit einer kostspieligen Ringleitung.

- b) Die Ringleitung würde zweckmässig als Druckleitung gem. Var. A mit maximal 30 m Ueberdruck erstellt. Es ist wirtschaftlicher, Höhenrücken durch Stollen zu unterfahren, um an Energiekosten einzusparen. Die Abflüsse der regionalen Reinigungsanlagen werden mit Einspeisepumpwerken in die Ringleitung gedrückt. Eine Ausnahme bildet die Region Aachtal, deren Abwasser mit natürlichem Gefälle der Ringleitung zufließen.
- c) Die Abwässer der Stadt St. Gallen werden am wirtschaftlichsten durch einen etwa 2 km langen Stollen mit freiem Gefälle der Sitter zugeleitet.
- d) Die Fliesszeit des Abwassers von Au bis Stein a. Rh. beträgt einen Tag bei einer Fliessgeschwindigkeit von 1 m/s. Da vorerst der Abwasseranfall noch gering sein wird, sind Laufzeiten von mehreren Tagen nicht ausgeschlossen. Um die Entwicklung von Schwefelwasserstoff und Ammoniak in der Druckleitung zu verhindern, sollten die Reinigungsanlagen, wenigstens diejenigen oberhalb Mannenbach, so gefahren werden, dass sie einen nitratreichen Abfluss liefern. Damit könnte ohne Wiederbelüftung des Abwassers in der Druckleitung ausgekommen werden.

- e) Die Baukosten der rund 80 km langen Ringleitung auf dem Schweizerufer werden auf rund 136 Mio Franken für den 1. Ausbau bzw. auf rund 170 Mio Franken für den Vollausbau geschätzt.

Für das rechte Seeufer (von Bregenz bis Ramsen) ergäbe sich eine Leitungslänge von rund 100 km, mit grösseren Rohrkalibern und längeren Zuleitungen aus dem Hinterland. Die gesamten Baukosten für die Ringleitung des rechten Ufers können deshalb approximativ auf 300 Mio Franken geschätzt werden.

Für die Kosten der Ringleitung beidseitig des Bodensees und des Untersees wird man mit Gesamtaufwendungen von rund 500 Mio Franken rechnen müssen. Hinzu kommt noch eine später eventuell als notwendig erachtete weitere Reinigungsstufe, die zweckmässigerweise gesamthaft in Stein a. Rh. vorgesehen würde.

- f) Der Wert einer Ringleitung für den Schutz des Bodensees gegen Verunreinigung lässt sich nicht genau ermitteln. Die Abschwemmungen aus dem Landwirtschaftsgebiet und die natürliche Grundlast der Zuflüsse an Schmutz- und Nährstoffen sowie die Belastung des Sees durch die Regenauslässe (besser Mischwasserauslässe!) können mit einer Ringleitung nicht erfasst werden. Man geht deshalb kaum fehl mit der Annahme, dass selbst die Erstellung einer Ringleitung keinesfalls einen absoluten Schutz des Sees gewährleistet. Das vorgeschlagene stufenweise Vorgehen — zuerst regionale mechanisch-biologische Reinigungsanlage, dann 3. Reinigungsstufe oder Ringleitung — gibt die notwendige Zeit, um den Wert von Ringleitungen an anderen Seen verfolgen zu können und um zu gegebener Zeit, auf Grund besserer Kenntnisse und Erkenntnisse, zur Frage der Ringleitung endgültig Stellung zu nehmen.

**Darauf hinzuweisen ist, dass die vorstehenden Ergebnisse der Studie einer Ringleitung ganz unabhängig davon sind, ob die Schifffahrt kommt oder nicht.**

## 7.10 BEANTWORTUNG DER EXPERTENFRAGEN DURCH DIE EAWAG

(Wörtlich dem Gutachten EAWAG entnommen)

### FRAGE 1

Ist es technisch und wirtschaftlich möglich, das in den Gemeinden des schweizerischen Bodenseegebietes im Falle der Einführung der Hochrheinschiffahrt in vermehrter Masse anfallende häusliche und industrielle Abwässer in für den Bodensee als Trinkwasserspender ausreichender Weise zu reinigen?

#### Voraussetzungen:

- 1a) Die Grundlagen für die Beurteilung (Bevölkerungszahl und Industriepotential mit und ohne Schiffahrt) sowie allfällig vorhandenes weitere Material werden der EAWAG zur Verfügung gestellt.
- 1b) Falls die Grundlagen gemäss 1a) innert nützlicher Frist nicht zur Verfügung gestellt werden können, so ist die Frage unter Annahme einer Zunahme der Bevölkerung und Industrie gegenüber heute von 50 %, 100 % und 200 % zu beantworten.
2. Weitgehende mechanisch-biologische Reinigung des Abwassers der Gemeinden und nötigenfalls Zurückhaltung der im Ablauf der Reinigungsanlagen enthaltenen mineralisierten Düngstoffe.
3. Verhinderung der Ansiedlung neuer Industrien, denen es aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich ist, ihre Abwässer ausreichend zu reinigen.
4. Möglichkeit, die Verölung der Wasseroberfläche durch die Schiffahrt praktisch zu verhindern.

#### Antworten zu Frage 1

Unter Annahme der Voraussetzungen gem. 1a), 3 und 4 der Frage sowie auf Grund der Bevölkerungszahlen im Zeitpunkt T im unmittelbaren schweizerischen Einzugsgebiet des Bodensees ergibt sich:

- a) die heute von der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee diskutierten Anforderungen an die Reinigungsleistung der Kläranlagen bezüglich Elimination organischer Schmutzstoffe werden im Zeitpunkt T aller Voraussicht nach nicht mehr genügen;
- b) da diese heutigen Anforderungen bereits eine volle biologische Reinigung der Abwässer voraussetzen, wird eine zusätzliche Reinigungsstufe für die weitergehende Verminderung der dannzumaligen Restverunreinigungen in den Kläranlageabflüssen vorzusehen sein;
- c) bis spätestens zum Zeitpunkt T muss für das Problem der Regenwasserentlastungen aus Kanalisationen eine Lösung gefunden werden, damit die Schmutzstoffzufuhr aus diesen Entlastungen nicht wesentlich grösser sein wird als heute;
- d) auf Grund der Vereinbarungen, welche die Internationale Kommission zum Schutze des Bodensees vor Verunreinigung voraussichtlich treffen wird, werden bis spätestens zum Zeitpunkt T bei Kläranlagen im unmittelbaren Einzugsgebiet des Bodensees zusätzliche Reinigungsstufen für die Elimination von Düngestoffen erstellt sein. Diese Stufen werden aller Voraussicht nach auch die vorstehend unter b) geforderten zusätzlichen Reinigungseffekte bezüglich der organischen Restverunreinigungen automatisch erbringen;
- e) auf Grund der Angaben der Landesplaner für die Bevölkerungszahlen im Zeitpunkt T mit und ohne Einführung der Schiffahrt ist zu schliessen, **dass die Schiffahrt keinen wesentlichen Einfluss auf die Massnahmen zur Abwasserreinigung ausüben wird.** Sie kann eventuell den zeitlichen Ablauf für den Vollausbau der Abwasseranlagen (hauptsächlich mit zusätzlichen Reinigungsstufen) beschleunigen.

### FRAGE 2

Unter welchen Voraussetzungen kann eine schweizerische Binnenschiffahrt vom Standpunkt des Gewässerschutzes aus als zulässig erachtet werden?

#### Antwort zu Frage 2

Massgebend sind die Grundsätze, die in Art. 2, Abs. 1 des Eidg. Gewässerschutzgesetzes vom 16. März 1955 niedergelegt sind. Sinngemäss gelten für Wasserfahrzeuge die Vorschriften zur Verhinderung von Verunreinigungen in gleicher Weise wie für landseitige Verunreinigungsquellen. **Sofern also mit aller erforderlichen Strenge dafür gesorgt wird, dass durch die Schiffahrt die Vorschriften des Gewässerschutzgesetzes nicht verletzt werden, ist sie als zulässig zu betrachten.** Abgesehen von den hier ausschliesslich diskutierten Fragen der Gewässerverunreinigung ist im Gesamtrahmen des Gewässerschutzes von der Schiffahrt auch die Forderung zu erfüllen, dass sie durch ihren Betrieb keinerlei schädliche Einwirkungen auf die Biologie und die biologischen Funktionen der Uferzone der befahrenen Gewässer ausübe.

### FRAGE 3

- a) Welche grundsätzlichen Forderungen sind für Industrien im näheren Einzugsgebiet von Seen, die als Trinkwasserspender zu dienen haben, hinsichtlich der Qualität der abgeleiteten Abwässer zu stellen und welche Industrien sind unter diesen Gesichtspunkten voraussichtlich als unerwünscht zu betrachten?
- b) Sind analoge Vorbehalte auch für Rhein und Aare in den Abschnitten oberhalb des Zusammenflusses der beiden Gewässer anzubringen?
- c) Ist nicht auch im Falle der Verneinung der Schiffahrt ein Verbot für die Neuansiedlung gewisser Industrien in diesen Gebieten erforderlich?

#### Antwort zu Frage 3

Vorbehältlich spezieller zwischenstaatlicher Vereinbarungen, die eventuell durch die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee getroffen werden, sind die Bestimmungen des Eidg. Gewässerschutzgesetzes massgebend. In diesem Sinne scheint es wenig zweckmässig, heute schon einzelne Industriezweige als unerwünscht zu bezeichnen, da jederzeit die Möglichkeit besteht, durch entsprechende Anforderungen an die Qualität der aus den Betrieben in die Vorflut abgegebenen Abwässer eine Schädigung des Bodensees als Trinkwasserspeicher zu verhindern. Es ist zweifellos unvermeidlich, dass die Strenge dieser Anforderungen für gewisse Industriezweige prohibitiv sein kann und deren Ansiedlung zu verhindern vermag. Da gemäss Gewässerschutzgesetz der Trinkwasserversorgung die absolute Priorität zukommt, sind solche Wirkungen gerechtfertigt und müssen in Kauf genommen werden.

Für die in a).b) der Frage 3 bezeichneten Flussabschnitte gilt grundsätzlich dasselbe wie für das Bodenseegebiet, soweit das Flusswasser zu einem späteren Zeitpunkt unmittelbar zur Wasserversorgung zugezogen werden muss. Aller Voraussicht nach ist zwar damit zu rechnen, dass das Flusswasser später lediglich zur künstlichen Anreicherung von Grundwasservorkommen benützt werden wird. Auch in diesem Fall ist aber durch Reinhaltmassnahmen dafür zu sorgen, dass eine Belastung mit organischen Verbindungen (besonders mit Körpern, die durch die natürlichen Abbauvorgänge bei der Bodenperkolatation nicht zerstört werden

und die deshalb die Gewinnung einwandfreien Trinkwassers auf Grund der schweiz. Lebensmittelgesetzgebung erschweren) unterbleibt. Mangels jeglicher Unterlagen kann nicht entschieden werden, ob die Schifffahrt in den visierten Flussgebieten die Durchsetzung der vorstehenden allgemeinen Bedingungen erschweren könnte.

Ein Verbot der Ansiedlung gewisser Industrien in den unter al. b) bezeichneten Flussgebieten ist allein durch die zuständigen kantonalen Behörden auf Grund der Bestimmungen des Gewässerschutzgesetzes zu entscheiden. Dabei wird wiederum die Nutzung von Flusswasser zur künstlichen Grundwasseranreicherung im Vordergrund der Erwägungen stehen.

#### FRAGE 4

Könnte beim Bodensee eine Zusammenfassung der Abwässer der Ufergemeinden in beidseitigen Ringleitungen, mit Ablauf in den Rhein, technisch und wirtschaftlich in Erwägung gezogen werden, und was könnte dadurch ungefähr erfasst werden?

#### Antwort zu Frage 4

Auf Grund der durchgeführten Studien und Berechnungen darf angenommen werden, dass die Erstellung einer Ringleitung um den Bodensee bis unterhalb Stein am Rhein technisch möglich ist. Es ist zweckmässig, regionale Abwasserreinigungsanlagen an den Ufern des Sees zu erstellen und das biologisch gereinigte Abwasser in die Ringleitung einzuspeisen. Durch diese Konzeption ist es möglich, die heute geplanten Gewässerschutzmassnahmen ohne Unterbruch voranzutreiben und die Erstellung der Ringleitung auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben. Durch die Einspeisung biologisch gereinigter Abwässer in die Ringleitung kann diese als Druckleitung betrieben werden. Zudem wird es genügen, die an einem Höchstver-

brauchstag zu den Tagesstunden anfallende Trockenwettermenge in die Ringleitung zu pumpen. Dadurch kann an Leitungskosten erheblich eingespart werden. Die gesamten Vergleichskosten — regionale Anlagen samt Ringleitung — sind weniger hoch als diejenigen einer Ringleitung für das rohe Abwasser mit Sammelreinigungsanlage in Stein am Rhein.

Generelle Ueberlegungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Erstellung einer Ringleitung nur ein Teil sämtlicher Nährstoffe vom Bodensee ferngehalten werden kann, und zwar nicht wesentlich mehr, als dies durch regionale Nährstoffeliminationsanlagen ebenfalls möglich wäre. Es scheint uns deshalb, dass die Erstellung einer Ringleitung nur dann ernsthaft in Erwägung gezogen werden könnte, wenn neben dem Phosphor auch noch andere Stoffe vom See ferngehalten werden müssten, die mit normalen Eliminationsanlagen nicht oder nur in geringem Ausmass erfasst werden können.

Die Baukosten einer Ringleitung um den Bodensee auf Grund heutiger Preise und Löhne betragen rund 500 Mio Franken. Der Anteil für das Schweizerufer (inkl. die Abwässer von Konstanz, aber ohne St. Gallen) beträgt rund 170 Mio Franken. Die Kosten der erforderlichen regionalen Abwasserreinigungsanlagen sind in diesem Betrage nicht inbegriffen.

Durch die Erstellung einer Ringleitung können auf dem Schweizerufer die Abwässer der Siedlungszentren folgender Bevölkerungsagglomerationen erfasst werden: Berneck, Rorschach, Arbon, Romanshorn, Aachtal, Kesswil, Bottighofen, Kreuzlingen, Konstanz, Mannenbach, Steckborn, Mammern und Stein a/Rhein.

Die Abwässer der Stadt St. Gallen werden wie erwähnt zweckmässig in einem Stollen nach biologischer Reinigung direkt der Sitter zugeleitet.

## 7.11 GESETZGEBUNG UND RECHTLICHE FOLGERUNGEN

Wenn die Gewässer vor Verschmutzung durch die Schifffahrt geschützt werden sollen, bedarf es einer hierfür geeigneten Rechtsordnung sowohl für die bereits bestehenden als auch für neue Schifffahrtswege.

### Kompetenzordnung

Nach Art. 24ter der Bundesverfassung ist die «Gesetzgebung über die Schifffahrt Bundessache» und nach Art. 24 quater der Verfassung ist «der Bund befugt, gesetzliche Bestimmungen zum Schutz der ober- und unterirdischen Gewässer gegen Verunreinigung zu erlassen. Der Vollzug dieser Bestimmungen verbleibt unter der Aufsicht des Bundes den Kantonen».

Die Gesetzgebungskompetenz des Bundes und der Kantone hat sich bei Grenzgewässern im Rahmen internationaler Verträge zu halten.

Eine internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Rechtssetzung für den Gewässerschutz ist erforderlich, weil nach den Schifffahrtsverträgen ein Schiff, das in einem Uferstaat zur Schifffahrt zugelassen ist, auch in den Gewässern der übrigen Uferstaaten frei verkehren darf.

### Bestehende Gewässerschutzvorschriften

An erster Stelle ist das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung vom 16. März 1955 zu nennen. Diese Gesetzesvorschrift erwähnt ausdrücklich auch Schiffe; für sie gelten die Vorschriften zur Verhinderung von Verunreinigungen in gleicher Weise wie für landseitige Verunreinigungsquellen. Bei strikter Anwendung durch die zuständigen Behörden gewährleistet dieses Gesetz bereits einen ausreichenden Schutz der Gewässer.

Für die internationale Rheinschifffahrt bestehen spezielle Gewässerschutzvorschriften gemäss § 87 der Rheinschiffahrts-Polizeiverordnung vom 17. Dezember 1954, die aufwärts bis Rheinfelden Gültigkeit haben.

Soweit keine ausschliessliche internationale oder eidgenössische Kompetenz vorliegt, können die Kantone Vorschriften über die Schifffahrt und den Gewässerschutz erlassen, wie sie dies bereits mehr oder weniger getan haben.

### Rechtliche Folgerungen

Es zeigt sich, dass die bestehenden Rechtsgrundlagen teilweise ausreichen, teilweise jedoch einer Ergänzung und Erweiterung bedürfen.

Hinsichtlich betrieblicher Massnahmen genügen die Verbotsnormen des Eidg. Gewässerschutzgesetzes. Es bedarf lediglich der strikten Anwendung der Vorschriften durch die kantonalen Behörden.

In baulich technischer Hinsicht können die zum Schutz der Gewässer notwendigen Massnahmen für die Ausrüstung und Einrichtung der Schiffe nur durch ergänzende Vorschriften erzwungen werden. Zur Zeit sind hierfür die Kantone zuständig, sei es in interkantonalen Schifffahrtsverordnungen oder kantonalen Vorschriften. Soweit eine internationale Kompetenz besteht wie beim Rhein, hat der internationale Gesetzgeber die bestehenden Vorschriften über den Bau und die Ausrüstung der Schiffe entsprechend zu ergänzen. Besonderer Beachtung bedürfen der Bau und die Ausrüstung der zur Beförderung von flüssigen Treibstoffen bestimmten Tankschiffe.

Die Anwendung eines absoluten Verbotes, verunreinigte Stoffe jeder Art von Schiffen aus in die Gewässer abzugeben, setzt voraus, dass die Kantone und Gemeinden für die Möglichkeit sorgen, dass diese Stoffe, insbesondere Bilgenwasser und Oelrückstände, an Land abgegeben werden können und dass die für die Abnahme nötigen Einrichtungen geschaffen werden. Hiefür fehlen gegenwärtig jegliche Vorschriften, so dass es notwendig ist, dass der Bund oder die Kantone solche erlassen. Im letzteren Fall dürfte die Schaffung eines interkantonalen Konkordates zweckmässig

sein, um in allen Uferkantonen gleichlautende Vorschriften zu ermöglichen. Auch für Kontrollvorschriften fehlt es noch an gesetzlichen Grundlagen.

Ferner wäre der Erlass eines Kreisschreibens des Bundes an die Kantone empfehlenswert, um beim Bau von Häfen und Anlegestellen, deren Bewilligung grundsätzlich in der Kompetenz der Kantone liegt, eine einheitliche Regelung der zu befolgenden Gewässerschutzmassnahmen zu erreichen.

## 8. Binnenschifffahrt und Landschaftsbild

DK 656.6+719

### 8.1 ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN

Eigenartigerweise begegnet man heute vor allem in den Kreisen des Natur- und Heimatschutzes den hartnäckigsten Gegnern einer Verbindung des schiffbaren Oberrheins mit den bereits befahrenen Strecken von Hochrhein—Bodensee, bzw. Aare—Jurarandseen; und doch gehört das Schiff zum ältesten Transportmittel des Menschen. Die Schifffahrt war für die Anlage vieler Städte und Dörfer und ihre geschichtliche und wirtschaftliche Entwicklung schon in den ältesten Zeiten unserer Kultur von entscheidender Bedeutung. Gerechterweise wird wohl niemand behaupten können, dass die gemächlich auf einem Fluss oder See dahinziehenden Frachtschiffe, die noch etwas von der Poesie vergangener Zeiten ausstrahlen, unser hastiges Leben und die notwendigerweise schon stark genutzte Natur in irgend einer Weise stören oder beeinträchtigen. Gerade in der Landschaftsmalerei werden immer wieder mit Schiffen, vor allem auch mit Frachtschiffen belebte Flüsse und Seen als besonders beliebte Motive gewählt — wohl ein Zeichen, dass von den Künstlern dieses Transportmittel keinesfalls als natur- oder landschaftsstörend empfunden wird — im Gegenteil.

Ein einziger Schleppzug mehrerer Frachtschiffe befördert eine Gütermenge, die sonst durch zahlreiche Zugskompositionen oder lange Kolonnen schwerer Lastwagen auf unseren schon ohnehin überlasteten Transportwegen von Schiene und Strasse zu transportieren ist. Die mit Lärm, Geruchsbelästigung und Gefährdung der Anwohner verbundene Durchfahrung von Ortschaften mit schweren Lastwagenzügen kann bei Einführung der Schifffahrt auf alle Fälle beschränkt werden. Eine weitere Ausdehnung unseres Bahn- und Strassennetzes zur Bewältigung des im Zeitpunkt T — die Schweiz mit 10 Millionen Einwohnern — zu erwartenden Verkehrs bedeutet aber, durch den dafür erforderlichen Boden, einen bedeutend grösseren Eingriff in das Landschaftsbild als die Schiffbarmachung einzelner Flussabschnitte. Man denke nur an die starke Beanspruchung von Kultur- und Waldgebieten für den Bau des Nationalstrassennetzes. Der von Natur gegebene Wasserweg wird in dem in unserem Bericht betrachteten Gebiet auf dem Bodensee und auf den Jurarandseen, aber auch auf gewissen Flusstrecken schon heute von der Personen-, Fracht- und Sportschifffahrt intensiv benutzt, und die Ausdehnung der Schifffahrt auf die für die Wasserkraftnutzung bereits weitgehend geschaffenen Stauhaltungen würde im besonderen auf den Seen nachgewiesenermassen eine nur unwesentliche Steigerung des Schiffsverkehrs bringen.

**Es ist nicht zu bezweifeln, dass die durchgehende Öffnung des Hochrheins und der Aare für die Binnenschifffahrt auch der Personenschifffahrt und damit den Ausflugs- und Erholungsfahrten neue Möglichkeiten bieten würde; bisher**

**allgemein unbekannte und unzugängliche Flusstrecken könnten damit erschlossen werden, ohne diese Landschaft irgendwie zu beeinträchtigen.**

Die von den Schifffahrtsgegnern befürchtete übermässige Industrialisierung der Uferzonen und die Gefahr der zusätzlichen Gewässerverschmutzung sind in den Abschnitten 2, 3, 6 und 7 dieses Berichtes eingehend behandelt, und es ist dort nachgewiesen worden, dass den befürchteten Gefahren durch entsprechende Massnahmen der zuständigen Behörden mit Erfolg begegnet werden kann.

Es ist möglich, konstruktive Lösungen zu finden, um bei weitgehender Schonung der Uferlandschaften dem Bedürfnis der Wirtschaft nach Häfen und Umschlagsstellen am Hochrhein, an der Aare und im Seengebiet zu entsprechen. Jeder Fall muss für sich entsprechend den örtlichen Gegebenheiten geprüft werden. Wenn auch schematische Lösungen abzulehnen sind, so lassen sich doch im Sinne von Richtlinien einige begleitende Gedanken hier festhalten (siehe auch Kapitel 6.4).

- In erster Linie sind diejenigen Abschnitte der Fluss- und Seeufer von Hafen- und Umschlagsanlagen freizuhalten, die landschaftlich von ganz besonderer Bedeutung und Einmaligkeit sind.
- Der Schutz der Uferlandschaft hat sich keineswegs auf die als Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung bezeichneten Strecken zu beschränken; vielmehr wird es Sache der Regionalplanung sein, längs den Wasserstrassen und Seeufern Grün-, Wohn- und Industriezonen auszuscheiden, was unseres Erachtens aber im Sinne des Landschaftsschutzes auf alle Fälle zu geschehen hat, ganz unabhängig, ob nun die Erweiterung der Binnenschifffahrt befürwortet oder abgelehnt wird. Auf diese Weise werden Umschlagsstellen für die Schiffstransporte zwangsläufig auf bestimmte Strecken beschränkt werden. Es ist auch keineswegs notwendig, dass sich Industrieanlagen direkt am Ufer ansiedeln. Durch Placierung in genügendem Abstand und Erhaltung oder Neuanlegung eines entsprechenden Grün- und Bepflanzungsgürtels können Industriebetriebe damit der Sicht vom Wasser aus weitgehend entzogen werden.
- Umschlagsstellen lassen sich im Gegensatz zu grossen öffentlichen Häfen unter Ausnützung neuzeitlicher technischer Entwicklungen in den meisten Fällen derart gestalten, dass eine Beeinträchtigung der Uferlandschaft weitgehend vermieden wird:
  - Bei flüssigen Treib- und Brennstoffen ermöglicht die Rohrleitung eine Trennung der Lade- bzw. Löschstelle von der Tankanlage, so dass das Ufer abgesehen von einem kleinen Steiger überhaupt nicht tangiert wird.