Gewässerschutzprobleme des Rheins unter Berücksichtigung der Trink- und Brauchwasserversorgung von den Quellen bis zur Mündung

Autor(en): **Jaag, O.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **46 (1954)**

Heft 5-7

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921417

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Kilometer für den einschleusigen Ausbau sind von der gleichen Größenordnung wie die Baukosten pro Kilometer einer modernen Bergstraße (Susten) oder des Umbaues einer Einspurstrecke der SBB auf Doppelspur. Auf weite Sicht müßte man mit der Errichtung je einer zweiten Schleuse bis in die Gegend von Eglisau rechnen, für die erste Zeit dürfte aber je eine Schleuse pro Stufe genügen.

Über die zwischenstaatliche und die intern schweizerische *Verteilung der Kosten* ist noch nichts festgelegt oder präjudiziert worden. Von all den erwähnten Kosten hätte die Schweiz gegebenenfalls nur einen kleineren Teil zu tragen. Es sei, da diesbezüglich immer wieder Mißverständnisse anzutreffen sind, betont, daß die Belastung, welche den Kraftwerksunternehmungen in den Konzessionen auferlegt wird, nur wenige Prozent der Kosten der Wasserstraße ausmacht, so daß die Energieerzeugung durch Schiffbarmachung nur unwesentlich belastet würde.

Für die schweizerischen *Hochrheinhäfen*, welche durch Kantone und Gemeinden auf selbsttragender Basis ins Leben zu rufen wären, das heißt ohne allfällige Werkhäfen, hätte man für den ersten Ausbau und ohne die durch Private zu erstellenden Umschlagseinrichtungen mit einem Kostenbetrag von rund 20 Mio Fr. zu rechnen.

VI.

Da wir gesehen haben, daß die Schiffbarmachung des Hochrheins von den wirtschaftlichen Verhältnissen abhängig gemacht worden ist, interessiert natürlich besonders die Frage, *wie weit nun schweizerischerseits die wirtschaftlichen Verhältnisse abgeklärt sind.* Mit dieser Frage wird sich in Beantwortung des Postulates des Ständerates vom 17. März 1950 und jenes des Nationalrates vom 29. März 1950 ein Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung, welcher noch dieses Jahr erscheinen soll, befassen. Die Leser werden begreifen, daß wir dem Bericht, der sich auf umfangreiche und zeitraubende Untersuchungen und Besprechungen mit allen interessierten Kreisen stützt, hier nicht vorgreifen können, da seine Behandlung bei den beteiligten Bundesstellen noch nicht abgeschlossen ist. Wir hoffen, ihnen aber wenigstens einen kurzen Überblick über die übrigen Fragen der Schiffbarmachung des Hochrheins gegeben zu haben, durch welche ein weites Gebiet enger an einen so bedeutenden Verkehrsweg angeschlossen würde, wie ihn der Rhein bis Basel darstellt; ein Gebiet, das die Voraussetzungen für eine weitere Industrialisierung besitzt und in welchem infolgedessen nach Auffassung hervorragender Kenner der dortigen Wirtschaft ein entsprechender Aufschwung infolge der Hochrheinschiffahrt zu erwarten sei.

Gewässerschutzprobleme des Rheines unter Berücksichtigung der Trink- und Brauchwasserversorgung von den Quellen bis zur Mündung

Prof. Dr. *O. Jaag*, ETH, Zürich

DK 628.3

Im Sommer 1946 überreichte die holländische Regierung den Regierungen der Rheinanliegerstaaten Frankreich, Luxemburg, Deutschland und der Schweiz ein Memorandum, in dem auf die zunehmende Verunreinigung des Rheinstromes hingewiesen wurde. Es wurde geltend gemacht, daß durch diese fortschreitende Verderbnis des Rheins die Wasserversorgung weiter Teile Hollands, aber auch die Flußfischerei im Unterlauf des Stromes ernsthaft gefährdet seien. In diesem Memorandum wird angeregt, es sei von den genannten Ländern durch Sachverständige der Zustand des Rheins prüfen zu lassen und nach geeigneten Maßnahmen zu suchen, um seiner Verschmutzung Einhalt zu gebieten.

Auf Grund dieses Memorandums wurde die *Internationale Kommission zum Schutze des Rheinstromes gegen Verunreinigung* ins Leben gerufen, die unverzüglich die Untersuchung des Rheins vom Bodensee bis nach Holland in Angriff nahm. Seit Mitte des letzten Jahres werden durch die Fachleute der Schweiz, Frankreichs, Deutschlands und Hollands in je zweiwöchentlichen Intervallen chemisch-physikalische und chemische Aufnahmen gemacht bei Stein, unterhalb Kembs, sodann bei Lauterbourg, auf der Höhe der Mosel-Mündung, vor und nach der holländischen Grenze, schließlich in verschiedenen Rheinarmen innerhalb Hollands.

Diese Kommission führt ihre Arbeiten parallel zu den Anstrengungen der schon im Jahre 1885 von den Rhein-Anliegerstaaten ins Leben gerufenenen sogenannten Lachs-Kommission, der in erster Linie die Aufgabe übertragen worden ist, die Vorkehrungen vorzubereiten, die notwendig sind, um in gemeinsamen Anstrengungen die fischereilichen Verhältnisse im Rhein zu verbessern und insbesondere den einst berühmten Lachsbestand im Strom zu erhalten und zu pflegen.

In neuerer Zeit mehrten sich nach verschiedenen Richtungen hin die katastrophalen Folgen, die im Gebiete des Rheines auftraten, als Folge der zunehmenden Verunreinigung durch die ungehemmte Einführung von Abwassern aus Städten, Dörfern sowie aus Industrie und Gewerbe. Insbesondere wurde in stets zunehmendem Ausmaße die direkte oder indirekte Wasserversorgung aus dem Oberflächenwasser und auch aus dem Grundwasser des Stromes in höher gelegenen Stromstrecken, wie im Mittelrhein und im Oberrhein, ernstlich gefährdet. Da immer mehr die Frage der Anzapfung des Oberflächenwassers auch im Hochrhein (z. B. im Gebiet der Stadt Basel) akut wird und der Untersee und der Bodensee in stets ausgiebigerem Ausmaße zur Trink- und Brauchwasserversorgung herangezogen werden müssen, so erlangt die Frage der Reinhaltung des Gewässersystems des Rheins immer größere Bedeutung. An ihr sind also sämtliche Anliegerstaaten interessiert, und für die Anwohner der tiefer liegenden, äußerst dicht besiedelten und stark industrialisierten

Gebiete am Ober-, Mittel- und Niederrhein wird die zunehmende Verunreinigung des Stromes immer mehr zu einer Existenzfrage.

Der Rhein stellt ein recht kompliziertes System dar, dessen einzelne Teilstrecken in mannigfacher Hinsicht durch unterschiedliche Verhältnisse charakterisiert sind. Dem im Jahre 1952 verstorbenen Freiburger Professor *Robert Lauterborn*, der, wie kein zweiter, mit den Verhältnissen im gesamten 1226 km langen Rhein vertraut war, kommt das Verdienst zu, den besonderen Charakter der einzelnen Abschnitte des Stromes auf biologischer Grundlage herausgearbeitet zu haben. Auf diesen grundlegenden Arbeiten beruht die heute allgemein angenommene Unterteilung in:

a) *Alpenrhein*, von den Quellen bis zur Mündung in den Bodensee;
b) *See-Rhein*, das Gebiet des Bodensees und Untersees, einschließlich der Verbindungsstrecke;
c) *Hochrhein*, von Stein am Rhein bis Basel;
d) *Oberrhein*, von Basel bis Bingen;
e) *Mittelrhein*, von Bingen bis Köln und
f) *Niederrhein*, von Köln bis zur Mündung ins Meer.

Gefälle, Wasserführung, Strömungsgeschwindigkeit, Wassertiefe, Gestaltung der Sohle sowie Flora und Fauna des Grundes und der Ufer sind in diesen Teilstrecken des Rheins grundlegend verschieden. Unterschiedlich sind deshalb auch die für die Selbstreinigungsvorgänge im Strome maßgeblichen Faktoren, und da sich überdies die Belastung mit Abwassern unterschiedlichster Art gemäß der Dichte der Besiedlung der ufernahen Gebiete und der Entfaltung der Industrie ändert, kann von vorneherein erwartet werden, daß auch der Reinheitsgrad der verschiedenen Stromstrecken weiten Schwankungen unterliegt.

Betrachten wir einmal den Rheinstrom in seinen verschiedenen Abschnitten und prüfen wir, was für besondere Probleme er uns bietet.

Klar und rein durchfließt der junge Rhein die Täler seiner Quellflüsse, das Hinterrhein- und das Vorderrheintal und vereinigt sich bei Reichenau, um zunächst weiterhin auf bündnerischem Gebiet, dann durch die St. Galler Rheinebene dem Bodensee zuzufließen. Diese Stromstrecke stellt einen Fluß für sich dar mit dem charakteristischen Oberlauf, in dem er, mit starkem Gefälle das Gebirge durchbrechend, sein Bett zunehmend vertieft, und dem Unterlauf, in dem der flach dahinfließende Strom einen großen Teil seines Geschiebes ablädt und dadurch seine Sohle erhöht, so daß hohe Dämme das Tal vor Überschwemmung schützen müssen.

Aber schon weit oben im Bergland muß der Rhein *Abwässer* aufnehmen aus Dörfern, aus gewerblichen und industriellen Unternehmungen, schließlich aus der Stadt Chur und aus zahlreichen ufernahen Ortschaften im St. Galler Rheintal.

Der Bakteriengehalt in Strom und See

Alpenrhein und Bodensee

Der Strom reagiert empfindlich auf diese Belastung, zunächst durch die *starke Entfaltung der Bakterien* in seiner Welle. Durchsichtig klar und mit einem so geringen Gehalt an Bakterien (30—100 Keime pro cm³), daß das Wasser wenigstens zeitweise den Anforderungen eines Trinkwassers genügen könnte, fließt der Hinterrhein durch die Talschaften des Rheinwald, des Schons und des Domleschg, um sich bei Reichenau mit dem leicht getrübten Wasser des Vorderrheins zum Gesamt-Rhein zu vereinigen. Zeitweise aber schnellt schon auf diesen Strecken die Keimzahl vorübergehend stark in die Höhe infolge der aus landwirtschaftlich genutzten Gebieten eingeführten Schmutzstoffe, wodurch auch der Gehalt an Coli-Bakterien, diesem empfindlichen Anzeiger für fäkale Verunreinigung, in erheblichem Maße erhöht wird. Insbesondere der Averserrhein und die Abwasser der Ortschaften Thusis und Reichenau haben diesen Anstieg des Bakteriengehaltes bis auf etwa 3600 Keime pro cm³ zur Folge, während die Keimzahl im Vorderrhein bis vor Reichenau auf der Höhe von etwa 600 pro cm³ verbleibt.

Nach der Vereinigung der beiden Quellflüsse bei Reichenau hat der Rhein die Abwässer einer großen, Holz verarbeitenden Fabrik aufzunehmen, die alsbald die Keimzahl auf mehrere Zehntausende, zeitweise bis gegen 90 000 pro cm³, ansteigen lassen, denn die große Menge der eingeführten abbaufähigen, organischen Stoffe dienen den Bakterien als Nahrung.

Bis oberhalb der Einmündungsstelle der häuslichen Abwässer aus dem Dorf Domat/Ems sinkt die Keimzahl bis auf etwa 10 000 und weniger zurück. Das ist die Wirkung der Selbstreinigung, die sich im Wasser auf verhältnismäßig kurzer Fließstrecke vollzieht. Die Abwässer des Dorfes Domat/Ems bewirken, wenigstens auf der rechten Flußseite, eine vorübergehende leichte Erhöhung der Keimzahl, ebenso diejenigen des Dorfes Felsberg auf der gegenüberliegenden Seite, während in den dazwischen liegenden Fließstrecken immer wieder ein Abfall festzustellen ist, bis schließlich die unterhalb von Chur eingeleiteten städtischen Abwässer ein Anwachsen der Keimzahl auslösen, ähnlich wie dies bei den Emser Fabrikabwässern der Fall war. So spiegelt sich flußabwärts in der Bakterienzahl die stets neue Belastung mit Schmutzstoffen und deren fortschreitende Aufarbeitung und Selbstreinigung. Bis zur Einmündung in den Bodensee ist die mittlere Keimzahl pro cm³ Rheinwassers auf etwa 1000—2000 abgesunken, in entsprechender Weise vermindert sich auch der Gehalt des Wassers an Coli-Bazillen (Abb. 1).

Aber nicht nur im offenen Wasser entwickeln sich Bakterien; auch auf Geröllen und Kieseln des Rheingrundes siedeln sich seßhafte Fadenbakterien an, bilden Strähnen und faustgroße Zotten, die im bewegten sauerstoffreichen Wasser fluten. Ihre Nahrung ziehen auch sie aus den organischen Stoffen, die aus den Abwässern in den Strom gelangen. Diese Bakterien helfen mit, die Reinigung des belasteten Wassers durchzuführen, und verraten uns durch die Üppigkeit ihrer Vegetation, daß noch abbaufähige Stoffe in großer Menge im Wasser vorhanden sind.

Es ist nicht ganz einfach, auseinanderzuhalten, wieviel von dieser Bakterienvegetation auf das Konto der Abwässer der ufernahen Fabriken, wieviel auf Kosten der Schmutzstoffe aus der Stadt Chur oder aus den übrigen Ortschaften zu buchen ist. Wir wissen nur, daß die Effekte dieser Belastung, die der Strom unterhalb von Reichenau erfährt (intensive Vegetation der Fadenbakterien), zeitweise bis nach dem St. Galler Rheintal, ja bis zur Rheinmündung am Bodensee, also Dutzende von Kilometern, hinunterreichen.

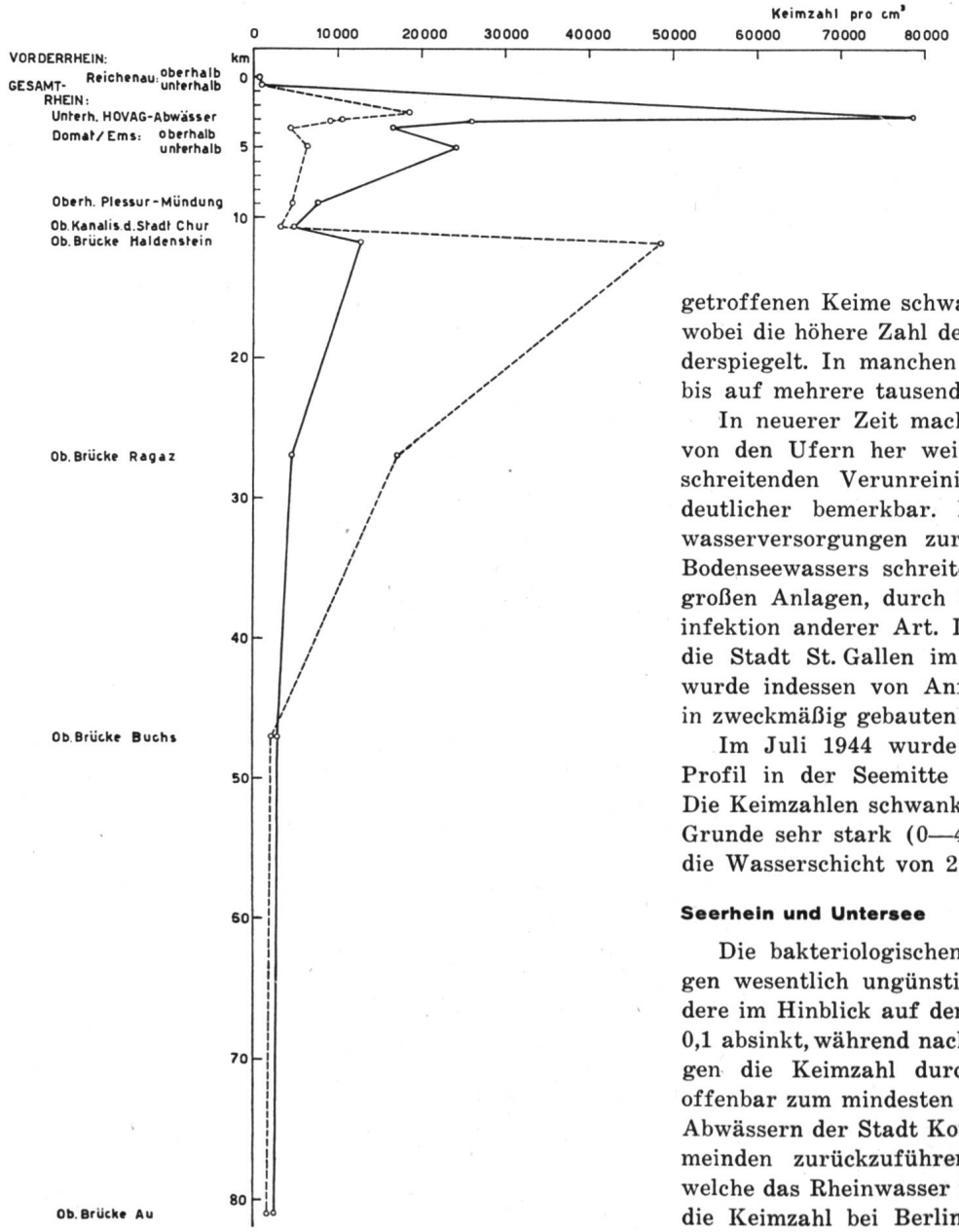

Abb. 1
Bakteriengehalte im Rhein von Reichenau bis Au an zwei Aufnahmetagen.

——— 1./2. März 1946
- - - - 6./8. Okt. 1946

Im Bodensee setzt sich die Selbstreinigung in so wirksamer Weise fort, daß in genügender Tiefe und Entfernung vom Ufer das Seewasser in hygienischer Hinsicht wiederum die Eigenschaften eines einwandfreien Trinkwassers annimmt. Lange Zeit konnte es von zahlreichen Seewasserwerken rund um den Bodensee ohne jegliche Aufbereitung gepumpt und an die Bezüger verteilt werden. Außer der Stadt Bregenz, die noch über genügende Wasserreserven in ihrem Hinterlande verfügt, decken heute sozusagen sämtliche Städte und Dörfer am Bodensee und, wenigstens auf Schweizerseite, auch am Untersee, einen namhaften Teil ihres Trink- und Brauchwassers aus dem See. Dies macht eine periodische oder stellenweise sogar eine fortlaufende Kontrolle der bakteriologischen Beschaffenheit des geförderten Wassers notwendig. Wir sind deshalb über diese bakteriologische Beschaffenheit verhältnismäßig gut orientiert. Aus den zahlreichen uns vorliegenden Untersuchungen geht hervor, daß in genügender Entfernung vom Ufer die Zahl der in einem cm³ Seewasser angetroffenen Keime schwankt zwischen 200 bis etwa 400, wobei die höhere Zahl den Ufereinfluß bereits leicht widerspiegelt. In manchen Uferzonen kann die Keimzahl bis auf mehrere tausend ansteigen.

In neuerer Zeit machen sich die Auswirkungen der von den Ufern her weiter nach dem See-Innern fortschreitenden Verunreinigung durch Abwässer immer deutlicher bemerkbar. Bereits mußten mehrere Seewasserversorgungen zur Aufbereitung des gepumpten Bodenseewassers schreiten, sei es durch Filtrierung in großen Anlagen, durch Chlorung oder durch eine Desinfektion anderer Art. Im ältesten Seewasserwerk, das die Stadt St. Gallen im Jahre 1895 in Betrieb nahm, wurde indessen von Anfang an das gepumpte Wasser in zweckmäßig gebauten Filtrieranlagen aufbereitet.

Im Juli 1944 wurde von uns ein bakteriologisches Profil in der Seemitte bei Bottighofen aufgenommen. Die Keimzahlen schwankten von der Oberfläche bis zum Grunde sehr stark (0—490); relativ hohe Werte zeigte die Wasserschicht von 2,5—20 m.

Seerhein und Untersee

Die bakteriologischen Verhältnisse im Seerhein liegen wesentlich ungünstiger als im Bodensee, insbesondere im Hinblick auf den Colititer, welcher hier bis auf 0,1 absinkt, während nach unseren neueren Untersuchungen die Keimzahl durchschnittlich 420 beträgt, was offenbar zum mindesten teilweise auf das Einleiten von Abwässern der Stadt Konstanz und der umliegenden Gemeinden zurückzuführen ist. Durch die Verdünnung, welche das Rheinwasser im Untersee erfährt, sinkt dann die Keimzahl bei Berlingen wieder auf etwa 100 und weniger, der Colititer steigt entsprechend auf 1 bis über 35 cm³. Nur im August/September steigt die Zahl der Bakterienkeime vorübergehend bis auf etwa 7000 an, was wohl mit dem Ende der Vegetationsperiode, d. h. dem massenhaften Absterben von unzähligen Organismen zusammenhängt, die in dieser Zeit auf den Seegrund absinken.

Auf der Höhe von Mammern schwankte die Größe der Keimzahl während einer Untersuchungsperiode von 1946 bis 1953 von rund 5—2500 Keime pro cm³. Der Durchschnitt liegt etwa bei 500, also höher als im Seerhein. Dem Untersee werden demnach durch die anliegenden Gemeinden, insbesondere in den letzten Jahren in vermehrtem Maße, Schmutzstoffe und Abwässer zugeführt, was auch der Colititer bestätigt, sank dieser doch von 1946 bis 1953 fast kontinuierlich von über 35 bis auf 1 hinunter.

Der Rhein vom Untersee bis nach Schaffhausen

Die Keimzahlen variieren in dieser Fließstrecke zwischen 50 und 4400, liegen aber normalerweise unter 1000. An manchen Untersuchungstagen konnte eine Vermehrung der Keime flußabwärts festgestellt werden, im

allgemeinen bewirken jedoch die Orte Stein und Dießenhofen keinen beträchtlichen Anstieg der Keimzahl. Auch die Colititer liegen im Durchschnitt bei etwa 8 cm³ relativ günstig. Nur zweimal erreichten sie in unseren mehrjährigen Erhebungen tiefere Werte.

Schaffhausen bis Kaiserstuhl

Für diese Fließstrecke liegen Untersuchungen von Waser, Blöchliger und Thomas aus den Jahren 1938 bis 1941 vor. Als Jahres-Mittelwerte werden folgende Zahlen angegeben.

	Keimzahlen (Keime pro cm³)	Colititer
Feuerthalen	824	1—0,1
Neuhauserbrücke	4 687	0,01
Schloß Laufen	3 472	0,1—0,01
Rheinau	2 716	0,1
Rüdlingen	3 174	0,1—0,01
Eglisau	6 010	0,1—0,01
Kaiserstuhl	etwa 10 000	0,1—0,01

Im Gebiet und unterhalb des Rheinfalls bis Rheinau fällt demnach die Keimzahl deutlich ab, um bis zur Eglisauer Brücke wieder auf 6000 und bis Kaiserstuhl sogar auf 10 000 anzusteigen. Zweifellos sind diese hohen Zahlen auf die verunreinigten Zuflüsse, insbesondere der Töß und der Glatt, zurückzuführen. Einen ähnlichen Verlauf nehmen die Werte des Colititers.

Aus dem Gebiete des Kantons Aargau stehen uns über den Zustand des Rheins keine bakteriologischen Untersuchungen zur Verfügung. Dagegen zeigen die von Tomcsik im Auftrag der Basler Regierung durchgeführten Untersuchungen Mittelwerte der Keimzahlen, die im Gebiet von Grenzach bis unterhalb der Schleusen und des Kraftwerkes von Kembs von rund 18 000 bis auf rund 25 000 ansteigen.

Im *Oberrhein, Mittelrhein und Niederrhein* steigt die Keimzahl in noch bedeutenderem Ausmaße an und erreicht bis auf die Höhe von Düsseldorf Werte von mehreren Hundertausenden pro cm³. Dies ist nicht verwunderlich angesichts der ungeheuren Fracht an Schmutzstoffen unterschiedlichster Art, die dem Rhein von den ufernahen Siedlungen und durch die zahlreichen Zuflüsse zugeführt werden.

Hierin äußert sich in klarer Weise die Tatsache, daß das Selbstreinigungsvermögen des Rheins nicht ausreicht, um mit den Schmutzstoffen fertig zu werden, die ihm auf seinem ganzen Lauf und von beiden Seiten her zugeführt werden. In hygienischer Hinsicht verschlechtert sich also der Zustand des Gewässers stromabwärts in fortschreitendem Maße.

Die Sauerstoffverhältnisse in See und Rhein

Auch in chemischer Hinsicht verändert sich von Strecke zu Strecke der Zustand des Stromes. Während sein Wasser in den Quellflüssen oberhalb Reichenau mit Sauerstoff praktisch gesättigt oder sogar leicht übersättigt ist, zeigen die Aufnahmen, die von der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH in den Jahren 1942 bis 1947 durchgeführt wurden, unterhalb der wichtigsten Abwassereinleitungen vorübergehend Depressionen in den Sättigungskurven, die bis auf etwa 93 % hinunter reichen, die sich aber schon auf kurzer Fließstrecke wieder erholen und im Gebiet des St. Galler Rheintales wieder bis gegen 100 % ansteigen.

Die Ursache dieser vorübergehenden Depression im Sauerstoffgehalt liegt in der mitgeführten Fracht an abbaubaren, organischen Stoffen, wie dies in den Kurven der Sauerstoffzehrung (in 48 Stunden) zum Ausdruck kommt. Diese Kurven sind für 3 charakteristische Stellen im Alpenrhein für die Jahre 1944 bis 1947 in den Abbildungen 3 bis 5 dargestellt. Die Verbreiterung des zwischen den Linien des Sauerstoffgehalts und der Sauerstoffzehrung eingeschlossenen Bandes unterhalb der Einmündung der Fabrik-Abwässer bei Ems (Abb. 4) gibt uns ein Maß für die höhere Belastung des Rheinwassers mit abbaubaren Stoffen in diesem Stromstrich. Bis nach Ragaz ist das Zehrungsband bereits wieder schmäler geworden, worin die Wirkung der Selbstreinigung in der durchflossenen Strecke deutlich zum Ausdruck kommt.

Im *Bodensee* ergaben die von Prof. Auerbach und seinen Mitarbeitern in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts sehr intensiv durchgeführten Aufnahmen das Bild eines in allen Seebezirken bis in die größten Tiefen und während des ganzen Jahres mit Sauerstoff ausgezeichnet versorgten Gewässers, und unsere eigenen Aufnahmen aus den dreißiger- und vierziger Jahren aus dem Gebiet des Konstanzer Trichters bestätigten diesen Befund.

In neuester Zeit aber stellten (nach mündlicher Mitteilung) insbesondere die Mitarbeiter des Seeforschungs-Institutes in Langenargen (Dr. J. Grimm) und des Kantonalen Laboratoriums St. Gallen (Dr. J. Florin) im Bodensee zeitweise und stellenweise Sauerstoff-Sättigungsdefizite bis zu 40% fest, was für die neuere Entwicklung des Bodensees einen äußerst ungünstigen Befund bedeutet.

Wesentlich ungünstiger liegen diese Verhältnisse im *Untersee*, insbesondere in den von der Rheinströmung abgeschnittenen Bezirken des Zeller- und des Gnadensees, wo im Sommer und Herbst der Sauerstoff in der, wenn auch nur geringen Seetiefe sich vollkommen erschöpft. Aber auch im sogenannten Steiner Arm, wo der strömende Rhein für eine rasche Wassererneuerung sorgt, tritt jedes Jahr einmal im Herbst eine katastrophale Sauerstoffabnahme nach der Tiefe zu auf, die bis

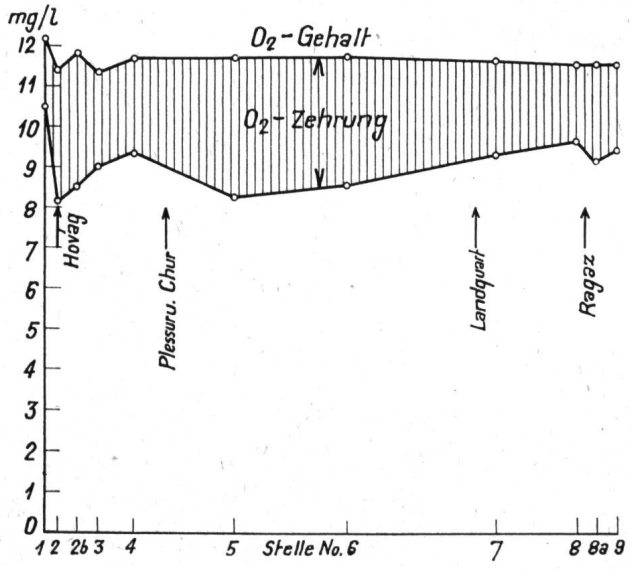

Abb. 2 Sauerstoffgehalt und Sauerstoffzehrung. Mittelwerte im Längenprofil von Reichenau bis Ragaz.

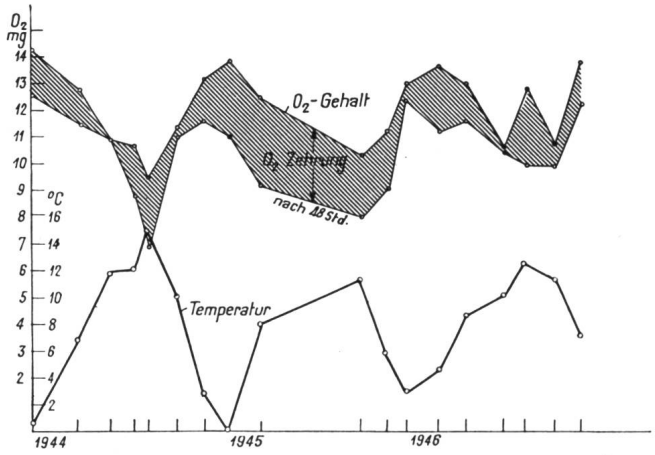

Abb. 3 Sauerstoffgehalt, Sauerstoffzehrung und Temperatur unterhalb Reichenau (Messungen von 1944—1946).

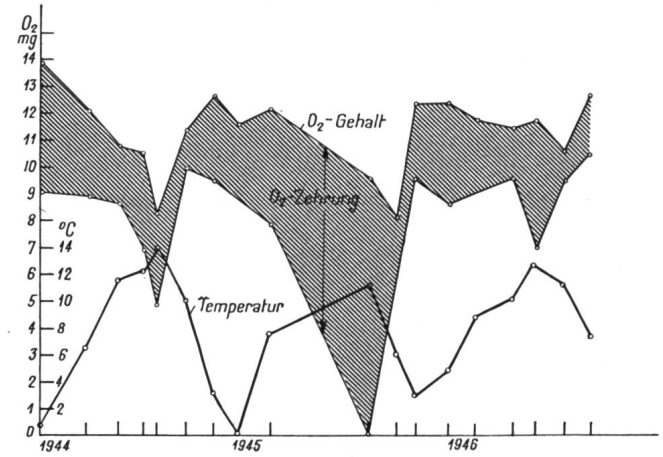

Abb. 4 Sauerstoffgehalt, Sauerstoffzehrung und Temperatur unterhalb der Fabrikabwässer von Ems (Messungen von 1944—1946).

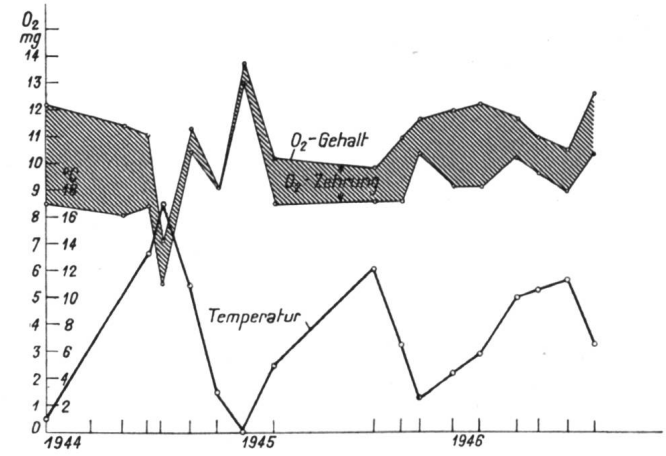

Abb. 5 Sauerstoffgehalt, Sauerstoffzehrung und Temperatur bei Ragaz-Maienfeld (Messungen von 1944—1946).

zum vollständigen Sauerstoffschwund über dem Seegrund führt. (Abb. 6). Auch für das weiter unterhalb gelegene Seebecken vor Mammern ergaben neuere Untersuchungen ähnliche Verhältnisse, wenn auch in diesem (nur 27 m tiefen) Seegebiet der Sauerstoffschwund im tiefen Wasser weniger ausgeprägt ist als vor Berlingen (Abb. 7). Indessen sorgen die, durch die Abkühlung des Oberflächenwassers im Herbst ausgelösten Zirkulationsströmungen für eine rasche Sanierung der Sauerstoffversorgung bis in die Tiefe, so daß der ungünstige Sauerstoffhaushalt nur wenige Wochen anhält.

Im *Hochrhein* findet wiederum sehr rasch eine vollständige Sättigung, ja stellenweise eine leichte Übersättigung mit Sauerstoff statt, die bis auf die Höhe von Schaffhausen auf etwa 105 %, am Rheinfall sogar bis auf 115 % ansteigen kann. Weiter stromabwärts fällt die Sättigung gelegentlich bis auf 95 % ab, und unter mehrmaligem leichtem Wiederanstieg und kurzfristigem Abfall, je nach den lokalen Verhältnissen der Abwasserbelastung und der darauffolgenden Selbstreinigung, halten sich die Sauerstoffwerte bis weit in die Stromstrecke des Oberrheins hinein auf 100 bis 95 %. Dann aber fällt die Sauerstoffsättigung mehr oder weniger kontinuierlich ab, um im Gebiet des Niederrheins bis auf etwa 60 % abzusinken. In diesen Verhältnissen findet die zunehmende Belastung des Rheins durch Abwasser ihren klaren Ausdruck.

Die Versalzung des Rheinwassers

Von weiterer Bedeutung im Chemismus des Rheines ist sein Gehalt an Chloriden, Nitraten, Phenolen und Ölen. Was die *Chloride* anbetrifft, so ist die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf diesen Punkt gelenkt worden durch *F. Lippert*, der in einer orientierenden Schrift auf die stromabwärts fortschreitende Versalzung des Rheinwassers hinwies und der zeigte, daß insbesondere durch die Zuflüsse aus dem elsässischen Kali-Bergbau, sodann durch diejenigen aus dem Kohlenrevier und Industriegebiet der Ruhr die Salzführung des Rheins sprunghaft ansteigt, was namentlich bei Niederwasser auf die Nutzung des Rheinwassers zur Versorgung mit Trink- und Brauchwasser und in der Landwirtschaft, insbesondere im Gebiet des Niederrheins, schwerwiegende Mißstände zur Folge hat. Hält sich der Gehalt an Chloriden bis unterhalb der Schweizer Grenze während des ganzen Jahres, also bei jeder Wasserführung, unter 20 mg/l, so steigt er bis unterhalb der Ill-Mündung bereits auf 100 mg an, um unterhalb der Zuflüsse aus dem rheinisch-westfälischen Industriegebiet auf 150 und mehr, zeitweise sogar bis auf 250 mg/l anzusteigen. Dies entspricht einer Fracht von über 30 000 t Kochsalz pro Tag, die durch den Rhein nach der niederländischen Tiefebene getragen wird.

Verunreinigung durch Phenole und Verölung des Rheins

Im tiefer gelegenen Stromgebiet spielt die Verschmutzung des Rheins durch Phenole, die sozusagen ausschließlich aus dem Bergbau und der Industrie stammen, eine bedeutsame Rolle, was besonders im chlorierten Trinkwasser lästige Folgen zeigt, wo es leicht zur Bildung übelriechender Chlor-Phenole kommt. Auch die Fische, die aus phenolhaltigem Wasser gezogen werden, weisen einen üblen Geschmack auf.

Abb. 6 Untersee, tiefste Stelle bei Berlingen: Sättigungswerte des Sauerstoffs in %.

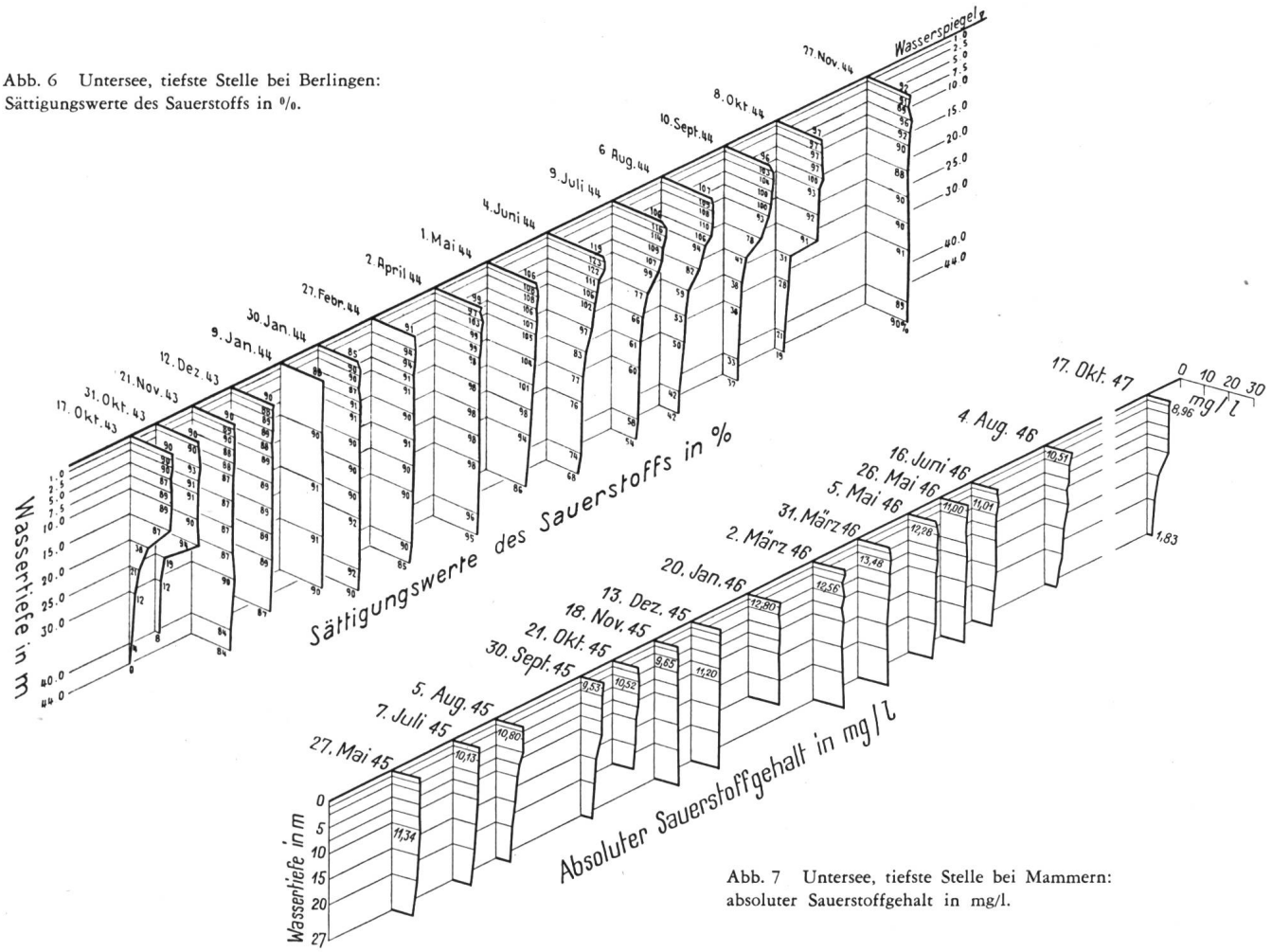

Abb. 7 Untersee, tiefste Stelle bei Mammern: absoluter Sauerstoffgehalt in mg/l.

Eine wieder andere Art der Verunreinigung liegt in der immer massiveren Einführung und Ausschüttung von Ölen in das Wasser des Rheins durch Industrie und Schiffahrt. Öle breiten sich in dünner Schicht an der Wasseroberfläche aus, bieten einen überaus häßlichen Anblick und vermindern die so notwendige Sauerstoffaufnahme aus der Luft. Das Öl setzt sich aber auch in den Pflanzenbeständen am Grund und an den Ufern des Rheins ab und macht auf die Badenden den Eindruck hygienisch zu beanstandender Verhältnisse.

Wir kennen die Anstrengungen, Vorschriften und Strafandrohungen der Behörden längs der Rheinufer sowie der Reedereien sehr wohl und anerkennen gerne, daß bereits vieles getan wird, um der zunehmenden Gefahr der Verölung des Rheins entgegenzutreten. Die derzeitigen Verhältnisse, die wir vom Oberrhein bis zum Niederrhein tagtäglich feststellen, lehren uns aber, daß alle diese Maßnahmen noch nicht genügen, und daß die Anstrengungen noch wirksamer gestaltet werden müssen. Am besten wird der Sache gedient sein, wenn die Industrie selbst sich vor Ölverlusten schützt, wenn auf den Rheinschiffen die nötigen Einrichtungen angebracht werden, um sämtliche Ölrückstände zweckmäßig zu sammeln, und wenn in den Hafenanlagen Vorrichtungen angebracht werden, die eine möglichst einfache und zuverlässige Übernahme der gesammelten Ölmassen gewährleisten.

Der Planktongehalt des Bodensees und des Untersees

Der Planktonbestand, d. h. der Gehalt des Bodensees und des Untersees an im offenen Wasser lebenden Kleinorganismen (sowohl pflanzlicher und tierischer Art) gleicht, wie die umfangreichen Untersuchungen sowohl der deutschen Forschungsstationen in Konstanz-Staad und Langenargen als auch diejenigen der schweizerischen Fachleute ergaben, weitgehend demjenigen der meisten übrigen größeren Seen am Alpenrand. Aber dieser Bestand erfuhr in neuerer Zeit auffallende Veränderungen, die als der Ausdruck der Wandlungen im chemisch-biologischen Haushalt dieser Seen zu werten sind und darum nicht übersehen werden dürfen. Am auffallendsten in diesen Umschichtungen ist die in neuerer Zeit besonders starke Entfaltung der Kieselalge Tabellaria fenestrata, die bereits einen solchen Umfang annimmt, daß zeitweise die Ausübung der Fischerei im Bodensee durch das massenhafte Auftreten dieser Alge gestört wird. Aufsehen erregte auch das plötzliche Auftreten der Kieselalge Rhizosolenia longiseta im Jahre 1944, die bis dahin und bis heute in keinem andern Alpenrandsee auftrat, die aber seither im Bodensee und im Untersee zum dauernden Bestand gehört und periodisch das Bild des See-Planktons beherrscht. Nicht daß diese und andere Veränderungen im Planktonbestand an sich von größerer Bedeutung wären, aber sie zeigen

doch, daß sich im System Bodensee-Untersee Veränderungen vollziehen, deren Ursachen noch schwer zu fassen sind. Darüber hinaus zeigt der Untersee in neuerer Zeit weitere Veränderungen im Planktonbestand, indem manche Blaualgen stärker ins Gewicht fallen als früher und einzelne Arten, wie Microcystis aeruginosa, die früher im See fehlten, seit einem oder zwei Jahrzehnten zu starker Entfaltung gelangten.

In quantitativer Hinsicht gehört der Bodensee zu den eher planktonarmen Seen. Immerhin enthält sein Wasser auf der Höhe von Kreuzlingen unter einer Fläche von 1 dm^2 im Jahresmittel eine Individuenzahl von 1,5 Mio an mikroskopischen Pflanzen und Tieren. Im Untersee ergaben die entsprechenden Auszählungen und Berechnungen für die Seemitte auf der Höhe von Berlingen 8 Mio und vor Mammern sogar 9,5 Mio Individuen. Dies entspricht einem Verhältnis von 1:5,3:6,3 (J. Grim kam in seinen Untersuchungen auf ein annähernd gleiches Verhältnis von 1:5:6). Der Untersee produziert also pro Einheit der Seeeoberfläche 5- bis 6-mal mehr Planktonorganismen als der Bodensee bei Kreuzlingen. Diesen Verhältnissen ist Rechnung zu tragen bei der Projektierung von Filteranlagen für Seewasserversorgungen, und je mehr Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphate und Nitrate aus den Abwässern in den See gelangen, um so üppiger werden die Algen «ins Kraut schießen».

Die Ablagerungen am Grunde des Bodensees und des Untersees

Entwicklung und Zustand eines Sees spiegeln sich auch in den Bodenablagerungen, d. h. in den Sedimenten. Diese setzen sich zusammen einerseits aus zugeschwemmten anorganischen kleinsten Partikeln, z. B. Lehmteilchen, die sich im langsam fließenden oder stagnierenden Wasser allmählich absetzen, und organischem Detritus, anderseits aus den im offenen Wasser langsam absetzenden Körpern abgestorbener Planktonorganismen. Soweit diese Stoffe zersetzlich sind, fallen sie schon während des Absinkens dem aeroben Abbau anheim, solange Sauerstoff im Wasser vorhanden ist, oder werden anaerob abgebaut, wenn dieses Gas aufgebraucht ist. Im oligotrophen See, wo die Mineralisation eine vollständige ist, erscheinen diese Sedimente, wenn sie in Form von Bohrkernen gehoben werden, homogen und von heller, graubrauner Farbe. Im eutrophierten See dagegen, wo die Sauerstoffreserven zu einem vollständigen Abbau nicht ausreichen, geht die Zersetzung unter Bildung von Schwefelwasserstoff und andern sauerstoffarmen Endprodukten anaerob vor sich. Schließlich setzt sich der Schwefelwasserstoff mit den Bodensulfaten zu Schwefeleisen um, was dem Schlamm seine dunkle Farbe verleiht.

Bei Hochwasser können freilich auch fremde, leicht zersetzliche organische Stoffe aus den ufernahen Gebieten ausgewaschen werden, vermischt mit Laub u. dgl. und das Regime des Seegrundes im Sinne einer Eutrophierung vorübergehend beeinflussen, was zur Ablagerung dunkler Herbstschichten im Schlamm führen kann. Zeigen aber die Sedimente einen deutlichen und regelmäßig wiederkehrenden Wechsel zwischen hellen (biogene Entkalkung) und dunkeln Schichten, so ist dies in einem ursprünglich oligotrophen See meist als das deutliche Symptom einer zunehmenden Eutrophierung zu deuten.

Was vermögen nun die im Bodensee und im Untersee gehobenen Bohrkerne über den Zustand und die neuere Entwicklung dieser Gewässer auszusagen? Bohrkerne, die beispielsweise in der Seemitte auf der Höhe von Arbon in einer Tiefe von 170 m gefaßt wurden, lassen unregelmäßig sich wiederholende dunkle Schichten bei Hochwasser eingeschwemmten organischen Materials erkennen. Sonst aber sind die älteren Ablagerungen homogen von deutlich oligotrophem Charakter. Erst in den in jüngster Zeit abgesetzten Schichten von etwa 3,5 cm Mächtigkeit tritt jener regelmäßig charakteristische Wechsel heller und dunkler Ablagerungen auf. Da nun der jährliche Schlammbesatz ungefähr 3 bis 4 Millimeter ausmacht, so läßt sich errechnen, daß der Bodensee auf der Höhe von Arbon ungefähr im Jahre 1945 in ein neues Stadium seiner Entwicklung eintrat, indem seither offenbar in den obersten Bodenschichten der Sauerstoffvorrat zur vollständigen Mineralisierung der abgesetzten organischen Substanz nicht mehr ausreichte.

Auf der Höhe von Uttwil (in etwa 120 m Tiefe), etwa 3 km vom Schweizer Ufer entfernt, ist von einer Eutrophierung auch in den jüngsten Bodenschichten nichts zu erkennen. Die Bohrkerne der vor Meersburg und im Konstanzer Trichter aus ganz verschiedenen Tiefen gehobenen Sedimente unterscheiden sich kaum voneinander. Abgesehen von den durch Einschwemmungen in Hochwasserzeiten verursachten dunkeln Streifen sind die älteren Teile der Bohrkerne recht homogen. Erst in allerneuester Zeit lagerten sich dunkle Schichten ab, und auf Grund von Splittern verschiedener Art, die auf die Ereignisse des letzten Krieges zurückzuführen sind, konnte *H. Züllig* die Mächtigkeit der jährlichen Ablagerung mit etwa 5 mm bestimmen.

Gesamthaft gesehen, zeigt sich der Bodensee in seinen Sedimenten als ein Gewässer vom oligotrophen Typus, in dem freilich einzelne Bezirke, offenbar infolge der Zufuhr von Nährstoffen für die pflanzlichen Planktonorganismen, deutliche Anzeichen einer Eutrophierung aufweisen.

Ein durchaus anderes Bild zeigen die Sedimente des Untersees. In der Seemitte vor Berlingen (40 m tief), Glarisegg (43 m tief) und Mammern (29 m tief) gefaßte Bohrkerne sind mit dunkeln, schwefeleisenreichen Schichten unvollständig abgebauten Materials reichlich durchsetzt. Aber sie zeigen eine gestörte Struktur, die auf die durchwühlende Tätigkeit von Bodentieren zurückzuführen ist. In den jüngsten Sedimenten aber, insbesondere auf der Höhe von Glarisegg, läßt sich ganz allgemein eine zunehmende Eutrophierung deutlich erkennen. Noch deutlicher zeigt sich eine ungünstige Entwicklung im Zeller- und insbesondere im Gnadensee, jenen auf deutschem Hoheitsgebiet gelegenen Teilen des Untersees. Dieser Befund bestätigt die auch aus den chemischen und planktologischen Untersuchungen abgeleiteten Feststellungen, daß sich im Bodensee in jüngster Zeit eine ungünstige Entwicklung ankündigt, daß diese aber im Untersee bereits in erheblichem Maße weiter fortgeschritten ist, und daß die zuständigen Instanzen allen Grund haben, dieser Entwicklung ihre ganze Aufmerksamkeit zu widmen, bzw. die nötigen Schritte zu tun, um der zunehmenden Verderbnis dieser Gewässer Einhalt zu gebieten.

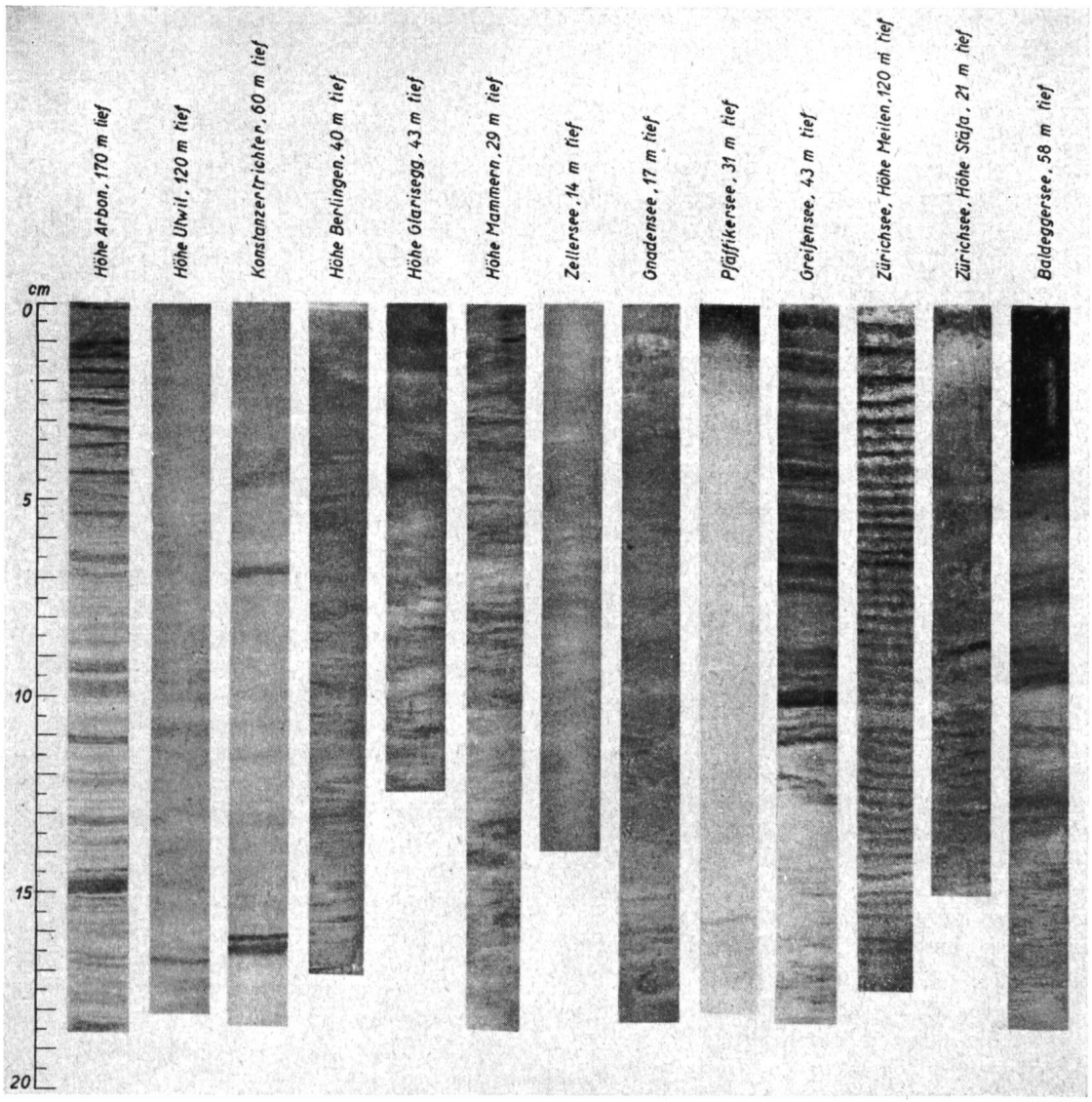

Abb. 8 Ausschnitte aus Bohrkernen der Sedimente an verschiedenen Stellen im Bodensee und Untersee sowie (zum Vergleich) aus anderen Schweizerseen.

Unser Interesse an einer Reinhaltung des Bodensees

Ob all den erwähnten Feststellungen, die die Gefährdung des Bodensees deutlich erkennen lassen, darf doch nicht übersehen werden, daß der See zum mindesten in der offenen Weite seines Wassers und in weiten Seegebieten noch durchaus imstande ist, die Aufgaben zu erfüllen, die an ihn gestellt werden. Diese Aufgaben sind mannigfaltiger Art: Der Bodensee und der Untersee sollen erhalten bleiben als Orte, die Hunderttausende gehetzter Menschen von nah und fern aufsuchen, um Ausspannung, Erholung und zur Arbeit neuen Mut und neue Kraft zu holen. Seine lieblichen Gestade und seine Stätten alter hoher mitteleuropäischer Kultur sollen weiterhin ein Hort der geistigen, seelischen und körperlichen Gesunderhaltung seiner Anwohner und seiner ungezählten Gäste bleiben; ein hochstehendes Gastgewerbe und wohlorganisierte Verkehrsunternehmen sind ihrerseits darauf angewiesen. Ein alteingesessenes Fischereigewerbe darf mit Recht erwarten, daß wir alle, die wir uns verantwortlich fühlen, den See nicht verlottern lassen, sondern die nötigen Maßnahmen ergreifen, um den berühmten Bestand an Edelfischen im Bodensee auch späteren Generationen zu erhalten.

Aber die vornehmste Aufgabe, die dem Bodensee zugedacht ist, liegt doch gewiß darin, seine Anwohner und weite Mangelgebiete in seinem Hinterland mit gesundem Wasser zu versorgen für den Lebensunterhalt von Mensch und Tier, für eine mächtig aufblühende Industrie und ein vielgestaltiges Gewerbe, so daß Leben, Arbeit, Wohlstand, Kultur und Glück erblühen können, ohne die ständige Sorge um die Sicherung des Wassers, des wichtigsten Rohstoffes im Leben eines jeden Volkes. Bereits benützen beinahe sämtliche Städte und Ufergemeinden den Bodensee als großen, unerschöpflichen Speicher für das in immer größeren Mengen benötigte Trink- und Brauchwasser. Aber in neuerer Zeit erwachsen ihnen Schwierigkeiten. Darum ist es unser aller Aufgabe, dem See alle Sorgfalt angedeihen zu lassen.

Bereits liegen auch großräumig angelegte Pläne vor für die Seewasserversorgung eines weiten Gebietes des wasserarmen schwäbischen Hinterlandes. Die Stelle, die bei Sipplingen für die Entnahme aus dem Überlinger-

see gewählt wurde, eignet sich zweifellos in hervorragendem Maße, denn noch gehört der Überlingersee zu jenen Seegebieten, die dank der geringen Besiedlungsdichte ihrer Ufer besonders günstige Verhältnisse und demgemäß ein gutes Wasser besitzen und solches auch auf weite Sicht bewahren werden. Wir alle werden uns glücklich schätzen, in naher Zukunft dieses Werk entstehen zu sehen, das im verworrenen, heißen Kampf um die Macht in der Welt eine konstruktive Arbeit darstellt, die hoffnungsvoll in die Zukunft weist.

Zusammenhänge zwischen Rhein und Grundwasser

Es würde zu weit führen, wollten wir an dieser Stelle eine Beschreibung auch nur der größten, bis heute bekannten Grundwasservorkommen vornehmen, die den Flußlauf des Rheins von den Tälern Graubündens bis zu seiner Mündung in die Nordsee begleiten, und die für die Versorgung der rheinnahen Bevölkerung mit Trink- und Brauchwasser immer mehr von ausschlaggebender Bedeutung werden. Hier soll lediglich gezeigt werden, in welcher Weise diese wichtigen Trinkwasserreservoire mit den Geschehnissen im Flußlauf in Beziehung stehen.

Das nutzbare Grundwasser ist ganz allgemein an die Vorkommen durchlässiger, für eine Wasserspeicherung geeigneter Bodenschichten gebunden. Je nach dem Durchlässigkeitsgrad der oberen, für eine Erschließung hauptsächlich in Frage kommenden Bodenschichten können im Tal des Rheins Bezirke mit unterschiedlich ergiebiger Grundwasserführung festgestellt werden. Sie ist besonders reich im Gebiet des Hochrheins, des Oberrheins und des Niederrheins, während den Mittelrhein nur knappe Grundwasservorkommen begleiten.

Die im Gebiet der Schweiz den heutigen Rheinlauf über große Teilstrecken begleitenden kiesig-sandigen Ablagerungen sind darauf zurückzuführen, daß in einer Phase der Eiszeit die Flußerosion bedeutend unter das Niveau der heutigen Talsohlen hinuntergriff, und daß diese übertieften Talrinnen in der Folge mit dem Nachlassen der Erosionskraft der Gewässer bis auf das Niveau der heutigen Talböden mit Schutt (kiesige, sandige und tonige Ablagerungen) aufgefüllt wurden.

Ein solches, für den Grundwasserhaushalt wichtiges Teilstück eines älteren Rheintals, liegt auf der Strecke zwischen dem Zusammenfluß von Vorder- und Hinterrhein und dem Gebiet von Sargans—Wartau vor; unterhalb Wartau, bis zur Einmündung des Rheins in den Bodensee, scheint nach den bisherigen Erfahrungen der kiesige Anteil an den Auffüllungen des Talbodens gering und auf einzelne Zonen (z. B. Schuttkegel der seitlichen Zuflüsse) beschränkt zu sein. Besondere Bedeutung für die Bedürfnisse der Wasserversorgung hat die übertiefte, eiszeitliche Rheinrinne, die aus der Gegend von Dießenhofen, an einzelnen Stellen unmittelbar unter, in andern neben dem heutigen Rheinbett verläuft und bis nach Basel verfolgt werden kann. Unterhalb dieser Stadt sind die Grundwasservorkommen in den mächtigen, kiesig-sandigen Ablagerungen der oberrheinischen Tiefebene, sodann diejenigen am Niederrhein von eminenter Bedeutung für die Wasserversorgung.

Die engen Beziehungen zwischen dem Wasserhaushalt des Rheins und demjenigen der den Strom begleitenden Grundwasservorkommen werden in erster Linie durch das Verhältnis der Höhenlagen von Fluß- und Grundwasserspiegel regiert. Meist liegt der Grundwasserspiegel über dem Fluß; das Grundwasser wird in diesem Falle von dem in den Grundwasserträger einsickernden Anteil des Niederschlagswassers, sowie durch Versickerungen von Wasser aus Seitenbächen gespiesen. Bei solcher Lage der Wasserspiegel tritt Grundwasser in den Fluß aus. Unter speziellen hydrologischen Verhältnissen, die häufig bei abweichendem Verlauf der alten Schotterrinne vom heutigen Flußlauf, bei Fluß-Schleifen und Gefällsbrüchen anzutreffen sind, tritt der umgekehrte Fall ein. Sofern das Flußbett nicht abgedichtet ist, dringt Flußwasser in den Grundwasserträger ein; unter solchen Verhältnissen kann durch künstliche Maßnahmen, insbesondere durch die Errichtung von Stauhaltungen im Fluß, sowie durch Übernutzung des Grundwasserträgers durch forcierten Pumpbetrieb eine Infiltration erzeugt oder begünstigt werden.

Liegen Vorflutbedingungen vom Grundwasser zum Fluß vor, so kann wohl der Abfluß, nicht aber die Qualität des Grundwassers vom Oberflächenwasser her beeinflußt werden. Bei Absenkungen des Flußes durch Wasserableitungen in Kanäle oder durch Sohlenvertiefungen, was eine Absenkung des Grundwasserspiegels, zumindest in der Nachbarschaft des Flußlaufes zur Folge hat, wird die Speisung des Grundwassers nicht beeinträchtigt, aber das Speichervolumen verringert sich. So können Schäden im Wasserhaushalt ein beträchtliches Ausmaß annehmen, insbesondere in Grundwasserpumpwerken und Sodbrunnen durch Absenkungen des Wasserspiegels unter die tiefsten Ansaug-Koten der Pumpen. Vegetationsschäden können im Gefolge zu großer Wasserspiegelabsenkungen unter die Erdoberfläche auftreten, wie dies beispielsweise für die oberrheinische Tiefebene von manchen Autoren angegeben, von anderen freilich zum mindesten als vorläufig nicht bewiesen, beurteilt wird.

Viel engere Beziehungen zwischen Grundwasser und Flußlauf herrschen dann, wenn eine Infiltration vorliegt, weil in diesem Falle die Qualität des Grundwassers maßgebend vom Reinheitsgrad des Flußwassers abhängig ist. Die Infiltration von stark verschmutztem Flußwasser in den Grundwasserträger führt in solchen Fällen zu Sauerstoffzehrungen und im Gefolge davon gelegentlich zu den bekannten Eisen-Mangan-Kalamitäten in Wasserversorgungsnetzen. Wir erwähnen in diesem Zusammenhange nur die bekannten Fälle der Stauhaltungen Wettingen, Klingnau und Augst als Stellen, an denen durch Infiltration von verschmutztem Flußwasser das Grundwasser bis zur Unbrauchbarkeit verdorben wurde. Zusätzliche Schädigungen können eintreten, wenn durch stark gesteigerte Infiltrationen die Abfilterung der im Flußwasser enthaltenen Bakterien nicht mehr gewährleistet ist, und das in den betroffenen Pumpwerken entnommene Grundwasser auch in hygienisch-bakteriologischer Beziehung beeinträchtigt wird.

Infiltration von verunreinigtem Oberflächenwasser in den Grundwasserträger kann auch eine Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigung des gepumpten Wassers zur Folge haben, wie dies in manchen Strecken des Ober- und Mittelrheins festgestellt wurde. Massive Infiltrationsstellen sind aber auch sowohl aus dem Gebiete des Churer Rheintales, als auch im Rheingrund-

Abb. 9 Idyllische Uferpartie bei Ermatingen am Untersee (Photo Albert Steiner, St. Moritz)

wasserstrom auf der Strecke zwischen Dießenhofen und Basel bekannt. Verschiedene Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß es nicht möglich und daher auch nicht ratsam ist, aus vereinzelten Beobachtungen über Wasserspiegel und Grundwasserchemismus allzu weitreichende oder verallgemeinernde Schlüsse über Ausdehnung und Auswirkungen von Flußwasserinfiltrationen zu ziehen. Diese Ausführungen mögen zeigen, wie eng die Grundwasservorkommen am Rhein und damit auch die Trinkwasserversorgung mit den Bestrebungen zur Reinhaltung des Flußwassers verknüpft sind. Da die durch Infiltration von wenig oder gar nicht verschmutztem Rheinwasser gespiesenen Grundwässer wegen ihrer geringen Härte und der genügenden Sauerstoffsättigung für den Betrieb der Wasserversorgungen in besonderer Weise geeignet sind, gilt es, gerade die wertvollsten Grundwasservorkommen durch entschlossene Gewässerschutzmaßnahmen für die Zukunft zu erhalten.

Die Auswirkungen von Stauhaltungen am Rhein auf den Reinheitsgrad des Stromes

Die Aufstauung des Wassers hat eine Reihe grundlegender Veränderungen im Strom zur Folge, die sich auf die biologischen Verhältnisse und damit auch auf das Selbstreinigungsvermögens des Fließwassers auswirken: verlangsamte Strömung, größere Wassertiefe, erschwerte Durchlüftung des Wassers von der Luft her usw. Diese veränderten Verhältnisse haben eine tiefgreifende Veränderung auch der pflanzlichen und tierischen Organismenwelt des betreffenden Stromstriches zur Folge. Diese aber ist berufen, die Selbstreinigung in ihren verschiedenen Phasen durchzuführen. Zwar fehlen uns noch manche wissenschaftliche Grundlagen, um die durch den Stau veränderten Bedingungen in ihrer Wirkung auf die Lebewesen der Ufer, des Grundes und des offenen Wassers klar zu erkennen. Doch darf gewiß die allgemeine Auffassung gelten, daß im gestauten Wasser die Selbstreinigung gegenüber derjenigen im strömenden Fluß verlangsamt ist. Dies muß sich aber besonders verhängnisvoll auswirken, wenn ein mit Schmutzstoffen verhältnismäßig stark belastetes Fließwasser gestaut wird. Dann sammeln sich am Grunde und auf den Hängen im Stauraum die absetzbaren Stoffe, gehen, sobald der Sauerstoff unmittelbar über dem Grunde aufgebraucht ist, in faulende Gärung über und führen zu jenen viel diskutierten weiteren Mißständen, die wir beispielsweise aus dem Wettinger Stausee, aus dem Wohlensee, dem Stauraum von Verbois unterhalb Genf und vom Rheinstau bei Kembs her zur Genüge kennen. Ein solcher Stausee wirkt dann in analoger Weise wie eine Kläranlage, aus der aber das abgesetzte Material nicht oder nur periodisch und unvollständig weggeführt wird. Die Ausfaulung findet also im Stauraum selbst statt. Die angeführten Beispiele mögen genügen, um auch jene Bilder in Erinnerung zu rufen, die sich an der Wasseroberfläche eines solchen Stauraums und an seinen Ufern dem Beschauer darbieten, wie sie in der schweizerischen Landschaft nicht geduldet werden dürfen. Reicht der Stau überdies ins Gebiet einer Stadt hinein, wie dies beispielsweise in Basel der Fall ist, so hat diese Stadt alle nachteiligen Folgen zu tragen, die sich aus der Stauung eines mit Schmutzstoffen schwer belasteten Fließwassers ergeben. Unterhalb des Stauraumes freilich fließt ein Wasser ab, das einen Teil seiner Fracht an Verunreinigungen bereits abgesetzt hat und mit dem verbleibenden Rest umso leichter fertig wird.

Gewässerschutz an Bodensee und Rhein

Aus den dargestellten Verhältnissen geht klar hervor, daß Bodensee, Untersee und Rhein dringend des Schutzes gegen Verunreinigung bedürfen. Diese Ueberzeugung hat sich in neuerer Zeit in sehr weiten Kreisen aller Anliegerstaaten des Stromes Bahn gebrochen, und

es ist ein Vergnügen zu sehen, wie nicht nur die Reinhalteprobleme bei Behörden und Vertretern der Wirtschaft eingehend diskutiert werden, sondern wie der Bau von Klär- und Reinigungsanlagen ins dringliche Arbeitsprogramm von Städten, Dörfern, gewerblichen und industriellen Unternehmungen gesetzt und kraftvoll an die Hand genommen wird. Nachdem im Gebiete des schweizerisch-österreichisch-deutschen Rheins das mutige Beispiel, das die Stadt St. Gallen gab, als sie im Jahre 1916 eine modernen Anforderungen genügende mechanisch-biologische Abwasserreinigungsanlage in Betrieb nahm, wohl ein halbes Jahrhundert lang kaum beachtet wurde, hat nun in allerneuester Zeit die Stadt Lindau eine leistungsfähige, vorläufig mechanische Kläranlage fertig gestellt. Für sozusagen sämtliche Gemeinwesen am See liegen bereits generelle Kanalisationsprojekte vor, und in Amtsstuben und Planungsbüros diesseits und jenseits der Grenzen wird im Dienste des Gewässerschutzes eifrig gearbeitet. So dürfen wir hoffen, daß in rascher Folge am Bodensee und im Einzugsgebiet seiner Zuflüsse Abwasserreinigungsanlagen entstehen werden, die geeignet sind, die Reinhaltung des Sees zu gewährleisten.

Im deutschen Bergbau- und Industriegebiet, wo eine genügende Versorgung mit Trink- und Brauchwasser zur eigentlichen Existenzfrage geworden ist, sind früher als bei uns Gewässerschutzmaßnahmen in größtem Maßstabe durchgeführt worden. Dort sind im Gebiet der Emscher, Lippe, Niers und Ruhr Zweckverbände geschaffen worden, welche die Aufgabe der Gewässerreinhaltung übernommen haben und sie in vorbildlicher Weise betreuen. Aber auch in Frankreich, Luxemburg und Holland sind starke Kräfte am Werk, um der großen Aufgabe des Schutzes der Gewässer gerecht zu werden.

Durch uneigennützige Vereinigungen wie die «Vereinigung Deutscher Gewässerschutz» und die «Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz» ist das Volksgewissen aufgerüttelt worden; daß sich in neuerer Zeit auch die Wasserwirtschaftsverbände in die gemeinsame Front stellen, erfüllt jeden Freund sauberer Gewässer mit Genugtuung. Zusammen wollen wir weiterfahren, auf die Gefahren, die dem Wasser drohen, aufmerksam zu machen, und mithelfen, hüben und drüben einzustehen für die feste Ueberzeugung, daß es höchste Zeit ist, zu den Urgütern, die die Natur uns gegeben hat, Sorge zu tragen.

Mitteilungen aus den Verbänden

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Jahresbericht 1953

Soeben ist der aufschlußreiche Jahresbericht 1953 des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes erschienen. Im Abschnitt *Allgemeine Mitteilungen* gibt er Auskunft über wasserrechtliche Probleme, die im Berichtsjahre zur Diskussion standen, über die in Kraft gesetzten und in parlamentarischer Behandlung stehenden Änderungen der eidgenössischen und kantonalen Wasserrechtsgesetzgebung, über die meteorologischen und hydrologischen Verhältnisse, Wasserkraftnutzung und Elektrizitätswirtschaft, Flußkorrektionen und Wildbachverbauungen, Seeregulierungen, Binnenschiffahrt, Reinhaltung und Sanierung der Gewässer und Brennstoffverbrauch. Der Abschnitt *Mitteilungen des Verbandes* enthält Angaben über die Versammlungstätigkeit, Mitgliederbestand des Verbandes und seiner Gruppen, Finanzen, Verbandszeitschrift «Wasser- und Energiewirtschaft» und Sonderdruckverzeichnis, verbandseigene Publikationen, Vorträge, Exkursionen und einen knappen Auszug über die Tätigkeit verschiedener befreundeter Organisationen. Diese beiden Abschnitte sind in deutscher und französischer Sprache abgefaßt. Der dritte Abschnitt enthält zusammenfassende *Berichte der Verbandsgruppen* (Reußverband, Associazione Ticinese di Economia delle Acque, Verband Aare-Rheinwerke, Linth-Limmatverband, Rheinverband und Aargauischer Wasserwirtschaftsverband). Im *Anhang* sind Protokolle, Protokollauszüge, die Verbandsrechnung, sehr aufschlußreiche Tabellen über die 1953 in Betrieb genommenen, über die 1954 im Bau stehenden Wasserkraftanlagen und über die projektierten großen Kraftwerke enthalten. Dazu kommt noch ein Mitgliederverzeichnis des SWV (Stand Mai 1954) und die Zusammensetzung der Vorstände der Verbandsgruppen und befreundeter Organisationen, in denen der SWV vertreten ist. Den Abschluß bilden Tagesdiagramme der Ganglinien der Abflußmengen von Rhein, Rhone, Inn, Ticino und Doubs, sowie Graphiken über den Energievorrat in den Speicherseen der Werke der Allgemeinversorgung.

Der 141 Druckseiten umfassende Bericht kann von Nichtmitgliedern des SWV bei der Geschäftsstelle des SWV, St. Peterstraße 10, Zürich 1, zum Preise von Fr. 5.— bezogen werden.

Rheinverband

Gruppe des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes

Auszug aus dem Jahresbericht 1953

Im verflossenen Jahr war die Tätigkeit des Rheinverbandes etwas weniger intensiv als im Jahre 1952. Dies war unter anderem dadurch bedingt, daß der praktischen Verwirklichung unserer Ziele Widerstände entgegenstanden, die zu beheben nicht in unserer Macht lag. Bei großen Aufgaben spielt das Moment der Zeit eine nicht unwesentliche Rolle. Die Geduld zu haben, die Verwirklichung solcher Aufgaben zeitlich heranreifen zu lassen, ist gelegentlich besser als etwas unmittelbar zu erreichen versuchen.

Wir haben das vergangene Verbandsjahr benützt, um unsere nicht leichten Aufgaben weiterzufördern und abzuklären.

Im einzelnen ist dazu folgendes auszuführen:

1. Auch beim *Rhein* zeigt sich immer deutlicher, wie wichtig es ist, daß man alle Belange eines öffentlichen