

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 60 (1968)  
**Heft:** 4-5

**Artikel:** Der Stand des Gewässerschutzes in der Schweiz  
**Autor:** Baldinger, Friedrich  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921084>

#### 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:** 19.02.2026

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

# DER STAND DES GEWÄSSERSCHUTZES IN DER SCHWEIZ

Dipl. Ing. Friedrich Baldinger, Direktor des Eidg. Amtes für Gewässerschutz, Bern

DK 628.394 (494)

## 1. Was ist Gewässerschutz?

Wer den Auftrag hat, einlässlich über den Stand des Gewässerschutzes in der Schweiz zu berichten, darf nicht nur die Zahl der im Bau und Betrieb stehenden Abwasserreinigungsanlagen bekanntgeben; der Uneingeweihte wüsste ja nicht, ob diese Zahlen viel oder wenig bedeuten. Ein besseres Bild darüber, wo die Schweiz auf dem Gebiete des Gewässerschutzes steht, ergibt sich erst, wenn man sich für eine einigermassen überblickbare Zeitspanne ein notwendigerweise zu erreichendes Ziel setzt und das bis jetzt Vollbrachte mit dem noch zu Bewältigenden vergleicht.

Zuerst muss man sich aber darüber klar werden, was Gewässerschutz überhaupt bedeutet. Genau genommen ist er mengen- und gütemässig zu verstehen, etwa so wie ihn das aargauische Gesetz über die Nutzung und den Schutz der öffentlichen Gewässer vom 22. März 1954 in seinem § 1 umschreibt:

«Die Gewässer (gemeint sind die ober- und unterirdischen) sind wegen ihrer Wichtigkeit für die Wasserversorgung, die Fruchtbarkeit des Bodens und überhaupt den Wasserhaushalt so zu verwalten, dass sie der Allgemeinheit am besten dienen.»

Dieser Gesetzesparagraph will keineswegs nur konserverieren. Nach seinem Sinn und Geist dürfen die Gewässer — mit den Worten von Trüeb<sup>1</sup> — auch nicht einem «einseitigen Nützlichkeitsdenken und Gewinnstreben» geopfert werden. In der Forderung, die Gewässer so zu verwalten, dass sie der Allgemeinheit am besten dienen sowie in der Betonung der Bedeutung der Gewässer für die Wasserversorgung und den Wasserhaushalt überhaupt, kommt der Wille zum Ausdruck, die Wassermenge und die Wassergüte in die ordnenden Prinzipien einer wasserwirtschaftlichen Planung einzubeziehen. Der Gewässerschutz müsste demnach «sowohl den Schutz vor Verunreinigung als auch den Missbrauch der Gewässer, welcher zu empfindlichen Störungen im natürlichen Gleichgewicht des Wasserhaushalts führen könnte», umfassen. Trüeb fährt fort:

Während im Begriff «Wasserwirtschaft» die Nutzung des Wassers, insbesondere diejenige zum wirtschaftlichen Vorteil des Nutzers, im Vordergrund steht, ist der Inhalt des Begriffes «Wasserhaushalt» darüber hinaus auf die vorausschauende Planung aller Eingriffe in den natürlichen Haushalt des Wassers im Hinblick auf die Erhaltung des Gleichgewichts und die liebevolle Pflege eines der Menschheit zu treuhänderischer Verwaltung übergeebenen Schatzes der Natur gerichtet.

Der Gewässerschützer müsste auf allen behördlichen Stufen unseres föderalistischen Staatswesens das warnende Gewissen bei allen in den Wasserhaushalt eingreifenden Tätigkeiten sein. Seine die widerstrebenden Interessen abwägende Aufgabe hat er dementsprechend gewissenhaft und mit umfassender Sachkenntnis zu erfüllen. Es kann nicht der Sinn des Gewässerschutzes sein, zu allem nein zu sagen oder alles durch unangemessene Auflagen zu erschweren oder zu verunmöglichen. Zweck eines die Wassermenge und die Wassergüte umfassenden Gewässerschutzes muss die haushälterische Bewirtschaftung und die Pflege der ober- und unterirdischen Wasserschätze sein, die als Grundlage für eine gesunde Entwicklung von Bevölkerung und Wirtschaft aufzufassen ist.

<sup>1</sup> Trüeb: «Die Vorrangstellung des Trinkwassers in der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung» (Monatsbulletin Nr. 12/1966 des Schweiz. Vereins der Gas- und Wasserfachmänner).

Leider sind wir in der Schweiz von der Anwendung eines so umfassend verstandenen Gewässerschutzes noch ziemlich weit entfernt. Das mag zum Teil damit zusammenhängen, dass die, gesamtschweizerisch gesehen, reichlichen Niederschläge zu einer gewissen Sorglosigkeit in der Hege und Pflege der Wasservorkommen geführt haben.

Auf Bundesebene wurde im Laufe der Jahrzehnte jeweils nur gerade diejenige Sparte der Wasserwirtschaft verfassungsmässig und gesetzlich geregelt, die vordringlich schien. So betrifft Artikel 24 die Wasserbaupolizei (Hochwasserschutz), Artikel 24bis die Nutzung der Wasserkräfte und Artikel 24quater den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung. Artikel 24ter erklärt die Gesetzgebung über die Schiffahrt als Bundessache. Dagegen fehlt dem Bund auch heute noch die Aufsichts- und Koordinationskompetenz im Hinblick auf eine sinnvolle Verteilung der Wasservorräte, vor allem für die Sicherung der Versorgung von Bevölkerung und Wirtschaft mit genügend gutem Wasser. Dabei sind doch heute schon eine ganze Reihe von Beispielen bekannt, in denen nicht einmal der Kanton, geschweige die einzelne Gemeinde oder die Region, zu gewährleisten vermag, dass die voraussehbaren Bedürfnisse an Trink- und Brauchwasser gedeckt werden können.

Nachdem die grossräumigen Entwässerungen in der Schweiz mit der zweiten Juragewässerkorrektion und mit der geplanten Melioration der aargauischen Reussebene ihren Abschluss finden dürften, die Nutzung neuer Wasserkräfte in der schweizerischen Energieversorgung dem Ende entgegen geht und über den Zeitpunkt des Aufkommens der Flussschiffahrt heute nichts Verlässliches gesagt werden kann, kommt dem Schutz der Gewässer vor Verunreinigung und der sinnvollen Verteilung guten Wassers zu Trink- und Brauchzwecken Vorrang zu. Diese Erwägungen bilden denn auch den tieferen Sinn der Motion von Ständerat Dr. Willi Rohner vom 23. Juni 1965. Sie beauftragt den Bundesrat, im Sinne der Erweiterung der Befugnisse des Bundes auf dem Gebiete der Wasserwirtschaft und einer einheitlicheren Ordnung des Wasserrechts, eine Ergänzung der Bundesverfassung vorzubereiten. Entsprechende verfassungsrechtliche Studien und Vorarbeiten sind innerhalb der Bundesverwaltung im Gange. Sie können aber nicht eher durch Vorschläge an die interessierten Kreise und zuständigen Behörden abgeschlossen werden, als nicht klare Konzepte der Wasserwirtschafter, Gewässerschützer und Wasserbauer über die künftige Nutzung und Pflege der Wasservorräte vorliegen. Unmittelbaren Anlass zu solchen Ueberlegungen geben zur Zeit folgende Arbeiten:

Eine interdepartementale Fachkommission bemüht sich um die Frage der Wasserversorgung in Kriegszeiten und Katastrophenfällen. Sie hat sich die sachkundige Beratung von Wissenschaftlern gesichert und wird auch der Unterstützung der für die Wasserversorgung zuständigen kantonalen Behörden bedürfen.

Gestützt auf die Bundesgesetzgebung über Massnahmen zur Förderung des Wohnungsbauens ist das Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung an der ETH mit der Erarbeitung von schweizerischen Siedlungskonzepten mit Leitbildern beauftragt. Für ein Leitbild der optimalen Besiedlung unseres Landes spielt das Teilleitbild der Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung) eine wichtige Rolle. Seine Bearbeitung obliegt Fachleuten

des Gewässerschutzes aus Bund, Kantonen und Gemeinden sowie von Hochschulinstituten. Das Ergebnis dieser Studien wird auch eine wichtige Grundlage für künftige einlässlichere Arbeiten des mengen- und gütemässigen Schutzes der Gewässer auf allen Stufen sein.

Dazu bedarf es neben den Wissenschaftern auf dem breiten Gebiet der Gewässerkunde der gut ausgebauten behördlichen Fachstellen im Bund, bei den Kantonen und in grossen Gemeinden. In dieser Beziehung ist es leider noch nicht in allen Landesteilen zum besten bestellt. Wohl haben alle Kantone nach Artikel 3 der Vollziehungsverordnung zum eidgenössischen Gewässerschutzgesetz eine Gewässerschutzfachstelle zu bezeichnen. Entsprechend dem Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung haben sich diese Fachstellen nur mit der qualitativen Seite des Gewässerschutzes zu befassen. In den wenigsten Kantonen ist die Verwaltung so organisiert, dass sie eine umfassende wasserwirtschaftliche Planung, vor allem einen mengen- und gütemässigen Gewässerschutz gewährleistet. Wenn die Gewässerschutzfachstelle nicht derjenigen Regierungsdirektion untersteht, welche die Planungsaufgaben betreut, die Gewässer korrigiert, über die Gewässernutzung (Kraftnutzung, Schiffahrt, Wasserentnahmen aus ober- und unterirdischen Gewässern) befindet, sowie durch Strassenbauten, Meliorationen u.a.m. in den Wasseraushalt eingreift, so besteht aus mancherlei Gründen die Gefahr, dass die Gewässerschutzfachstelle zu spät oder überhaupt nicht zum Zuge kommt. Mehr als bedauerlich ist es, wenn ihr Aufgabenbereich auf die Abwasserbeseitigung und die Behandlung der Oeltankprojekte beschränkt wird. Dabei ergeben sich doch oft schwerwiegende Gewässerschutzprobleme im Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung und den konventionell- und nuklearthermischen Kraftwerken, insbesondere ihren Kühlwasserableitungen, mit Gewässerkorrekturen und Strassenbauten, mit Meliorationen, mit Öl- und zum Teil auch Gasfernleitungen, mit der Kiesausbeutung und dem Wiedereinfüllen der verbleibenden Gruben sowie manchem anderem. Bei allen Orts- und Regionalplanungen sowie bei der Bearbeitung von Siedlungsleitbildern dürfte der Gewässerschützer keinesfalls übergangen werden. Seine Aufgabe ist es, mitzubestimmen, welche Gebiete sich als Wohn- und Industriezonen eignen. Er muss auch diejenigen Schutzgebiete bezeichnen, die im Hinblick auf die künftige Wasserversorgung von Ueberbauungen, Tankanlagen, Oelpipelines, Kiesgruben usw. freigehalten werden müssen. Dabei kann es sich um Grundwas-

serschutzzonen (Anreicherungs- und Fassungsgebiete) handeln sowie auch um See- und Flussuferpartien, die sich für Wasserfassungen eignen.

Die vielfältige Struktur unseres Landes schliesst begreiflicherweise eine in allen Ständen gleiche Verwaltungsorganisation aus. Die den Kantonen zustehende Gewässerhoheit müsste aber doch dazu verpflichten, dass der Gewässerschutz — mengen- und gütemässig verstanden — rechtlich und administrativ wirklich sichergestellt ist. In unserem föderalistischen Staatswesen werden dem Bund auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft wohl immer nur die Aufgaben der Lehre, Forschung, Beratung, Aufsicht, Koordination und finanziellen Förderung übertragen sein. Den Kantonen steht das weite Gebiet des Vollzuges zu. Es muss deshalb nachdrücklich unterstrichen werden, dass an die Wasserwirtschaftsamter im allgemeinen und die Gewässerschutzfachstellen im besonderen hohe fachliche Anforderungen gestellt werden. Ihre Vorsteher und Mitarbeiter müssen nicht nur erfahrene Wasserwirkschafter und Gewässerschutzfachleute sein, sondern ebenso sehr mit orts-, regional- und landesplanerischen Aufgaben vertraut sein. Dabei ergeben sich in ihrem Tätigkeitsbereich nicht nur technische Aufgaben, sondern sehr häufig auch solche naturwissenschaftlicher Art. Die Zusammenarbeit mit Grundwasserhydrologen, Chemikern und Hydrobiologen ist unerlässlich. Es ist deshalb sehr anzuerkennen, wenn in den kantonalen chemischen Laboratorien neben den Lebensmittelchemikern auch Gewässerschutzfachleute naturwissenschaftlicher Richtung angestellt werden oder wenn den zuständigen technischen Amtsstellen entsprechende Gewässerschutzbüroren angegliedert werden. Es ist auch denkbar, dass kleinere benachbarte Kantone solche Laboratorien gemeinschaftlich einrichten. Es ist sehr unpopulär im jetzigen Moment, dem Ausbau von Verwaltungsabteilungen das Wort zu reden. Wenn man aber bedenkt, dass die gesamten finanziellen Aufwendungen für den Gewässerschutz in der gleichen Gröszenordnung liegen wie für den Nationalstrassenbau, so ist nicht einzusehen, weshalb die Gewässerschutzfachstellen nicht gleich gut ausgebaut sein sollen wie andere technische Ämter. Entweder ist die immer wiederholte Beteuerung, der Gewässerschutz sei eine nationale Aufgabe erster Ordnung ein blosses Lippenbekenntnis oder es gelingt, von den zuständigen Behörden die nötigen Mittel zu erlangen, um die Fachleute technischer und naturwissenschaftlicher Richtung auszubilden und in den Verwaltungen gehörig anzustellen.

## 2. Gewässerkundliche Untersuchungen

Wenn man die ober- und unterirdischen Gewässer im Sinne der eingangs geschilderten Erwägungen «zum Wohle der Allgemeinheit» verwalten will, muss man sie nach Menge und Güte kennen. In der Erkundung der schweizerischen Gewässer wird zweifellos manches getan, vieles bleibt in dieser Hinsicht aber noch vorzukehren, vor allem zu koordinieren und zu vereinheitlichen.

### 2.1 QUANTITATIVE UNTERSUCHUNGEN

Im ewigen Kreislauf des Wassers von und zu den Meeren verdanken wir den Niederschlägen die Oberflächengewässer sowie das Grundwasser und die Quellen. Um die in den verschiedenen Landesteilen und in den einzelnen Jahren wechselnden Niederschlagsverhältnisse zu kennen, unterhält die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt in Zürich seit Jahrzehnten gegen 350 Regenmessstationen, deren Messergebnisse ausgewertet und alljährlich publiziert werden. Vor allem für die Kanalisationstechnik wäre aber ein dichteres Netz von Regenschreibern nötig.

Für den Hochwasserschutz sind die höchsten Abflussmengen der Bäche und Flüsse, für die Wasserkraftnutzung eher die mittleren und für den Gewässerschutz vornehmlich die minimalen Werte von Interesse. Zu diesem Zweck unterhalten der Hydrographische Dienst des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft und etliche Kantone sogenannte hydrometrische Stationen, deren Messergebnisse jedes Jahr veröffentlicht werden.

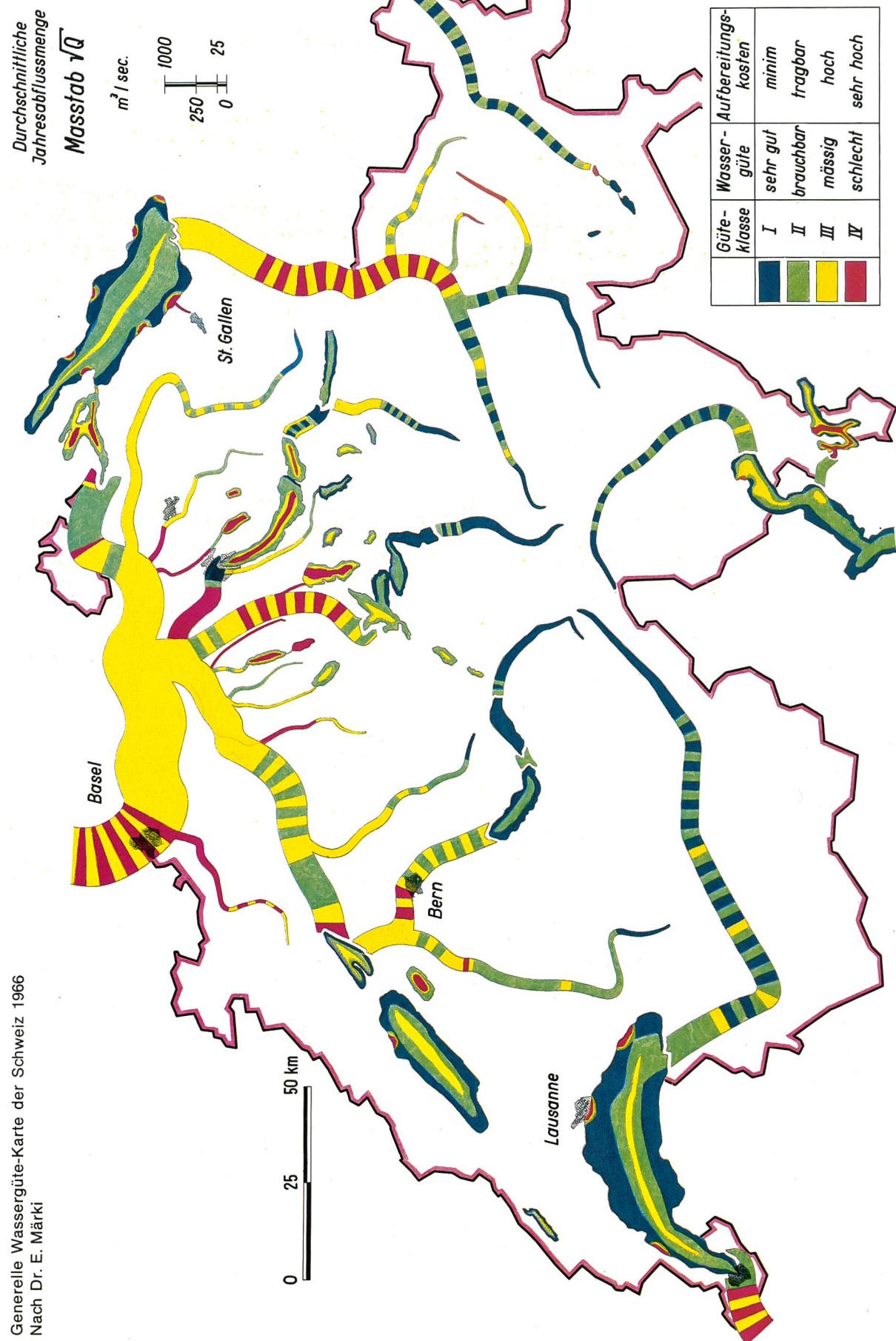
Den Grundwasservorkommen kommt für die Wasserversorgung in den meisten Landesteilen der Schweiz eine ausschlaggebende Rolle zu. Die Kenntnis ihrer Ergiebigkeit wäre von entscheidender Bedeutung. Sie lässt sich aber nicht wie die Wasserführung der Flüsse und Bäche verhältnismässig einfach messen; auf Grund ungezählter Bohrergebnisse, Pumpversuche, Gefälls- und Geschwindigkeitsmessungen, mit hydrologischen Berechnungen lässt sich die sogenannte Grundwasserhöufigkeit abschätzen.

Aus einer Vielzahl lokaler Untersuchungen und vorhandener Grundwasserkarten wurde von PD Dr. Hch. Jäckli,



Bucht Romanshorn bis Luxburg mit den Zuflüssen Salmsacheraach (oben) und Luxburgeraach (unten). Die stark verunreinigte Uferzone ist fast ausschliesslich vom kammförmigen Laichkraut (*potamogetum tectinatus*) bewachsen (dunkelgrün), das im Bereiche der Seeoberfläche zunehmend von verschiedenen Algen überwachsen wird (gelbgrüne Algenteppiche).  
Luftaufnahme der Eidg. Landestopographie

Generelle Wassergüte-Karte der Schweiz 1966  
Nach Dr. E. Märki



Geologe, in Zürich, die im Atlas der Schweiz publizierte Hydrogeologische Karte 1:500 000 bearbeitet, die unter anderem erstmals die im ganzen Lande bekannten Grundwasservorkommen zeigt. Etliche Kantone verfügen zum Teil schon seit Jahren über Grundwasserkarten im Massstab 1:100 000, die allerdings unterschiedlich bearbeitet sind. Ueber die modernste Kartierung der Grundwasservorkommen im Massstab 1:25 000 verfügt zur Zeit wohl der Kanton Aargau. Sie beschränkt sich nicht, wie es bisher üblich war, nur auf die Darstellung der mutmasslichen Ausbreitung der wassererfüllten Kies-Sande in den Talsohlen und der hochgelegenen Schotterflächen. Innerhalb der äussern Begrenzung der durchlässigen Schotter (Grundwasserschutzgebiete) wird unterschieden zwischen solchen in den Talsohlen mit geringer, mittelgrosser und grosser Ergiebigkeit sowie Schottern ausserhalb der Talsohlen, die als Quellbildner zu schützen sind. Es wird ferner angegeben, ob der Grundwasserleiter bedeckt, ob der Talfuss als Vorfluter für das Grundwasser wirkt oder ob der Fluss ins Grundwasser infiltriert. Die Grundwasserfassungen sind mit der bewilligten Entnahmemenge und der Gesamttiefe verzeichnet. Bei den Quellen ist erwähnt, ob sie gefasst oder nicht gefasst sind. Für die künstliche Grundwasseranreicherung in Frage kommende Gebiete sind ebenfalls dargestellt. Die Angabe der wichtigen Sondierbohrungen mit der erreichten Tiefe ist in verschiedener Hinsicht von Interesse. In dieser Karte wird erstmals der Versuch unternommen, die Grundwasservorkommen nicht nur nach ihrer flächenmässigen Ausdehnung, sondern auch bezüglich der Mächtigkeit und Ergiebigkeit zu charakterisieren. Es wäre sehr wünschenswert, wenn es gelänge, zu einer in der ganzen Schweiz mehr oder weniger einheitlichen Untersuchung und Kartierung der Grundwassergebiete zu gelangen. Eine Gelegenheit dazu böte sich in Zusammenarbeit mit namhaften Hydrologen bei den ganzen Talabschnitten umfassenden Grundwasseruntersuchungen, die, soweit sie den Schutz vor Verunreinigung betreffen, vom Bund finanziell unterstützt werden können.

An zahlreichen Orten der Schweiz werden aus den verschiedensten Gründen während einiger Jahre regelmässig Grundwasserstandsmessungen durchgeführt, die nach Erfüllen des besonderen Auftrages meistens wieder abgebrochen werden. Für das Erfassen langfristiger Grundwasserspiegelbewegungen und zur Abklärung ihrer mannigfaltigen Ursachen, wäre es unerlässlich, dass die bereits erwähnte, bis jetzt auf die oberirdischen Fliessgewässer beschränkte Hydrographie auch auf das Grundwasser ausgedehnt würde. In den wichtigeren Vorkommen wären an sorgfältig ausgewählten Stellen regelmässig Grundwasserspiegelmessungen durchzuführen und auszuwerten.

## 2.2 QUALITATIVE UNTERSUCHUNGEN

Ebenso wichtig wie die Kenntnis der verfügbaren Mengen sind die Aufschlüsse über die qualitativen Eigenschaften der ober- und unterirdischen Gewässer. In den letzten 15 Jahren erfolgten durch die erfreuliche Zusammenarbeit der jeweils interessierten Kantone und mit Unterstützung der Gewässerschutzfachstellen des Bundes umfangreiche, über 24 Stunden dauernde physikalisch-chemische, zum Teil auch biologische und bakteriologische Flusswasseruntersuchungen, so zum Beispiel

- an der Aare zwischen dem Bielersee und der Mündung in den Rhein;
- am Hochrhein von Stein a. Rhein bis zur Landesgrenze;
- an der Birs in den Kantonen Bern, Solothurn, Basel-Land und Basel-Stadt;
- an der Reuss vom Vierwaldstättersee bis zur Mündung

in die Aare;

- an der Linth und an der Limmat vom Quellgebiet bis zur Mündung in die Aare;
- am Alpenrhein vom Quellgebiet bis zum Bodensee.

Es darf auf die entsprechenden Publikationen in der «Wasser- und Energiewirtschaft» hingewiesen werden. Solche aufwendigen Untersuchungen können nicht kurzfristig wiederholt werden, dürften aber dann wieder angezeigt sein, wenn ganze Flussstrecken abwassertechnisch als saniert gelten können. Dr. E. Märki, Vorsteher des aargauischen Gewässerschutzes, hat 1966 den Versuch unternommen, eine generelle Wassergütekarte der Schweiz zu zeichnen. Er legte ihr die Untersuchungsbefunde über den biochemischen Sauerstoffbedarf (BSBs) und den Ammoniakstickstoff aus den oben genannten und zahlreichen weiteren lokalen Gewässeruntersuchungen zugrunde. Leider fehlt es überall an den nötigen Fachleuten, um diese Kartierung auf Grund weiterer Kriterien und in grösserem Massstab zu verfeinern.

Die aus den verschiedensten Gründen immer wieder nötig werdenden periodischen Untersuchungen an längeren oder kürzeren Gewässerstrecken werden künftig durch kontinuierliche Messungen in ausgewählten Flussquerschnitten zu ergänzen sein. Dafür kommen physikalische und chemische Daten registrierende Apparate und selbsttätige Probenahmeeinrichtungen in Frage.

Zahlreiche Schweizerseen werden zum Teil seit vielen Jahren systematisch physikalisch, chemisch, biologisch und bakteriologisch untersucht, um qualitative Veränderungen zum Guten wie zum Schlechten zu erkennen. Aus diesen mannigfaltigen Untersuchungen, auf die in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden kann, seien nur ein paar neuere und besonders geartete Abklärungen herausgegriffen.

- Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee hat im Juli des Jahres 1967 durch die Schweizerische Landestopographie über den ganzen Ufersaum lückenlos farbige Luftaufnahmen ausführen lassen, die eine genaue Kartierung des Pflanzenwuchses im Litoral ermöglichen.
- Die Commission internationale pour la protection des eaux du lac Léman beabsichtigt, im Rahmen ihrer systematischen Seeuntersuchungen auch die Unterwasserströmungen abzuklären.
- Am Wilersee im Kanton Zug und am Mauensee im Kanton Luzern laufen chemische Untersuchungen über die qualitativen Veränderungen des Seewassers als Folge der Ableitung des sauerstofffreien und mit Fäulnisprodukten angereicherten Tiefenwassers. Obwohl es sich um zwei ganz kleine Seen handelt, darf man auf das Ergebnis gespannt sein, das wohl als Ergänzung zu den Erkenntnissen über die künstliche Belüftung des Pfäffikersees, des Inkwilseres und des lac de Brét zu werten wäre.

Auch die Grundwasservorkommen, vor allem die ertragreichen, die für bedeutende Wasserfassungen und die künstliche Anreicherung mit aufbereitetem Flusswasser in Frage kommen, sollten einer regelmässigen physikalischen und chemischen Untersuchung unterzogen werden. Die Resultate liessen sich bei den ausgedehnten Grundwasserfeldern zu Wassergütekarten verarbeiten. Wohl werden zum Beispiel im Zusammenhang mit Kraftwerkbauten oder im Hinblick auf grössere Grundwasserwerke während einiger Jahre mehr oder weniger ausgedehnte Grundwasservorkommen in Bezug auf ihre Qualität unter Kontrolle gehalten. Meistens werden die Untersuchungen aber nach Abschluss des ursprünglichen Programms wieder abgebrochen.

Die meisten amtlichen chemischen Laboratorien und die Gewässerschutzbüros wären heute personell gar nicht in der Lage, über ihre herkömmlichen Arbeiten hinaus die wichtigen ober- und unterirdischen Wasservorkommen im Hinblick auf den Gewässerschutz und die Wasserversorgung unter einer andauernden systematischen Qualitätskontrolle zu halten. Ein erfreulicher Fortschritt ist wenigstens damit

getan, dass demnächst von einer eidgenössischen Expertenkommission ausgearbeitete einheitliche Richtlinien für die Probenahme und die Normung der Wasseruntersuchungsmethoden bekannt gegeben werden können. Sie sind als Anhang einer künftigen verbindlichen Gewässerreinhalteordnung gedacht.

### 3. Was ist das Ziel aller Gewässerschutzmassnahmen?

Nach den beiden ersten Artikeln des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung sind alle Gewässer mit Einschluss des Grundwassers und der Quellen durch entsprechende Massnahmen gegen die Verunreinigung oder andere schädliche Beeinträchtigung so zu schützen, dass folgendes gewährleistet ist:

- die Gesundheit von Mensch und Tier
- die direkte Verwendung von Grund- und Quellwasser als Trinkwasser
- die Aufbereitungsmöglichkeit von Wasser aus oberirdischen Gewässern zu Trink- und Brauchwasser
- die Benützung zu Badezwecken
- die Erhaltung von Fischgewässern
- der Schutz baulicher Anlagen vor Schädigung
- der Schutz des Landschaftsbildes gegen Beeinträchtigung

Dabei soll insbesondere der Reinigungsgrad der abzuleitenden Abwässer vorgeschrieben werden. Bei den zu ergrifffenen Massnahmen ist auf die technischen Möglichkeiten, das Selbstreinigungsvermögen der Gewässer und die Filterfähigkeit des Bodens Rücksicht zu nehmen. Dagegen ist die entstehende wirtschaftliche und finanzielle Belastung dann nicht zu beachten, wenn es sich um die Sicherstellung gesunden Trink- und Brauchwassers handelt. Im Bestreben, die Anforderungen an den Reinigungsgrad abzuleitender Abwässer zu konkretisieren und zu vereinheitlichen, hat das Eidg. Departement des Innern am 1. September 1966 die «Richtlinien über die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer» in einer vorläufigen Fassung herausgegeben. Die darin mit physikalischen, chemischen und biologischen Kennzahlen angegebenen Grenzwerte sind verhältnismässig streng, mit den heute bekannten Mitteln der Technik im allgemeinen aber durchaus erreichbar. Es ist keineswegs so, wie es auch schon zum Ausdruck gebracht wurde, dass diese Richtlinien als langfristige Zielsetzung gedacht seien, da bei ihrer sofortigen Anwendung die meisten industriellen Betriebe stillgelegt werden müssten. Eine solche Auslegung der Richtlinien wird den gesetzlichen Bestimmungen nicht gerecht. Diese Richtlinien können kein neues Recht schaffen. Für neue Abwasserleitungen gelten die Bestimmungen des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung (GSchG) und der kantonalen Vollzugserlasse von allem Anfang an und in voller Strenge. Bekanntlich haben die Kantone unter der Aufsicht des Bundes künftige Verunreinigungen zu verhindern und bestehende Missstände

zu beseitigen (Art. 6 GSchG). Dabei haben sie die dazu notwendigen Massnahmen im Einzelfall nach den oben genannten Kriterien des Artikels 2 (Absätze 1 und 2) des eidgenössischen Gewässerschutzgesetzes festzulegen. Die genannten Richtlinien sollen das erleichtern und eine Vereinheitlichung der Anforderungen für das ganze Gebiet der Schweiz ermöglichen. Was nun bestehende Abwasserleitungen betrifft, so haben die Kantone nach Artikel 3, Absatz 3, die Möglichkeit, die Durchführung der notwendigen Massnahmen schrittweise anzurufen und angemessene Fristen zu setzen. Nachdem das eidgenössische Gewässerschutzgesetz seit mehr als elf Jahren in Kraft steht, ist es nachgerade an der Zeit, dass die schrittweise Sanierung der Abwasserverhältnisse beschleunigt an die Hand genommen wird und die in den Richtlinien vom 1. September 1966 umschriebenen Anforderungen nicht einfach als «frommer Wunsch» angesehen werden. Dazu kommt noch, dass jeder Abwasserlieferant grundsätzlich von sich aus, das heißt ohne spezielle Aufforderung durch den Kanton, den gesetzmässigen Zustand herstellen muss, allermindestens so weit, als er es ohne Zusammenwirken mit der Gemeinde tun kann.

Die Richtwerte über die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer können nur mit der mechanisch-vollbiologischen Abwasserreinigung eingehalten werden, die gegebenenfalls durch eine chemische Abwasserbehandlung zu ergänzen ist. Darüber hinaus sind die Ortsentwässerungen nach den Regeln der Kanalisationstechnik anzulegen, und die Frage nach einer gemeindeeigenen oder regionalen Sammelkläranlage ist in erster Linie nach gewässerschützerischen Gesichtspunkten zu entscheiden. Die damit zusammenhängenden planerischen, kanalisations- und reinigungstechnischen Grundsätze sind in den vom Eidg. Departement des Innern am 1. Mai 1967 erlassenen «Richtlinien über die technische Gestaltung und Bemessung von Abwasseranlagen» in knapper Form festgehalten. Nach zwei bis drei Jahren praktischer Erprobung sollen die genannten beiden Richtlinien zu einer verbindlichen Gewässerreinhalteordnung verbunden werden, der, wie bereits erwähnt, die Richtlinien über die Probenahme und die Normung der Wasseruntersuchungsmethoden als Anhang beigegeben werden sollen.

Auf diesen Grundlagen darf beispielsweise für Fließgewässer ein Reinheitsgrad erwartet werden, der nach dem international gültigen Saprobiensystem mit  $\beta$ -mesosaprob bezeichnet wird. Das entspricht innerhalb der vier Hauptklassen der zweitbesten Gütekasse.

### 4. Der bauliche Gewässerschutz

#### 4.1 ABWASSERBESEITIGUNG

##### a) Grundsätzliche Fragen

Unter dem Druck der gegenwärtigen Geldverknappung werden mancherlei Vorschläge gemacht, wie die Abwassersanierungen besser, rascher und vor allem billiger durchgeführt werden könnten. Soweit sie nicht zum vornherein als nicht verantwortbar oder undurchführbar abgelehnt werden müssen, sind sie sorgfältig zu erwägen. Es ist nur darauf

Bedacht zu nehmen, dass wegen der momentanen finanziellen Schwierigkeiten keine Entschlüsse gefasst werden, die sich früher oder später als technischer oder hygienischer Rückschritt und die eingesetzten Mittel als Fehlinvestitionen erweisen.

Den oberirdischen Gewässern, das heißt den Seen, Flüssen und Bächen, droht von der Zuleitung ungereinigter Abwässer aus Haushaltungen, Gewerbe und Industrien zwei-

fellos die grösste Gefahr der Verunreinigung. Sie überträgt sich in den sogenannten Infiltrationszonen erwiesenermassen von den Fliessgewässern auch auf das Grundwasser und die Quellen. Diese Gefahr kann nur durch die vollbiologische Abwasserbehandlung in Sammelreinigungsanlagen ganzer Gemeinden und Gemeindegruppen gebannt werden. Sie allein ermöglichen einen andauernd hohen Reinigungsgrad, weil sie die immer wieder wechselnde Menge und Zusammensetzung des Abwassers auszugleichen vermögen. Sogenannte Einzel- oder Hauskläranlagen sind innerhalb des Baugebietes, vor allem an kleineren Fliessgewässern und Seen zur Vermeidung allzu unhygienischer Verhältnisse bis zur Inbetriebnahme der Sammelkläranlage nötig. Aber sie stellen eben doch nur Not- und Uebergangslösungen dar. Eine Abwassersanierung ist mit ihnen nicht zu erreichen. Biologische Kleinkläranlagen, wie sie heute häufig propagiert werden, sind für orts- oder zweckgebundene Bauten weit ausserhalb der Bauzonen, wie Ausflugs- und Berggaststätten, Heime, Campingplätze, Militäranlagen und dergleichen, angebracht, gelegentlich auch für Weiler oder Wohnquartiere, die noch geraume Zeit nicht an Sammelreinigungsanlagen angeschlossen werden können.

Gewerbliches und industrielles Abwasser, vor allem solches organischer Art, ist grundsätzlich mit dem häuslichen Abwasser zu mischen und in zentralen Kläranlagen mitzubehandeln. Dabei ist Fabrikabwasser, so weit nötig, durch Neutralisieren, Entgiften, Entölen oder dergleichen vorzubehandeln, damit es weder die Kanalisationen und Sammelkläranlagen zerstört, noch die sich in diesen

abspielenden biologischen Vorgänge hemmt oder ganz zum Erliegen bringt. Die lapidare Feststellung, die Industrie solle ihr Abwasser selbst reinigen, führt erwiesenermassen aus verschiedenen Gründen im allgemeinen nicht zum Ziel. Die Fabriken mit einem vorwiegend anorganischen Abwasser oder einem im Verhältnis zum kommunalen Abwasser weit überwiegenden Industrieanteil, die eine vollständige betriebseigene Abwasserbehandlung vornehmen müssen, sind in der Schweiz nicht sehr zahlreich.

Mechanisch-biologische Abwasserreinigungsanlagen liefern einen klaren, nicht mehr fäulnisfähigen Abfluss, vermögen aber die im Abwasser gelösten Düngesalze, wie Stickstoff- und Phosphorverbindungen, nur ungenügend zu eliminieren. Das wirkt sich zusammen mit den vom landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet abgeschwemmten Düngestoffen, weniger für die Fliessgewässer als für die Seen, nachteilig aus. Das ist der Grund, weshalb das Eidg. Departement des Innern in einem Kreisschreiben vom 19. Juni 1967 den zuständigen kantonalen Behörden dringend empfohlen hat, im direkten Einzugsgebiet von Seen und bei grösseren Agglomerationen im Hinterland, die sogenannte dritte Reinigungsstufe als Phosphatfällung vorzuschreiben. Das soll vor allem überall da geschehen, wo es aus gewichtigen Gründen nicht möglich ist, Seen Abwasser mittels sogenannter Ring- oder Gabelleitungen überhaupt fernzuhalten.

Das vorläufig auf freiwilliger Basis befriedigend gelöste Detergentienproblem bedarf im Rahmen der in Vorbereitung stehenden Revision des eidg. Gewässerschutzgesetzes der verbindlichen rechtlichen Regelung.

Kläranlage Uster (Kanton Zürich), eine der ersten Anlagen, welche die dritte Reinigungsstufe einführte. Erste Betriebsaufnahme 1956 mit mechanisch-biologischer Reinigung, seit 1960 Phosphatfällung nach dem Simultanverfahren. Flugbild Nov. 1963 Baudirektion Kanton Zürich



Allen, die Abwasserreinigungsanlagen betreiben, stellt sich die Aufgabe, den Klärschlamm mit erträglichen Kosten zu verwerten oder schadlos zu beseitigen. In jedem einzelnen Fall muss zuerst darüber entschieden werden, ob technische Verfahren wie das Eindicken, Entwässern oder Trocknen des Schlammes im Hinblick auf seine Ablagerung, Kompostierung oder Verbrennung — mit oder ohne Kehricht —, notwendig sind oder ob die Verwertung in der Landwirtschaft in Frage kommt. Städte und grosse Industriegebiete werden unter den zuerst genannten Verfahren das für sie Zweckmässige wählen, wenn die erforderliche landwirtschaftliche Verwertungsfläche in angemessener Distanz tatsächlich fehlt oder die Zusammensetzung des Schlammes infolge schädlicher Industriebeimengungen eine Abgabe an die Landwirtschaft erschwert oder gar ausschliesst. Von den zahlreichen auf den Markt gebrachten technischen Verfahren kann keines für sich in Anspruch nehmen, das für schweizerische Verhältnisse beste und billigste zu sein. An etlichen Orten laufen mit Unterstützung des Bundes und einzelner Kantone Versuche im grossen Massstab über die künstliche Behandlung und Beseitigung des Klärschlammes. Die Ergebnisse werden zu gegebener Zeit bekannt gegeben werden. Im übrigen bietet sich aber an vielen Orten die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung nach wie vor als billigste und einfachste Beseitigungsart an. Es liegt auf der Hand, dass dabei auch berechtigte Forderungen der Human- und Veterinärhygiene zu beachten sind. Ob und wann sich die Pasteurisierung von Klärschlamm aufdrängt, ist zur Zeit Gegenstand sorgfältiger Überlegungen einer Arbeitsgruppe von Gewässerschutz- und Landwirtschaftsfachleuten sowie Veterinärhygienikern.

Die eben erwähnten Grundsätze der Abwasserbeseitigungstechnik sind auf der ganzen Welt anerkannt und dürfen, wenn die Gewässer wieder sauber werden sollen, auch dann nicht missachtet werden, wenn sie verhältnismässig hohe Kosten verursachen. Die Geldverknappung zwingt aber, sorgfältiger und gelegentlich auch etwas bescheidener zu planen. In der Beschränkung des Baugebietes auf Grund vernünftiger Orts- und Regionalplanungen sowie in der realistisch beurteilten demographischen Entwicklung, mit entsprechendem Wasserverbrauch und Abwasseranfall, lassen sich ins Gewicht fallende Einsparungen für ganze Abwassersanierungen erzielen. Die freie Konkurrenz muss spielen. Echte Einsparungsmöglichkeiten durch einfachere, genormte und zum Teil vorfabrizierte Konstruktionen sind zu beachten. Die Erfahrung lehrt, dass diese Sanierungs-technik geeignet ist, den Zustand von Fließgewässern in ganz kurzer Zeit entscheidend zu verbessern und an den Seeufern hygienisch und ästhetisch einwandfreie Verhältnisse zu schaffen. Schwieriger ist eine Prognose, in welcher Zeit und welchem Umfang die Gesundung eines eutrophierten (überdüngten) Sees als Ganzes auf Grund der durchgeföhrten Abwassersanierungen eintreten wird.

#### b) Stand der Abwasserreinigung

Die neueste Erhebung bei den Kantonen gibt den Stand der Abwasserreinigung am 1. Januar 1968 wieder. Dabei wird unterschieden zwischen Kläranlagen, die im Betrieb stehen, Anlagen, die sich im Bau befinden und baureifen Projekten. Als baureif gelten nur jene Projekte, die durch die zuständigen Behörden der Gemeinde und des Kantons genehmigt und für deren Ausführung die nötigen Kredite bewilligt wurden.

Die Ergebnisse der Erhebung sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Daraus geht hervor, dass zu Beginn dieses Jahres in der Schweiz 241 Abwasserreinigungsanlagen in Betrieb standen, an die rund 2 762 000 Ein-

wohner und hydraulische Einwohnergleichwerte der Industrie aus 322 Gemeinden angeschlossen werden können und für deren Bau rund 383 Millionen Franken verausgabt wurden. Der Vergleich mit dem Vorjahr ergibt, dass 33 Kläranlagen für 60 Gemeinden und etwa 900 000 Einwohner und Industriegleichwerte neu in Betrieb genommen werden konnten. Dieses erfreuliche Resultat strafft diejenigen Lügen, die behaupten, es gehe auf dem Gebiete der Abwasserreinigung wenig oder nichts.

Am 1. Januar 1968 waren 65 Kläranlagen für etwa 1 814 000 Einwohner und Einwohnergleichwerte in 163 Gemeinden und mit einem Gesamtkostenaufwand von rund 377 Millionen Franken in Ausführung begriffen. Gegenüber dem Vorjahr stehen zur Zeit 8 Anlagen mehr im Bau. Wenn also 33 Reinigungsanlagen in dieser Zeitspanne aus dem Baustadium in den Betriebszustand übergingen, so haben insgesamt 41 baureife Projekte vom Zeichentisch zum Bauplatz hinübergewechselt. Auch das ist ein achtenswertes Resultat. Aus der Tatsache, dass gegenüber dem Vorjahr die Zahl der beteiligten Gemeinden um 6, die Ausbaugrösse um 553 000 Einwohner und Industriegleichwerte und die veranschlagten Kosten um 73 Millionen Franken abgenommen haben, lässt sich schliessen, dass etwas weniger grosse Klärwerke in Angriff genommen wurden.

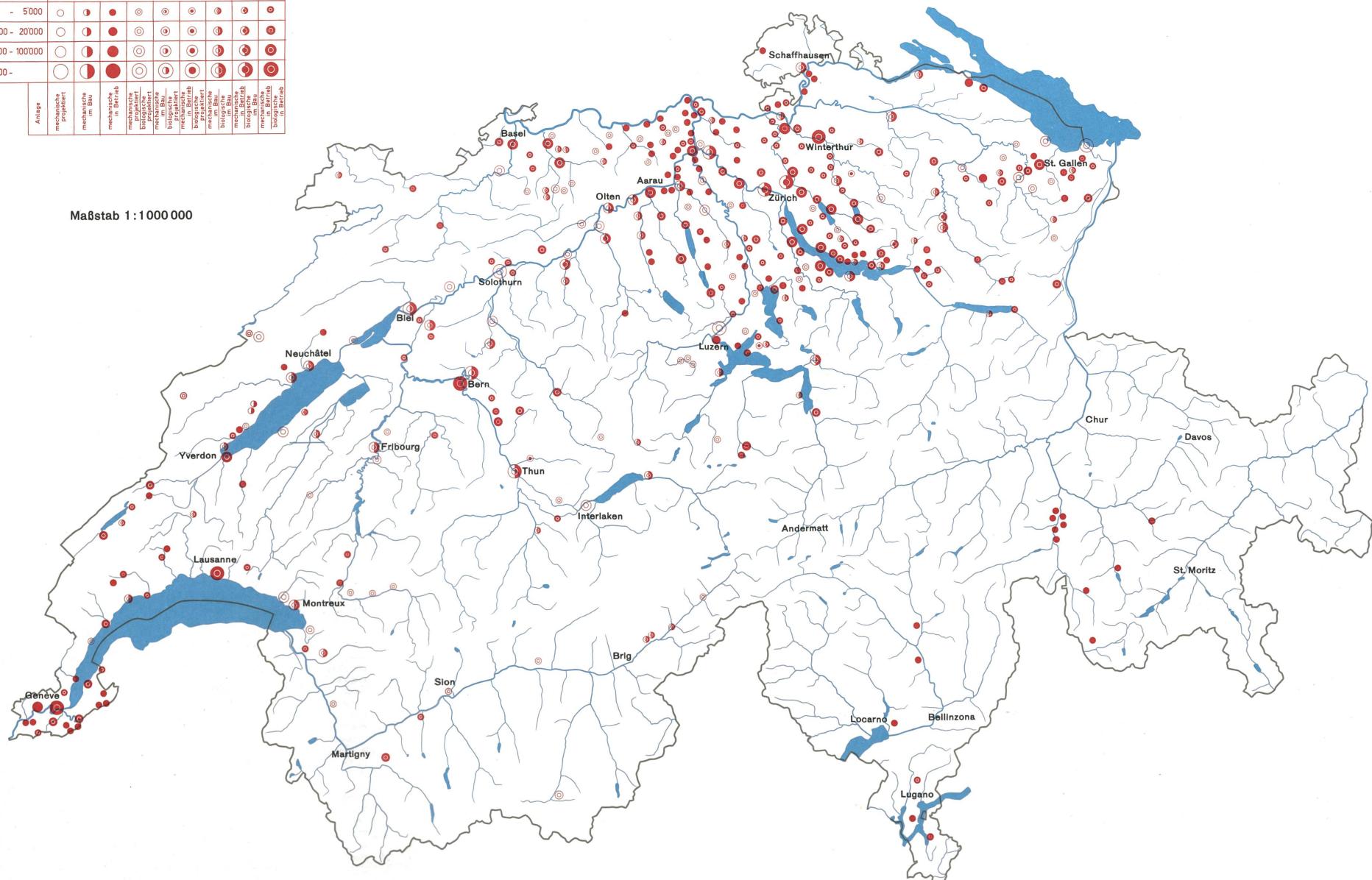
Als baureif wurden zu Beginn dieses Jahres 69 Projekte für rund 1 327 000 Einwohner und Einwohnergleichwerte in 160 Gemeinden gemeldet. Die Kostenvoranschläge belaufen sich auf insgesamt etwa 253 Millionen Franken. Gegenüber dem Vorjahr wurden 13 Projekte weniger als baureif gemeldet. Möglicherweise zeigt sich hier bereits als Folge der allgemeinen Geldverknappung eine Verlangsamung in der Durchführung der Abwassersanierungen. Wenn Kantone die zugesicherten Beiträge zum Teil erst in etlichen Jahren ausrichten können, so bewirkt das unweigerlich, dass die Gemeinden zögernd an die Abwassersanierung herantreten oder die Weiterbearbeitung ganz einstellen. Es besteht weiter die Gefahr, dass zuerst Kanalisationen verlegt werden und der Bau der Kläranlage einige Jahre hinausgeschoben wird. In vielen Fällen wird es aber nicht bei dieser primären Verzögerung bleiben; es wird eine sekundäre folgen, indem heute bearbeitete Projekte in einigen Jahren nicht mehr nach diesen Plänen ausgeführt werden. Dann werden nämlich die entscheidenden Projektgrundlagen, wie Bevölkerungszahl, Grad der Industrialisierung und Abwasseranfall, anders sein.

Zu den Zahlangaben der Tabelle 1 ist noch folgendes zu bemerken. Die nicht ohne weiteres verständlichen Dezimalen in den Kolonnen «Anzahl Gemeinden» röhren davon her, dass einzelne Kläranlagen das Abwasser nicht einer ganzen Gemeinde reinigen können. Dabei handelt es sich gar nicht immer um zu wenig grosszügige Lösungen. Mehrfach haben sorgfältige vergleichende Studien ergeben, dass eine Gemeinde aus topographischen, wirtschaftlichen und andern Gründen das Abwasser mit Vorteil zwei Reinigungsanlagen zuleitet. Auch die Zahlen über die Ausbaugrösse der Kläranlagen sollen zu keinen falschen Schlüssen Anlass geben. Die Abwasserreinigungsanlagen werden nicht für den gegenwärtigen Wasserzufluss dimensioniert, sondern in der Regel für den in 15 bis 25 Jahren erwarteten. Die angegebenen Kosten beziehen sich auf die zentralen Kläranlagen allein ohne Zu- und Ableitungen. Man hat gute Anhaltspunkte, anzunehmen, dass die Kosten der Quartierkanalisationen und Hauptsammelkanäle im Landesdurchschnitt drei bis viermal so viel kosten als die Abwasserreinigung.

Die Tabellen 1 und 2 geben noch ungenügend Aufschluss darüber, wie weit das Sanierungsprogramm bereits

Große der Kläranlage, Einwohner und Einwohnergleichwerte		Signaturen der Abwasserreinigungsanlagen											
		●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○
-	5000	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○
5000 - 20000	20000 - 100000	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○
20000 - 100000	100000 -	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○
100000 -		●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○
	Anlage	mechanische Anlage in Bau	mechanische Anlage in Betrieb	mechanische Anlage geplant	mechanische Anlage geplante Bau	mechanische Anlage in Bau	mechanische Anlage geplante Bau						

Maßstab 1:1000 000



Stand der Abwasserreinigung in der Schweiz am 1. Januar 1968

STAND DER ABWASSERREINIGUNG IN DER SCHWEIZ AM 1. JANUAR 1968  
Erhebung des Eidg. Amtes für Gewässerschutz

Tabelle 1

Kanton	Anlagen in Betrieb				Anlagen im Bau				baureife Projekte			
	Anzahl Anlagen	Anzahl Gemeinden	Ausbaugröße (Einwohner u. Einwohner-gleichwerte)	Baukosten in Fr. <sup>1</sup>	Anzahl Anlagen	Anzahl Gemeinden	Ausbaugröße (Einwohner u. Einwohner-gleichwerte)	Baukosten in Fr. <sup>1</sup>	Anzahl Anlagen	Anzahl Gemeinden	Ausbaugröße (Einwohner u. Einwohner-gleichwerte)	Baukosten in Fr. <sup>1</sup>
Zürich	60	86,5	1 000 700	105 628 000	6	6,9	369 000	97 507 300	4	3,4	40 200	11 840 000
Bern	17	19,5	317 320	46 836 000	9	58,2	497 200	97 908 700	5	37,5	183 200	32 899 000
Luzern	9	4,8	31 200	4 679 500	1	0,7	3 400	590 000	6	10,9	284 410	39 184 000
Uri	1	2	20 000	3 566 000	1	1	600	175 000	—	—	—	—
Schwyz	1	0,1	600	170 000	3	6,1	74 700	12 663 500	—	—	—	—
Obwalden	1	1	10 600	2 100 000	—	—	—	—	1	0,2	2 500	640 000
Nidwalden	1	0,1	300	150 000	1	1	7 200	2 600 000	—	—	—	—
Glarus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zug	7	4,5	29 500	3 602 000	2	0,2	4 000	370 000	2	1,8	1 900	255 000
Freiburg	2	0,3	800	305 500	1	1,2	50 000	7 400 000	4	4,9	57 000	6 678 900
Solothurn	4	8,2	8 700	2 088 000	2	19	135 000	18 557 000	3	24	230 100	35 500 000
Basel-Stadt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Baselland	5	22	97 500	24 500 000	5	8	2 000	825 000	6	10	9 000	3 735 000
Schaffhausen	1	1	2 000	17 500	1	2	90 000	15 900 000	—	—	—	—
Appenzell AR	5	1,8	3 600	735 000	1	0,5	300	90 000	2	5,8	13 000	2 455 000
Appenzell IR	—	—	—	—	1	0,1	300	70 000	1	0,1	300	70 000
St. Gallen	24	17,6	146 370	13 536 570	6	4,2	78 900	22 133 000	6	13,4	280 360	47 907 000
Graubünden	10	10	3 940	1 176 915	—	—	—	—	—	—	—	—
Aargau	46	70,6	206 150	34 720 200	8	19,6	267 000	47 845 000	13	20,4	117 500	28 523 000
Thurgau	3	5,5	13 025	1 900 600	2	9	36 000	9 600 000	—	6,1	—	—
Tessin	6	6	2 800	357 000	—	—	—	—	—	—	—	—
Waadt	17	24,6	382 235	56 381 422	10	15,3	109 660	27 036 587	8	13,5	58 775	30 584 393
Wallis	2	0,9	12 850	2 559 000	3	4	1 500	278 000	4	4,1	16 050	5 085 612
Neuenburg	2	2	150	35 000	2	6	87 000	16 500 000	4	4	32 400	7 955 000
Genf	17	33	472 150	77 811 000	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	241	322	2 762 490	382 855 207	65	163	1 813 760	377 437 087	69	160*	1 326 695	253 311 905

<sup>1</sup> Ohne Zu- und Ableitungen \* Abgerundet

STAND DER ABWASSERREINIGUNG IN DER SCHWEIZ  
AM 1. JANUAR 1968

Verhältnis der an Abwasserreinigungsanlagen angeschlossenen Einwohner zur Gesamtbevölkerung (Volkszählung 1960)

Tabelle 2

Kanton	Anlagen im Betrieb %	Anlagen im Bau %	Baureife Anlagen %	Total %
Zürich	91,0	1,7	0,7	93,4
Bern	24,8	24,1	7,9	56,8
Luzern	7,6	2,3	45,9	55,8
Uri	33,3	0,6	—	33,9
Schwyz	0,6	36,4	—	37,0
Obwalden	11,4	—	6,7	18,1
Nidwalden	0,5	16,4	—	16,9
Glarus	—	—	—	—
Zug	52,3	3,8	3,9	60,0
Freiburg	0,2	20,9	7,0	28,1
Solothurn	6,1	27,4	38,6	72,1
Basel-Stadt	—	—	—	—
Baselland	34,3	1,5	5,0	40,8
Schaffhausen	3,0	65,3	—	68,3
Appenzell AR	5,4	0,9	31,6	37,9
Appenzell IR	—	2,3	1,6	3,9
St. Gallen	43,5	6,7	15,9	66,1
Graubünden	2,0	—	—	2,0
Aargau	35,0	24,1	11,2	70,3
Thurgau	9,9	13,0	10,4	33,3
Tessin	1,8	—	—	1,8
Waadt	47,0	9,2	8,1	64,3
Wallis	2,7	1,4	2,4	6,5
Neuenburg	0,3	31,1	11,8	43,2
Genf	98,1	—	—	98,1
Total	36,3	11,5	8,8	56,6

verwirklicht ist. Ohne eine utopische Forderung aufzustellen, darf der bestimmten Hoffnung Ausdruck gegeben werden, dass bis 1980 mindestens drei Viertel bis vier Fünftel der Gesamtbevölkerung der Schweiz und der weitaus grösste Teil der Industrie das Abwasser zentralen mechanisch-biologischen Kläranlagen zuleitet. Nun interessiert, wie weit wir von diesem Ziel noch entfernt sind. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, wurde für die drei Gruppen von Abwasserreinigungsanlagen (in Betrieb, im Bau, baureife Projekte) das Verhältnis zwischen der Einwohnerzahl der betreffenden Gemeinden zur Gesamtbevölkerung des Kantons gebildet.

#### STAND DER ABWASSERREINIGUNG IN DER SCHWEIZ AM 1. JANUAR 1968

Tabelle 3

Massgebende Faktoren	Anlagen im Betrieb	Anlagen im Bau	Baureife Projekte
Anzahl Anlagen	241	65	69
Anzahl Gemeinden	322	163	160
Ausbaugrösse (Einwohner und Einwohnergleichwerte)	2 762 490	1 813 760	1 326 695
Baukosten (ohne Zu- und Ableitungen)	Fr. 382 855 207	377 437 087	253 311 905

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, sind — gesamtschweizerisch betrachtet — 36,3 % oder etwas mehr als ein Drittel der Bevölkerung an heute in Betrieb stehenden Anlagen angeschlossen. Die betreffenden Verhältniszahlen betragen 11,5 % für im Bau begriffene Anlagen und 8,8 % für die Anlagen, deren Bau unmittelbar bevorsteht. Wenn die im Bau befindlichen Anlagen in Betrieb genommen sind und auch die baureifen Projekte ausgeführt sein werden — was in wenigen Jahren der Fall sein dürfte —, so wird mehr als die Hälfte der in der Schweiz anfallenden häuslichen Abwässer und der grösste Teil der industriellen Abwässer in mechanisch-biologischen Reinigungsanlagen behandelt.

Wenn wir die Anstrengungen für die Abwassersanierung kantonsweise betrachten, so ergibt sich folgendes Bild. Genf steht mit 98,1 % vor Zürich mit 93,4 % an der Spitze. Es folgen die Kantone Solothurn, Aargau, Schaffhausen, St. Gallen, Waadt und Zug mit 60 bis 70 %. Darüber hinaus lässt sich auf Grund der Tabelle und detaillierter Kenntnisse der örtlichen Verhältnisse etwa folgendes sagen. Den finanzstarken Kantonen fällt es natürlich leichter, die Abwassersanierungen zu fördern, obschon es auch in dieser Gruppe Kantone gibt, die noch weit im Rückstand sind, wobei beim Kanton Basel-Stadt die Schwierigkeiten bekannt sind, dass zwei grosse Klärwerke ausser Landes erstellt werden müssen, denen auch das Abwasser ausländischer Städte und Gemeinden angeschlossen wird. Das Bild, das die Statistik für den Kanton Baselland gibt, ist insofern irreführend, als das Abwasser grosser Gemeinden dem Kanalnetz von Basel-Stadt zugeleitet wird. Unter den finanzstarken Ständen hat es solche, bei denen der Kanton die Hauptsammelkanäle und Abwasserreinigungsanlagen erstellt und betreibt (Basel-Stadt, Basel-Land, Genf und Zug). Zürich und Aargau beweisen aber, dass unter einer zielstrebigen Führung kantonaler Behörden auch die kommunale bzw. interkommunale Abwassersanierung verhältnismässig rasch verwirklicht werden kann. Dafür sind auch bei den mittelstarken Kantonen St. Gallen und Waadt schöne Beispiele, so dass doch wohl nicht nur die Höhe der Staats- und Bundesbeiträge massgebend ist. Dass finanzschwachen Kantonen besser geholfen werden muss, scheint erwiesen.

Über den Stand der Abwasserreinigung in der Schweiz am 1. Januar 1968 orientiert auch die *Schweizerkarte 1:1 000 000*. Es sind auch in ihr nur diejenigen Kläranlagen eingetragen, die entweder in Betrieb stehen, in Ausführung begriffen oder baureif projektiert sind. Augenfällig ist die Häufung der Abwasserreinigungsanlagen im schweizerischen Mittelland und zum Teil auch im Jura. Das ist leicht verständlich, denn diese Landesteile weisen meistens auch die grösste Bevölkerungsdichte und die stärkste Industrialisierung auf. In diesen Gegenden konnte die Notwendigkeit und Dringlichkeit der Abwasserreinigung am allerwenigsten übersehen werden. Es darf mit Befriedigung festgestellt werden, dass nun nach und nach immer mehr Talschaften als abwassertechnisch saniert gelten können, wie beispielsweise das st.-gallische Toggenburg, die beiden Zürichseeufer und das zürcherisch-aargauische Limmattal.

Das augenfällige Fehlen von Abwasserreinigungsanlagen in der südlichen Landeshälfte — abgesehen von wenigen ganz kleinen Kläranlagen — muss richtig interpretiert werden. Grosses weisse Flächen der Karte betreffen unbewohnte Gebiete der Alpen oder doch solche mit Gemeinden, die flächenmässig zwar gross sind, aber nur kleine Einwohnerzahlen aufweisen. Häufig sind es finanzschwache Landesgegenden, denen die Finanzierung der Abwasserleitungen und der Kläranlage Mühe bereitet. Es liessen sich Bergtäler nennen, in denen die Kosten der Abwassersanierung, auf den Kopf der Bevölkerung umgerechnet, mindestens doppelt so hoch sind als im Mittelland. Das wird sofort verständlich, wenn man bedenkt, dass in einem kleinen Bergkanton beispielsweise 20 bis 25 000 Einwohner auf ein ganzes Tal verteilt sein können, während die gleiche Bevölkerungszahl im Mittelland in einer einzigen kleineren Stadt konzentriert ist. Es darf aber auch nicht verschwiegen werden, dass sich in der südlichen und südöstlichen Landeshälfte Gegenden finden, die nicht zu den finanzschwachen zählen und noch keine einzige Abwasserreinigungsanlage zeigen können. Es wäre an der Zeit, dass die dortigen grossen Gemeinden und Städte, deren Finanzkraft, an der Wehrsteuerkopfquote gemessen, über dem Landesdurchschnitt liegt und die sich eines regen Fremdenverkehrs erfreuen, ihre Bemühungen um die Abwassersanierung verstärken und beschleunigen würden, ganz besonders dort, wo Seen vor der endgültigen Verderbnis zu bewahren sind.

#### c) Kosten der Abwassersanierung

Die auf der Karte angegebenen 375 Abwasserreinigungsanlagen für 645 Gemeinden kosten rund 1 Milliarde Franken. In diesem Betrag sind die Aufwendungen der Gemeinden für die Quartierkanalisationen und Hauptsammelkanäle nicht eingerechnet. Die nach einem weit vorausschauenden generellen Kanalisationsprojekt zu verlegenden Abwasserleitungen, die für die zentrale Abwasserreinigung unerlässliche Voraussetzung sind, kosten im Landesdurchschnitt etwa drei- bis viermal mehr als die Kläranlagen. Nach verschiedenen Berechnungsarten kommt man bei der Forderung, dass bis 1980 drei Viertel bis vier Fünftel der schweizerischen Bevölkerung und der grösste Teil der Industrie das Abwasser Sammelreinigungsanlagen zuleite, auf einen Gesamtkostenbetrag für Kanalisationen und Reinigungsanlagen von rund 7 Milliarden Franken. Davon dürften bis heute etwa 3,4 Milliarden Franken bereits ausgegeben sein. Für die nächsten 12 Jahre bleiben demnach allein für die Abwassersanierung, also ohne Kehrichtbeseitigung bzw. -verwertung, noch ungefähr 3,6 Milliarden Franken aufzuwenden.

## 4.2 KEHRICHTBESEITIGUNG

Vom bisher üblichen unsachgemässen Ablagern von Hauskehricht, Sperrgut und Industrieabfällen an Ufern und in verlassenen Kiesgruben erwuchs den Oberflächengewässern, dem Grundwasser und den Quellen eine zusätzliche Verunreinigungsgefahr. Die Tatsachen, dass die festen Abfallstoffe nicht wie das Abwasser wegfließen, ihre Mengen der Oelheizungen und Wegwerfpackungen wegen immer grösser werden (gegen 1 kg/Kopf . Tag) und die nicht zu beanstandenden Deponieflächen immer knapper werden, zwingen die Gemeinden, zu neuen Beseitigungs- und Verwertungsverfahren zu greifen. In mehr ländlichen, nicht zu dicht besiedelten Gebieten kann auch heute die sogenannte geordnete Depone eine durchaus angängige Beseitigungsart sein. Dabei wird auf einem gewässer- und landschaftsschützerisch verantwortbaren Areal der Müll mit einer schweren Ladeschaufel schichtenweise verteilt und verdichtet sowie regelmässig mit Aushubmaterial überdeckt. Wenn die Abfälle vorgängig zum Beispiel in einer Hammermühle zerkleinert werden, so kann das Schüttvolumen wesentlich vermindert werden, und die Brand- und Verwehungsgefahr wird wesentlich kleiner.

In Landesgegenden, die einen guten Müllkompost in der Waldwirtschaft und in den Intensiv-Kulturen (Gemüse-, Obst- und Rebbau) aufnehmen können, kommen Kompostwerke für die Abfallverwertung in Frage. Sie sind durch Verbrennungsöfen für nicht kompostierbares Material zu ergänzen. Zur Zeit laufen auch Versuche über die Beseitigungsmöglichkeit von Kompost in der Landwirtschaft. Durch die Verbesserung der Qualität und die richtige Beratung der Land- und Forstwirtschaftskreise in der Verwendung dürfte sich der Absatz von Kompost in gewissen Gebieten unseres Landes noch steigern lassen.

In allen andern Gebieten, vor allem in den Städten und Industrieagglomerationen kommt nur die Verbrennung der dazu geeigneten Abfälle in Frage. In Zusammenarbeit von Bund, einem Kanton und zwei Städten soll abgeklärt werden, wie Verbrennungsschlacke ohne Nachteil für das Grundwasser abgelagert werden kann. Besondere Probleme bieten Industrieabfälle, die weder kompostiert, verbrannt noch im Einzugsbereich von Gewässern abgelagert werden können. Hier bedarf es der engen Zusammenarbeit der Industrie mit den zuständigen Behörden, Grundwasserhydrologen, Chemikern und Verfahrenstechnikern.

Zur Zeit sind in der Schweiz acht grosse geordnete Deponien für 86 beteiligte Gemeinden angelegt und eine weitere befindet sich in Vorbereitung. 13 Kompostwerke für ungefähr 110 Gemeinden stehen in Betrieb, während ein weiteres für 13 angeschlossene Gemeinden in Ausführung begriffen ist. 16 Kehrichtverbrennungsanlagen für mehr als 120 Gemeinden sind in Betrieb und vier weitere für 50 Gemeinden befinden sich im Bau.

Es dürfen also auch auf dem Sektor der Abfallbeseitigung in den letzten Jahren etliche Fortschritte festgestellt werden. Zweifellos liesse sich in vielen kleineren Gemeinden — mindestens bis zur Verwirklichung grosser regionaler Werke — mit verhältnismässig geringen Kosten und mit etwas mehr Sorgfalt die zu Aergernis Anlass gebenden ungeordneten, stinkenden und qualmenden Abfallhaufen entscheidend verbessern. Eine nicht leicht zu beantwortende Frage betrifft die räumliche Abgrenzung von Kehrichtregionen. Mit den modernen, mit Presseinrichtung versehenen Sammelfahrzeugen können Transportdistanzen von 15 bis 20 km und mehr durchaus in Kauf genommen werden. Es fehlt nicht an Vergleichsstudien, die glaubwürdig nachweisen, dass sehr grossräumige Kehrichtregionen bau- und betriebskostenmässig vorteilhaft wären. Diesen Lösungen steht

eine gewisse Scheu vieler kleinerer Gemeinden grossen Gemeindeverbänden gegenüber im Wege. Solche Werke müssen vom betreffenden Kanton, von einer einzelnen grossen Gemeinde oder mehreren grösseren, allenfalls sogar von einer privaten Organisation gebaut und betrieben werden.

## 4.3 GEWÄSSERVERUNREINIGUNG DURCH MINERALÖLE

Die Öffentlichkeit ist beunruhigt über die Schäden, die an ober- und unterirdischen Gewässern entstehen könnten, wenn sich die Oelunfälle bei Tankanlagen, Leitungen, Schienen- und Strassentransporten und beim Oelumschlag weiterhin so häufen würden wie in der letzten Zeit. In der Tat sind Oelschäden an Gewässern, insbesondere am Grundwasser schwerwiegend, weil sehr kleine Mengen Oel Grund- und Quellwasser auf Jahre hinaus ungeniessbar machen. Glücklicherweise wird Oel, das in den Boden versickert und auf das Grundwasser gelangt, von diesem nicht einfach so weitertransportiert, wie man es sich layenhaft vorstellt. Aber schon die Tatsache, dass sich bei jeder Oelversickerung über Grundwasser die Zahl der Areale mehrt, in denen lange nicht mehr, vielleicht sogar überhaupt nie mehr, Grundwasser gefasst werden kann, mahnt zum Aufsehen. Auch die zunehmende Verölung der Sohle von Flüssen und Seen gibt zum Beispiel im Hinblick auf Wasserfassungen zu Sorgen Anlass.

Bei den riesigen Mengen von flüssigen Brenn- und Treibstoffen, die fortwährend raffiniert, verarbeitet, verbraucht, umgeschlagen, transportiert und gelagert werden müssen, werden sich Unfälle infolge des Versagens von Menschen und technischen Einrichtungen nie ganz vermeiden lassen. Das ist der Preis, den wir für die vielfältige Verwendung von Mineralölen zahlen müssen, und auf die wir alle nicht bereit sind zu verzichten.

Es ist aber unerlässlich, dass jeder Einzelne, wo und wie immer er mit Heizöl, Benzin, usw. zu tun hat, sich seiner Verantwortung bewusst ist, Umsicht und Sorgfalt walten lässt, die vorgeschriebenen technischen Schutzvorkehrungen trifft und ihre dauernde Tauglichkeit immer wieder überwacht. Die Behörden können nur die notwendigen technischen Vorschriften erlassen und ihre Innehaltung so gut als möglich kontrollieren.

Auf den 1. März 1968 hat das Eidg. Departement des Innern eine für das ganze Gebiet der Schweiz verbindliche «Verfügung über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung durch flüssige Brenn- und Treibstoffe sowie andere wassergefährdende Lagerflüssigkeiten» erlassen. Dieser Erlass darf den Anspruch darauf erheben, eine erschöpfende Sammlung der bei der Konstruktion, beim Einbau und beim Betrieb von Behälteranlagen für wassergefährdende Flüssigkeiten unbedingt erforderlichen technischen Schutzmassnahmen darzustellen. Die neuen Vorschriften sind dem heutigen Stand der Technik sorgfältig angepasst und erlauben eine den Verhältnissen des Einzelfalles angemessene differenzierte Anwendung der Massnahmen. In Bezug auf die Anpassung der bestehenden Lagereinrichtungen an die neuen technischen Vorschriften sowie über die Pflichten zum sachgemässen Unterhalt und zur ständigen Kontrolle der Tankanlagen soll, wenn möglich, noch im Jahre 1968 eine spezielle bundesrätliche Vollziehungsverordnung zu Artikel 4, Absatz 4, des Bundesgesetzes geschaffen werden.

Etliche Kantone haben in der letzten Zeit sogenannte Oelwehren geschaffen. Meistens ist die Feuerwehr damit betraut worden, an den grösseren Seen dagegen die Seepolizei. Als Alarmzentrale funktioniert zweckmässigerweise die Polizei, welche die Feuerwehr, die Gewässerschutzfachstelle, die Bezirks- und Gemeindebehörden sowie

die Eigentümer von gefährdeten Wasserfassungen unverzüglich benachrichtigt. Die Feuerwehren grösserer Gemeinden, sogenannte Stützpunktfeuerwehren, werden in der Regel mit Oelschadenanhängern ausgerüstet. Aufgabe der Feuerwehr ist es vor allem, das weitere Ausfliessen von Leckgut so weit als möglich zu unterbinden, seine Ausbreitung einzudämmen, sowie Brände und Explosionen zu verhindern. Es sind die ersten Hilfemaßnahmen. Ist Oel be-

reits in grundwasserführende Schichten versickert oder in oberirdische Gewässer abgeflossen, so ist es Sache der Gewässerschutzfachstelle, die in der Regel langdauernden und kostspieligen Sanierungsmassnahmen anzurufen und zu leiten. Es ist dringend zu wünschen, dass auch die Kantone, die noch über keine Oelwehren verfügen, sie möglichst bald schaffen.

## 5. Zusammenfassung

Der Gewässerschutz muss inskünftig sowohl mengen- als auch gütemässig verstanden werden. Die Reinhaltung der Gewässer sowie die haushälterische Bewirtschaftung und Pflege der ober- und unterirdischen Wasserschätze bilden eine Einheit und sind eine wichtige Grundlage für die gesunde Entwicklung von Bevölkerung und Wirtschaft. Dazu bedarf es in den Forschungsinstituten, den Verwaltungen des Bundes, der Kantone und grossen Gemeinden der notwendigen Zahl gut ausgebildeter Fachleute technischer und naturwissenschaftlicher Richtung.

Der bis jetzt auf die Oberflächengewässer beschränkte hydrographische Dienst ist auf die wichtigeren Grundwasservorkommen auszudehnen. Die ober- und unterirdischen Gewässer sind aber auch in qualitativer Hinsicht unter regelmässiger Kontrolle zu halten. Alle gewässerschützerischen Massnahmen sind auf die Zweckbestimmungen des Artikels 2 des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung auszurichten.

Trotz der Geldverknappung sind die bewährten Grundsätze der Abwassertechnik zu beachten. Ins Gewicht fallende Einsparungen sind bei einer sinnvollen Begrenzung

der Baugebiete, in der sorgfältigen Orts- und Regionalplanung, durch einfachere, genormte und zum Teil vorfabrizierte Konstruktionen zu suchen. In den letzten Jahren hat der bauliche Gewässerschutz (Abwasserreinigung, Kehrichtbeseitigung, Tankschutz usw.) in einzelnen Landesteilen beachtliche Fortschritte gemacht. Leider besteht aber in gewissen Kantonen noch ein unverantwortlicher Rückstand, der ehrlicherweise nicht mit Finanzierungsschwierigkeiten begründet werden darf. Da und dort fehlt es leider am energischen Willen, die eidgenössischen und kantonalen Gewässerschutzvorschriften zu vollziehen. Gelegentlich mangelt es auch an der sachkundigen Beratung in technischen, naturwissenschaftlichen, rechtlichen und administrativen Belangen.

Der kooperative Föderalismus ist auf dem Gebiete des Gewässerschutzes die für schweizerische Verhältnisse angemessene Lösung; hingegen dürfen Gemeindeautonomie und Föderalismus eine vernünftige Zusammenarbeit von Gemeinden, Kantonen und Bund nicht verunmöglichen. In der sinnvollen Aufgabenteilung liegt der Schlüssel für einen beschleunigten und erfolgreichen Gewässerschutz.

## DER EUTROPHIERUNGSVORGANG BEI SEEN ZENTRALEUROPAS<sup>1</sup>

Prof. Dr. E. A. Thomas

(aus dem kantonalen Laboratorium Zürich)

DK 628.394 (4)

### 1. Einleitung

An einer grossen Zahl von zentraleuropäischen Seen sind im Laufe vieler Jahre zahlreiche biologische, physikalische und chemische oder allgemein limnologische Untersuchungen durchgeführt worden. Dennoch ist eine vergleichende Bearbeitung dieser Seen mit grossen Schwierigkeiten verbunden, weil diese Arbeiten an den verschiedensten Orten publiziert sind, und weil manche Seen sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten in tiefgreifender Weise verändert haben.

Aus diesem Grunde ersuchte ich eine grössere Zahl von Kollegen mit Fragebogen um Auskünfte über den Nitrat- und Phosphatgehalt des Oberflächenwassers grösserer Seen, sowohl bei Homothermie als auch bei Sommerstagnation, sowie über Angaben betreffend den Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers und über die Kalkfällung im Verlaufe des Sommers. Es ist sehr wertvoll, dass alle Kollegen mir solche Angaben zur Verfügung stellten und die Zusammenstellung dieses Materials in Tabelle 3 ermöglichten. Im einzelnen sind dies: Dir. Dr. W. Nümann (Langenargen am Bodensee), Prof. Dr. H.-J. Elster (Falkau), Prof. Dr. F. Kiefer (Konstanz), Prof. Dr. H. Liebmam (München), Fräulein Dr. E. Danckier (Scharfling am Mondsee), Ing. J. Koppecky (Salzburg), Prof. Dr. R. Liepolt (Wien), Prof. Dr. I. Findenegg (Klagenfurt), der äusserst wertvolle Angaben über die österreichischen Seen machte, Dr. G. Bonomi (Pallanza), Dr. R. A. Vollenweider (Pallanza),

Dir. Dr. P. Laurent (Thonon), Dr. R. Monod (Lausanne), Dr. E. Bosset (Lausanne), Dr. H. Sollberger (Neuchâtel), Dr. H. Zschaler (Bern), Dr. H. Lüönd (Zürich), Prof. Dr. O. Jaag (Zürich), Dr. H. Ambühl (Zürich), Dipl. Chemiker K. H. Eschmann (Zug), sowie die Mitarbeiter dieser Forscher. An dieser Stelle möchte ich auch der beiden leider verstorbenen Limnologen Prof. Dr. W. Einsele (Scharfling am Mondsee/Oesterreich) und Prof. Dr. V. Tonolli (Pallanza) mit grosser Dankbarkeit gedenken.

Im weiteren konnte ich mich auf frühere Erhebungen an schweizerischen Seen und die dort erwähnten Angaben von Kollegen stützen (Thomas, 1953). Allen, die bei der Verwirklichung dieser Arbeit mithelfen, möchte ich auch hier meinen besten Dank aussprechen; darin eingeschlossen sind meine engsten Mitarbeiter des kantonalen Laboratoriums, besonders W. Schneebeli, M. Spring und A. Weidmann. Kantschemiker Dr. E. Romann danke ich für das dieser Arbeit entgegengebrachte Verständnis.

Das zusammengetragene Material ist hier nicht endgültig verarbeitet; es gibt aber Bestätigungen meiner an schweizerischen Seen gewonnenen Erfahrungen.

<sup>1</sup> Nach Vorträgen am „International Symposium on Eutrophication“ am 12. Juni 1967 in Madison (Wisc.) und im Linth-Limmat-Verband am 20. Februar 1968 in Zürich.