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

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 35 (1978)

Heft: 6

Artikel: Moderne Mess- und Probenahmetechniken zur Untersuchung der Binnengewässer

Autor: Züllig, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-782523

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

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

Moderne Mess- und Probenahmetechniken zur Untersuchung der Binnengewässer

Dr. sc. nat. Hans Züllig, Rheineck SG

1. Einleitung

Im In- und Ausland mehren sich augenfällig Bestrebungen, die Gewässer einer intensivierten Kontrolle zu unterziehen. Die Gründe mögen teils darin liegen, dass in der Schweiz städtische, kantonale und eidgenössische Gewässerschutzstellen die Auswirkungen der bisherigen Abwasserreinigung auf unsere Gewässer zu erkunden suchen [6, 15]. Auch um die angestrebte wasserwirtschaftliche Rahmenplanung [17] zu verwirklichen und um Wassergütekarten zu erstellen, sind umfassende und kontinuierliche Qualitätsuntersuchungen sowie Bestandesaufnahmen nach einheitlichen und modernen Methoden erforderlich. Systematische Untersuchungen an ausgedehnten Gewässersystemen erfordern aber eine grosszügige Organisation und eine Rationalisierung der Untersuchungsmethoden sowohl im Labor wie auch «im Felde». Dank der Aktualisierung wasserwirtschaftlicher Fragestellungen zeigen auch die Behörden zunehmendes Verständnis für die administrativen und finanziellen Konsequenzen.

Die heutige Interpretation chemischer und biologischer Daten sowie die objektive Beurteilung der Gewässer bedurfte zuvor der jahrzehntelangen Erforschung dieser Lebensräume; das Studium eines wissenschaftlichen Teilgebietes, das vom Waadtländer Forscher *François-Alphons Forel* in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts fundamental bearbeitet wurde und wofür er den Begriff Limnologie prägte. Seither haben insbesondere *O. Jaag* und ehemalige Mitarbeiter, die EAWAG insbesondere unter *H. Ambühl* und verschiedene Universitätsinstitute, zum Beispiel *E. A. Thomas,* durch systematische Arbeiten ein Wissensgut erarbeitet, um die Ursachen, Mechanismen und Auswirkungen der Eutrophierung zu klären.

Für die Erforschung und Überwachung der Gewässer sind in der Regel sehr umfangreiche Daten erforderlich, die sich an ein und derselben Probestelle kurzzeitig verschieben können. Demzufolge sind gewisse Daten unmittelbar aufeinanderfolgend zu ermitteln, wenn möglich rasch und auf einfache Weise zu speichern und automatisch auswerten zu lassen, Forderungen, die heute in andern Disziplinen ebenfalls bestehen.

Die industrielle Elektronik bietet heute Möglichkeiten an, gewisse, im Gewässer und in der Probe sich leicht verändernde Parameter an Ort und Stelle mit Sonden, das heisst spezifischen Fühlern oder Messgebern, sofort zu ermitteln, linear abzulesen und gegebenenfalls zu speichern. Dabei wird allerdings das «im Felde» benötigte Instrumentarium umfangreicher und schwerer. Schwärmten früher die Limnologen für ihre Untersuchungen noch mit Rucksack und Pfahlkratzerstock aus, um mit gemieteten Gondeln oder einem Floss ihre Proben einzeln und in tagelanger Arbeit zu sammeln, stehen heute dem Untersuchenden für grössere Seen und umfangreiche Untersuchungsprogramme oft komfortable Boote zur Verfügung, die ein rasches Arbeiten ermöglichen.

Der Verfasser dieses Artikels glaubt, mit der nachstehenden Orientierung über das moderne Instrumentarium des Limnologen ein Randgebiet der Mess-

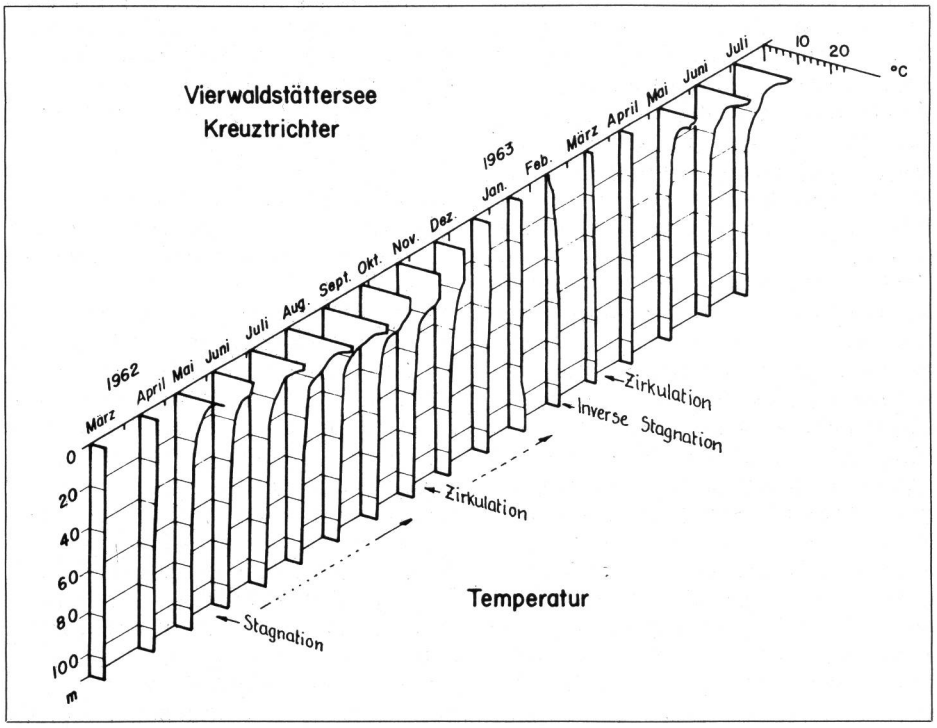


Abb. 1. Jahreszeitliche Temperaturveränderung im Vierwaldstättersee («Kreuztrichter») von der Seeoberfläche bis zum Seegrund, nach Ambühl [1].

technik zu behandeln, das publizistisch nur sehr selten Erwähnung findet.

2. Methoden zur Probenahme des Wassers, ferner zur elektrischen Messung der Parameter Temperatur (t), gelöster Sauerstoff (O_2), elektrische Leitfähigkeit ($\varkappa$), Wasserstoffionenaktivität (pH) und Trübung (T) mit drucksicheren Sonden «im Felde»

Bereits die Feststellung etwa des monatlichen *Temperaturverlaufes* in einem See von der Oberfläche bis zum Grunde während mindestens eines Jahres gibt dem Limnologen Einblick in die Stagnations- und allfälligen Zirkulationsphasen. Die gemessenen Temperaturwerte und andere Erscheinungen lassen sich in der sogenannten Kulissendarstellung besonders illustrativ präsentieren *(Abb. 1)*.

Der ebenso aussagekräftige Faktor *Sauerstoff* vermag, in einem oder mehreren Seeprofilen gemessen, das natürliche «Atmen» eines Sees, aber auch die Auswirkungen biologischer Tätigkeit zu manifestieren. Veränderungen in der *elektrischen Leitfähigkeit* als Ausdruck des Gehaltes an gelösten Salzen lassen zum Beispiel zusammen mit dem *pH-Wert* Entkalkung, aber auch erhöhte Mineralisation in den tiefen Wasserschichten oder Einschichtung von Zuflüssen erkennen. Die *Trübung* kann unter gewissen Gegebenheiten als Ausdruck planktischer Entfaltung, aber auch als Zeichen mineralischer Einschwemmungen und Ausbreitung von Abwasserfahnen gedeutet werden. *Ambühl* [2] gelang es mit seinem Oxytester, die Anwendung der Sondentechnik in der Limnologie besonders eindrücklich aufzuzeigen, sowohl für die Lokalisierung von Messwertsprungschichten als auch für die Erfassung kleiner Messwertveränderungen.

Nach jahrelangen Entwicklungsarbeiten gelang es, unter Verwendung neuester elektronischer Bauteile den sogenannten *Hydropolytester* HPT 77 *(Abb. 2)* zu kreieren, der zur Erfassung obgenannter Faktoren aus einem mit Messfühlern bestückten *Sondenverband* und einem *batteriegespiesenen Auswertegerät* besteht. An diesem werden die Messwerte linear und digital angezeigt. Zu den echten Fortschritten gehört die neue *Tiefenmessung,* die neu nicht mehr aufgrund der abgewikkelten Kabellänge, sondern mit einem *Präzisionsdruckfühler* ermittelt wird und laufend parallel zu den übrigen Daten an einer Flüssigkristallanzeige abgelesen werden kann. Neu ist aber auch die praktisch fehlerfreie Messung von *Sauerstoff* und *pH* durch *drucksichere Messfühler bis 300 m Tiefe* sowie die sehr einfache Wartung der Sauerstoffsonde und kurze Einarbeitszeit der Sauerstoffmesszelle. In einem vom eigentlichen Sondenverband abgetrennten *Trübungsmessgeber* (Fabrikat Eurokontrol) wird die Trübung als Verhältnis der Schwächung zwischen 90 °-Streulicht und 0 °-Vorwärtsstreulicht ermittelt und eine *allfällige Verschmutzung* des optischen Systems durch eine im Messfühler eingebaute kontinuierliche Referenzmessung *selbsttätig kompensiert.* Der Einsatz des Gerätes erfolgt wie auf dem Titelbild dargestellt; der Sondenverband wird am Kabel sukzessive durch die Wasserschichten bis zum Seeboden abgesenkt, die Messwerte werden abgelesen, registriert, auf Tonband gesprochen oder in einem Datalogger gespeichert.

Für die Untersuchung weiterer, an Ort und Stelle nicht ermittelter gelöster Inhaltsstoffe werden Wasserproben mit «Schöpfflaschen» gefasst. Für die Entnahme von Wasserproben aus stehenden Gewässern haben unter anderen *Ruttner* und *Theiler* weitbekannte sogenannte *Vertikalschöpfflaschen* entwikkelt, die als offene zylindrische Gefässe in die gewünschten Tiefen gelassen und durch Fallgewicht ausgelöst, vom senkrecht stehenden Deckel und Boden geschlossen werden. Bei der Bauart *Züllig (Abb. 3)* schliesst sich die Schöpfflasche zusätzlich und selbsttätig beim Auftreffen auf dem Gewässergrund, so dass auch eine einwandfreie Entnahme von Wasserproben unmittelbar über dem Gewässergrund möglich ist.

3. Lichtmessung unter Wasser

Licht ist ein unabdingbarer Faktor auch für die Planktonproduktion. In Pionierarbeiten von *Suchlandt* und *Schmassmann* [16] sowie von *Sauberer* [14] wurde die Methode der Lichtmessung auch für den Einsatz in den Gewässern studiert. *Nydegger* [10] dehnte diese Studien über die spektrale Lichtdurchlässigkeit sowie der spektralen Verteilung des sogenannten Unterlichtes auf sieben Seen des Mittellandes und der Voralpen mit eigens hiefür entwickelten Geräten aus und brachte die Ergebnisse in Zusammenhang mit Zusammensetzung und Zustand der Gewässer.

Die Methodik der Lichtmessung im Zusammenhang mit Studien über die Süsswasserproduktion überprüfte und verbesserte auch *Kalman* [7]. Als Messsonde hat sich der *Lichtquantenfühler,*

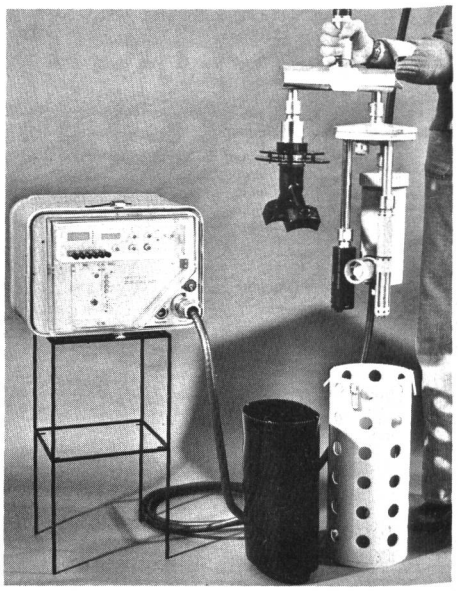


Abb. 2. Hydropolytester, System Züllig, zur elektrischen Messung von Sauerstoff, elektrischer Leitfähigkeit, pH, Temperatur, Trübung und Sondentiefe bis 300 m Wassertiefe.
Links Messgerät, rechts Sondenverband mit separatem (schwarzem) Fühler für Trübungsmessung (Fabrikat Eurokontrol).

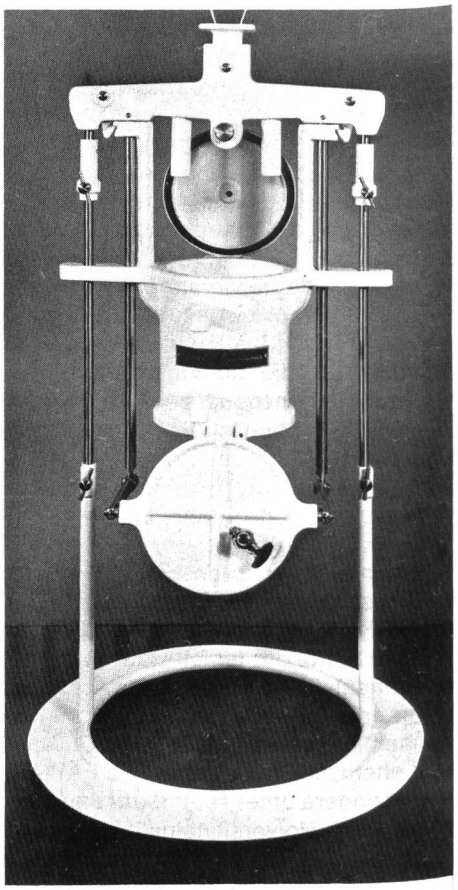


Abb. 3. Vertikalschöpfflasche, Bauart Züllig, zur Entnahme von Wasserproben aus beliebigen Wassertiefen.

Abb. 4. Drucksicherer Lichtquantenfühler, Fabrikat Lambda Instruments Corporation.

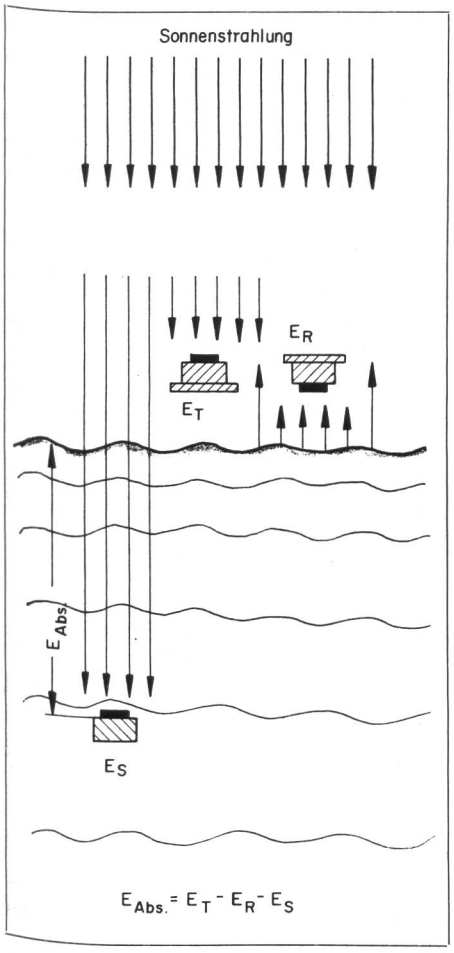


Abb. 5. System der Lichtmessung in Oberflächengewässern. Beim Messen des einfallenden Lichtes wird das an der Wasseroberfläche reflektierte Licht in Abzug gebracht.

Prinzip der Messwertspeicherung

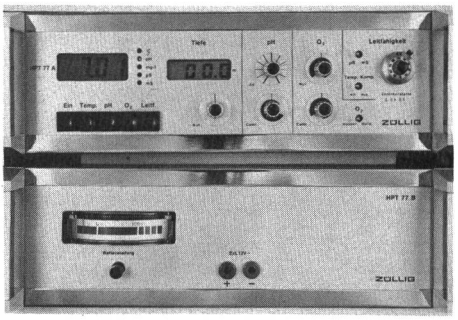


Abb. 6a. Hydropolytester als Messwertgeber

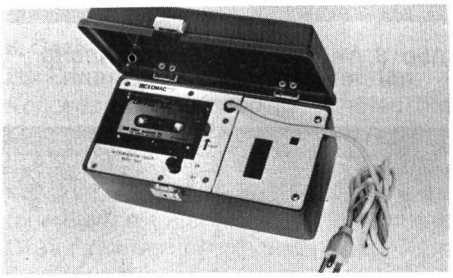


Abb. 6b. Transportabler Datalogger zur Speicherung der elektrischen Messwerte, Fabrikat EDMAC Associates Inc.

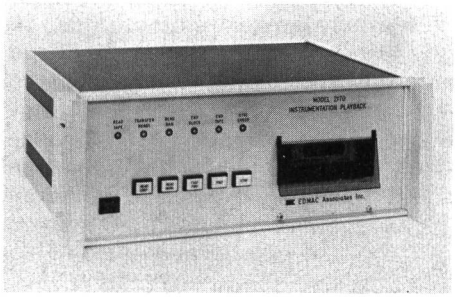


Abb. 7a. «Playback», Fabrikat EDAC, zur Auswertung und Umsetzung der gespeicherten Messwerte.

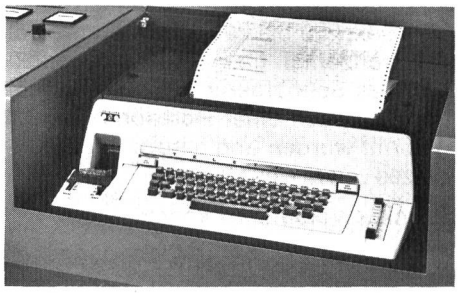


Abb. 7b. Protokolliergerät

eine Photodiode *(Abb. 4)*, gut eingeführt. Sie erfasst die Quantenmenge unabhängig von der Energie der Photonen der photosynthetisch wirksamen Strahlung (PAR) im Bereiche von 400 bis 700 nm. Die Sonnenstrahlung wird ausgedrückt in

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Energie } (\mu\text{-Einstein})}{m^2 \cdot s}$$

Die Intensität des in x Metern Tiefe festgestellten Unterlichtes wird meistens in Prozenten des Oberlichtes ausgedrückt. Für eine exakte Messung werden drei Messfühler benötigt, je einen zur Erfassung der auf die Wasseroberfläche auffallende Energie, der Reflexion, und der ins Wasser einfallenden und in der zu messenden Wassertiefe noch eindringenden Strahlung *(Abb. 5)*.

4. Speicherung elektrischer Messwerte mittels Datalogger

Daten können nicht nur ermittelt, sondern müssen auch notiert, gespeichert und verarbeitet werden. Die technischen Möglichkeiten reichen vom einfachen Notizbuch oder besprochenen Tonband über den Linienschreiber, Datalogger bis zum EDV-Prozessor und zur Protokollieranlage. Mit dem Einsatz von Messsonden lässt sich in der Regel eine wesentliche Senkung der Arbeitszeit an einer Untersuchungsstelle erzielen. Die Zeiteinsparung richtet sich aber wesentlich danach, wie die Daten abgelesen und «gespeichert» werden. Gegenüber den manuellen Eintragungen an Ort und Stelle bringt der Einsatz eines Diktiergerätes schon wesentliche zeitliche Vorteile, zumal hier auch leicht Korrekturen, etwa bei der Repetition einer Messserie innerhalb eines Tiefenbereiches, aufs Tonband gesprochen werden können.

Dank der Möglichkeit, die Messwerte intern in lineare «outputs» umzuwandeln, können am Messgerät *(Abb. 6a)*, also am Messort, die Messwerte mit einem transportablen *Datalogger (Abb. 6b)* gespeichert werden. Diese Daten müssen dann an einer zentralen Auswertestelle von einem Lesegerät, dem *Playback (Abb. 7a)*, so umgeformt werden, damit an dieses Gerät direkt Computer zur weiteren Auswertung, oder *Datendrucker (Abb. 7b)*, angeschlossen werden können.

5. Methoden zur qualitativen und quantitativen Erfassung des Planktons und der planktischen Biomasse

Die Produktion an Plankton, die sich gelegentlich in gelblichgrünen bis röt-

lichbraunen Wasserblüten auch für den Laien manifestieren kann, bedeutet für den Limnologen eine der wichtigsten Folgeerscheinungen der unerwünschten Zunahme an Nährstoffen (Eutrophierung). In neuerer Zeit zeichneten sich denn auch Bestrebungen ab, Plankton quantitativ exakter als bisher zu erfassen, um auch aus dieser Sicht die Eutrophierung «quantifizieren» zu können. Für Planktonstudien «klassischer Art» bedient man sich *trichterförmiger Netze (Abb. 8)* aus Geweben verschiedener Maschenweite, die horizontal an der Wasseroberfläche oder von der Tiefe an die Oberfläche gezogen werden. Netze mit Gewebeöffnungen von 45 μ dienen der Erfassung des *Phytoplanktons,* das heisst der pflanzlichen Schwebewelt, solche von 250 μ Maschenweite speziell dem Einsammeln von *Zooplankton.* Die relative Beurteilung der Organismenverteilung innerhalb der Planktonprobe im Blickfeld des Mikroskopes *(Abb. 9)* erfolgte früher nach einer Rangordnung von 1 bis 5, also von «vereinzelt» bis «dominierend». Die Zellenzahl pro Volumeneinheit gewann man hingegen beispielsweise mit dem *«Zürcher Trichter»* nach *Jaag, Märki* und *Braun,* einem zylindrischen Blechgefäss mit trichterförmigem Boden, der am untersten Punkt in einer Ringfassung endete, in die ein Netzchen von 4 cm Durchmesser eingelegt und mit Hilfe eines Bajonettverschlusses fixiert wurde.

Die mit einer Schöpfflasche hochgeholte Wasserprobe von rund einem Liter wurde durch dieses Gefäss filtriert, das Netzchen abgenommen und der Filterrückstand im Labor in eine Zählkammer gespült. Bei der Filtration passierten kleine Plankter, insbesondere Vertreter des sogenannten Nannoplanktons, fädige Schwebealgen schlüpften, wenn gerade senkrecht zum Netzchen stehend, ebenfalls durch.

In neuerer Zeit scheint sich die Methodik dahin zu vereinheitlichen, dass Wasserproben aus verschiedenen Profiltiefen einzeln emporgeholt, an Ort und Stelle in Flaschen abgefüllt und mit der konservierenden, die Planktonteilchen zugleich belastenden und teils anfärbenden Lugolscher Jod-Jodkali-Lösung versetzt werden. In Röhrenverbundkammern lässt man das Plankton sedimentieren und zählt die Organismen im *Umkehrmikroskop* nach *Utermöhl* aus *(Abb. 10).* Eine wesentliche Vereinfachung bei der Probenahme wird mit dem *summierenden Wasserschöpfer* nach *Schröder (Abb. 11),* erzielt, das heisst durch Entnahme von

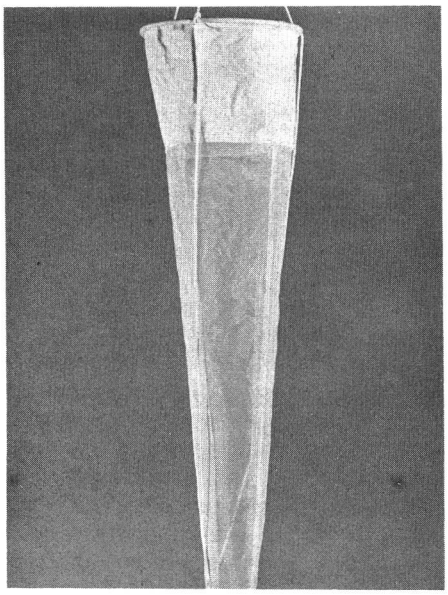


Abb. 8. Netz für Planktongewinnung.

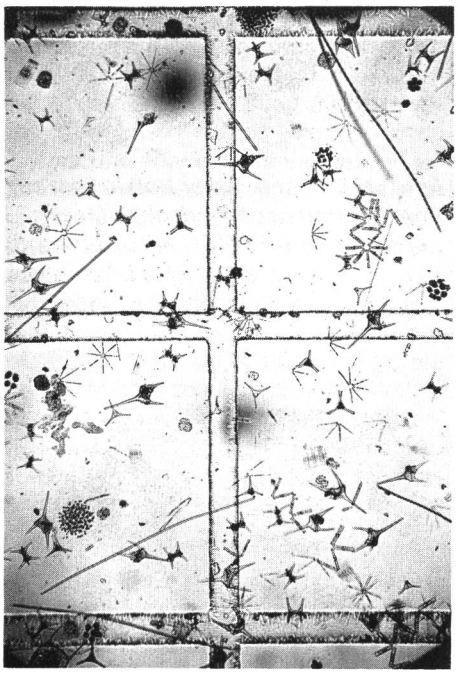


Abb. 9. Auszählung der Planktonorganismen in der Zählkammer. Blick durch das Mikroskop auf die Zählplatte.

Schöpfproben aus Wassersäulen von 0 bis 10 bzw. 0 bis 20 m Tiefe an mehreren horizontal gestreuten Messpunkten. Das Schöpfgerät enthält Wandungen, die nach einer Rotationshyperbel geformt wurden und aufgrund des Gesetzes von *Boyle-Mariotte:*

Druck × Volumen = konstant

aus jeder Tiefe ein genau gleich grosses Wasservolumen einlässt, das Austreten der Probe beim Hochziehen wird

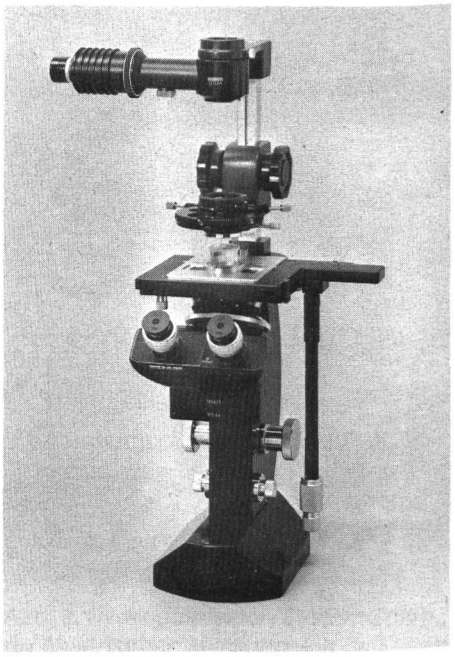


Abb. 10. Umgekehrtes Mirkoskop zur Planktonauszählung, Fabrikat Wild AG, Heerbrugg.

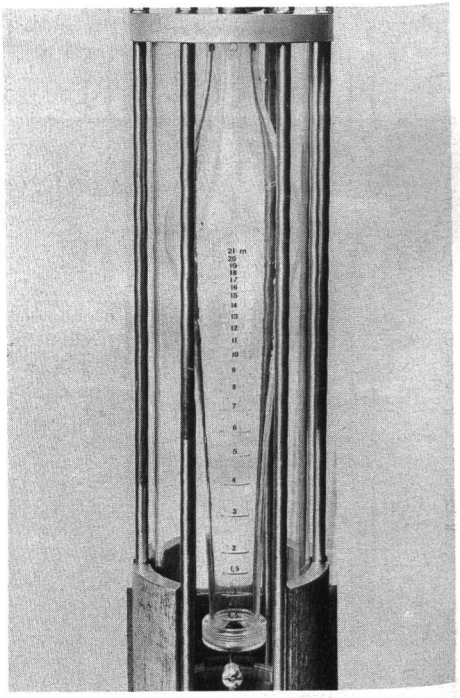


Abb. 11. Summierender Wasserschöpfer, nach Schröder, zur gleichvolumigen Entnahme von Wasserproben aus allen Wassertiefen für eine Sammelprobe.

jedoch durch ein Ventil verhindert. Sein Einsatz ist besonders in unsystematisch durchströmten Gewässerbereichen angezeigt.

Zur Quantifizierung des Planktons werden Individuenzahlen bezogen auf einen Liter angegeben oder die *Bio-*

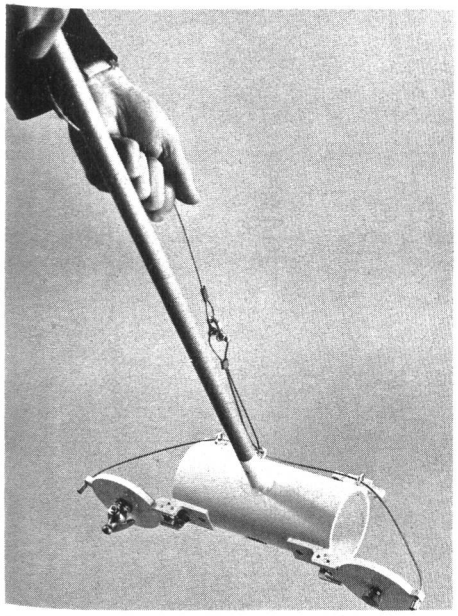


Abb. 12. Horizontalschöpfflasche, nach Ambühl und Zimmermann [5], zur Entnahme von Wasserproben aus fliessenden Gewässern.

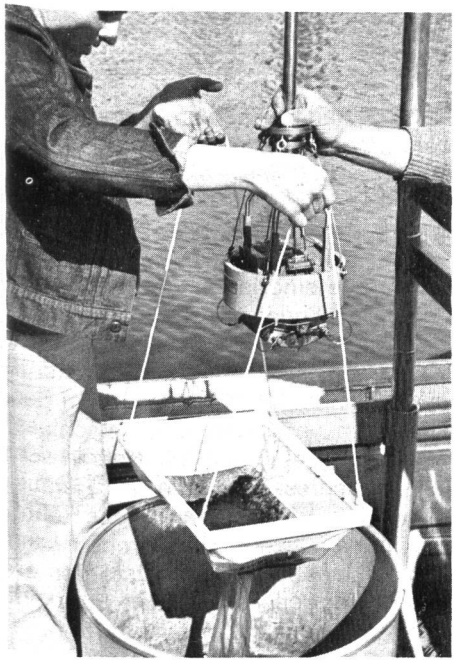


Abb. 13. Bodengreifer, nach Auerbach, und Auswaschen gefasster Schlammproben im Schlammsiebnetz zur Erkundung der tierischen Besiedlung am Gewässergrunde.

masse [12] berechnet. Sie wird aus dem Produkt der ausgezählten Plankter und den für die einzelnen Planktonarten berechneten Volumina ermittelt. Unter Annahme eines spezifischen Gewichtes 1 der Organismen entsprechen die ermittelten Volumina zugleich der Biomasse, ausgedrückt in μg/l oder mg/m³. Die Auswertung des enormen

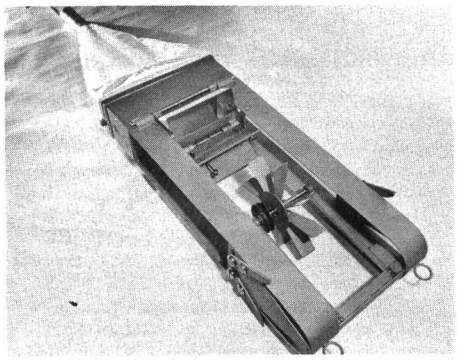


Abb. 14. Dredschge, nach Riedl, für faunistische Sammelzüge am Gewässerboden.

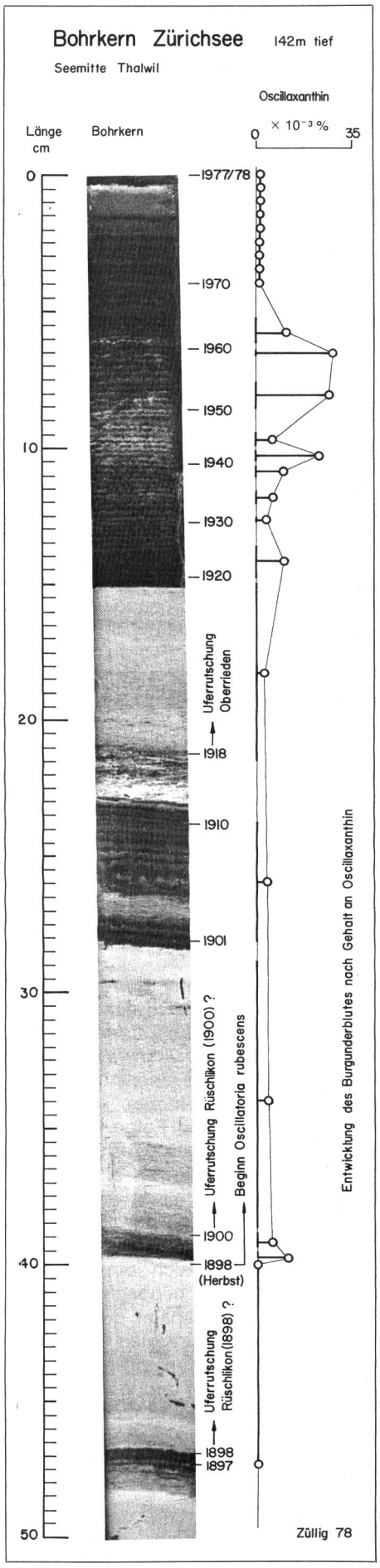
Zahlenmaterials, das bei Planktonanalysen anfällt, erfolgt heute mancherorts mittelst EDV-Anlagen.

6. Geräte und Methoden zur Erkundung der Gewässerböden

Kolkwitz und *Marsson* [8] schufen um die Jahrhundertwende ein weltweit bekannt gewordenes Saprobiensystem, bei dem sie drei Reinigungsstufen unterschieden und diesen bestimmte Organismengruppen und spezifische Organismenarten zuordneten. Spätere Studien über das ökologische Verhalten gewisser Leitorganismen haben zwar dieses System modifiziert; aber umfassende Untersuchungen der neueren Zeit, etwa von *P. Perret* über den biologischen Zustand der Flüsse (Mapos-Projekt AfU/EAWAG [13], von *G. Lang* über die Makrophytenvegetation in der Uferzone des Bodensees [9] oder jene von *R. Zahner* über Auftreten von Tubifiziden und Zufuhr organischer Stoffe im Bodensee [18] zeigen aufs neue, wie heute noch anhand biologischer Bestandesaufnahmen, sei es in den Gerinnen der Fliessgewässer, auf den Uferbänken oder in den Sedimenten der tieferen Seezonen das Bild über den Zustand eines Gewässers aufgrund tierischer und pflanzlicher Indikatoren abzurunden versucht wird.

Das Instrumentarium für die Probenahmen ist hier recht verschieden. Zur Untersuchung der Besiedlung von Fliessgewässern werden bewachsene Steine mit *Steingreifern* – wie Obstpflücker konstruiert – entnommen und mit *Kescher* (Pfahlkratzer) – in Metallrahmen gefasste Sammelnetze – Kolke und Fliesswasser-Sohlen «durchkämmt» und schliesslich Wasserproben gezielt zwischen grossen Steinen und schlecht zugänglichen «Winkeln» mit der *Horizontalschöpfflasche* nach *Ambühl* und *Zimmermann* [5] *(Abb. 12)* entnommen.

Die Erkundung der Böden in stehenden



Gewässern erfordert selbstschliessende Sammeleinrichtungen, die selbst in 300 m Tiefe so sicher funktionieren wie in seichten Ufergebieten. Für die Entnahme von Proben an der Sedimentoberfläche schuf *Auerbach* einen bestbewährten selbstschliessenden *Bodengreifer (Abb. 13).*
Die Schaufeln sowie ein Ringgewicht werden vor der Probenahme an einer Ringfassung hochgehalten und beim Auftreffen auf den Seeboden selbsttätig ausgeklinkt und dabei genau 1 dm² Seeboden «gefasst». Der Inhalt des gehievten Baggers kann für chemische Untersuchungen in Probeflaschen abgefüllt, für Aufnahmen über die Besiedlung des Seebodens durch Schlammwürmer oder Insektenlarven durch ein *Schlammsiebnetz (Abb. 13)* gewaschen werden.
Einen umfassenderen und statistisch gesicherteren Einblick in die Besiedlung ermöglicht ein Probefang mit der *Dredsche* nach *Riedl (Abb. 14).* Während das Gerät am Seeboden von der Wasseroberfläche aus geschleppt wird und aufgewirbeltes Sedimentmaterial in einen Sammelsack gelangt, wickelt ein Laufrad eine Leine auf, die am Ende einen Dorn enthält, der seinerseits zwei Klappen vor der Netzöffnung offen hält. Die Leine zieht am Ende der zuvor festgelegten Messstrecke den Dorn aus der Halterung, worauf die Klappen die Netzöffnung abschliessen.
Insbesondere Sedimente der tiefen Seeregion vermögen auch einen Einblick in die *Geschichte eines Gewässers* zu geben. Erstmals zeigte *Nipkow* 1920 [11] anhand längsaufgeschnittener und geschichteter *Bohrkerne* aus dem Zürichsee, wie sich das Sediment sichtbar vom nährstoffarmen zum nährstoffreichen Zustand wandelt. Er stellte nämlich über einer nur mineralisch leicht geschichteten, hellen untern Kernpartie eine Folge alljährlich wiederkehrender schwarzer und heller Sedimente fest, die er als Jahresschichtung interpretierte und aufgrund der Schichtenzählung den Beginn ins Jahr 1896 zurückdatierte. Es war genau die Zeit, in der auch eine enorme Planktonentfaltung beobachtet wurde und wenige Jahre später die Burgunderblutalge den Zürichsee rot färbte. Es trat Sauerstoffschwund am Seeboden während Herbst und Winter ein, in dessen Folge sich schwarze Schwefeleisenlagen bildeten. Im Frühjahr und Sommer hingegen setzten sich hell gefärbte mineralische Einschwemmungen und durch Lebewesen ausgefällter Kalk ab; diese Art der Sedimentbildung hat sich im Zürichsee bis heute

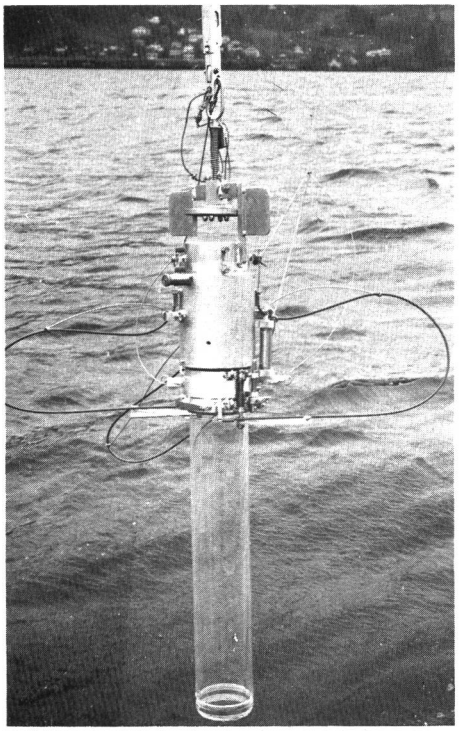


Abb. 16. Sedimentgrossprobennehmer, nach Ambühl [4], zur Entnahme von kurzen Sedimentkernen. Gerät mit hochgezogenem Verschlussmechanismus, der beim Hochziehen des Bohrkernes die Röhre unten abschliesst und auch die Entnahme sandiger und lockerer Sedimente ermöglicht.

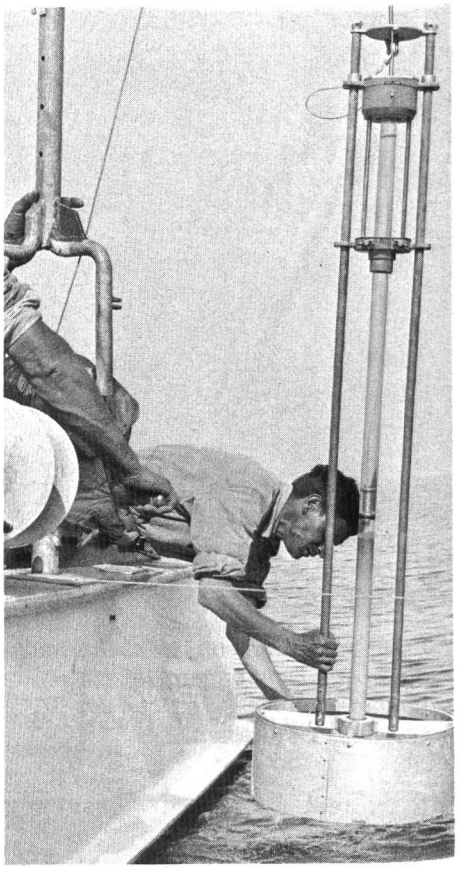


Abb. 17. Raumkolbenlot, System Züllig, zur Entnahme nicht zusammengestauchter Bohrkerne bis mehrere Meter Länge.

erhalten. *Züllig* erarbeitete in der Studie «Sedimente als Ausdruck des Zustandes eines Gewässers» [19] Methoden, um aufgrund verfeinerter chemischer und biologischer Untersuchungen an Bohrkernen, die Ablagerungen der letzten 50 bis 100 Jahre erfassen, und die Sedimente der Seen bezüglich ihres Nährstoffreichtums rekonstruieren zu können, insbesondere auch mit der Zielsetzung, bereits die neuesten Auswirkungen der Abwasserreinigung auf unsere Seen erkennen zu können. Das Schwergewicht wird in neueren Arbeiten auf die Bestimmung der aus dem Plankton stammenden und im Sediment konservierten Anteile an Pflanzenfarbstoffe gelegt, aus deren Komponenten Rückschlüsse auf den Wandel in der Planktondichte und Zusammensetzung gezogen werden können *(Abb. 15).*

Die Probenahme erfolgt mit *Bohrloten* verschiedener Ausführungen, zum Beispiel *Ambühl (Abb. 16)* [3, 4] oder *Züllig* [20] *(Abb. 17)* mit Geräten, die an *einem* Drahtseil auf den Seeboden gelassen werden und durch den Fallimpuls in die Sedimente eindringen. Je nach Länge des zu gewinnenden Bohrkernes lässt sich die Bohrröhre durch Heben und Senken eines Rammgewichtes tiefer in das Sediment hineintreiben. Beim Herausziehen verhindert eine Abschlussvorrichtung, ein Ventil, ein Kolben oder eine angepresste Klappe das Herausgleiten des Bohrkernes aus der Röhre. Die Entnahme der Einzelproben kann aus aufklappbaren Plexiglasröhren erfolgen, in denen sich der *Bohrkern* auch *aufschneiden* lässt *(Abb. 18).*

Ein gedichteter Kolben kann verhindern, dass dünnflüssiger Faulschlamm in horizontaler Lage des Bohrrohres zerfliesst. Auf diese Weise lassen sich die *Feinstrukturen eines Bohrkernes* sehr schön sichtbar machen.
Mit diesem keineswegs vollständigen Querschnitt durch das «Feld»-Instrumentarium des Limnologen wurde versucht aufzuzeigen, mit welch unterschiedlichen Probenahmetechniken der Zustand fliessender und stehender Gewässer betont routinemässig von chemischer und biologischer Seite her erkundet wird.

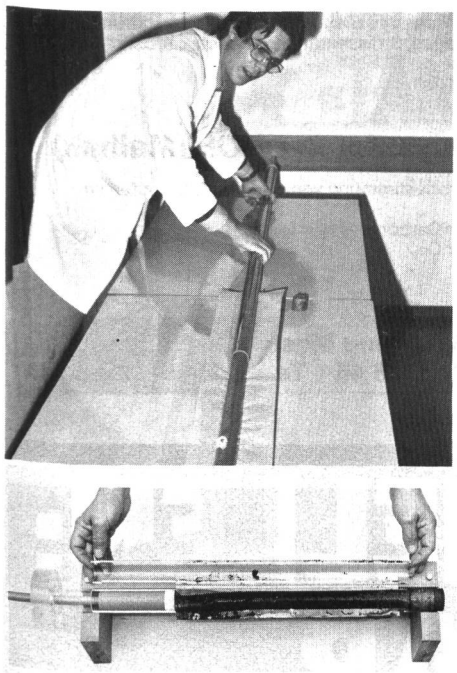


Abb. 18. Präparation der Bohrkerne. Oben: Ausstossen längerer Bohrkerne; unten: Aufschneiden von einzelnen Bohrkernstücken.

Literatur

[1] *Ambühl, H.,* Forschung am Vierwaldstättersee und die jüngste Entwicklung schweizerischer Seen, Gas, Wasser, Abwasser *55,* 1 (1975).

[2] *Ambühl, H.,* Die praktische Anwendung der elektrochemischen Sauerstoffbestimmung im Wasser, II Kurzzeitmessung der Oxytester, Schweiz. Z. f. Hydrologie *20,* 2 (1958).

[3] *Ambühl, H.,* Ein Gerät zur Entnahme ungestörter Sediment-Grossproben in Seen, Schweiz. Z. f. Hydrologie *31,* 1 (1969).

[4] *Ambühl, H.,* und *Bührer, H.,* Zur Technik der Entnahme ungestörter Grossproben von Seesediment; ein verbessertes Bohrlot, Schweiz. Z. f. Hydrologie *37,* 1 (1975).

[5] *Ambühl, H.,* und *Zimmermann, P.,* Über die Entnahme von Wasserproben in fliessenden Gewässern, Schweiz. Z. f. Hydrologie *18,* 2 (1956).

[6] *Baldinger, F.,* «Der Gewässerschutz in der Schweiz» VSA-Bericht Nr. 127/1 in GWA, *56,* 5.

[7] *Kalman, L.,* Die Lichtmessung unter Wasser mit Photoelementen: Ein Messverstärker mit linearer Anzeige, Schweiz. Z. f. Hydrologie *34,* 2 (1972).

[8] *Kolkwitz, R.,* und *Marsson, M.,* Ökologie der tierischen Saprobien, Int. Rev. ges. Hydrobiol. *2,* 126–152 (1909).

[9] *Lang, G.,* Die Makrophytenvegetation in der Uferzone des Bodensees, Bericht Nr. 12, 1973.

[10] *Nydegger, P.,* Vergleichende limnologische Untersuchungen an sieben Schweizer Seen, Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie 1957, *9,* Verlag Kümmerly & Frey, Bern.

[11] *Nipkow, F.,* Vorläufige Mitteilungen über Untersuchungen des Schlammabsatzes im Zürichsee, z. f. Hydrologie 1920, I.

[12] *Pavoni, M.,* Die Bedeutung des Nannoplanktons im Vergleich zum Netzplankton, Schweiz. Z. f. Hydrologie *25,* 2, 219–341 (1963).

[13] *Perret, P.,* Biologischer Zustand der Flüsse, Projekt Mapos der Eawag, Auftrag AfU Bern, Vortrag Pro Aqua, Basel 1977.

[14] *Sauberer, F.,* Empfehlungen für die Durchführung von Strahlungsmessungen in Gewässer, Mitt. Int. Ver. Limnologie *11* (1962).

[15] *Stadelmann, P.,* Limnologie als Aufgabe einer kantonalen Gewässerschutzfachstelle, Vortrag VSA 1977.

[16] *Suchlandt, O.,* und *Schmassmann, W.,* Limnologische Beobachtungen an 8 Hochgebirgsseen der Landschaft Davos, Z. f. Hydrologie *7,* 1/2 (1935).

[17] *Trüeb, E.,* «Gedanken zu einer umfassenden Wasserwirtschaft», Wasser- und Energiewirtschaft *11* (1969).

[18] *Zahner, R.,* Beziehungen zwischen dem Auftreten von Tubifiziden und der Zufuhr organischer Stoffe im Bodensee, Int. Revue ges. Hydrobiol. *49,* 3, 417–454 (1964).

[19] *Züllig, H.,* Sedimente als Ausdruck des Zustandes eines Gewässers, Schweiz. Z. f. Hydrologie *18,* 1 (1956).

[20] *Züllig, H.,* Ein Klein-Rammkolbenlot zur Gewinnung ungestörter Sedimentprofile, Schweiz. Z. f. Hydrologie *31,* 1 (1969).

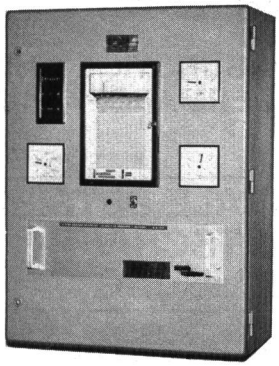
Beratung + Planung + Service

von

MENGEN-, NIVEAU-, TEMPERATUR-, pH-WERT, O_2- und LEITFÄHIGKEITS-

Mess- und Fernmessanlagen in

WASSERVERSORGUNGEN UND KLÄRANLAGEN



18 Jahre Erfahrung

ING. BILAND AG

Bühlfeldstrasse 5
CH-8968 Mutschellen
Telefon 5 20 00
Telex 53 914

Digitales Datenübertragungssystem Allgomatic