

ANALYSIS OF ORGANIC MICROPOLLUTANTS IN WATER

**Proceedings of the Third European Symposium
held in Oslo, Norway, September 19-21, 1983**

Commission of the European Communities

ANALYSIS OF ORGANIC MICROPOLLUTANTS IN WATER

*Proceedings of the Third European Symposium
held in Oslo, Norway, September 19-21, 1983*

Edited by

G. ANGELETTI

*Directorate-General for Science, Research and Development,
Commission of the European Communities, Brussels*

and

A. BJØRSETH

Central Institute for Industrial Research, Oslo

D. REIDEL PUBLISHING COMPANY

A MEMBER OF THE KLUWER



ACADEMIC PUBLISHERS GROUP

DORDRECHT / BOSTON / LANCASTER

Library of Congress Cataloging in Publication Data

Main entry under title:

Analysis of organic micropollutants in water.

CIP

'Proceedings of the Third European Symposium on 'Analysis of Organic Micropollutants in Water,' held in Oslo (Norway), from 19 to 21 September 1983'-Foreword.

At head of title: Commission of the European Communities.

Includes index.

I. Organic water pollutants-Analysis-Congresses. I. Angeletti, G., 1943- II. Bjørseth, Alf. III. European Symposium on "Analysis of Organic Micro-pollutants in Water" (3rd: 1983 : Oslo, Norway) IV. Commission of the European Communities.

TD427.O7A528

1984

628.1'68

83-26955

ISBN 90-277-1726-5

The Symposium was jointly organized by

- The Commission of the European Communities, Brussels

- The Central Institute for Industrial Research, Oslo

- The Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research, Oslo

Publication arrangements by

Commission of the European Communities

Directorate-General Information Market and Innovation, Luxembourg

EUR 8518

© 1984 ECSC, EEC, EAEC, Brussels and Luxembourg

LEGAL NOTICE

Neither the Commission of the European Communities nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of the following information.

Published by D. Reidel Publishing Company

P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, Holland

Sold and distributed in the U.S.A. and Canada

by Kluwer Academic Publishers,

190 Old Derby Street, Hingham, MA 02043, U.S.A.

In all other countries, sold and distributed

by Kluwer Academic Publishers Group,

P.O. Box 322, 3300 AH Dordrecht, Holland

All Rights Reserved

No part of the material protected by this copyright notice may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system, without written permission from the copyright owner.

Printed in The Netherlands

FOREWORD

In this book, the proceedings of the Third European Symposium on "Analysis of Organic Micropollutants in Water", held in Oslo (Norway), from 19 to 21 September 1983, are presented.

The symposium was organized within the framework of the Concerted Action COST 64b bis *, which has the same name and is included in the Third R & D Programme on Environment of the Commission of the European Communities - Indirect and Concerted Actions - 1981 to 1985.

The aim of the symposium was to review the progress and results achieved during the past two years, since the Second symposium, held in Killarney (Ireland) in November 1981.

The programme of the symposium consisted of review papers covering different areas related to the analysis of the organic pollutants in water, including sampling and sample treatment, gas and liquid chromatography, mass spectrometry and specific analytical problems for some types of compounds.

We think that the volume gives a rather complete overview of these activities in Europe. Moreover, the paper presented by D. Hunt reviews the development of the new technique mass spectrometry - mass spectrometry in the United States of America.

Some special sessions concerned the presentation of original contributions in form of poster, the extended versions of which are published in this volume.

The final session was dedicated to an overview of the future environmental problems, especially as far as regards the analytical chemistry, particular field of interest for this symposium and more in general the integration of the research programmes on the environment in the current and future policies of the European Communities.

We believe that the volume contributes to the solution of the problems posed by the organic pollutants in water and that the links between past and present research and the follow-up projects in this field are assured.

Brussels/Oslo, November 1983.

G. ANGELETTI

A. BJØRSETH

* COST 64b bis : Scientific and Technical Cooperation with the Non-Member Countries Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and Yugoslavia in the field of "Analysis of Organic Micropollutants in Water".

CONTENTS

Foreword

v

SESSION I - SAMPLING

Introductory remarks on sampling

F.J.J. BRINKMANN, National Institute for Water
Supply, Leidschendam

3

Zur Entnahme von Grundwasserproben

V. NEUMAYR, Institut für Wasser-, Boden- und
Luftthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin

5

Sampling of surface waters for tracing macro- and micro- pollutants

W. SCHMITZ, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-
Württemberg, Karlsruhe

15

Techniques d'échantillonnage pour l'analyse des traces organiques

A. BRUCHET, L. COGNET, J. MALLEVIALLE, Laboratoire
Central-Lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage, Le Pecq

27

Extraction of sediments using ultrasonic and steam distillation treatments

C. O'DONNELL, Water Resources Division, An Foras
Forbartha, Dublin

36

SESSION II - ANALYSIS

High resolution gas chromatography in water analysis: 12 years of development

K. GROB, Institute for Water Resources and Water Pollution
Control (EAWAG), Dübendorf

43

Analysis of organics in the environment by functional group using a triple quadrupole mass spectrometer.

D.F. HUNT, J. SHABANOWITZ, T.M. HARVEY, Department
of Chemistry, University of Virginia, Charlottesville,
Virginia

53

Recent progress in LC/MS

D.E. GAMES, M.A. McDOWALL, Department of Chemistry,
University College of Cardiff,
M. GLENYS FOSTER and O. MERESZ, Ontario Ministry
of the Environment

68

Computerized data handling in gas chromatography/mass
spectrometry

P. GROLL, Institut für Heisse Chemie, Kernforschungs-
zentrum Karlsruhe

77

New developments in selective detection in capillary gas
chromatography

P. SANDRA, Laboratory of Organic Chemistry, State
University of Ghent

84

Determination of organic water pollutants by the combined
use of high-performance liquid chromatography and high-
resolution gas chromatography

W. GIGER, M. AHEL, C. SCHAFFNER, Swiss Federal
Institute for Water Resources and Water Pollution
Control (EAWAG) and Swiss Federal Institute of
Technology, Dübendorf

91

Analysis of organic micropollutants by HPLC

J.C. KRAAK, Laboratory for Analytical Chemistry,
University of Amsterdam

110

Identification of non-volatile organics in water using
field desorption mass spectrometry and high performance
liquid chromatography

C.D. WATTS, B. CRATHORNE, M. FIELDING, C.P. STEEL,
Water Research Centre, Marlow, Buckinghamshire

120

Mass spectrometric identification of surfactants

K. LEVSEN, E. SCHNEIDER, F.W. ROELLGEN, P. DAEHLING
Department of Physical Chemistry, The University of Bonn,
A.J.H. BOERBOOM, P.G. KISTEMAKER, S.A. McLUCKEY, FOM
Institute for Atomic and Molecular Physics, Amsterdam

132

Characterisation of non-volatile organics from water by
pyrolysis-gaschromatography-mass spectrometry

L. STIEGLITZ, W. ROTH, Nuclear Research Centre,
Karlsruhe

141

Automated GC/MS for analysis of aromatic hydrocarbons in
the marine environment

S. SPORSTØL, K. URDAL, Central Institute for Industrial
Research, Oslo

147

Analysis of sulphonic acids and other ionic organic compounds
using reversed-phase HPLC

K.J. CONNOR, A. WAGGOTT, Water Research Centre, Stevenage
Laboratory

153

Closed loop stripping and cryogenic on-column focusing of trihalomethanes and related compounds for capillary gas chromatography	
M. TERMONIA, J. WALRAVENS, P. DOURTE, X. MONSEUR, Institut de Recherches Chimiques, Secrétariat d'Etat à l'Agriculture, Tervuren	162
Observations with cold on-column injection	
P. SANDRA, Laboratory of Organic Chemistry, State University of Ghent	165
Polymethylphenylsilicones in fused silica capillary columns for gas chromatography	
M. VERZELE, F. DAVID, P. SANDRA, Laboratory of Organic Chemistry, State University of Ghent	169
Collaborative study on the mass spectrometric quantitative determination of toluene using isotope dilution technique	
A. BUECHERT, National Food Institute, Søborg	173
Determination of volatile organic substances in water by GC/SIM results of an investigation on the rivers Rhine and Main	
F. KARRENBROCK, K. HABERER, ESWE-Institut für Wasser- forschung und Wassertechnologie GmbH, Wiesbaden	179
 <u>SESSION III - SPECIFIC ANALYTICAL PROBLEMS</u>	
Analytische Bestimmung organischer Halogenverbindungen	
M. SCHNITZLER, W. KUEHN, DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut, Universität Karlsruhe	191
Determination of organic sulphur, organic phosphorus and organic nitrogen	
G. VEENENDAAL, KIWA Ltd., The Netherlands Waterworks' Testing and Research Institute Ltd., Rijswijk	205
Results from Round Robin Exercises of phenolic compounds within the COST 64b bis project	
L. RENBERG, National Swedish Environment Protection Board, Special Analytical Laboratory, Stockholm	214
Instrumental analysis of petroleum hydrocarbons	
R.G. LICHTENTHALER, Central Institute for Industrial Research, Oslo	225

Screening of pollution from a former municipal waste dump
at the bank of a Danish inlet

U. LUND, VKI, Water Quality Institute, Hørsholm and
Danish Civil Defence, Analytical Chemical Laboratory,
Copenhagen

A. KJAER SØRENSEN, Danish Civil Defence, Analytical
Chemical Laboratory, Copenhagen

J.A. FARR, VKI, Water Quality Institute, Hørsholm

234

The impact on the ecology of polychlorinated phenols and
other organics dumped at the bank of a small marine inlet

J. FOLKE, J. BIRKLUND, VKI, Water Quality Institute,
Hørsholm

A.KJAER SØRENSEN, Danish Civil Defence, Analytical
Chemical Laboratory, Copenhagen

U. LUND, VKI, Water Quality Institute, Hørsholm and
Danish Civil Defence, Analytical Chemical Laboratory,
Copenhagen

242

Organic micropollutants from the pulp industry: analysis
of lake Päijänne water

E. TOIVANEN, I. KUNINGAS, S. LAINE, Helsinki City
Waterworks, Water Examination Bureau, Helsinki

255

Ground water pollution by organic solvents and their
microbial degradation products

D. BOTTA, L. CASTELLANI PIRRI, E. MANTICA, Dept.
of Industrial Chemistry and Chemical Engineering,
Politecnico di Milano

261

Comparison of three methods for organic halogen deter-
mination in industrial effluents

G.E. CARLBERG, A. KRINGSTAD, Central Institute for
Industrial Research, Oslo

276

Organic micropollutants in surface waters of the Glatt
Valley, Switzerland

M. AHEL, W. GIGER, E. MOLNAR-KUBICA, C. SCHAFFNER,
Swiss Federal Institute for Water Resources and
Water Pollution Control (EAWAG), Dübendorf

280

Species and persistence of pollutants in the pond water
from an orchard area treated with organophosphorus
pesticides

V. DREVENKAR, Z. FROEBE, B. ŠTENGL, B. TKALČEVIĆ
Institute for Medical Research and Occupational
Health, Zagreb

289

Occurrence and origin of brominated phenols in Barcelona's water supply	
J. RIVERA, Institut de Química Bio-Orgànica, Barcelona	
F. VENTURA, Sociedad General de Aguas de Barcelona	294
The relationship between the concentration of organic matter in natural waters and the production of lipophilic volatile organohalogen compounds during their chlorination	
M. PICER, V. HOCENSKI, N. PICER, Center for Marine Research Zagreb, "Rudjer Bošković" Institute, Zagreb	301
 <u>SESSION IV - FUTURE ENVIRONMENTAL PROBLEMS</u>	
Standard setting principles	
R.F. PACKHAM, Water Research Centre, Marlow, Buckinghamshire	309
Integration of the environment research action programme into the framework programme for community scientific and technical activities 1984-1987	
A. KLOSE, G. ANGELETTI, C. WHITE, Commission of the European Communities, Brussels	320
COST 64b bis project - Now and the future	
A. BJØRSETH, Central Institute for Industrial Research, Oslo	
H. OTT, Commission of the European Communities, Brussels	328
 LIST OF PARTICIPANTS	 333
INDEX OF AUTHORS	339

SESSION I - SAMPLING

Chairman: F.J. BRINKMANN

Introductory remarks on sampling

Zur Entnahme von Grundwasserproben

Sampling of surface waters for tracing macro- and micro-pollutants

Techniques d'échantillonnage pour l'analyse des traces organiques

Extraction of sediments using ultrasonic and steam distillation treatments

INTRODUCTORY REMARKS ON SAMPLING

F.J.J. BRINKMANN

National Institute for Water Supply

Leidschendam, The Netherlands

Before giving the floor to the speakers of the sampling session I shall use this opportunity to describe the activities and results of working party I. This will also serve as a state-of-the-art report on sampling.

WP I has been concerned with sampling of organic micropollutants in water as well as in matrices related with water. WP I will finish its work at the end of this year but it is clear to the members of the working party - and as I hope also to the participants of this symposium - that sampling will be a permanent item in discussions on environmental water-chemistry.

Highlights of WP I have been:

- the working party meeting in Gothenburg, where sample treatment was the main topic,
- the European Scientific Symposium in Berlin and especially the session devoted to sampling and the animated discussions which followed,
- the European Symposium in Killarney: again a session was devoted to sampling, and was also successful because of the input of Dr. Josefsson,
- the working party meeting in Rome: sampling procedures, installations, apparatus and devices, as well as choice of sampling points were the main items and the discussions covering surface water, sediments, ground-water and rainwater resulted in a long and valuable report,
- the working party meeting in Luxembourg on sampling of drinking water.

I am sure that this session, with its introduction by very experienced colleagues, can be added to this list of highlights.

In the literature as well as in practice most of the attention on sampling has been paid to surface water. Nevertheless this has not yet resulted in general prescriptions covering all possible situations.

The local situation and the purpose of the sampling affect the precise choice of sampling points, the time of sampling and, as concerns the method of sampling, the choice between composite sampling and grab-sampling. As well as discontinuities in water quality caused by stream patterns, sampling in relation to organic compounds can be hampered by the presence of suspended solids. There is an enormous lack of knowledge concerning sampling of sediments.

Drinking water is in general free from suspended solids ($< 1 \text{ mg/l}$) and therefore easier to sample. In special cases however, sampling of drinking water can be hampered by bitumin particles (bitumin-coated iron pipes), by lead carbonate/hydroxide particles (lead pipes), by other hydroxides/ carbonates (iron and calcium), and even by the presence of animals such as worms. Flow patterns in the pipes also play a role, and the problem of stagnant versus flushing water should be mentioned. The results of the Luxembourg meeting on sampling of drinking water have not yet been reported, but in advance of this report it can be said that in the opinion of the working party the sampling programmes listed in the EC directive and the WHO standards/guidelines are adequate but should be considered as a minimum. Furthermore, the listed parameters will be relevant in normal cases, but in special cases the programme should be extended to the extra parameters expected to be present.

Research on organic components in rainwater is still in its infancy. This is primarily because of the extremely low concentrations shown for PAH's, for lower aromates, and for halogenated hydrocarbons, which together with acids are the most frequently found groups of compounds. The low concentrations in rainwater also imply long collection-times giving rise to losses by adsorption, evaporation and transformation. The problem of wet-only versus dry deposition (or total deposition) is great. On the other hand a well-designed sampling programme on deposition will even give information about the pathway of organic micropollutants in the air-compartment.

When it concerns organics, sampling of groundwater gains extra dimension. The Rome meeting has resulted in a report containing much information, but to prevent misunderstanding it has to be realized that sampling of groundwater with the aim of measuring organic micropollutants is still a new field of environmental research. Particularly as it concerns the sampling of anaerobic water much less information is available.

ZUR ENTNAHME VON GRUNDWASSERPROBEN

V. NEUMAYR

Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des
Bundesgesundheitsamtes
1000 Berlin, BRD

Summary

Depending on questions and aims leading to groundwater-quality-classification there is always need of a change for sensible sample-techniques. In praxis, however, there is seldom a possibility to use specific sampling equipment for the most different criteria of analysis. As a matter of fact - negotiating some exceptions - the equipment of wells with well polymerized PVC-pipes and well screens leads to considerable results in common praxis. Furthermore a prepared and clean-washed screening area of silicate gravel as well as a sufficient pipe-diameter, allowing to install a strong pump of the minimum size of 4 inches stands the test. By means of these sampling wells there is normally the possibility to guarantee analysis of inorganic chemical, organic chemical, physical and microbiological parameters with respect to the assessment of hydraulic, hydrogeological and health aspects.

A quality survey of organic pollutants in groundwater is possible by means of a direct application of XAD or activated carbon in a sampling-well. The determination of concentration-developements concerning volatile organic substances in groundwater is practicable by continuous sampling in gas-tight glass-syringes and an infusion control-system.

Zusammenfassung

Je nach Fragestellung und Absicht einer Grundwasserqualitätsbewertung ändert sich die Methodik einer sinnvollen Probenahmetechnik von Grundwässern. In der Praxis ist es jedoch kaum möglich, für die unterschiedlichsten Untersuchungskriterien jeweils spezifische Probeentnahme-einrichtungen vorzusehen. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, hat sich die Einrichtung von Grundwassermeßstellen mittels gut polymerisierter PVC-Rohre und -filter, einer gewaschenen Quarzkiesschüttung im Filterbereich und eines Innendurchmessers des Meßstellenrohres, der das Abpumpen mit leistungsfähigen 4 Zoll Tauchmotorpumpen erlaubt, bewährt. In der Regel lassen sich über diese Meßstellen anorganisch-chemische, organisch-chemische, physikalische und mikrobiologische Parameter ermitteln, um sie nach hydraulischen, hydrogeologischen und gesundheitlichen Aspekten bewerten zu können.

Eine qualitative Überwachung von organischen Verunreinigungen in Grundwässern ist durch den direkten Einsatz von XAD oder Aktivkohle in einer Grundwassermeßstelle

möglich. Zur Überwachung von Konzentrationsgängen flüchtiger und leichtsiedender organischer Inhaltsstoffe in Grundwässern kann eine kontinuierliche Probenahme über gasdichte Glasspritzen und ein Infusionssteuergerät durchgeführt werden.

1. Einleitung

Aufgrund der zunehmend intensiven Nutzung und Belastung von Grundwässern kommen Untersuchungen der physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Beschaffenheit des Grundwassers eine wachsende Bedeutung zu. Neben direkten und örtlich begrenzten Boden- und Grundwasserschadensfällen sind in steigendem Maße auch diffuse Beeinflussungen durch die Industrialisierung, landwirtschaftliche Nutzung, Verkehr, Abwasser und Abfall erkennbar. Diesbezügliche Veränderungen der Wasserqualität werden durch den Vergleich von Wasseranalysen offenkundig. Da somit der Vergleichbarkeit von Analyseergebnissen eine besondere Bedeutung zukommt, ist es wichtig, die kritischen Untersuchungsschritte - nämlich die Probenahme und die analytische Methode - zu optimieren und zu standardisieren. Hinsichtlich einer geeigneten Probenahme von Grundwässern gewährt nur eine nach Ausbau, Material und Örtlichkeit sinnvoll angelegte Probenahmestelle verbunden mit einer fachgerechten Probenahmetechnik eine repräsentative Wasserprobe eines spezifischen Grundwasserleiters.

2. Probeentnahmestellen

Die Bewertung von Grundwasserqualitäten erfolgt in der Regel aus der Sicht

- der Hydraulik und Hydrologie,
- der Hydrogeologie und Geochemie,
- der Trophologie und Toxikologie und
- der Stoffgenese (geogen - anthropogen).

Somit sollte unter diesen Gesichtspunkten die Einflußgröße einer Entnahmestelle nach Art und Ausbau so gering wie möglich sein. Da ein Wasser nach Verlassen eines Grundwasserleiters unter Umständen sehr rasch seine Beschaffenheit verändert, muß die eigentliche Probenahme zeitlich und räumlich unmittelbar erfolgen. Darüberhinaus ist darauf zu achten, daß die Einrichtung der Probenahmestelle keinen entscheidenden Eingriff in das natürliche System eines Grundwasserleiters darstellt.

Grundwasserentnahmen sind möglich aus:

- Förderbrunnen,
- Grundwassermeßstellen,
- Quellen,
- wasserführenden Stollen und
- Grundwasserblänken.

Während Grundwasserblänken durch ihre limnologische Überprägung kaum repräsentative Proben des entsprechenden Grundwasserleiters liefern können und Stollenwasser durch den Kontakt mit

der Umgebungsluft schnell seine physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Eigenschaften ändern kann, bleiben repräsentative Probenahmen im wesentlichen nur den Förderbrunnen, Grundwassermeßstellen und Quellen vorbehalten.

2.1 Quellen

Gezielte Probenahmen sind bei frei schüttenden Quellen in der Regel ohne größeren Aufwand durchführbar. Meist genügt eine Probenahme durch Schöpfen direkt an der Stelle, wo das Grundwasser das Gestein oder Sediment verläßt. Es muß jedoch sichergestellt sein, daß keinerlei Oberflächen-, Hang- oder Niederschlagswasser in das Grundwasser gelangen kann.

2.2 Förderbrunnen

Grundwassergewinnung und künstliche Absenkung des natürlichen Grundwasserspiegels stellen einen Eingriff in den Grundwasserleiter dar, so daß eine entsprechende Bewertung von analytischen Untersuchungsparametern immer unter dem Aspekt der jeweiligen Fördermenge vorgenommen werden muß. Da Förderbrunnen meist über elektrische Tauchpumpen große Förderleistungen aufbieten, stellt sich nur eine geringe Aufenthalts- und Kontaktzeit des Grundwassers mit dem Brunnenfilter und dem Pumprohrleitungsmaterial ein. Somit wird die Probe meist kaum oder nur geringfügig durch den Ausbaustoff des Brunnens beeinträchtigt. Bei entsprechenden Förderleistungen ist deshalb durchaus eine Schwermetallanalyse des Grundwassers möglich, obwohl Brunnenrohr und -filter aus Metall gefertigt sind, bzw. eine Analyse auf organische Inhaltsstoffe, obwohl Kunststoffverrohrungen verwendet worden sind.

2.3 Grundwassermeßstellen

Grundwassermeßstellen dienen in der Regel der Erfassung von Grundwasserständen und werden meist nur sporadisch abgepumpt. Lange Standzeiten können jedoch den Umgebungsbereich der Brunnenfilter beeinträchtigen (Versandung, Verockerung, Aufbau eines mikrobiologischen Rasens etc.) und verändern somit auch das im Brunnen befindliche Wasser. Überdies ist eine Beeinflussung des Wassers durch das Material des Brunnenfilters sowie der Verrohrung möglich. Metallrohre und -filter verändern die Metall- und Schwermetallgehalte des Grundwassers; Kunststoffrohre können organische Substanzen an das Wasser abgeben oder aber auch im Grundwasser vorhandene, organische Inhaltsstoffe adsorptiv binden. Im Normalfall ist es jedoch trotz der Materialprobleme kaum vertretbar, Grundwassermeßstellen analog anstehender analytischer Fragestellungen in vielfältigen Ausbauvarianten einzurichten. Vielmehr ist es sinnvoll, ein Material zu finden, daß auch unter Einbezug von Kostenüberlegungen, eine geringst mögliche Beeinträchtigung des Wassers gewährleistet. Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, daß neben dem sehr teuren Einsatz von Edelstahl, gut polymerisiertes PVC eine zufriedenstellende Kompromißlösung darstellt.

Für die zur Einrichtung einer Grundwassermeßstelle notwendigen Bohrarbeiten stehen vereinfacht Trocken- und Spülbohrverfahren zur Verfügung. Da bei Spülbohrverfahren der Eintrag von Fremdstoffen in den Grundwasserleiter (Spülwasser,

Bohrrolle etc.) unumgänglich ist, sollte das Trockenbohrverfahren bevorzugt werden. Während der Bereich des zu beprobenden Grundwasserleiters zwischen Bohrlochwand und Verrohrung mit einer Schüttung gewaschenen Quarzkieses (ähnlich der Korngrößenverteilung des umgebenden Gesteins) gefüllt wird, sollten die hangenden und liegenden Schichten mit dichtendem Material abgeschlossen werden. Bei unterschiedlichen Grundwasserstockwerken bietet sich eine getrennte Verfilterung zur individuellen Probenahme an.

In den Grundwassermeßstellen kann die eigentliche Probenahme erst nach eingehender Reinigung des Brunnenfilters erfolgen. Dies ist in der Regel nur durch Abpumpen des Brunnens und gleichzeitiger Spülung des Filters möglich. Eine effektive Reinigung stellt sich nur bei entsprechend erhöhten Durchflusssmengen des Grundwassers durch den Brunnenfilter ein. Die dazu notwendigen Pumpleistungen werden durch Pumpen ab etwa 4 Zoll Durchmesser aufgebracht. Aus diesem Grunde ist darauf zu achten, daß die Rohrdurchmesser der Grundwassermeßstellen das Einbringen solcher Pumpen gewährleisten.

3. Probenahme

Üblicherweise können Grundwasserprobenahmen mit nachstehenden Probenahmegeräten durchgeführt werden:

- Schöpfergeräte,
- Kolbenprober,
- Saugpumpe,
- Tauchschwingkolbenpumpe,
- Hubkolbenpumpe,
- Tiefsauger,
- Impulspumpe,
- Mammutpumpe.

Außer in Quellen und in wasserführenden Stollen sollten Schöpfergeräte nur in Ausnahmefällen benutzt werden. Man unterscheidet einfache Schöpfergeräte, die nur in der Lage sind, Wasser von der Wasseroberfläche aufzunehmen und Schöpfer, wie der "RUTTNER-Schöpfer", der Wasserproben aus bestimmten Tiefen entnehmen kann. Für große Tiefen (ca. 500 - 1000 m) sind spezielle Geräte entwickelt worden (1,2).

Bis in eine Wassertiefe von etwa 7 bis 8 m können der Kolbenprober, eine mit der Hand bedienbare Kolbenpumpe meist aus Glas (Förderleistung: ca. 0,5 l/min), und die Saugpumpe, die als Kreiselpumpe durch Elektro- oder Benzinmotoren betrieben wird (Förderleistung: 1 bis 2 l/sec) eingesetzt werden.

Die Tauchschwingkolbenpumpe ist eine Unterwasserpumpe mit geringer Förderleistung und kleinem Durchmesser. Diese elektrisch betriebene Pumpe eignet sich vor allem für Grundwassermeßstellen mit geringem Rohrdurchmesser (ab 5 cm) und Förderhöhen bis etwa 50 m. Die gängigste Unterwasserpumpe zur Gewährleistung großer Fördermengen und Bewältigung großer Wassertiefen ist die Tauchmotorpumpe. Zum Antrieb dieser Pumpe ist ein Stromerzeuger erforderlich.

Wenig verbreitete Pumpen sind die Hubkolbenpumpe, die über Elektro- oder Benzinmotor angetrieben, tiefe Wasserstände bewältigt und selbst in engen Rohren eingesetzt werden kann, der Tiefsauger, der nach dem Wasserstrahlprinzip arbeitet, und bis etwa 30 m Wassertiefe eingesetzt werden kann, die Impulspumpe,