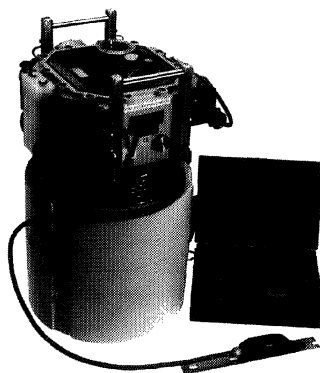


Herausgeber: K.-D. Selent / A. Grupe

Die Probenahme von Wasser

Ein Handbuch für die Praxis

Ihr Spezialist rund um die Probenahmetechnik



Probenahmegeräte

für alle Probenahmeaufgaben
in den verschiedensten Ausführungen

- zeit-, ereignis-, mengen- und durchflußproportionale Probeentnahme
- selbstentleerend
- stationär oder tragbar
- mit integrierter Meßtechnik
- auch Ex-geschützt

ORI-Abwassertechnik GmbH

Bollacken 2

32479 Hille

Tel.: 05703-884

Fax.: 05703-2364

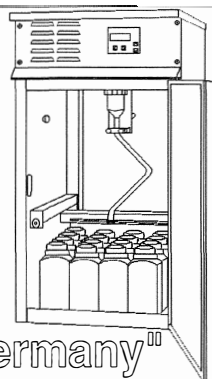
WaterSam®



Umwelttechnische Produkte Handels - GmbH, St. - Dionysius- Str. 2
D - 72108 Rottenburg Telefon 07472 94294 Telefax 07472 94206

Technik, Qualität, Service und Preis paßt genau !

Die WasserSammler "Made in Germany"



IRO-Schriftenreihe

Herausgegeben von Joachim Lenz

Elektronische Datenverarbeitung im Rohrleitungsbau

Band 3, 1991, 116 Seiten, broschiert,
DM 68,-, ISBN 3-8027-5352-6

Kreuzungstechnik

Band 4, 1993, 233 Seiten, broschiert,
DM 75,-, ISBN 3-8027-5353-4

Untersuchungen zur möglichen Kosteneinsparung durch gemein- deübergreifende Abwasserbe- seitigung

Thomas Sander, Jans-Uwe Kock und
Oliver Probst
Band 5, 1993, 78 Seiten, broschiert,
DM 38,-, ISBN 3-8027-5354-2

Rohrleitungen für das nächste Jahrhundert

Sanierung oder Erneuerung?
Band 6, 1994, 352 Seiten, broschiert,
DM 70,-, ISBN 3-8027-5355-0

Grabenlose Baumethoden für den Anschluß von Grundstücken an Abwasserkanäle

Brigitte Helms und Wolfgang Miegel

Band 7, 1994, 183 Seiten, broschiert,
DM 58,-, ISBN 3-8027-5358-5

Rohrleitungen im Boden

Umweltschonend und wirtschaftlich
Band 8, 1994, 562 Seiten, broschiert,
DM 140,-, ISBN 3-8027-5359-3

Ortung

Band 9, 1995, 503 Seiten, broschiert,
DM 140,-, ISBN 3-8027-5361-5

Sichere Ver- und Entsorgung durch Rohrleitungen

Band 10, 1996, 670 Seiten, bro-
schiert, DM 50,-, ISBN 3-8027-5362-3

Reinigung von Abwasserkanälen durch Hochdruckspülung

Martin Wielenberg und Dirk Grüß
Band 11, 1996, 104 Seiten, bro-
schiert, DM 25,-, ISBN 3-8027-5363-1

Auswirkungen von Betriebserfah- rungen auf die Planung und den Bau von Rohrleitungen

Band 12, 1997, 683 Seiten, bro-
schiert, DM 50,-, ISBN 3-8027-5365-8

IRO-Kollegreihe

Ertüchtigung, Sanierung und Erneuerung von Druckrohr- leitungen

Herausgegeben von Joachim Lenz
und Hans-Jürgen John
1996, 157 Seiten, Format DIN A4,
brochert, DM 98,-,
ISBN 3-8027-5357-7

Sanierung von Abwasserkanälen durch Relining

Herausgegeben von Joachim Lenz
1994, 117 Seiten, Format DIN A4,
brochert, DM 68,-,
ISBN 3-8027-5356-9

VULKAN VERLAG

Ein Unternehmen der Oldenbourg-Gruppe

Postfach 10 39 62 · 45039 Essen

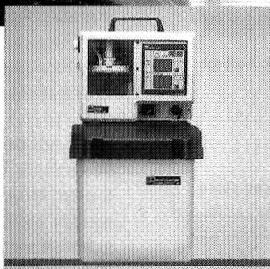
Tel. (02 01) 8 20 02-14

Fax (02 01) 8 20 02-34

Wasser ist kostbar.

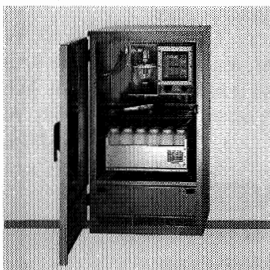
Liquibox

Tragbarer Probensammler mit integrierter Steuerung, Energieversorgung, Dosiereinheit und Pneumatik. Leicht zu handhaben; einfach einstellbar. Alle Vorgänge mikroprozessorgesteuert.



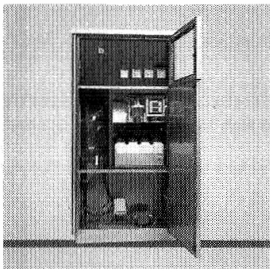
ASP-Station 2

Automatisch arbeitender Probenehmer und -sammler. Die Probenahme erfolgt zeit-, mengen-, durchflußproportional oder ereignisgesteuert.



CE 35

Analystenstation mit automatisch arbeitendem Probensammler. Analysenteil mit Sensoren für pH-Wert, Redox, O_2 , Trübung, Leitfähigkeit und Temperatur. Mit Sensorreinigung und Meßwertregistrierung.



Die richtige Meßtechnik für wirkungsvolle Aufbereitung und Reinigung.

Frisch- und Abwasserbehandlung bedeuten immer höhere Betriebskosten. Die Effizienz der Verfahrensabläufe bei der Aufbereitung und Reinigung gewinnt deshalb zunehmend an Bedeutung. Was sich innerhalb von Gewinnungs-, Aufbereitungs- und Kläranlagen abspielt, ist aber nicht immer auf den ersten Blick erkennbar. Deshalb sind gesicherte Informationen über alle relevanten Betriebszustände unerlässlich. Wir stellen Ihnen die Sensoren, Meßumformer und Auswertegeräte für klare Meßwerte zur Verfügung. Auf ihre Anforderungen zugeschnitten. Praxisbewährt. Mit einheitlichem Bedienkonzept. Und mit den Schnittstellen zu allen aktuellen Kommunikationssystemen. Damit aus Wasser Trinkwasser wird. Und Abwasser gereinigt in den Kreislauf zurückkehrt.

Als einer der weltweit führenden Anbieter im Bereich der industriellen Meßtechnik und Automation verfügt Endress+Hauser über eine breite Palette von Meßgeräten und -systemen für die vielfältigen Aufgaben in der Frisch- und Abwasserindustrie – ob Füllstand, Durchfluß, Druck, Wasseranalyse, Temperatur, Feuchte, Meßwertregistrierung oder Datenkommunikation.

Wenn Sie kostengünstige Lösungen für Ihre Meßtechnik suchen, sprechen Sie mit uns.

Endress+Hauser
Meßtechnik GmbH+Co.
Postfach 2222
D-79574 Weil am Rhein
Tel.: (0 76 21) 9 75-01
Fax: (0 76 21) 9 75-555
Internet: <http://www.endress.com>

Endress+Hauser

Unser Maßstab ist die Praxis



5. AUFLAGE

LEXIKON DER ABWASSERTECHNIK

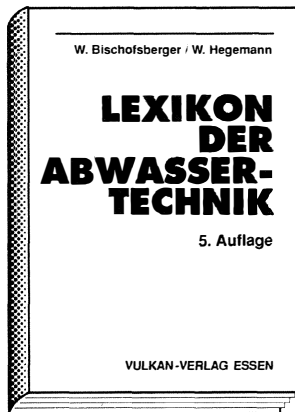
**Das mehrsprachige Standardwerk
deutsch-englisch**

Von W. Bischofsberger und
W. Hegemann

5., überarbeitete und erweiterte
Auflage 1993, 726 Seiten,
DIN A 6,
ISBN 3-8027-2822-X
Bestell-Nr. 2822,
DM 78,-

Die 5. Auflage wurde gründlich
überarbeitet und aktualisiert,
sowie in einigen Bereichen erwei-
tert. Alle nötigen Anpassungen,
bedingt durch Veränderungen
entsprechender technischer Re-
gelwerke, Gesetze, Vorschriften
und des neuen Abwassergeset-
zes wurden vorgenommen.

Die Verfasser haben darüber hin-
aus Hinweise und Anregungen
von Fachkollegen und Benutzern
des Buches berücksichtigt.



Wie schon in der 4. Auflage findet
sich zu jedem aufgenommenen
Begriff jeweils die englische Über-
setzung des Stichwortes. Soweit
möglich und verfügbar, wurden
hierfür die international gebräuch-
lichen und genormten Überset-
zungen verwendet.

Am Schluß des Buches sind die
englischen Termini nochmals in
einem alphabetischen Verzeich-
nis zusammengefaßt, so daß das
Werk auch wieder als handliches
Fachwörterbuch verwendet wer-
den kann. Dies ist bei der zuneh-
menden Anzahl englischsprachi-
ger Fachveröffentlichungen für
den Praktiker eine wesentliche
Arbeitshilfe.

Allen auf dem Gebiet der Abwas-
sertechnik Tätigen ist mit der ak-
tuellen Neuauflage des Lexikons
wieder ein Hilfsmittel und Nach-
schlagewerk an die Hand gege-
ben, das für die tägliche Praxis
unentbehrlich ist.

Zusätzlich erleichtert ein umfang-
reicher Anzeigenteil dem Benut-
zer das Auffinden geeigneter
Anbieter, wenn es um spezielle
Problemlösungen geht.

VULKAN VERLAG
FACHINFORMATION AUS ERSTER HAND

Postfach 10 39 62 · 45039 Essen
Telefon (0201) 8 20 02-14 · Telefax (0201) 8 20 02-34

BESTELLSCHHEIN

Fax: 02 01 / 8 20 02-34

Bitte einsenden an Ihre Fachbuchhandlung oder an



Ja, senden Sie mir (uns) gegen Rechnung:

..... Exempl.
»LEXIKON DER ABWASSERTECHNIK «
Bestell-Nr. 2822, Preis je Exemplar DM 78,-

Die Zahlung erfolgt sofort nach Rechnungseingang.

Name / Firma

.....

Anschrift

.....

Bestell-Zeichen/Nr./Abteilung

Datum/Unterschrift

VULKAN-VERLAG GmbH
Postfach 10 39 62

45039 Essen



Herausgeber: K.-D. Selent/A. Grupe

Die Probenahme von Wasser

Ein Handbuch für die Praxis

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1998

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Die **Probenahme von Wasser** : ein Handbuch für die Praxis /
Hrsg.: K.-D. Selent/A. Grupe. - Essen : Oldenbourg, 1998

ISBN 9-783-486-26413-3 (Print)

ISBN 9-783-8356-7343-4 (eBook)

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

© 1998 R. Oldenbourg Verlag GmbH, München

Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autor und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Vorwort

Dieses Buch wurde für den Praktiker von Mitgliedern des DIN/GDCh-Ausschusses NAW I W1/UA2 'Probenahme' unter Mitwirkung externer Fachleute verfaßt. Unter Praktikern sollen hier sowohl die Verantwortlichen als auch die Ausführenden vor Ort verstanden werden.

Die Autoren sind zum Teil seit über 20 Jahren auf dem Gebiet der Wasserprobenahme tätig und waren in dieser Zeit an der Ausarbeitung deutscher und internationaler Normen maßgeblich beteiligt. In den letzten 2 Jahrzehnten wurden von dem DIN-Ausschuß 'Probenahme' grundlegende deutsche Normen für die Probenahme von Wässern (z.B. Grundwasser, Fluß-, See-, Mineral- und Heilwässer, Abwasser, Kühlwässern für den industriellen Gebrauch etc.) erarbeitet. Mitarbeiter dieses Gremiums sind Spezialisten aus der Industrie, von Behörden und Länderinstitutionen, von Hochschulen und Wasserverbänden, die im Rahmen ihrer Funktionen und Tätigkeiten mit den naturwissenschaftlich-technischen, juristisch-gesetzlichen, aber vor allem mit den praktischen Fragen und Problemen einer dem speziellen Fall angepaßten repräsentativen Probenahme von Wasser vertraut sind.

In dem vorliegenden Handbuch 'Die Probenahme von Wasser' werden grundsätzliche Probleme der Probenahme im Hinblick auf die Repräsentanz bezogen auf die zu untersuchenden Parameter, die notwendigen technischen Voraussetzungen, das spezielle systembezogene Vorgehen im Hinblick auf die physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchungen, d.h. die zur Kontrolle und Überwachung notwendigen Vorgehensweisen, praxisbezogen dargelegt. Die beste nachgeschaltete physikalisch-chemische Analytik, die Diskussion um Überschreitung vorgegebener Grenzwerte/Toleranzen ist zum Scheitern verurteilt, wenn die Probenahme fehlerhaft und nicht repräsentativ war.

Wegen der aktuellen Diskussion über die Rechtschreibreform wird in Probenahme-Fachkreisen zunehmend über die Frage diskutiert, ob das Wort „Probe“ in Wortverbindungen im Singular oder im Plural anzuwenden ist. In diesem Buch wird grundsätzlich der Begriff Probenahme benutzt, da diese Schreibweise bisher auch in den DIN-Normen üblich ist, wohingegen der Duden die Schreibweise Probenentnahme favorisiert¹⁾. Das sollte dem Verständnis allerdings keinen Abbruch tun.

Die Verfasser hoffen und wünschen, daß die erfahrenen Praktiker für ihre Arbeit Anregungen, Anleitungen und Anweisungen diesem Buch entnehmen können. Für Anfänger, die sich neu in die Thematik einarbeiten müssen, kann dieses Buch ein Lehrbuch sein. Kollegiale Hinweise und Verbesserungsvorschläge sowohl zum vorliegenden Buch als auch zu den jeweiligen DIN-Normen werden von den Herausgebern gerne aufgenommen.

Allen, die durch jahrelange Arbeit im Fachnormenausschuß 'Probenahme' das Fundament für dieses Buch gelegt haben, möchten wir hiermit unseren Dank aussprechen.

Oktober 1997

K. Selent

A. Grupe

Mitglieder und Mitarbeiter des DIN-Ausschusses 'Probenahme' seit der Gründung 1978:

Dr. Adelt	Dr. Klukas	Dr. Schenk
Dr. Benda	Dipl.-Ing. Kornatzki	Dr. Schermann
Dr. Clasen	Dr. Leger	Dipl.-Ing. Selent
Dr. Eichelsdörfer	Dipl.-Ing. Lipka	Dipl.-Ing. Wutte
Dipl.-Ing. Grubert	Dipl.-Ing. Nissing	Dipl.-Ing. Yawari
Dr. Grupe	Dr. Riegler	Dipl.-Ing. Zur Mühlen
Dr. Gudernatsch	Dr. Sager	

¹ Die Sprachberatungsstelle der Dudenredaktion führte zur Frage, ob das Wort „Probe“ in Wortverbindungen im Singular oder im Plural anzuwenden ist, bereits im Dezember 1991 folgendes aus:

In substantivischen Zusammensetzungen, in denen das Bestimmungswort „Probe...“ die Bedeutung „Test“ hat, steht „Probe“ immer im Singular: Probealarm, Probeexemplar, Probelauf, Probejahr u.v.a. (= Alarm etc. zum Zwecke des Tests).

In Zusammensetzungen, in denen das Bestimmungswort „Probe...“ die Bedeutung „kleine Menge, Teil von etwas, woraus die Beschaffenheit des Ganzen zu erkennen ist“ hat, steht gewöhnlich der Plural: Probenentnahme (= Entnahme von Proben). Obwohl gegen den Singular auch hier nichts einzuwenden wäre, empfehlen wir in Analogie zu „Probenentnahme“ u.a. die Bildungen „Probennehmer“ und „Probennahmegerät“.

Autorenverzeichnis**Prof. Dr. Lutz Brüggemann**

Schützenkamp 10
22880 Wedel

Dr. Jürgen Clasen

c/o Wahnachtalsperrenverband
Siegelknippen
53721 Siegburg

Dr. Dieter Eichelsdörfer

Postfach 210 425
80674 München

Dipl.-Ing. Günter Grubert

c/o Landesumweltamt NRW
Auf dem Draap 25
40221 Düsseldorf

Dr. Albrecht Grupe

c/o BAYER AG, Werk Elberfeld
Geb. 54, Abteilung WD-ELB Umwelt und
Sicherheit
42096 Wuppertal

Dr. Hugo Gudernatsch

Weidengasse 33
50354 Hürth

Prof. Dr. Horst Kußmaul

c/o Institut Fresenius
Postfach 1261
65220 Taunusstein

Dipl.-Ing. Werner Nissing

c/o Gelsenwasser AG
Elchgraben 12
46535 Dinslaken

Dr. Eugen Riegler

c/o Baureferat-Stadtentwässerungswerke
Abt. SEW-3 Betrieb, Labor SEW-301
80939 München

Dr. Volker Schenk

c/o Erftverband
Paffendorfer Weg 42
50126 Bergheim

Dr. Hannes Schimmer

c/o Staatliches Umweltamt Münster
Nevinghoff 22
48147 Münster

Dipl.-Ing. Klaus-Dieter Selent

c/o Staatliches Umweltamt Hagen
Feithstr. 150 b
58097 Hagen

Prof. Dr. Friedrich Tiefenbrunner

c/o Institut für Hygiene der Leopold Fran-
zens Universität Innsbruck
- Technische Hygiene -
Fritz-Pegel-Straße 3
A-6020 Innsbruck

Dipl.-Ing. Gerfried Wutte

c/o BAYER AG, Werk Dormagen
Abt. ZT Energie DOR, Geb. M 1
41538 Dormagen

Inhalt

1	Einführung und allgemeine Aufgabenstellung	1
	H. Gudernatsch	
2	Allgemeines zur Probenahmeplanung und Qualitätssicherung	7
	G. Grubert	
2.1	Einleitung	7
2.2	Personelle und apparative Voraussetzungen	7
2.3	Planung der Probenahme	8
2.3.1	Zeitliche Repräsentanz	8
2.3.2	Örtliche Repräsentanz	8
2.3.3	Technik der Probenahme	8
2.3.4	Weitere organisatorische Maßnahmen	9
2.4	Allgemeine Maßnahmen zur Qualitätssicherung	9
2.4.1	Qualitätssichernde Maßnahmen bei Durchführung der Probenahme	10
2.4.2	Qualitätssichernde Maßnahmen bei der Probenvorbehandlung	11
2.4.3	Qualitätssichernde Maßnahmen bei Dokumentation und Proben- eingang	11
2.4.4	Qualitätskontrollmaßnahmen (AQK)	11
2.4.5	Arbeitsanweisungen/Betriebsanweisungen	12
3	Die Probenahme von Grundwasser	13
	V. Schenk	
3.1	Einleitung	13
3.2	Planung	13
3.3	Technik der Probenahme	14
3.4	Durchführung	19
3.4.1	Probenahmegeräte	19
3.4.2	Messungen und Feststellungen vor Ort	20
3.4.3	Probenbehandlung	21
3.4.4	Probenahmeprotokoll	24
3.5	Bewertung von Analysenergebnissen	24
3.6	Qualitätssicherung	25
3.7	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit	25
4	Die Probenahme von Roh- und Trinkwasser	27
	W. Nissing	
4.1	Einleitung	27
4.2	Wasserarten	27
4.2.1	Rohwasser	27
4.2.2	Trinkwasser	28
4.2.3	Wasser aus Wasserversorgungsanlagen	28
4.3	Planung der Probenahme	28
4.4	Technik der Probenahme	29
4.4.1	Probenahmeort	29

4.4.2	Durchführung	36
4.4.3	Messungen bei der Probenahme	38
4.4.4	Kontinuierliche Messungen	38
4.4.5	Vorbehandlung, Transport und Konservierung	39
4.5	Probenahmeprotokoll	40
5	Die Probenahme von Mineral- und Heilwasser	41
H. Kußmaul		
5.1	Einleitung	41
5.1.1	Natürliches Mineralwasser	41
5.1.2	Natürliche Heilwässer	42
5.2	Planung	43
5.3	Technik der Probenahme	44
5.4	Durchführung	46
5.4.1	Probenahmegeräte und -behälter	46
5.4.2	Messungen vor Ort	46
5.4.3	Probenbehandlung und -stabilisierung	47
5.4.4	Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen	49
5.4.5	Probenahmeprotokoll	50
5.5	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit	52
5.6	Qualitätssicherung	54
6	Die Probenahme aus fließenden Gewässern	57
H. Schimmer		
6.1	Einleitung	57
6.2	Definitionen und Begriffserklärungen	57
6.3	Art der Probenahme	58
6.3.1	Probenahme für die physikalische und chemische Analytik	58
6.3.2	Meßstationen	58
6.3.3	Probenahme für die biologische Gewässerbeurteilung	58
6.4	Probenahmeort	59
6.5	Durchführung der Probenahme	60
6.5.1	Behälter und Geräte zur Entnahme von Wasserproben	60
6.5.2	Biologische Probenahme	62
6.5.3	Vor-Ort-Messungen	62
6.5.4	Probentransport, Probenkonservierung	63
6.5.5	Sicherheit	64
7	Die Probenahme aus stehenden Gewässern	67
J. Clasen		
7.1	Einleitung	67
7.2	Zweck der Probenahme	67
7.3	Arten der Probenahme	68
7.3.1	Einzelproben	68

7.3.2	Probenahmeserien	68
7.3.2.1	Unterschiedliche Wasserbeschaffenheit in verschiedenen Teilen des Gewässers	68
7.3.2.2	Unterschiedliche Wasserbeschaffenheit zwischen Gewässeroberfläche und Gewässergrund	73
7.3.3	Die Entnahme integrierter Proben	75
7.4	Wahl der geeigneten Behälter und Geräte	76
7.4.1	Werkstoffe	76
7.4.2	Geräte	77
7.5	Durchführung	79
7.5.1	Probenahmeort	79
7.5.2	Wahl der Probenahmeart	80
7.5.3	Transportstabilisierung und Konservierung der Proben	80
7.5.4	Sicherheitsbestimmungen	81
7.5.5	Probenahmeprotokoll	81
8	Die Probenahme von Schwimm- und Badebeckenwasser	83
D. Eichelsdörfer		
8.1	Einleitung	83
8.2	Begriffe	83
8.2.1	Bezeichnung der Wasserarten im Schwimmbadwasserkreislauf	83
8.2.2	Arten der Probenahme	85
8.3	Zweck, Umfang und Zeitfolge von Kontrolluntersuchungen	85
8.3.1	Kontrolluntersuchungen durch die Gesundheitsbehörde oder auf deren Veranlassung	85
8.3.2	Betriebseigene Überwachung	87
8.4	Behälter und Geräte zur Probenahme	88
8.4.1	Probenahmebehälter und -geräte für mikrobiologische Untersuchungen	88
8.4.1.1	Vorbereitung von sterilen Flaschen für Zapfhahnproben	88
8.4.1.2	Vorbereitung von sterilen Flaschen für Schöpfproben	88
8.4.2	Probenahmebehälter für wasserchemische Untersuchungen	89
8.5	Durchführung der Probenahme	89
8.5.1	Zapfhahnprobe	89
8.5.2	Schöpfprobe	90
8.5.3	Probenahmestellen im Kreislauf des Schwimm- und Badebeckenwassers	90
8.5.3.1	Füllwasser	90
8.5.3.2	Rohwasser	90
8.5.3.3	Filtrat	91
8.5.3.4	Reinwasser	91
8.5.3.5	Beckenwasser	91
8.5.4	Transport der Proben	92
8.6	Untersuchungen und Erhebungen bei der Probenahme	92
8.6.1	Untersuchungen vor Ort	93
8.6.2	Örtliche Erhebungen bei der Probenahme	93
8.7	Probenahmeprotokoll	93

9	Die Probenahme aus Badegewässern	97
F. Tiefenbrunner		
9.1	Einleitung	97
9.2	Begriffsbestimmungen	97
9.3	Untersuchungsparameter nach Richtlinie 76/160/EWG	98
9.3.1	Mikrobiologische Parameter	98
9.3.1.1	Routineuntersuchung	98
9.3.1.2	Untersuchungshäufigkeit	98
9.3.1.3	Untersuchungsumfang für die Kampagne der „Blauen Flagge“	101
9.3.1.4	Weitergehende mikrobiologische Untersuchungen	102
9.3.2	Physikalische und chemische Parameter	102
9.3.2.1	Routineuntersuchung	102
9.3.2.1.1	Messung	102
9.3.2.1.2	Untersuchungshäufigkeit	102
9.3.2.1.3	Organoleptische Überprüfungen (Besichtigungs-Überprüfung)	103
9.3.2.2	Untersuchungen bei auffälligen Befunden	103
9.3.2.2.1	Messung vor Ort	103
9.3.2.2.2	Entnahme von Wasserproben	103
9.3.2.3	Untersuchungen bei Tendenz zur Eutrophierung	103
9.3.2.4	Erweiterte Probenahmehäufigkeit	103
9.4	Probenahmevergung	105
9.4.1	Behälter für die Probenahme	105
9.4.1.1	Mikrobiologische Proben	105
9.4.1.2	Physikalisch-chemische Proben	106
9.4.2	Probentransport	106
9.4.3	Entnahmeort	106
9.4.4	Entnahmetiefe	106
9.4.5	Entnahmemodus	107
9.4.6	Probenahmeprotokoll	107
9.5	Berichtswesen	107
9.6	Änderungsvorschlag der Richtlinie vom 29.3.1994	107
9.6.1	Mikrobiologische Untersuchungsparameter	107
9.6.1.1	Mit Probenahme	107
9.6.2	Physikalisch-chemische Untersuchungsparameter	107
9.6.2.1	Mit Messung vor Ort	107
9.6.2.2	Visuelle und olfaktorische Überprüfung (Besichtigungs-Überprüfung)	112
10	Die Probenahme von Meer- und Brackwasser	115
L. Brüggmann		
10.1	Einleitung	115
10.1.1	Problemstellung	115
10.1.2	Untersuchungsgegenstand	116
10.2	Probenahmestrategien	119
10.2.1	Probenahme im Meer	119
10.2.2	Probenahme in gezeitenbeeinflussten Ästuaren	121
10.3	Untersuchungsparameter	122
10.4	Entnahmetiefen	123

10.5	Probenahme	124
10.5.1	Oberflächen- und Mikroschichtproben	125
10.5.2	Standardschöpfgeräte	127
10.5.2.1	Serienschöpfer mit Kippthermometern	127
10.5.2.2	Rosetten-Wasserschöpfer	129
10.5.3	Schöpfer für Spurenstoffuntersuchungen	129
10.5.3.1	Spurenmetalle	129
10.5.3.2	Organische Spurenstoffe	135
10.5.3.3	Radionuklide	139
10.5.4	Spezialschöpfer	140
10.6	Probenbehandlung an Bord	140
10.6.1	Filtration	140
10.6.2	Konservierung und Lagerung	142
10.7	Qualitätssicherung	144
11	Die Probenahme von Niederschlägen	149
H. Gudernatsch		
11.1	Vorbemerkungen	149
11.2	Einleitung	149
11.3	Wasserkreislauf in der Natur	150
11.4	Ziele und Planung der Probenahme	151
11.5	Probenahmetechnik	151
11.5.1	Flüssiger fallender nasser Niederschlag: Regen	152
11.5.2	Fester kristalliner fallender nasser Niederschlag: Schnee	155
11.5.3	Fester gefrorener fallender nasser Niederschlag: Graupeln und Hagel	156
11.5.4	Abgesetzter nasser Niederschlag: Tau und Reif	156
11.5.5	Abgefangener nasser Niederschlag: Nebelniederschlag und Raufrost	156
11.5.6	Gesamtniederschlag	157
11.6	Orte der Probenahme	159
11.7	Probenahmedauer, Probentransport, Lagerung und Konservierung der Proben	159
11.8	Analytische Bestimmung ausgewählter Parameter	160
11.8.1	Bestimmung des pH-Wertes	160
11.8.2	Bestimmung des Staubbiederschlags	160
11.9	Probenahmeprotokoll	161
12	Die Probenahme von Kühlwasser	163
G. Wutte		
12.1	Einleitung	163
12.2	Planung	164
12.2.1	Grenz- und Richtwerte für Kühlwasser	166
12.2.1.1	Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Probenahme	166
12.2.1.2	Probenahme zur Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten	166
12.2.2	Probenahme zur Kontrolle der chemischen Konditionierung	167
12.2.3	Probenahme zur Überwachung der Stabilität und Korrosivität eines Kühlwassers	167
12.2.4	Probenahme zur Kontrolle von verfahrenstechnischen Einrichtungen	168

12.3	Vorbereitung und Ausführung einer Probenahme	169
12.3.1	Probenahme bei der Durchlaufkühlung	169
12.3.2	Probenahme bei der Kühlung mit offenen Rückkühlwerken	169
12.3.3	Probenahme bei der Kühlung mit geschlossenen Rückkühlwerken	170
12.3.4	Probenahme in Sonderkühlsystemen	170
12.4	Probenahmetechnik	170
12.4.1	Allgemeines	170
12.4.2	Vorbehandlung, Transport und Konservierung der Probenbehälter	171
12.4.3	Probenahmeprotokoll	171

13 Die Probenahme von Abwasser 173

K.-D. Selent und A. Grupe

13.1	Einleitung	173
13.2	Planung	173
13.2.1	Ziele der Untersuchung und rechtliche Vorgaben	173
13.2.2	Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Probenahme	178
13.2.2.1	Probenahme zur Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten	178
13.2.2.2	Probenahme zur Ermittlung des Wirkungsgrades einer Abwasserbehandlungsanlage	186
13.2.2.3	Probenahme bei besonderen Fragestellungen	187
13.2.3	Probenahmestelle	187
13.2.4	Untersuchungsparameter	189
13.3	Technische Vorbereitung der Probenahme	189
13.3.1	Arbeitsanweisungen	189
13.3.2	Vorbereitung der Probenahme	192
13.3.3	Stationäre Einrichtung der Probenahmestelle	192
13.4	Durchführung	192
13.4.1	Vorarbeiten „vor-Ort“ und allgemeine Verhaltensregeln	193
13.4.2	Probenahmetechnik	193
13.4.3	Messungen vor Ort	197
13.4.4	Probenvorbehandlung vor Ort	197
13.4.5	Konservierung	199
13.4.6	Probenahmeprotokoll	199
13.4.7	Reinigung	202
13.5	Qualitätssicherung	202
13.6	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit	203

14 Probenvorbehandlung: Homogenisierung, Teilung, Konservierung, Transport und Lagerung 207

K.-D. Selent, A. Grupe und E. Riegler

14.1	Einleitung	207
14.2	Homogenisierung und Teilung	210
14.2.1	Störungen	210
14.3	Filtration und Zentrifugation	212
14.4	Konservierung	213
14.5	Probenbehälter, -beschriftung	220
14.6	Transport	222

14.7	Probenannahme und Lagerung der Proben	222
14.8	Reinigung der Probenbehälter	222
15	Qualitätskontrollmaßnahmen bei Probenahme und Probenvorbehandlung	225
A. Gruppe		
15.1	Zweck	225
15.2	Definitionen	225
15.2.1	Fehler	225
15.2.2	Genauigkeit	226
15.2.3	Teilschritte der Analyse	227
15.3	Fehlermöglichkeiten	228
15.3.1	Fehlermöglichkeiten bei der Probenahme	228
15.3.2	Fehlermöglichkeiten bei der Probenvorbehandlung	228
15.3.3	Fehlermöglichkeiten bei der Probenbehandlung	228
15.3.4	Fehlermöglichkeiten bei der Messung	229
15.3.5	Fehlermöglichkeiten bei der Auswertung	229
15.4	Qualitätskontrollmessungen	229
15.4.1	Kontrollproben zur Überprüfung der Präzision des Gesamtverfahrens	229
15.4.2	Kontrollproben zur Bestimmung der Genauigkeit von Probenvorbehandlung, Probenbehandlung und Messung	231
15.4.3	Kontrollproben zur Ermittlung der Präzision der Probenbehandlung und Messung	232
15.4.4	Kontrollproben zur Ermittlung von Blindwerten des Gesamtverfahrens	232
15.5	Maßnahmen bei Abweichungen	232
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen		235
Stichwortverzeichnis		239

1 Einführung und allgemeine Aufgabenstellung

H. Gudernatsch

In einem Übersichtsartikel über Trends in der analytischen Chemie im Jahr 1994 [1-1] grenzt Ballschmitter die analytische Chemie von den klassischen Fächern der Chemie (anorganische, organische und physikalische Chemie) dadurch ab, daß zwar die Grundkenntnisse der Chemie identisch sind, aber in Fragestellung und Bewertung der Antworten grundlegende Unterschiede bestehen. Die analytische Chemie wird dabei stark abstrahierend als: „Sammeln – Lösen – Anreichern – Trennen – Detektieren – Identifizieren – Quantifizieren – Validieren“ beschrieben. Ab dem zweiten Begriff finden alle Arbeiten im Labor statt, der unter dem Dachbegriff „Sammeln“ beschriebene erste Arbeitsschritt kann besser aufgeteilt als Probenahme, Probenteilung, Probentransport und Probenstabilisierung bzw. -konservierung definiert werden. Er muß meistens außerhalb des Labors ausgeführt werden, so auch bei der Wasserprobenahme, ganz gleich welche Wasserart beprobt werden soll.

Beim Quantifizieren fallen als Analysen- oder Prüfergebnis Werte an, die beim Validieren kritisch bewertet werden. Da Analytik im Regelfall nicht um ihrer selbst willen betrieben wird, kann es auch nicht Ziel oder Zweck von Analysen sein, eine Vielzahl von Werten und damit von Zahlenfriedhöfen zu produzieren. Aus diesem Grund hat es immer warnende Stimmen gegeben, die die kritische Bewertung der Analysenergebnisse gefordert haben [1-2]. In den letzten Jahren hat sich für diese Bewertung der Name Validierung durchgesetzt und die Publikationen, die sich mit dieser Problematik auseinandersetzen, nimmt ständig zu [1-3, 1-4, 1-5]. Leider wird in diesen Publikationen gar nicht oder nur unzureichend auf die Probleme bei der Probenahme hingewiesen, obwohl jedem Analytiker klar ist, daß Fehler bei der Probenahme, dem Probentransport oder der Probenteilung später weder durch exakte analytische Tätigkeit noch durch Schätzung oder Berechnung beseitigt oder korrigiert werden können. Die analytische Zuverlässigkeit hängt weitestgehend von einer richtigen und reproduzierbaren Probenahme ab, deshalb muß der Analytiker höchste Sorgfalt bei der Probenahme fordern [1-6]. Die meisten Fehler, die in diesem Problemfeld gemacht werden, sind systematische Fehler und beeinflussen damit die Richtigkeit (trueness, accuracy of the mean) der Analysenwerte [1-7]. Da die üblichen Prüfmethoden in Bezug auf die Richtigkeit und damit auf systematische Fehler – Vergleich mit einem Standard, Vergleich mit einer anderen validierten Methode oder Aufstockverfahren – bei Wasserproben wegen ihren unbekannten Zusammensetzungen nicht durchführbar sind, muß sichergestellt sein, daß bei der Probenahme eine repräsentative Probe des zu beprobenden Wassers gewonnen wird. Nur so werden systematische Fehler vermieden.

Bei tatsächlicher oder vermuteter Verunreinigung eines Wasserkörpers ist einerseits zügiges Handeln erforderlich, andererseits wird bei einer hektischen Probenahme an verkehrter Stelle, zum falschen Zeitpunkt oder durch nicht optimale Dauer eine spätere Aussage über den Grad der Verunreinigung unmöglich gemacht. Auch die Verwendung ungeeigneter Geräte und Gefäße bei der Probenahme bzw. beim Transport der Proben verhindert die spätere Begutachtung. Wenn auch die Verwendung leerer Getränkeflaschen oder Konservendosen zur Probenahme und zum Probentransport selbst bei Laien nicht mehr vorkommen dürfte, muß dennoch je nach vorliegender Verunreinigung das dafür optimale Gefäßmaterial verwendet werden. Laien, die auf ein fremdes Untersuchungslabor angewiesen sind, dürfen sich bei Nichtbefolgung dieser Vorschriften nicht wundern, wenn Proben, deren Vorgeschichte niemand nachprüfen kann, von keinem anerkannten Laboratorium, das mit einem „Gefälligkeitsgutachten“ seinen guten Ruf aufs Spiel setzen würde, angenommen werden.

Bereits Ende der 70er Jahre, als die Normung der Analytik und der Probenahme noch in den Kinderschuhen steckte und die Begriffe Qualitätssicherung und Validierung kaum verwendet wurden, wurde versucht, durch praxisbezogene Untersuchungen die Fehlerquellen bei der Probenahme sowohl wasserartenspezifisch als auch generell zu ermitteln [1-8]. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind später in die Normen eingeflossen.

Der Beginn der Normung in der Wasseranalytik ist das Jahr 1971, in dem die ISO einen Hauptausschuß (TC 147) mit dem Titel Wasserbeschaffenheit (Water quality) gründete, der bei seiner ersten Sitzung in Budapest sieben Unterausschüsse mit vielen Arbeitsgruppen einrichtete. Der Unterausschuß 6 (SC 6) Probenahme (Sampling) hatte damals drei Arbeitsgruppen, die Normen für die Aufstellung von Probenahmeprogrammen, zur Probenahmetechnik bzw. Konservierung und Probenvorbehandlung verfassen sollten. Da im Jahr 1979 die Arbeiten für diese drei grundlegenden Normen der Probenahme kurz vor ihrer Vollendung standen, beschloß der SC 6 wasserartenspezifische Normen in sieben weiteren Arbeitsgruppen zu erarbeiten. Inzwischen sind acht wasserartenspezifische ISO-Probenahmnormen rechtsgültig verabschiedet (Tabelle 1-1). Im Gegensatz zu den anderen von den sechs weiteren Unterausschüssen des TC 147 erarbeiteten Analytiknormen, die auf viele nationale Vorschriftenammlungen zurückgreifen konnten und nur vereinheitlicht werden mußten, gab

Tabelle 1-1: ISO-Probenahmnormen des TC 147-SC 6, Water quality – sampling

Nr.	Titel	Ausgabe-Datum	identisch mit ... vom ...
IS 5667-1	Guidance on the design of sampling programmes	09.1980	EN 25667-1 11.1993
IS 5667-2	Guidance on sampling techniques	07.1982 2. Aufl. 08.91	EN 25667-2 07.1993
IS 5667-3	Guidance on the preservation and handling of samples	07.1985 2. Aufl. 08.94	EN ISO 5667-3 04.1996
IS 5667-4	Guidance on sampling from lakes, natural and man-made	07.1987	
IS 5667-5	Guidance on sampling of drinking water and water used for food	06.1991	
IS 5667-6	Guidance on sampling of rivers and streams	12.1990	
IS 5667-7	Guidance on sampling of water and steam in boiler plants	11.1993	
IS 5667-8	Guidance on sampling of wet deposition	03.1993	
IS 5667-9	Guidance on sampling from marine waters	10.1992	
IS 5667-10	Guidance on sampling of waste waters	10.1992	
IS 5667-11	Guidance on sampling of groundwaters	03.1993	
IS 5667-12	Guidance on sampling of bottom sediments	03.1994	
IS 5667-13	Guidance on sampling sewage, waterworks and related sludges	06.1994	
DIS 5667-14	Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling	10.1996	

es weder in Deutschland noch in einem anderen Land für den Sektor der Wasserprobenahme irgendwelche aussagekräftige Vorschriften. In den Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (DEV) gab es zwar unter der Verfahrensvorschrift A1 für die verschiedenen Wasserarten die Anweisung, geeignete Geräte einzusetzen, die Auswahl war aber dem Sachverständigen zu überlassen. Festgelegt oder gar normiert war dabei nichts. Erst bei den grundlegenden ISO-Probenahmennormen, besonders aber dann bei den wasserartenspezifischen Probenahmennormen sind Richtlinien zur Probenahme sowie zur Probenkonservierung und Probenvorbehandlung festgelegt worden. Jedes Normpapier ist von einem federführenden nationalen Norminstitut als Entwurf (DP) allen Mitgliedern des Unterausschusses vor der nächsten ISO-TC 147-Sitzung zugesandt und dann dort in der Arbeitsgruppe diskutiert, akzeptiert, verändert oder abgelehnt worden. Erst wenn bei einer TC 147-Sitzung Konsens hergestellt war, wurde das Papier dem SC 6 übergeben, damit eine vorläufige Norm (DIS) erstellt werden konnte. Da die Sitzungen jeweils im Abstand von eineinhalb Jahren stattfinden, ergeben sich zwangsläufig lange Vorlaufzeiten bis zur endgültigen Verabschiedung einer ISO-Norm.

Wenn auch die Probenahmennormen der ISO den Zusatz Richtlinie (guidance) tragen, so waren sich bei den Sitzungen des Unterausschusses Probenahme einschließlich aller Arbeitsgruppen im TC 147 alle Delegierten einig, daß diese Richtlinien normativen Charakter haben.

Nachdem auch in Deutschland durch Zusammenarbeit von DIN und der Fachgruppe Wasserchemie in der GDCh, die für die Herausgabe der DEV verantwortlich war und ist, ein einheitliches Normenwerk zur Wasseranalytik erstellt werden sollte, war es selbstverständlich, daß der bestehende Unterausschuß Probenahme auch deutsche Normen zur Probenahme der verschiedenen Wasserarten erarbeiten mußte, um auch deutsche Wünsche und Vorstellungen in die internationale Normarbeit einbringen zu können. Als die drei grundlegenden Normen von der ISO erarbeitet wurden, hatte es diesen deutschen Ausschuß noch nicht gegeben. Deshalb sind die ISO-Normen 5667-1 bis 3 ganz anders als DIN-Normen aufgebaut. Auch die revidierten Neuauflagen sind noch immer nicht so aufgebaut, wie es deutsche Normen normalerweise sind. Sie sind aber inzwischen von CEN ins europäische Normenwerk aufgenommen worden und damit auch in Deutschland verbindlich (siehe Tabelle 1-1).

Ganz anders verlief die Entwicklung bei den wasserartenspezifischen Normen. Hier lagen durch zügige Bearbeitung teilweise bereits einige Jahre vor den ISO-Normen vergleichbare DIN-Normen (Tabelle 1-2) vor und so sind viele Anregungen aus Deutschland in die ISO-Normenarbeit eingeflossen. Wenn auch die Texte der DIN- und ISO-Normen nicht wortwörtlich identisch sind, so sind in diesen Normen die meisten Sachaussagen identisch. Vor allem wurde bei den ISO-Arbeitsgruppensitzungen des SC 6 im TC 147 bald Konsens erzielt, daß die Normen zwar genaue Anweisungen für die Geräteauswahl und die Durchführung der Probenahme enthalten müssen, auf Geräteabbildungen, die ja meistens firmenspezifische Angaben beinhalten, soll aber verzichtet werden. Ebenso sind die wasserartenspezifischen ISO-Normen wie die DIN-Normen inhaltlich gestrafft und nicht lehrbuchartig ausgefallen.

Seit Jahren befaßte sich der DIN-GDCh-Ausschuß Probenahme mit der Idee, ein Buch über die Wasserprobenahme zu verfassen, um Erfahrungen, die über die Aussagen der deutschen und internationalen Normen hinausgehen, weiterzugeben.

Daß in diesem Buch nur die Wasserprobenahme und nicht die Schlammprobenahme behandelt wird, liegt vorwiegend an der Organisation der DIN-GDCh Ausschüsse und ist eine Fernwirkung der alten Einteilung der DEV, die auch von DIN bei der Normung übernommen wurde. Bei den DEV-Vorschriften war die Analytik des Wassers und der Schlämme genauso wie die Probenahme in getrennten Kapiteln beschrieben worden. Die ISO macht diese Unterscheidung nicht, deshalb sind in den ersten drei grundlegenden ISO-Normen Schlamm-

Tabelle 1-2: DIN-Wasserprobenahmennormen

Nr.	Titel	Ausgabe-Datum	vergleichbar mit IS	identisch mit DEV
EN 25667-2	Anleitung zur Probenahmetechnik	07.1993	5667-2	A 3
EN 25667-1	Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen	11.1993	5667-1	A 4
38402-6	Festlegung der Mindesthäufigkeit der Überwachung für Wasserinhaltsstoffe in Einleitungen (Emissionsstrategie)	09.1991		A 6
38402-11	Probenahme von Abwasser	06.1985 Neufassung 12.1995	5667-10	A 11
38402-12	Probenahme aus stehenden Gewässern	06.1985	5667-4	A 12
38402-13	Probenahme aus Grundwasserleitern	12.1985	5667-11	A 13
38402-14	Probenahme von Rohwasser und Trinkwasser	03.1986	5667-5	A 14
38402-15	Probenahme aus Fließgewässern	07.1986	5667-6	A 15
38402-16	Probenahme aus dem Meer	08.1987	5667-9	A 16
38402-17	Probenahme von fallenden, nassen Niederschlägen in flüssigem Aggregatzustand	05.1988	5667-8	A 17
38402-18	Probenahme von Wasser aus Mineral- und Heilquellen	05.1991		A 18
38402-19	Probenahme von Schwimm- und Badebeckenwasser	04.1988		A 19
38402-20	Probenahme aus Tidegewässern	08.1987	5667-9	A 20
EN ISO 5667-3 Ersatz für E 38402-21	Probenahme Teil 3: Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben	04.1996	5667-3	A 21
38402-22	Probenahme von Kühlwasser für den industriellen Gebrauch	06.1991	5667-7	A 22

und Wasserprobenahme in der gleichen Norm enthalten. Bei den wasserartenspezifischen Normen wird dann aber zwischen Wasser und Schlamm unterschieden (Tabelle 1-1).

In weiteren DIN-Normen und DEV-Vorschriften sind Methoden der Probenahme und der Probenvorbehandlung beschrieben (Tabelle 1-3). Da diese Arbeitsanweisungen nicht wasserartenspezifisch sind, werden sie in diesem Buch nicht in speziellen Kapiteln sondern den Wasserarten zugeordnet behandelt. Sie befassen sich mit der Probenahme von Schlämmen

Tabelle 1-3: Weitere DIN-Probenahmenormen bzw. DEV-Vorschriften für Wasser-, Schlamm- und Sedi-
mentuntersuchungen.

Nr.	Titel	Ausgabe-Datum	identisch mit DEV
38411-1	Vorbereitung zur mikrobiologischen Untersuchung von Wasserproben	02.1983	K1
38412-1	Allgemeine Hinweise zur Planung, Durchführung und Auswertung biologischer Testverfahren	06.1982	L 1
38410-1	Allgemeine Hinweise, Planung und Durchführung von Fließgewässeruntersuchungen	12.1987	M 1
	Entnahmegерäte und -methoden der biologisch-ökologischen Untersuchung	1971	M 3
	Aufbereitung, Fixierung und Konservierung der Benthos-Proben	1971	M 4
EN 27828	Anleitung zur Probenahme aquatischer, benthischer Makroinvertebraten mit dem Handnetz	03.1994	M 8
EN 28265	Probenahmegерäte für die quantitative Erfassung benthischer Makro-Invertebraten auf steinigen Substraten in flachem Süßwasser	03.1994	M 9
EN ISO 9391	Probenahme von Makro-Invertebraten in tiefen Gewässern	04.1995	M 10
38414-1	Probenahme von Schlämmen	11.1986	S 1
38414-11	Probenahme von Sedimenten	08.1987	S 11

und Sedimenten sowie mit der Probenahme und Probenvorbehandlung von Wässern für die Bestimmung von mikrobiologischen und biologischen Parametern bzw. Wasserorganismen.

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Vorgehensweise bei der Probenahme der verschiedenen Wasserarten behandelt. In allen Abschnitten wird sowohl auf die DIN- als auch auf die ISO-Normen eingegangen, daneben werden viele zusätzliche Anregungen mitgeteilt. Sofern sich auch andere Organisationen als die Norminstitute mit der Problematik der Wasserprobenahme befassen, sind deren Erfahrungen mit in diese Berichte eingeflossen.

Wenn auch die Probenahmenormen nicht in Ringversuchen, wie es bei allen Analysenverfahren, die als DIN-Normen erscheinen, zwingend vorgeschrieben ist [1-9], getestet werden können, so ist doch sichergestellt, daß sich alle genormten Vorschriften allgemeingültig in der Praxis bewährt haben. Mit diesen gleichen Methoden wird sowohl bei den Staatlichen Umweltämtern, den Wasserwirtschaftsämtern, den Wasserverbänden, den Kommunen und den Umweltschutzabteilungen der Industrie gearbeitet. Damit wird sichergestellt, daß auch ohne die statistische Absicherung eines Ringversuches die richtig durchgeführte Probenahme und Probenvorbereitung zu repräsentativen Proben führt und die Analyseergebnisse unterschiedlicher Laboratorien innerhalb tolerierbarer Schwankungsbreiten übereinstimmen.

Literaturverzeichnis

- [1-1] Ballschmitter, K; Hoyer, G.-A.: Trends Analytische Chemie, Nachr. Chem. Tech. Lab. 43 (1995) 239–245
- [1-2] Funk, W.; Dammann, V.; Donnevert, G.: Qualitätssicherung in der Analytischen Chemie; VCH, Weinheim 1992
- [1-3] Günzler, H.: Akkreditierung und Qualitätssicherung in der Analytischen Chemie, Springer, Heidelberg 1994
- [1-4] Masing, W. (Hrsg.): Handbuch Qualitäts-Management, C. Hauser, München 1994
- [1-5] Neitzel, V.; Middeke, K.: Praktische Qualitätssicherung in der Analytik, VCH, Weinheim 1994
- [1-6] Gy, P. M.: Sampling or gambling; Process Control. Qual. 6 (1994) 97–102
- [1-7] Kromidas, S.; Klinkner, R.; Mertens, R.: Methodenvalidierung im analytischen Labor, Nachr. Chem. Tech. Lab. 43 (1995) 669–676
- [1-8] Gudernatsch, H.: Probleme der Probenahme und der Probenahmehäufigkeit in der Wasseranalytik, Forum Städte-Hygiene 33 (1982) 129–135
- [1-9] Caspers, N.; Hartmann, P.; Schmidt, S.: Genauigkeit in der genormten Wasseranalytik, Nachr. Chem. Tech. Lab. 42 (1994) 601–604