

Klaus-Dieter Selent, Dr. rer. nat. Albrecht Grupe

Die Probenahme von Wasser

Ein Handbuch für die Praxis

2. Auflage 2018

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 2. Auflage	V
Vorwort 1. Auflage	VI
Autorenverzeichnis 2. Auflage.....	VIII
1 Einführung und allgemeine Aufgabenstellung.....	1
1.1 Einführung und allgemeine Aufgabenstellung	3
1.2 Historische Entwicklung der Normungsarbeit	4
1.3 Anstoß zur Erstellung des Handbuchs	8
1.4 Gestaltung und Titel des Handbuchs	9
2 Allgemeine Anmerkungen zu Wasseruntersuchungen.....	13
2.1 Management von Wasseruntersuchungen	15
2.1.1 Strategische Ebene	18
2.1.2 Planung und Bewertung	18
2.1.2.1 Planung.....	18
2.1.2.2 Bewertung	22
2.1.2.3 Anpassung des Programms	22
2.1.3 Durchführung.....	22
2.1.3.1 Probenahme	22
2.1.3.2 Probenvorbehandlung	24
2.1.3.3 Dokumentation und Probeneingang.....	24
2.1.3.4 Analytik	25
2.2 Qualitätssicherung von Wasseruntersuchungen	25
2.2.1 Zweck	25
2.2.2 Definitionen.....	26
2.2.2.1 Fehler.....	26
2.2.2.2 Genauigkeit.....	27
2.2.3 Qualitätsziele bei den Teilschritten einer Wasseruntersuchung... 28	
2.2.4 Fehleranalyse.....	29
2.2.4.1 Fehlermöglichkeiten	29
2.2.4.2 Fehlermöglichkeiten und Einflussanalyse.....	31
2.2.4.3 Fehleranalysen durch Qualitätskontrollmessungen	34
2.2.4.4 Kontrollproben zur Überprüfung der Präzision des Gesamtverfahrens	36

2.2.4.5	Kontrollproben zur Bestimmung der Genauigkeit von Probenvorbehandlung, Probenbehandlung und Messung	38
2.2.4.6	Kontrollproben zur Ermittlung der Präzision der Probenbehandlung und Messung	38
2.2.4.7	Kontrollproben zur Ermittlung von Blindwerten des Gesamtverfahrens	38
2.2.4.8	Maßnahmen bei Abweichungen	38
2.2.4.9	Summarische Betrachtung der Fehler.....	39

3 Probenvorbehandlung, Konservierung, Transport und Lagerung 43

3.1	Einleitung.....	45
3.2	Homogenisierung und Probenteilung	51
3.2.1	Störungen.....	51
3.2.2	Durchführung des Verfahrens.....	52
3.2.2.1	Vorbehandlung der Probe.....	53
3.2.2.2	Homogenisierung durch Schütteln.....	53
3.2.2.3	Homogenisierung mittels Magnetrührer	53
3.2.2.4	Homogenisierung mittels Rührstab	53
3.2.2.5	Probenteilung	54
3.2.2.6	Reinigung der Homogenisiereinheit.....	55
3.2.2.7	Entsorgung	55
3.2.2.8	Qualitätssicherungs- und -kontrollmaßnahmen	55
3.3	Filtration von Wasserproben vor Ort.....	56
3.3.1	Durchführung des Verfahrens	59
3.4	Probenkonservierung.....	60
3.4.1	Konservierung durch Kühlen oder Tiefgefrieren	61
3.4.2	Chemische Konservierungsmethoden	61
3.5	Probenbehälter, -beschriftung	69
3.6	Probentransport.....	70
3.7	Probenannahme und Lagerung der Proben	71
3.8	Reinigung der Probenbehälter.....	72

4 Die Probenahme von Grundwasser..... 75

4.1	Einleitung.....	77
4.2	Zweck der Grundwasseruntersuchungen	78
4.3	Probenahmestrategie und Probenahmeplanung.....	79
4.3.1	Allgemeines	79
4.3.2	Aufgabenstellung und konzeptionelles Modell.....	80
4.3.3	Auswahl der Untersuchungsparameter.....	82
4.3.4	Art, Umfang und Anzahl der Proben.....	83

4.3.5	Zeitpunkt und Häufigkeit der Probenahme	84
4.3.6	Probenahmestellen	85
4.3.6.1	Brunnen	86
4.3.6.2	Grundwassermessstellen	87
4.3.6.3	Stollen.....	89
4.3.6.4	Schächte.....	89
4.3.6.5	Bohrungen	89
4.3.6.6	Quellen und Grundwasserblänken	89
4.3.7	Auswahl der Probenahmegeräte	90
4.3.8	Eignung von Messstellen für die Probenahme	92
4.3.8.1	Eignungsprüfung	92
4.3.8.2	Erstcharakterisierung.....	93
4.4	Durchführung der Probenahme	95
4.4.1	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit.....	96
4.4.2	Vorbereitung der Probenahme / des Fahrzeugs.....	97
4.4.3	Visuelle Prüfung.....	98
4.4.4	Probenahmetechnik.....	99
4.4.4.1	Schöpfproben.....	99

4.4.4.2	Abpumpen des Standwassers	101
4.4.4.3	Berechnung des Abpumpvolumens	102
4.4.4.4	Pumpenförderleistung und maximale Absenkung.....	103
4.4.4.5	Einbautiefe der Pumpe	104
4.4.4.6	Ableitung des geförderten Wassers	105
4.5	Probenahme in Sonderfällen	105
4.5.1	Gering ergebige Grundwasserleiter	105
4.5.2	Schadstoffe in freier Phase (DNAPL/LNAPL).....	105
4.6	Messungen und Feststellungen vor Ort	107
4.7	Abfüllen der Proben.....	110
4.8	Probenbehälter/-beschriftung	111
4.9	Probenvorbehandlung vor Ort.....	111
4.9.1	Filtration.....	112
4.9.2	Probenkonservierung.....	113
4.10	Dokumentation und Messwerterfassung.....	114
4.11	Transport und Lagerung	114
4.12	Reinigung der Probenahmegeräte.....	114
4.13	Spezifische Qualitätssicherungs- und -kontrollmaßnahmen.....	117
5	Die Probenahme von Roh- und Trinkwasser	121
5.1	Einleitung	123
5.2	Wasserarten	124
5.2.1	Rohwasser	124
5.2.2	Trinkwasser	125
5.2.3	Wasser aus Wasserwerken	126
5.3	Planung der Probenahme	126
5.4	Generelle Anforderungen an die Probenahme	128
5.4.1	Anforderungen an eine parameterabhängige Probenahme	129
5.4.2	Probenahmeort.....	130
5.5	Durchführung der chemischen Probenahme	139
5.5.1	Vorbehandlung, Transport und Konservierung	141
5.5.2	Stagnationsprobenahme	143
5.5.3	Probenahme zur Untersuchung auf radioaktive Stoffe.....	144
5.6	Durchführung der Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen	145
5.6.1	Mikrobiologische Trinkwasserüberwachung im Wandel.....	145
5.6.2	Probenahme nach DIN EN ISO 19458.....	148
5.6.2.1	Probenbehälter	148
5.6.2.2	Spülen der Glasgeräte.....	148
5.6.2.3	Sterilisation und Vorbereitung der Probenahmeflaschen.....	149

- 5.6.2.4 Probenahme aus Entnahmearmaturen..... 150
- 5.6.2.5 Wasseraufbereitungsanlagen und
Trinkwasserspeicher 150
- 5.6.2.6 Feststellung der Wasserbeschaffenheit im
Verteilungsnetz 151
- 5.6.2.7 Feststellung der Wasserbeschaffenheit an der
Entnahmearmatur des Verbrauchers 152
- 5.6.2.8 Feststellung der Wasserbeschaffenheit während der
Entnahme 152
- 5.6.2.9 Schöpfproben..... 152
- 5.6.2.10 Transport und Lagerung der Proben 153
- 5.6.3 Abweichungen von der Probenahme nach DIN EN ISO 19458. 154
- 5.7 Messungen bei der Probenahme (Vor-Ort-Parameter) 154
- 5.8 Kontinuierliche Messungen 155
- 5.9 Probenahmeprotokoll 155

6 Die Probenahme von Mineral- und Heilwasser 159

- 6.1 Einleitung 161
 - 6.1.1 Definition der zu untersuchenden Wasserarten..... 161
 - 6.1.2 Begriffsbestimmungen..... 162
 - 6.1.3 Behandlung 163
 - 6.1.4 Anforderungen an die Beschaffenheit des Wassers..... 163
- 6.2 Probenahmeplanung 166
 - 6.2.1 Zweck der Probenahme 166
 - 6.2.2 Probenahmeprogramm..... 166
 - 6.2.3 Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Probenahme 167
 - 6.2.4 Probenahmestellen 167
- 6.3 Durchführung der Probenahme 168
 - 6.3.1 Vorbereitung der Probenahme..... 168
 - 6.3.2 Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit..... 168
 - 6.3.3 Messungen vor Ort 169
 - 6.3.4 Probenahmearten 171
 - 6.3.5 Probenahmegeräte 171
 - 6.3.6 Probenahmetechnik..... 172
 - 6.3.7 Befüllen der Probenbehälter 172
 - 6.3.8 Probenvorbehandlung vor Ort 175
 - 6.3.8.1 Homogenisierung und Probenteilung..... 175
 - 6.3.8.2 Filtration..... 175
 - 6.3.8.3 Probenkonservierung..... 176
 - 6.3.9 Probenbehälter / Probenbeschriftung 176
 - 6.3.10 Reinigung der Probenahmegeräte 176

6.4	Probennahmeprotokoll	177
6.5	Qualitätssicherung	180
7	Die Probenahme aus fließenden Gewässern.....	183
7.1	Einleitung	185
7.1.1	Definition und Begriffserklärungen	186
7.1.2	Anforderungen an die Beschaffenheit des Wassers.....	188
7.2	Probenahmeplanung	189
7.2.1	Zweck der Probenahme und Untersuchung.....	189
7.2.2	Probenahmeprogramm	190
7.2.3	Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Probenahme.....	192
7.2.4	Auswahl des Probenahmegebietes	194
7.2.5	Probenahmestellen.....	195
7.2.5.1	Bedeutung der Durchmischung.....	196
7.2.5.2	Berücksichtigung der Fließzeit	201
7.3	Vorbereitung der Probenahme.....	204
7.3.1	Arbeitssicherheit am Ort der Probenahme	205
7.3.2	Probenahmeausrüstung	207
7.4	Probenahmegeräte	208
7.4.1	Einzelproben	208
7.4.2	Probenahme von Oberflächenschichten	209
7.4.3	Geräte für die Probenahme aus festgelegten Tiefen	209
7.4.4	Automatische Probenahmegeräte	210
7.5	Durchführung der Probenahme	211
7.5.1	Vorspülen der Geräte.....	211
7.5.2	Direkte Probenahme im Fließgewässer	212
7.5.3	Indirekte Probenahme	213
7.5.4	Probenahme von Brücken	213
7.5.5	Probenahme vom Ufer.....	214
7.5.6	Probenahme vom Boot.....	215
7.5.7	Probenahme unter Eis	215
7.5.8	Probenahme von Oberflächenschichten oder -filmen.....	216
7.5.9	Probenahme durch Teilproben	216
7.5.10	Probenvorbehandlung	217
7.5.10.1	Homogenisierung und Probenteilung	217
7.5.10.2	Filtration	218
7.5.11	Messungen vor Ort	218
7.5.12	Probenkennzeichnung und Probennahmeprotokoll	220
7.5.13	Reinigung der Probenahmegeräte.....	221
7.6	Spezifische Qualitätssicherungs- und -kontrollmaßnahmen	222
7.7	Probenahme in Schadens- und Gefahrenfällen.....	223

7.7.1	Gefäßmaterialien, Probenkonservierung, Transport und Lagerung	224
7.7.2	Probenahmestellen	225
7.7.3	Entnahme und Behandlung der Wasserproben.....	226
7.7.4	Probenbeschriftung	227
7.7.5	Vor-Ort-Messungen	227
7.7.6	Besonderheiten bei Fischsterben	227
7.7.7	Probenahmeprotokoll	228
7.7.8	Arbeitsschutz und -sicherheitsmaßnahmen	228
8	Die Probenahme aus stehenden Gewässern	233
8.1	Einleitung	235
8.2	Zweck der Probenahme	235
8.3	Arten der Probenahme	237
8.3.1	Einzelproben.....	237
8.3.2	Probenserien.....	237
8.3.2.1	Unterschiedliche Wasserbeschaffenheit zwischen Gewässeroberfläche und Gewässergrund	237
8.3.2.2	Unterschiedliche Wasserbeschaffenheit in verschiedenen Teilen des Gewässers.....	241
8.3.3	Die Entnahme integrierter Proben	241
8.4	Wahl der geeigneten Behälter und Geräte	242
8.4.1	Werkstoffe.....	242
8.4.2	Geräte.....	243
8.5	Durchführung.....	245
8.5.1	Probenahmeort.....	245
8.5.2	Transportstabilisierung und Konservierung der Proben	246
8.5.3	Sicherheitsbestimmungen.....	248
8.5.4	Probenahmeprotokoll	248
9	Die Probenahme von Schwimm- und Badebeckenwasser	251
9.1	Einleitung	253
9.2	Begriffe	254
9.2.1	Bezeichnung der Wasserarten im Schwimmbadwasserkreislauf	254
9.3	Überwachung	255
9.4	Zweck, Umfang und Zeitfolge von Kontrolluntersuchungen	256
9.4.1	Kontrolluntersuchungen durch die Gesundheitsämter oder auf deren Veranlassung	256
9.4.2	Betriebseigene Überwachung	257
9.5	Arten der Probenahme	258

9.6	Behälter und Geräte zur Probenahme	258
9.6.1	Probenahmebehälter und -geräte für mikrobiologische Untersuchungen	259
9.6.1.1	Sterile Flaschen für Zapfhahnproben	259
9.6.1.2	Sterile Flaschen für Schöpfproben	260
9.6.2	Probenahmebehälter für wasserchemische Untersuchungen...	260
9.7	Durchführung der Probenahme	261
9.7.1	Zapfhahnprobe	261
9.7.2	Schöpfprobe	263
9.7.3	Probenahmestellen im Kreislauf des Schwimm- und Badebeckenwassers	264
9.7.3.1	Füllwasser	265
9.7.3.2	Rohwasser	265
9.7.3.3	Filtrat	265
9.7.3.4	Reinwasser	265
9.7.3.5	Beckenwasser	266
9.7.4	Transport der Proben	267
9.8	Untersuchungen und Erhebungen bei der Probenahme	268
9.8.1	Untersuchungen vor Ort	268
9.8.2	Örtliche Erhebungen bei der Probenahme	269
9.8.3	Probenahmeprotokoll	270
10	Die Probenahme aus Badegewässern	273
10.1	Einleitung	275
10.2	Begriffe	276
10.2.1	Badegewässer	276
10.2.2	Badegebiet	276
10.2.3	Badestelle	276
10.2.4	Badesaison	276
10.2.5	Badegewässerprofile	277
10.3	Untersuchungsparameter	277
10.3.1	Mikrobiologische Parameter	277
10.3.2	Physikalische und chemische Parameter	277
10.4	Untersuchungshäufigkeit	278
10.4.1	Probenahmeplanung	279
10.4.2	Kurzzeitige Verschmutzung	279
10.5	Probenahmevergung	280
10.5.1	Behälter und Geräte zur Probenahme	280
10.5.2	Probenahmebehälter für mikrobiologische Untersuchungen	281
10.5.3	Probenahmebehälter für physikalisch-chemische Untersuchungen	281
10.5.4	Transport der Proben	282

10.5.5 Entnahmeort und -tiefe	282
10.5.6 Probenahmeprotokoll	283
10.6 Bewertung der Badegewässerqualität	283
10.6.1 Badeverbot	284
11 Die Probenahme von Meer- und Brackwasser	287
11.1 Einleitung	289
11.1.1 Problemstellung	290
11.1.2 Untersuchungsgegenstand	290
11.2 Probenahmestrategien	292
11.2.1 Probenahme im Meer	293
11.2.2 Probenahme in gezeitenbeeinflussten Ästuaren	295
11.3 Untersuchungsparameter	296
11.4 Entnahmetiefen	298
11.5 Probenahme	301
11.5.1 Oberflächen- und Mikroschichtproben	302
11.5.2 Standardschöpfergeräte	305
11.5.2.1 Serienschöpfer mit Kippthermometern	305
11.5.2.2 Rosetten-Wasserschöpfer	306
11.5.3 Schöpfer für Spurenstoffuntersuchungen	308
11.5.3.1 Spurenmetalle	308
11.5.3.2 Organische Spurenstoffe	311
11.5.3.3 Radionuklide	313
11.5.4 Spezialschöpfer	314
11.6 Probenbehandlung an Bord	315
11.6.1 Filtration	315
11.6.2 Konservierung und Lagerung	317
11.7 Qualitätssicherung	319
12 Die Probenahme von Niederschlägen	325
12.1 Einleitung	327
12.1.1 Definition des Begriffs „Niederschlag“	327
12.1.2 Abgrenzung	328
12.1.3 Ziel der Untersuchung	328
12.2 Probenahmeplanung	329
12.2.1 Messplanung in Abhängigkeit des Untersuchungszieles	329
12.2.2 Anforderungen und regulative Vorgaben	330
12.2.3 Probenahmegeräte	331
12.2.3.1 Wet-only-Sammler	331
12.2.3.2 Bulk-Sammler	333
12.2.3.3 Nebelsammler	336

12.2.4 Probenahmeorte und Aufstellung der Sammler	337
12.2.5 Probenahmedauer	337
12.3 Durchführung der Probenahme	338
12.3.1 Vorbereitung der Probenahme.....	338
12.3.2 Durchführung der Probenahme	338
12.3.2.1 Probenahme bei Trichter-Flasche-Sammlern	338
12.3.2.2 Probenahme bei Topf-Sammlern.....	340
12.3.2.3 Probenahme bei Trichter-Adsorber-Sammlern	340
12.3.3 Probentransport.....	340
12.3.4 Probenahmeprotokoll	341
12.4 Analytische Bestimmung ausgewählter Parameter	343
12.4.1 Bestimmung des Niederschlagsvolumens	343
12.4.2 Bestimmung von pH-Wert und Leitfähigkeit	343
12.4.3 Bestimmung löslicher Ionen	343
12.4.4 Bestimmung der Menge des Staubniederschlags	343
12.4.5 Bestimmung von Elementen im Staubniederschlag.....	344
12.4.6 Bestimmung von Quecksilber	344
12.4.7 Bestimmung von PAK.....	344
12.4.8 Bestimmung von PCB und PCDD/F.....	345
12.5 Angabe der Ergebnisse	345
13 Die Probenahme von Kühlwasser.....	347
13.1 Einleitung	349
13.1.1 Definitionen und Begriffserklärungen	350
13.1.2 Industrielle Kühlverfahren	350
13.2 Zweck der Untersuchung	352
13.2.1 Grenz- und Richtwerte für Kühlwasser.....	352
13.2.2 Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten.....	353
13.2.3 Überwachung von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern	354
13.2.4 Kontrolle der chemischen Konditionierung	355
13.2.5 Überwachung der Stabilität und Korrosivität eines Kühlwassers	356
13.2.6 Kontrolle von verfahrenstechnischen Einrichtungen	357
13.3 Probenahmeplanung	357
13.3.1 Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Probenahme.....	358
13.3.2 Vorbereitung der Probenahmen und Auswahl der Probenahmestellen.....	359
13.3.2.1 Durchlaufkühlung.....	360
13.3.2.2 Offene Rückkühlwerke (Nasskühlturm/Verdunstungskühlturm)	361
13.3.2.3 Geschlossene Rückkühlwerke	362

13.3.2.4 Sonderkühlsysteme	362
13.4 Probenahmetechnik.....	363
13.4.1 Arbeitssicherheit am Ort der Probenahme	363
13.4.2 Probenahmegeräte und Probenbehälter	363
13.4.2.1 Sterilisation der Probenahmegeräte	364
13.4.2.2 Probenbehälter	365
13.4.3 Durchführung der Probenahme	366
13.4.4 Vor-Ort-Messungen	368
13.4.5 Vorbehandlung, Konservierung, Transport der Proben	368
13.4.5.1 Beispiel zur chemischen Probenkonservierung.....	369
13.4.5.2 Inaktivierung von Desinfektionsmitteln.....	369
13.4.5.3 Probentransport.....	370
13.4.6 Probenahmeprotokoll	371
14 Die Probenahme von Abwasser.....	373
14.1 Einleitung.....	375
14.2 Rechtliche Grundlagen der Überwachung von Abwassereinleitungen	375
14.2.1 Überwachung von Direkteinleitungen.....	377
14.2.2 Überwachung von Indirekteinleitungen	378
14.2.3 Selbstüberwachung.....	378
14.2.4 Abwasserüberwachungskonzept NRW	380
14.3 Probenahmeplanung	381
14.3.1 Häufigkeit der Probenahme.....	383
14.3.2 Dauer der Probenahme	390
14.3.3 Zeitpunkt der Probenahme.....	393
14.3.4 Probenahmestelle.....	397
14.3.4.1 Allgemeine Anforderungen an die Einrichtung einer Probenahmestelle.....	397
14.3.4.2 Hinweise zur Auswahl von Probenahmestellen.....	398
14.3.5 Untersuchungsparameter	403
14.4 Abwassermanagement in einem Chemiapark	404
14.4.1 Ziele des Abwassermanagements.....	404
14.4.2 Gesetzliche Vorgaben	405
14.4.3 Definitionen.....	406
14.4.4 Regelungen zur Entsorgung von Abwasser.....	408
14.4.4.1 Freigabeverfahren für neue oder veränderte Abwässer	408
14.4.4.2 Rahmenvereinbarung für das Gesamtabwasser eines Betriebes	410
14.4.4.3 Anpassung von Abwasserkataster und Einleitungserlaubnis.....	410
14.4.5 Selbstüberwachung der Abwässer im Chemiapark	411

14.5 Technische Vorbereitung der Probenahme.....	412
14.5.1 Arbeitsanweisungen	413
14.5.2 Probenahmeauftrag / Probenahmeakte	413
14.5.3 Vorbereitung der Probenahmeausrüstung.....	414
14.6 Durchführung der Probenahme	414
14.6.1 Vorarbeiten vor Ort und allgemeine Verhaltensregeln	415
14.6.2 Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit.....	416
14.6.3 Messungen vor Ort.....	418
14.6.4 Probenahmearten	419
14.6.5 Probenahmetechnik.....	420
14.6.6 Probenvorbehandlung vor Ort.....	425
14.6.6.1 Homogenisierung und Teilung (Abfüllung).....	425
14.6.6.2 Probenkonservierung, Transport und Lagerung.....	426
14.6.7 Probenahmeprotokoll	427
14.6.8 Reinigung der Probenahmegeräte.....	429
14.7 Spezifische Qualitätssicherungs- und kontrollmaßnahmen	429
15 Analytik im Rahmen der Probenahme.....	433
15.1 Einleitung.....	435
15.1.1 Definitionen.....	435
15.1.2 Methodenspektrum	436
15.2 Grundlagen zur Bestimmung ausgewählter Vor-Ort-Messgrößen	439
15.2.1 Temperatur.....	439
15.2.2 Färbung	440
15.2.3 Elektrische Leitfähigkeit.....	441
15.2.4 pH-Wert	442
15.2.5 Sauerstoffgehalt	443
15.3 Einsatz von Feld- und Betriebsmethoden im geregelten Bereich	443
15.3.1 Untersuchung von Abwasser	444
15.3.2 Untersuchung von Wasser (Oberflächenwasser, Grundwasser, ...).....	444
15.4 Fragestellungsbezogene Auswahl von analytischen Methoden.....	444
15.4.1 Überwachung eines Prüfwertes.....	445
15.4.2 Qualitätskontrolle (Konzentrationsbereich)	445
15.4.3 Feststellung einer Konzentration	446
15.5 Praktisches Vorgehen bei der Auswahl geeigneter Methoden.....	447
15.5.1 Vorgehen.....	447
15.5.2 Auswahlkriterien	447
15.6 Qualitätssicherung.....	448
15.6.1 Dokumentation des Entscheidungsprozesses	448
15.6.2 Ermittlung der Gleichwertigkeit	452

Bilderverzeichnis 455
Tabellenverzeichnis 461