

Inhalt

Teil 1: Chemie des Wassers

Untersuchung · Beurteilung · Aufbereitung

I. Trinkwasseruntersuchung	3
A. Allgemeine Prüfungen an Ort und Stelle	3
1. Ortsbesichtigung	3
a) Verschiedene Brunnentypen	3
b) Die drei Bohrverfahren	6
c) Horizontalbrunnen	6
d) Der Pumpversuch bei Neuerschließungen	7
2. Worauf ist bei der Ortsbesichtigung zu achten?	9
a) Allgemeine Erhebungen	9
b) Spezielle hygienische Erhebungen	10
3. Farbstoffversuch u.a. Versuche zur Prüfung auf Grundwasser- verunreinigungen	12
4. Probenahme	14
5. Probemenge	19
6. Konservierung von Wasserproben	19
7. Eingesandte Wasserproben	19
8. Notwendige Prüfungen und Untersuchungen an Ort und Stelle .	20
B. Allgemeine Prüfungen im Laboratorium	22
1. Organoleptische Prüfung des Trinkwassers	22
2. Klarheit und Durchsichtigkeit	24
3. Trübung und Absetzbarkeit	25
4. Färbung des Wassers	26
II. Allgemeines über die chemische Wasseranalyse	28
A. Allgemeine chemische Arbeitsregeln	28
B. Die Untersuchungsverfahren	30
C. Kolorimetrische Arbeitsmethoden	31
1. Allgemeines	31
2. Apparative Hilfsmittel der Kolorimetrie	32
3. Kolorimetrische Arbeitsregeln	34
4. Das Arbeiten mit Hehnerzylindern	35
5. Atomabsorptionsspektroskopie	36
6. Polarographie (Voltametrie)	37
III. Kleine Trinkwasseranalyse	38
A. Die hygienisch-chemische Trinkwasseruntersuchung	38
1. Bestimmung von Ammonium-Ionen	38
a) Kolorimetrische Ammonium-Bestimmung mit Neßlers Reagenz	39

b)	Bestimmung von Proteïd-Ammoniak	41
c)	Bestimmung von Albuminoïd-Ammoniak	41
2.	Bestimmung von Nitrit-Ionen	42
a)	Kolorimetrische Nitrit-Bestimmung nach Zambelli	43
b)	Photometrische Nitrit-Bestimmung nach DIN 38405	43
c)	Indol-Methode	44
3.	Bestimmung von Nitrat-Ionen	44
a)	Kolorimetrische Nitrat-Bestimmung nach Noll (altes Verfahren)	45
b)	Nitrat-Reduktion mit Devarda-Legierung	46
c)	Kolorimetrische Bestimmung kleinster Nitratmengen nach Kuisel	46
d)	Photometrische Nitrat-Bestimmung mit Dimethylphenol nach DIN 38405,3 (Neue Methode)	47
e)	Hellige-Methode	47
f)	Nitron-Methode	48
g)	Reihenuntersuchung mit ionenspezifischen Elektroden ..	48
4.	Kaliumpermanganat-Verbrauch	48
a)	Orientierende Feld-Bestimmungen	48
b)	Bestimmung der Permanganatzahl nach Kubel (Oxidierbarkeit)	49
c)	Permanganatzahl-Bestimmung nach Schulze-Trommsdorf .	51
d)	Bestimmung von Huminsubstanzen	52
5.	Bestimmung der Chlorzahl	53
6.	Bestimmung der Chlorid-Ionen	53
a)	Titrimetrische Chlorid-Bestimmung nach Mohr-Winkler ..	54
b)	Störungen bei der Chlorid-Bestimmung	55
c)	Chlorid-Bestimmung nach Schneebeli und Staub	55
d)	Quecksilber(II)nitrat-Methode	56
e)	Chlorid-Bestimmung mit ionenselektiver Elektrode	56
7.	Bestimmung von Phosphat-Ionen	56
8.	Bestimmung von Polyphosphat	58
9.	Bestimmung von Urochrom	59
10.	Fäkalreaktion	60
11.	Bestimmung von Sulfat-Ionen	61
a)	Gravimetrische Sulfat-Bestimmung als Bariumsulfat	62
b)	Titrimetrische Sulfat-Bestimmung in sulfatarmen Wässern nach Winkler	64
c)	Sulfatbestimmung nach Ohle	64
d)	Titrimetrische Bestimmung kleiner Sulfatmengen nach Sijderius	65
e)	Weitere Methoden	65
IV.	Beurteilung des Trinkwassers	66
A.	Allgemeine Anforderungen an ein Trinkwasser hinsichtlich der äußeren Beschaffenheit und der Temperatur	66

1. Färbung, Schöpfung des Wassers, Flockung	68
2. Trübung, Klärung des Wassers	73
3. Geruch und Geschmack	73
B. Hygienische Beurteilung des Trinkwassers auf Grund der chemischen Analyse	74
1. Allgemeines	74
2. Bedeutung der chemischen und bakteriologischen Wasseruntersuchung	76
3. Hygienische Maßnahmen bei Verschmutzung des Trinkwassers ..	78
4. Grundwasser-Versorgung	80
5. Oberflächenwasser-Versorgung	80
a) Flußwasser-Versorgung	80
b) Talsperrenwasser-Versorgung	82
6. Quellwasser-Versorgung	83
7. Regenwasser-Versorgung	84
C. Entkeimung des Wassers	85
1. Unvollständige Entkeimung durch Filterung	85
2. Entkeimung durch Chemikalienzusatz	87
3. Die Ozon-Entkeimung	87
4. Die Chlorung	88
5. Elektrochlor-Verfahren	91
6. Chlordioxid-Entkeimung	91
7. Hypochlorit und Chloramin	92
8. Weitere Entkeimungsverfahren	92
9. Auf Grund welcher chemischer Merkmale ist ein Brunnen in hygienischer Beziehung zu beanstanden?	95
D. Die Verschmutzungsindikatoren	96
1. Ammoniak bzw. Ammonium-Ionen	96
2. Nitrit-Ionen	97
3. Nitrat-Ionen	98
4. Kaliumpermanganatzahl	101
5. Organisch gebundener Kohlenstoff	103
6. Chlorzahl	103
7. Chlorid-Ionen	103
8. Phosphat-Ionen	107
9. Sulfat-Ionen	108
10. Kalium und Natrium	109
11. Abdampfrückstand	109
12. Absiebbares	110
13. Cancerogene Stoffe im Wasser	110
a) Bestimmung der cancerogenen Stoffe	111
b) Entfernung cancerogener Stoffe	111
c) Verbote und Verordnungen	111
E. Normalwerte für Trinkwasser	112

F. Beispiele für Trinkwasseranalysen von Einzelbrunnen und ihre Auswertung	113
1. Kesselbrunnen, die durch Kuhstalljauche stark verunreinigt sind .	113
2. Wasser von einem unverdächtigen Bohrbrunnen	114
V. Große Trinkwasseranalyse von Leitungswasser (Chemische Untersuchung von Trink- und Brauchwasser bei zentraler Wasserversorgung)	115
A. Arbeitsgang	115
B. Ermittlung des Angriffsvermögens	116
1. Reaktion	116
2. pH-Bestimmung, Wasserstoffionenkonzentration	117
a) Orientierende pH-Bestimmung	118
b) Genauere kolorimetrische pH-Bestimmung	118
c) Genaue elektrometrische pH-Bestimmung	119
d) Die Messung des Redoxpotentials	120
3. Kohlensäure	120
a) Vorprüfung auf freie Kohlensäure	120
b) Titrimetrische Kohlensäure-Bestimmung nach Trillich	120
c) Acidimetrische Bestimmung der freien Kohlensäure bei elektrometrischer Endpunktkontrolle nach Hässelbarth ..	122
d) Heyer-Versuch mit Temperierung der Probe nach Hässelbarth	123
e) Heyer-Versuch zur Erfassung der spezifischen Temperatur- und Salzeffekte beim untersuchten Wasser	123
4. Säure-Base-Titration	125
a) Säure-Kapazität	125
b) Definition der Titrationsendpunkte	125
c) Korrektur für den m-Wert	126
d) Anwendungsbereich und Störungen	126
5. Bestimmung des Säureverbrauchs (m-Wert bzw. p-Wert mit positivem Vorzeichen) (bisher Alkalität)	126
6. Bestimmung des Basenverbrauchs (m-Wert bzw. p-Wert mit negativem Vorzeichen)	127
a) Direkte Titration des Basenverbrauchs	128
b) Rücktitration eines Basenüberschusses bei Kohlensäure-Wässern	128
7. Abgeleitete Bestimmungen aus m-Wert, p-Wert und pH-Wert .	128
8. Berechnung der Kalkaggressivität (Angriffsvermögen) von Wasser	129
9. Berechnung der freien überschüssigen Kohlensäure nach Hässelbarth	130
10. Bleilösungsversuch	138
11. Sauerstoff-Bestimmung	138
a) Iodometrische Sauerstoff-Bestimmung nach Winkler-Bruhns	139

b) Sauerstoff-Bestimmung in Oberflächenwässern und verschmutzten Wässern nach Ohle, Iod-Differenzverfahren	142
c) Bestimmung geringster Sauerstoffmengen	142
d) Bestimmung der Sauerstoffzehrung bei Flußwasser und Abwasser	143
12. Sauerstoffdefizit, Sauerstoffsättigungsdefizit	144
13. Sauerstoff-Sättigungsindex	144

C. Technisch-chemische Wasseranalyse 146

1. Bestimmung von Eisen-Ionen	146
a) Kolorimetrische Bestimmung des Gesamteisens	147
b) Phenanthrolin-Methode	149
2. Bestimmung von Mangan-Ionen	149
a) Kolorimetrische Mangan-Bestimmung	149
b) Mangan-Bestimmung in Chlorid-Wässern mit Formaldoxim	151
3. Bestimmung der Härte	151
a) Genaue Bestimmung von Hydrogencarbonat-Ionen (und der Carbonathärte nach Lunge)	153
b) Genaue Bestimmung der Gesamthärte nach Blacher	154
c) Rechnerische Ermittlung der Gesamthärte aus der Kalkhärte und Magnesia Härte	155
d) Schnellmethode der Bestimmung der Gesamthärte mit Titriplex	155
e) EDTA-Methode	156
α) Calcium-Bestimmung	156
β) Magnesium-Bestimmung	156
4. Calcium- und Magnesium-Bestimmung	157
a) Gravimetrische Calcium-Bestimmung	158
b) Titrimetrische Calcium-Bestimmung	158
c) Titrimetrische Magnesium-Bestimmung	159
d) Kolorimetrische Magnesium-Bestimmung	159
e) Bestimmung von Magnesiumchlorid und Calciumchlorid	160
5. Schwefelwasserstoff und Sulfidschwefel	160
a) Kolorimetrische H ₂ S-Bestimmung bei geringen H ₂ S-Mengen	160
b) Iodometrische H ₂ S-Bestimmung	161
c) Direkte iodometrische H ₂ S-Titration	161
d) Photometrische Bestimmung von H ₂ S und HS ⁻	162
6. Abdampfdruckstand, Glührückstand und Glühverlust	163
7. Elektrische Leitfähigkeit	164
8. Interferometerwert	164
9. Dichte (Spezifisches Gewicht)	165
10. Die Radioaktivität von Trinkwasser und ihre Messung	165
a) Messung der Radioaktivität	167
b) Dekontaminierung	171

D. Künstliche Wasserzusätze	173
1. Freies Chlor und gebundenes wirksames Chlor	173
a) Freies wirksames Chlor	173
b) Gebundenes wirksames Chlor	173
c) Gesamtchlor = wirksames Chlor	173
d) Chlordioxid-Bestimmung	174
2. Chlorbedarf des Wassers (Chlorbindungsvermögen)	175
3. Ozon-Bestimmung	175
4. Wasserstoffperoxid	176
5. Silber-Bestimmung	176
6. Aluminium-Bestimmung	177
a) Kolorimetrische Aluminium-Bestimmung	177
b) Photometrische Aluminium-Bestimmung mit Eriochrom- cyanin	177
c) Aluminium-Bestimmung nach Gad	177
7. Bestimmung der Polyphosphate	178
8. Sulfit-Bestimmung	178
9. Hydrazin-Bestimmung	179
E. Bestimmung der Metall-Ionen	179
1. Blei-Bestimmung	179
a) Probenahme und Vorbereitung der Probe für die Blei- untersuchung	179
b) Kolorimetrische Blei-Bestimmung	179
2. Kupfer-Bestimmung	181
a) Kolorimetrische Kupfer-Bestimmung nach Winkler	181
b) Kupfer und Blei nebeneinander	181
3. Zink-Bestimmung	182
4. Kalium-Bestimmung	183
a) Titrimetrische Kalium-Bestimmung	184
b) Flammenphotometrische Kalium-Bestimmung	184
5. Natrium-Bestimmung	184
6. Chrom-Bestimmung	185
7. Arsen-Bestimmung	186
8. Selen-Bestimmung nach Quentin	187
9. Zinn-Bestimmung	188
10. Cadmium-Bestimmung	188
11. Quecksilber-Bestimmung	188
12. Vanadium-Bestimmung	188
13. Cyanide in geringsten Mengen	189
F. Bestimmung von Fluorid-Ionen (nach Sanchis)	189
1. Neue Arbeitsvorschrift	190
2. Gesundheitliche Bedeutung der Fluorid-Ionen	191
G. Bestimmung von Iodid-Ionen	193
H. Kieselsäure-Bestimmung	194
Kolorimetrische Bestimmung nach Winkler	195

I. Nachweis einer Grundwasserverunreinigung durch Mineralöl	196
1. Chemische Untersuchung	196
2. Entfernung von Mineralöl aus dem Wasser	198
3. Mineralöl-Versickerung	198
VI. Beurteilung des Trink- und Brauchwassers für die zentrale Wasser- versorgung	204
A. Behandlung und Aufbereitung des Wassers	204
1. Allgemeines	204
a) Die Grundforderungen an Leitungswasser	204
b) Trinkwasserverordnung (TVO)	205
c) Trinkwasser-Aufbereitungsverordnung (Fremdstoff-Ver- ordnung) vom 19. Dezember 1959	213
2. Korrosion	215
a) Das Angriffsvermögen des Wassers (Kaltwasser)	216
b) Nachteilige Veränderung des Angriffsvermögens beim Mischen zweier Wässer	217
c) Rohrzerfressungen und Wasserhygiene	218
d) Das Verhalten der metallischen Werkstoffe gegenüber Wasser	219
e) Wasserleitungsrohre	220
f) Trinkwasserbehälter	229
3. Wasserstoffionen-Konzentration, pH	231
4. Kohlensäure	232
5. Freie Kohlensäure	233
a) Technische Bedeutung des Kohlensäuregehalts des Wassers	233
b) Die zugehörige Kohlensäure	234
c) Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht und Rostschuttschicht . .	234
d) Die Überschuß-Kohlensäure	235
6. Entsäuerung des Wassers	238
a) Mechanische Entsäuerung	238
b) Chemische Entsäuerung	240
c) Korrosionsschutz der Leitungsrohre durch Polyphosphat- Impfung	245
d) Korrosionsschutz durch Silicat-Behandlung	247
7. Eisen und Mangan	248
a) Eisen und Mangan im Leitungswasser	249
b) Enteisenung	249
c) Entmanganung	253
8. Die Härte des Wassers	254
a) Begriff der Härte	254
b) Vorkommen der Härtebilder	256
c) Hygienische Bedeutung der Carbonathärte	257
d) Verhärtung des Grundwassers durch Müllhalden	257
e) Gesundheitliche Bedeutung der Wasserhärte	258
f) Bedeutung der Wasserhärte für Brauchwasser und tech- nische Zwecke	260

g) Wasserstein	261
h) Enthärtung von Brauchwässern	262
i) Ionenaustausch-Verfahren	264
k) Polyphosphat-Impfung zur Härtestabilisierung	267
9. Metalle	270
a) Blei	270
b) Kupfer	272
c) Arsen	273
d) Zink	274
e) Zinn	275
f) Aluminium	275
g) Chrom, Cadmium, Selen, Antimon, Titan, Quecksilber, Vanadium	275
h) Natrium	276
10. Sauerstoff	276
11. Schwefelwasserstoff	278
B. Beispiele für Analysen von Leitungswasser und deren Begutachtung	279
1. Übersicht über vorkommende Analysenwerte	279
a) Wasseruntersuchung Ibergquelle	279
b) Wasserwerk L.	281
c) Wasser aus dem Tiefbrunnen in C.	282
d) Hygienisch günstige und ungünstige Werte für Leitungswasser	283
VII. Untersuchung und Beurteilung von Schwimmbadwasser, Wasser für Bauzwecke, Oberflächenwasser (Vorflut) und Kesselspeisewasser ...	286
A. Schwimmbadwasser	286
1. Chemische Untersuchung des Schwimmbadwassers	293
2. Hygienisch-chemische Beurteilung des Schwimmbadwassers ...	294
3. Nachweis von Harnbestandteilen im Schwimmbadwasser	294
B. Wasser für Bauzwecke	297
1. Beurteilung der Betonschädlichkeit	297
2. Grenzwert für Betonschädlichkeit des Wassers	298
3. Sulfatbeständige Zemente	299
4. Beton-Anmachwasser	300
5. Grenzwerte für Wasser, das mit Eisen und Stahl in Berührung ist	300
C. Oberflächenwasser und Vorfluter	301
1. Gewässer-Verunreinigung	302
2. Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfs	308
3. Biomassentiter	309
4. Bestimmung des Phenolgehaltes	310
5. Quantitative Bestimmung der Detergentien (Tenside)	311
Pestizide, PCB, Metalle und andere Verunreinigungen	313
6. Organisch gebundener Schwefel	320

D. Einige Bemerkungen über Kesselspeisewasser, Kesselwasser und Kühlwasser	320
1. Kesselspeisewasser	320
a) Allgemeines	320
b) Kieselsäure im Kesselspeisewasser	321
c) Sauerstoff im Kesselspeisewasser	322
d) Hydrazin-Bestimmung	323
e) Sulfit-Bestimmung	323
2. Heißwasser-Heizungsanlagen	324
3. Kühlwasser	325
E. Wasser für Brauereizwecke	326
VIII. Mineralwasser und Heilwasser	328
A. Mineralwasser	328
B. Heilwasser	330
1. Analysen-Normen	333
a) Die Heilwasser-Analyse	333
b) Kontroll-Analysen	334
c) Hygienische Untersuchung	334
2. Erläuterungen zur Heilwasser-Analyse	335
Kationen-Bestimmungen	336
a) Kalium- und Natrium-Bestimmung	336
b) Natrium-Bestimmung	337
c) Lithium-Bestimmung	337
d) Flammenphotometrische Lithium-Bestimmung	338
e) Calcium- und Magnesium-Bestimmung	338
f) Eisen-Bestimmung	338
Anionen-Bestimmungen	339
a) Bestimmung des Chlorids-Ions	339
b) Bestimmung des Sulfat-Ions	339
c) Bestimmung des Hydrogencarbonat-Ions	340
d) Bestimmung der Borsäure	340
e) Bestimmung von Iodid- und Bromid-Ionen	341
f) CO ₂ -Bestimmung in Sauerlingen	341
3. Bestimmung der Spurenelemente	342
a) Dithizon-Methode	342
b) Dithizon-Analyse	343
c) Beispiel einer Heilwasser-Analyse	350
C. Das Wasser als Stoff	351
IX. Reagenzien für Trinkwasser-Untersuchungen	353
X. Protokoll für Besichtigungen bzw. Begleitschein für Wasserproben ..	360
Literaturverzeichnis	362

Teil 2: Untersuchung und Beurteilung von Abwasser	369
I. Allgemeines	371
II. Untersuchung von Abwasser	377
A. Allgemeines	377
B. Probennahme	377
C. Hydraulische Verhältnisse, Fließzeiten, Abwasser-Mengenmessung .	379
D. Äußere Charakterisierung	381
E. Bestimmung der absetzbaren Stoffe (Schlammstoffe) und des Glührückstandes	382
F. Bestimmung der gesamten Schwebestoffe (ungelöste Stoffe)	383
G. Bestimmung des Säure- bzw. Lauge-Bindungsvermögens	384
H. Bestimmung von organischen Substanzen (Schmutzgehalt)	385
I. Bestimmung der Konzentration an Stickstoffverbindungen	399
K. Bestimmung des Gesamtphosphors	401
L. Haltbarkeitstest	403
M. Biologische Tests zur Abwasserbeurteilung	403
N. Kriterien zur Beurteilung von Industrieabwasser	408
Literaturverzeichnis	416
Teil 3: Bakteriologie und Virologie des Wassers	421
I. Bakteriologie des Wassers	423
A. Allgemeines zu mikrobiologischen Wasseruntersuchungen	423
B. Untersuchungsverfahren	442
1. Bestimmung der Koloniezahl (bisher Keimzahl oder Gesamt- keimzahl)	442
a) Nährböden	442
b) Auszählen der Kolonien	444
2. Nachweis von <i>Escherichia coli</i> und coliformen Keimen	445
3. Mikrobiologische Fäkalindikatoren und durch Wasser übertrag- bare Krankheitserreger	453
Untersuchungen auf Seuchen- und andere Krankheitserreger ...	461
Parasiten	471
Mikroorganismen des Wassers nicht fäkaler Herkunft	474
Literaturverzeichnis	478

Inhalt	XIX
II. Virologie des Wassers	485
A. Vorkommen, Bedeutung und Nachweis von Viren	485
B. Virus-Eliminierung und Virus-Inaktivierung	498
C. Virusgewinnung und Viruszüchtung	503
Literaturverzeichnis	511
Schwimmbadwasser	515
Literaturverzeichnis	530
Teil 4: Biologie des Wassers	537
I. Biologische Wasseruntersuchungen	539
II. Methodik	541
A. Probenahme	541
1. Biologische Gewässeruntersuchung	541
B. Geräte	544
1. Membranfilter-Verfahren	547
2. Boden- und Schlammuntersuchungen	549
C. Ökologische Verfahren der biologischen Wasseranalyse	552
1. Saprobien-System	552
2. Leitorganismen	553
3. Beurteilung der Ergebnisse	556
III. Biologische Trinkwasseruntersuchung	561
A. Organismen in Wassergewinnungs- und Aufbereitungsanlagen	562
B. Mängel an Quelfassungen	564
C. Wasserwerksanlagen	564
1. Langsamfilter	567
2. Schnellfilter	568
3. Aktivkohlefilter	568
4. Leitungsnetz	569
IV. Möglichkeiten zur Bekämpfung von Organismen in Trinkwasser-Versorgungsanlagen	570
Literaturverzeichnis	575
Firmenverzeichnis	579
Sachregister	583