



Lebenselement Wasser

Qualitätskriterien der Wasserversorgung – Reinigung von Abwasser

Dr. med. Tilman Hahn, Tübingen

Dr. rer. nat. Walter Jäger, Tübingen

Dipl.-Ing. Carlo Schiuma, Stuttgart

*Herausgegeben von der
Europäischen Akademie für Umweltfragen,
Tübingen*

26 Abbildungen · 10 Tabellen



ÖKOLOGIE KOMPAKT BAND 5

S. Hirzel Verlag Stuttgart · Leipzig 1998

Inhaltsverzeichnis

Vorwort		5
Inhaltsverzeichnis		7
Einleitung		13
<hr/>		
1	Der Wasserkreislauf der Erde	15
<hr/>		
1.1	Oberflächengewässer	15
1.2	Die natürliche biologische Zonierung der Fließgewässer	15
1.2.1	Übersicht	15
1.2.2	Die Quellregion	16
1.2.3	Die Forellen-(Salmoniden-)Region	17
1.2.4	Die Barben-Region	18
1.2.5	Die Brachsen-Region	19
1.2.6	Die Kaulbarsch-Flunder-Region	20
1.2.7	Ursachen der biologischen Zonierung der Fließgewässer	20
1.3	Inhaltsstoffe natürlicher Wässer	21
1.3.1	Aluminium	23
1.3.2	Ammonium	23
1.3.3	Antimon	23
1.3.4	Arsen	23
1.3.5	Barium	24
1.3.6	Blei	24
1.3.7	Bor	24
1.3.8	Cadmium	24
1.3.9	Calcium	24
1.3.10	Chlorid	25
1.3.11	Chrom	25
1.3.12	Cyanid	25
1.3.13	Eisen	25
1.3.14	Fluorid	26
1.3.15	Kalium	26
1.3.16	Kupfer	26
1.3.17	Magnesium	26
1.3.18	Mangan	26
1.3.19	Natrium	27
1.3.20	Nickel	27
1.3.21	Nitrat	27
1.3.22	Nitrit	28

8 Inhaltsverzeichnis

1.3.23	Phosphor _____	28	1.3.31	Phenole _____	30
1.3.24	Quecksilber _____	28	1.3.32	Oberflächenaktive Stoffe _____	30
1.3.25	Selen _____	28	1.3.33	Gelöste oder emulgierte Kohlenwasserstoffe, Mineralöle _____	31
1.3.26	Silber _____	29	1.3.34	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) _____	31
1.3.27	Sulfat _____	29	1.3.35	Pflanzenschutzmittel _____	31
1.3.28	Zink _____	29			
1.3.29	Kjeldahlstickstoff _____	29			
1.3.30	Organische Chlorverbindungen _____	30			
2	Trinkwasser _____				33
2.1	Wasserverbrauch _____	33	2.3.16	Magnesium _____	45
2.2	Wasser als Lebensmittel _____	35	2.3.17	Mangan _____	45
2.3	Chemie des Trinkwassers – Schadstoffe im Trinkwasser _____	38	2.3.18	Natrium _____	45
2.3.1	Aluminium _____	38	2.3.19	Nickel _____	45
2.3.2	Ammonium _____	42	2.3.20	Nitrat _____	45
2.3.3	Antimon _____	42	2.3.21	Nitrit _____	46
2.3.4	Arsen _____	43	2.3.22	Phosphor _____	46
2.3.5	Barium _____	43	2.3.23	Quecksilber _____	46
2.3.6	Blei _____	43	2.3.24	Selen _____	46
2.3.7	Bor _____	43	2.3.25	Silber _____	46
2.3.8	Cadmium _____	43	2.3.26	Zink _____	47
2.3.9	Calcium _____	43	2.3.27	Gelöste oder emulgierte Kohlenwasserstoffe, Mineralöle _____	47
2.3.10	Chrom _____	43	2.3.28	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) _____	47
2.3.11	Cyanid _____	44	2.3.29	Pflanzenschutzmittel _____	47
2.3.12	Eisen _____	44	2.3.30	Organische Chlorverbindungen _____	48
2.3.13	Fluorid _____	44	2.3.31	Phenole _____	48
2.3.14	Kalium _____	44	2.3.32	Oberflächenaktive Stoffe _____	48
2.3.15	Kupfer _____	44			

2.3.33	Physikalisch-chemische Beurteilungskriterien für die Trinkwasserqualität _____	48	2.6.4	Entkeimung _____	80
2.4	Mikrobiologie des Trinkwassers – Krankheitserreger im Trinkwasser _____	53	2.6.5	Enthärtung von Trinkwasser _____	81
2.4.1	Mikrobiologische Anforderungen nach der Trinkwasserverordnung _____	56	2.6.5.1	Zentrale Enthärtung _____	82
2.4.2	Wichtige trinkwasserübertragene Erkrankungen _____	59	2.6.5.2	Auswahlkriterien für Enthärtungsverfahren _____	84
2.4.2.1	Krankheitserreger vorwiegend fäkalen Ursprungs _____	61	2.7	Wasserspeicherung und -verteilung _____	85
2.4.2.2	Krankheitserreger nicht-fäkalen Ursprungs _____	64	2.7.1	Wasserspeicherung _____	85
2.4.3	Kontaminationsquellen _____	66	2.7.1.1	Arten von Wasserspeichern _____	86
2.5	Untersuchungsmethoden _____	67	2.7.2	Wasserverteilung _____	86
2.5.1	Chemische Trinkwasserinhaltsstoffe _____	68	2.7.2.1	Verbindliche DIN-Normen _____	86
2.5.2	Mikroorganismen _____	70	2.7.2.2	Verteilernetz _____	86
2.6	Trinkwassergewinnung und -aufbereitung _____	70	2.7.2.2.1	Rohrleitungsarten _____	88
2.6.1	Trinkwassergewinnung _____	70	2.7.2.2.2	Rohrnetzformen _____	88
2.6.2	Ziel der Trinkwasseraufbereitung _____	71	2.7.2.2.3	Rohrwerkstoffe _____	89
2.6.3	Verfahrensschritte der Wasseraufbereitung _____	72	2.7.2.3	Trinkwasser-Hausinstallation _____	91
			2.7.2.3.1	Korrosionsschäden _____	91
			2.7.2.3.2	Hausinstallation in verzinktem Stahlrohr _____	92
			2.7.2.3.3	Hausinstallation in Kupfer _____	93
			2.7.2.3.4	Trinkwassernachbehandlung im Bereich der Hausinstallation _____	93
			2.7.2.3.5	Mikrobielle Kontaminationen in Hausinstallationen _____	96
3	Badewasser _____	99			
3.1	Allgemeine Vorbemerkungen _____	99	3.3	Anforderungen an die Badewasserqualität – Richtlinien, Verordnungen und Gesetze _____	101
3.2	Differenzierung: Naturbäder, Beckenbäder, Spezialbäder _____	100	3.4	Badewasseraufbereitung _____	106

10 Inhaltsverzeichnis

3.5	Weitere hygienische Maßnahmen beim Bäderbetrieb _____	110	3.6.6	Magen-Darm-Erkrankungen _____	113
3.6	Typische Infektionen beim Baden _____	111	3.6.7	Genitalerkrankungen _____	113
3.6.1	Amöben-Enzephalitis _____	111	3.6.8	Hauterkrankungen _____	114
3.6.2	Schwimmbad-Konjunktivitis _____	111	3.6.8.1	Fußsohlenwarzen _____	114
3.6.3	Otitis externa _____	112	3.6.8.2	Pseudomonas-Dermatitis _____	114
3.6.4	Badesinusitis _____	112	3.6.8.3	Schwimmbad-Granulom _____	115
3.6.5	Erkrankungen der Atemwege und der Lunge _____	112	3.6.8.4	Hautpilze _____	115
			3.6.8.5	Cercarien-Dermatitis _____	115
			3.6.9	Allgemeinerkrankungen _____	115
4	Abwasser _____	117			
4.1	Herkunft von Abwasser _____	117	4.2.1	Physikalisch-chemische Faktoren der Selbstreinigung _____	133
4.1.1	Niederschläge _____	117	4.2.2	Biologische Grundlagen der Selbst- reinigung _____	137
4.1.2	Haushaltsabwässer _____	117	4.2.3	Allgemeine Vorgänge bei der Selbst- reinigung in natürlichen und künstlichen Systemen _____	140
4.1.2.1	Mikrobielle Zusammensetzung: quantitative und qualitative Aspekte	119	4.2.4	Störung der natürlichen biologischen Zonierung durch organische Abwässer _____	141
4.1.3	Krankenhaus-Abwässer _____	122	4.2.5	Einige Bemerkungen über die Abwasserreinigung unter Berück- sichtigung der biologischen Erkenntnisse _____	146
4.1.4	Kommunale Abwässer _____	123	4.2.6	Das Verhalten der Pathogene bei der natürlichen Abwasserreinigung	148
4.1.4.1	Pathogene Organismen in kommunalen Abwässern _____	123	4.3	Technische Klärung des Abwassers	149
4.1.4.2	Überleben pathogener Keime in Abwässern und der Umwelt _____	126	4.3.1	Mikroorganismen und Materie in der natürlichen und technischen Klärung häuslicher Abwässer _____	149
4.1.5	Industrieabwässer und ihr Einfluß auf die Biologie der natürlichen und technischen Abwasserreinigung _____	127			
4.1.5.1	Industrielle Abwässer kleinen Ausmaßes _____	127			
4.1.5.2	Industrieabwässer größerer Relevanz	128			
4.1.6	Spezielle chemische Verbindungen	129			
4.1.7	Radioaktive Abwässer _____	131			
4.2	Biologische Selbstreinigung _____	132			

4.3.2	Biologie der technischen Reinigung häuslicher Abwässer _____	151	4.4.2.1	Ökologische Gefahren – gesund- heitliche Gefährdung durch Mikro- organismen im Abwasser _____	167
4.4	Kläranlagen _____	154	4.4.2.2	Wachstumskurven der in Klär- anlagen lebenden Organismen _____	172
4.4.1	Abwasserbehandlung _____	154	4.4.2.3	Verhalten der Pathogene während der verschiedenen Behandlungs- phasen in Kläranlagen _____	177
4.4.1.1	Konventionelle Verfahren _____	156	4.4.3	Anaerobe technische Verfahren _____	179
4.4.1.2	Weitergehende Verfahren _____	161	4.4.4	Die Biokatalysatoren _____	181
4.4.2	Die Mikroorganismen in den Kläranlagen _____	167			
Anlage: Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Normen					183
Glossar					191
Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur					199
Sachregister					201