

Handbuch zur Betriebsanalytik auf Kläranlagen

Barbara Cybulski // Gert Schwentner

4. Auflage
2023

Impressum

Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland

Tel.: +49 2242 872-333

Fax: +49 2242 872-100

E-Mail: info@dwa.de

Internet: www.dwa.de

4. Auflage:

Juli 2023

Satz:

Inhalt: Dipl. Designer Parys Cybulski (parys@mac.com),
Umschlag: Christiane Krieg, DWA

Druck:

Druckhaus Köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-88721-487-6

© 3. Auflage, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, 2017

© 1.-2. Auflage, F. Hirthammer Verlag GmbH, Oberhaching/München

Alle Rechte, insbesondere die der **Übersetzung** in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Die Abwasserbranche insgesamt und besonders die Betreiber von mittleren und kleineren Kläranlagen sind von Fachkräftemangel und zunehmender Arbeitsbelastung betroffen. Zudem werden mit den stetig wachsenden Anforderungen an die Abwasserreinigung und Schlammbehandlung auch die zu bewältigenden Aufgaben in der Abwasseranalytik immer umfangreicher.

Vor diesem Hintergrund ist es besonders wichtig, dass das Betriebspersonal, wo immer möglich, auf Hilfestellung und Unterstützung in seiner täglichen Arbeit zurückgreifen kann. Deshalb wurde im vorliegenden „Handbuch zur Betriebsanalytik auf Kläranlagen“ auf eine übersichtliche und prägnante Beschreibung der wichtigsten Analysemethoden besonders geachtet. Insbesondere den Auszubildenden sowie Neu- und Quereinsteigern wird dadurch ein schneller Zugang zu den Analysemethoden und einer qualitätsgesicherten Eigenkontrolle (nach Arbeitsblatt DWA-A 704) ermöglicht.

Die Analyseergebnisse versetzen das Betriebspersonal erst in die Lage, die Funktionalität der ihnen anvertrauten Anlagen zu beurteilen und diese sowohl verfahrenstechnisch als auch wirtschaftlich optimal zu betreiben. Eine nachvollziehbare Arbeitsweise und die richtige und gleichermaßen gewissenhafte Anwendung der beschriebenen Analysemethoden bilden hierfür eine unverzichtbare Grundlage.

Die verschiedenen Analysemethoden wurden bis heute soweit perfektioniert, dass das Betriebspersonal der Kläranlagen bei der richtigen Durchführung und Anwendung der einschlägigen Qualitätssicherungsmaßnahmen den Vergleich mit den Referenzlaboratorien nicht zu scheuen braucht.

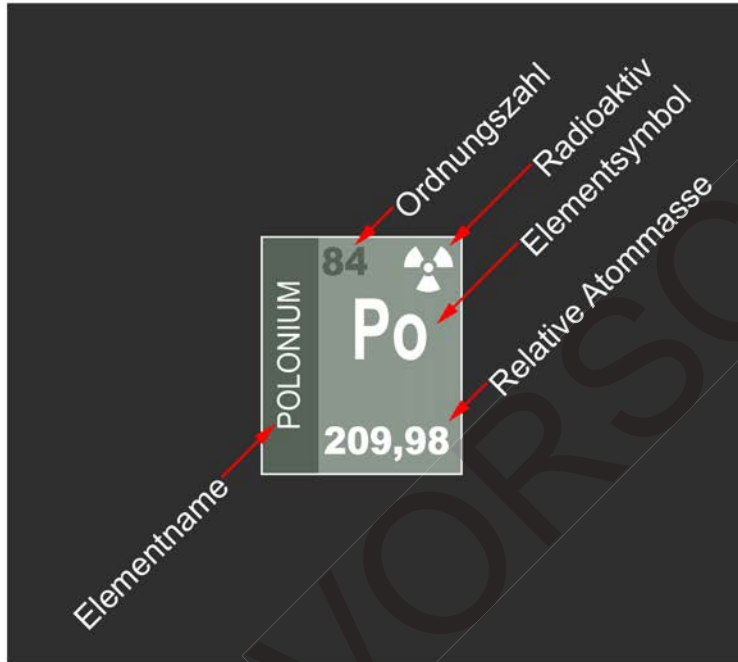
September 2023









B. Cybulski

G. Schwentner

Periodensystem der Elemente

002



-  Alkalimetalle
-  Erdalkalimetalle
-  Übergangsmetalle
-  Lanthanoide / Actinoide
-  Metalle
-  Nichtmetalle
-  Halogene
-  Edelgase

HAUPTGRUPPEN		NEBENGRUPPEN										HAUPTGRUPPEN					18 0	
1 IA											13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	HELIUM 2		
1 WASSERSTOFF 1,008											5 B 10,811	6 C 12,011	7 STICKSTOFF 14,007	8 SAUERSTOFF 15,999	9 FLUOR 18,998	10 Ne 20,180		
2 LITHIUM 6,941	3 II A	4 BERYLLIUM 9,012											11 ALUMINIUM 26,982	12 SI 28,086	13 P 30,974	14 S 32,065	15 CL 35,453	16 Ar 39,948
3 NATRIUM 22,990	4 MAGNESIUM 24,305	3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8	9 VIII B	10	11 IB	12 IIB	13 ALUMINIUM 26,982	14 SI 28,086	15 P 30,974	16 S 32,065	17 CL 35,453	18 Ar 39,948	
4 KALIUM 39,098	20 Ca 40,078	21 Scandium	22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,64	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,798	
5 RUBIDIUM 85,468	38 Sr 87,62	39 Y 88,906	40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc (98)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29	
6 Cäsium 132,91	56 Ba 137,327	57-71 La-Lu	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po 209,98	85 At 209,99	86 Rn 222,02	
7 FRANCIUM (223)	88 Ra (226)	89-103 Ac-Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Uuq	114 Uuq	(289)				

57 Lanthan	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
138,91	140,12	140,91	144,24	(145)	150,36	151,96	157,25	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,04	174,97
89 Actinium	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
(227)	232,04	231,04	238,03	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)

002 Periodensystem der Elemente

▶ 1 Allgemeine Hinweise zu Laborarbeiten

006 1.1 Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln im Labor

008 1.2 Probenahme auf Kläranlagen

016 1.3 Probenvorbehandlung

021 1.4 Pipettieren

025 1.5 Herstellen von Lösungen

028 1.6 Verdünnen von Wasserproben und Lösungen

032 1.7 Stamm- und Standardlösungen

▶ 2 Wassermessungen und Untersuchungen

036 2.1 pH-Wert

038 2.2 Elektrische Leitfähigkeit

041 2.3 Absetzbare Stoffe

042 2.4 Abfiltrierbare Stoffe

044 2.5 Sauerstoff gelöst

046 2.6 Wasserhärte

048 2.7 Dichte-Bestimmung mittels Pyknometer *

050 2.8 Säurekapazität ($K_{s_{\text{pH}4,3}}$) *

053 2.9 Temperatur

054 2.10 Alkalität in Fällmitteln *

056	2.11 Kaliumpermanganat-Verbrauch (KMnO_4) *
059	2.12 Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)
062	2.13 Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen(BSB_5) - Oxi-Top-Methode
064	2.14 Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen(BSB_5) - Verdünnungsmethode *
067	2.15 Stickstoff gesamt (TN_b) nach der Oxidation
070	2.16 Nitrat-Stickstoff (NO_3 -N)
072	2.17 Ammonium-Stickstoff (NH_4 +N)
074	2.18 Nitrit-Stickstoff (NO_2 -N)
076	2.19 Phosphor gesamt (P_{ges})
078	2.20 Aluminium (Al^{3+})-Bestimmung in Fällmitteln *
081	2.21 Chlorid(Cl)-Bestimmung *
082	2.22 Eisen (Fe^{3+})-Bestimmung in Fällmitteln *
▶ 3 Schlammmessungen und Untersuchungen	
084	3.1 Organische Säuren (HAc_{eq}) im Schlamm
086	3.2 Schlammvolumenanteil des Belebtschlammes (SV)
088	3.3 Trockensubstanz des Belebtschlammes (TS)
090	3.4 Schlammindex (ISV)
091	3.5 Glühverlust des Belebtschlammes (GV)
094	3.6 Trockenrückstand (TR) eines Schlammes
096	3.7 Glühverlust eines Schlammes (GV)
100	* Begriffe (im Text mit * gekennzeichnet)
104	Literatur

1.1 Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln im Labor

006

- Im Labor ist Essen, Trinken und Rauchen verboten.
- Ausgänge und Fluchtwege sind frei zu halten.
- Schutzkleidung (Schuhe, Arbeitsmantel und Schutzbrille) sind beim Arbeiten im Labor ständig zu tragen. Mit Chemikalien verschmutzte Kleidung sofort tauschen.
- Ordnung und Sauberkeit ist am Arbeitsplatz zu halten.
- Verbrauchte Reagenzien sind sachgerecht zu entsorgen.
- Laborabfälle für die Entsorgung in den bereitgestellten Gefäßen getrennt sammeln.
- Kontrolle der Not- und Augenduschen muss regelmäßig durchgeführt und dokumentiert werden.
- Chemikalien dürfen niemals in Behältern für Lebensmittel aufbewahrt werden.
- Um Verwechslungen zu vermeiden, müssen alle Chemikalienbehälter eindeutig beschriftet werden (Bezeichnung des Inhalts, Datum, Gefahrensymbol).
- Beim Verlassen des Labors Hände waschen und desinfizieren.
- Die Gefahrhinweise, Sicherheitsratschläge bei Gefahrstoffen und Betriebsanweisungen sind zu beachten.

Dipl.-Ing. Chemie Barbara Cybulski

Laborleiterin und Betriebsleiterin im Klärwerk Pforzheim (1984 – 2017).

Lehrerin des DWA-Landesverbands Baden-Württemberg für chemisch ausgebildetes Fachpersonal (1994 – 2019).

Kursleiterin und Referentin: „Aufbaukurs Betriebsanalytik“ (1997 – 2002) und „Workshop-Betriebsanalytik“ (2002 – 2019).

Mitglied der Arbeitsgruppe DWA-A 704 bzw. AG KA-12.1 (2003 bzw. 2009 – 2017).

Gutachterin (DWA-Landesverband Baden-Württemberg) für die Auditierung von Betriebslaboratorien von kommunalen Abwasseranlagen (QE) (2004 – 2018).

Sie bearbeitete die Kapitel 1.4 - 2.11, 2.13 - 2.14, 2.21- 3.5

Dipl.-Ing. Gert Schwentner

Studium Bauingenieurwesen und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Siedlungswasserbau an der Universität Stuttgart

Leiter der Abteilung Stadtentwässerung beim Bauamt der Stadt Sindelfingen (1993 - 2022)

Lehrer der Kläranlagen-Nachbarschaften des Landesverbands Baden-Württemberg (2000 - 2020)

Technischer Leiter der Kläranlagen-Nachbarschaften des Landesverbands Baden-Württemberg (2005 - 2021)

Er bearbeitete die Kapitel 2.12, 2.15 - 2.19

Gemeinsam wurden verfasst Kapitel 1.1 - 1-3, 3.6 - 4