

Handbuch für Umwelttechnische Berufe



Die Reihe für das BETRIEBSPERSONAL

Band 4 | Kreislauf- und Abfallwirtschaft

Auricht, Grommes, Nebel, Neubauer, Podoll, Scholz, Vielhaber,
Weller, Zentgraf

VORSCHAU

Handbuch für Umwelttechnische Berufe

VORSCHAU

Die Reihe für das BETRIEBSPERSONAL

Band 4 | Kreislauf- und Abfallwirtschaft

Auricht, Grommes, Nebel, Neubauer, Podoll, Scholz, Vielhaber,
Weller, Zentgraf

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 13 500 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum:

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:
Christiane Krieg, DWA

Druck:
Himmer GmbH Druckerei und Verlag

ISBN:
978-3-96862-861-5

Titelbild: C. Krieg/DWA, KI generiert

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© 7. aktualisierte Auflage, DWA, Hennef 2026

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf vorbehaltlich der gesetzlich erlaubten Nutzungen ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeberin in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden. Die DWA behält sich das Text- und Data-Mining nach § 44b UrhG vor, was hiermit Dritten ohne Zustimmung der DWA untersagt ist.

Vorwort

Der Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU) ist sich schon lange der Verantwortung für die Ausbildung junger Menschen bewusst. Die Unterstützung seiner zahlreichen Mitgliedsunternehmen bei der Ausbildung Jugendlicher zu Fachkräften in der Entsorgungswirtschaft ist daher eine Selbstverständlichkeit und von großer Bedeutung für eine zukunftsorientierte kommunale Abfallwirtschaft.

Der für diesen Bereich bereits 1976 installierte Fachausschuss Personal hat für den Verband zu diesen Themen viel bewegt und eigene staatlich anerkannte Aus- und Fortbildungsberufe ergänzend zu den klassischen Ausbildungsgängen der gewerblichen, kaufmännischen und verwaltungsrechtlichen Bereiche geschaffen.

Für die Jugendlichen geht es bei der Wahl einer Berufsausbildung um ihre Lebensplanung, um ihre Chance auf ein unabhängiges, selbstbestimmtes Dasein und die Sicherung ihrer Beschäftigungsfähigkeit. Für die kommunalen Unternehmen der Abfallwirtschaft und Stadtreinigung bedeutet das eigene, auf hohem Niveau ausgebildete Fachpersonal einen wichtigen Schritt zur Sicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit, Ausdruck ihrer sozialen Verantwortung sowie die Garantie hoher ökologischer und technischer Standards.

Von besonderem Interesse ist die Ausbildung im Bereich der Umwelttechnischen Berufe mit der Umwelttechnologin und dem Umwelttechnologen für Kreislauf- und Abfallwirtschaft (ehem. Fachkraft für Kreislauf- und Abfallwirtschaft). Nur mit qualifiziertem Personal, mit einem hohen Kenntnisniveau und dem Wissen des sachgerechten Handelns lassen sich die vielfältigen Aufgaben in den Abfallwirtschaftsunternehmen ordnungsgemäß erfüllen, die Unternehmen wirtschaftlich betreiben und nachhaltiges Handeln in allen Bereichen etablieren.

Hierbei gilt es, sich stets den aktuellen technischen und rechtlichen Entwicklungen im Bereich der Abfallwirtschaft anzupassen und mit den Belangen und Auflagen des Umweltschutzes bestens vertraut zu sein.

Für die Aus- und Fortbildung im Bereich der Kreislauf- und Abfallwirtschaft ist dieses Handbuch daher ein wichtiger Bestandteil und eine praxisnahe Unterstützung.

Im Dezember 2023 wurde die Neuordnung der Umwelttechnischen Berufen – an dessen Gestaltung auch der Verband kommunaler Unternehmen beteiligt war – verabschiedet und die den aktuellen Entwicklungen angepassten, modernisierten Ausbildungsberufe vorgestellt. Die Anforderungen an den Ausbildungsberuf haben sich in den letzten Jahren stark geändert. Die technischen Ansprüche in der Umwelttechnik sind deutlich gestiegen. Die neue Ausbildungsordnung spiegelt auch die Digitalisierung und die aktuellen technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen wider.

Zum ersten Mal hat der Verband kommunaler Unternehmen mit der 7. Auflage des Handbuchs durch Frau Janett Auricht auch direkt die Schriftleitung für dieses bedeutende Handbuch übernommen und unterstreicht damit den immensen Wert dieses Werkes für die nachkommenden Fachkräfte.

Mein besonderer Dank gilt der Schriftleiterin und allen Autorinnen und Autoren, die viel Zeit und Mühen in die Erarbeitung der aktuellen Auflage investiert haben.



Uwe Feige
Vizepräsident
Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU)

VORSCHAU

Autorinnen und Autoren (in alphabetischer Auflistung)



Janett Auricht (SCHRIFTLEITUNG)

hat ein duales Bachelor-Studium bei der Berliner Stadtreinigung AöR absolviert und war dort im Bereich der Unternehmenskommunikation tätig.

Sie ist seit 2009 Fachgebietsleiterin und seit 2020 stellvertretende Abteilungsleiterin für den Bereich Abfallwirtschaft und Stadtsauberkeit im VKU und in dieser Funktion ist sie unter anderem zuständig für den Fachausschuss Personal, der sich auch allen wichtigen Ausbildungsthemen der Abfall- und Kreislaufwirtschaft widmet.

Weitere Aufgabengebiete sind Gleichstellung, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sowie Vertriebs- und Nachhaltigkeitsthemen.

Frau Auricht hat die Schriftleitung für das gesamte Werk inne und verantwortet das Kapitel 1 Entwicklung der Kreislauf- und Abfallwirtschaft sowie den Abschnitt 5.1.



Dr. Thomas Grommes

ist seit 34 Jahren in der Umweltbranche, aktuell als Beirat des Clean River Projects und als Unterstützer des start up-Unternehmens WasteAnt. Er war 29 Jahre in kommunalen Unternehmen tätig. Er hatte von Mitte 2010 bis Ende 2023 die alleinige Geschäftsführung der 100 % kommunalen GML – Gemeinschafts-Müllheizkraftwerk Ludwigshafen GmbH inne, welche die Entsorgungsverantwortung für 1 Mio. Einwohner trägt. Davor war er Vertriebsleiter und Prokurist bei der Bremer swb Entsorgung sowie Unternehmensentwickler für Entsorgung sowie Energieerzeugung in der Holding swb AG. Nach der Promotion in Chemie in Köln 1991 arbeitete er in der Umweltberatung von Unternehmen und danach bei den Bremer Entsorgungsbetrieben.

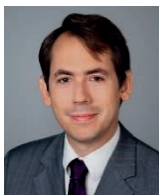
Herr Dr. Grommes verantwortet das Kapitel 4 Abfallverwertung auf Basis des Textes von Helmut van Wickeren und den Abschnitt 5.4 Thermische Abfallbehandlung auf Basis des Textes von Egon Dirks.



Klaus Peter Nebel

hat Studienabschlüsse als Diplom-Bauingenieur (FH) und als M.Sc. in Internationalem Infrastrukturmanagement. Er ist seit 30 Jahren in der Entsorgungsbranche aktiv. Nach einem kurzen Engagement in einem Ingenieurbüro für Grund- und Deponiebau und als Assistent an der Hochschule war Klaus Peter Nebel seit 1997 in verschiedenen Funktionen bei den Entsorgungsbetrieben Speyer – Eigenbetrieb der Stadt Speyer und der Stadtwerke Speyer GmbH tätig. 2019 übernahm er die Leitung des Wirtschaftsbetriebs Ludwigshafen am Rhein – Eigenbetrieb der Stadt Ludwigshafen/Rhein. Nebenberuflich ist Klaus Peter Nebel als Dozent für Abfallbeauftragte und Führungskräfte von Entsorgungsfachbetrieben tätig. Ehrenamtlich engagiert sich der Autor unter anderem in der internationalen Entwicklungszusammenarbeit bei Ingenieure ohne Grenzen e. V.

Herr Nebel verantwortet das Kapitel 8 Betrieb und Überwachung.



Alexander Neubauer

Studium der Rechtswissenschaften in Wien und der Politikwissenschaften in Berlin. Wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Ecologic Institut (2004-2011), Referent im Bundesumweltministerium (2011-2013) und seit 2013 Referent für den Bereich Abfall- und Wertstofflogistik beim Verband kommunaler Unternehmen.

Herr Neubauer ist beim VKU insbesondere für das Thema Wertstoffhöfe und Schadstoffannahmestellen zuständig. Daneben betreut er den Fachausschuss Betriebswirtschaft/Organisation und widmet sich hierbei Themen wie Managementsystemen, IT-Sicherheit und Berichtswesen.

Herr Neubauer verantwortet das Kapitel 3 Logistik, Sammlung und Transport von Abfällen.



Iris Podoll

hat ein Lehramtsstudium in den Fächern Biologie und Chemie absolviert und ist seit 1990 als freie Dozentin in den umwelttechnischen Berufen tätig.

Sie ist Mitglied des DWA Fachausschusses BIZ 3 „Fachkräfte und Meister*innen in der Abwassertechnik“ und Autorin des Praktikumsheftes „Aufgaben und Versuche rund um die Kläranlage“.

Frau Podoll verantwortet die Abschnitte 5.2 Biologische Behandlung organischer Abfälle und 7.5 Probenahme von Komposten.



Dipl.-Biol. Marko Scholz

hat nach der Ausbildung zum Ver- und Entsorger, ein Studium der Biologie mit Abschluss zum Diplom Biologen absolviert.

Er war wissenschaftlicher Angestellter an der privaten Universität Witten/Herdecke und von 1995 bis 2013 Bereichsleiter im „Bildungszentrum für die Entsorgungs- und Wasserwirtschaft“, BEW.

Seit 2014 ist er Geschäftsführer des „Umweltkontor – Training und Beratung“ und nimmt außerdem verschiedene Tätigkeiten in diversen Fach- und Prüfungsausschüssen wahr.

Herr Scholz verantwortet die Abschnitte 7.1 Die Bedeutung der Probenahme; 7.4 Probenahme aus flüssigen oder schlammigen Abfällen; 7.8 Entnahme von Wasserproben; 7.12 Sinnesprüfungen (Organoleptische Untersuchungen); 7.13 Biochemische Untersuchungsmethoden.



Dr. rer. nat. Dipl.-Geogr. Beate Vielhaber

ist Leiterin der Abteilung Projekte/Engineering bei der Berliner Stadtreinigung und verantwortlich für Planung, Vergabe und Bauleitung von Projekten für Abfallbehandlungsanlagen und Deponiekultivierung. Sie hatte nebenberuflich von 2019 – 2024 die Geschäftsführung der MPS Betriebsführungsgesellschaft mbH, Berlin (MPS = Mechanisch-Physikalische Stabilisierung von Restabfällen) inne.

Mitglied und stellv. Obfrau im Arbeitskreis „Geotechnik der Deponiebauwerke“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT)

Mitglied im DWA-Fachausschuss KEK 4 „Mechanische und Biologische Abfallbehandlung“

Dozentin für die Fortbildung gem. Entsorgungsfachbetriebsverordnung (EfbV)

Frau Vielhaber verantwortet den Abschnitt 5.3 Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung (MBA) und das Kapitel 6 Deponie sowie die Abschnitte 7.6 Entnahme von Bodenproben und 7.14 Untersuchungsrahmen für Grund- und Sickerwasser.



Dr. rer. nat. Dipl. Chem. Heike Weller

ist ehemalige Laborleiterin im Abfallentsorgungszentrum Asdonkshof, Kreis-Weseler Abfallgesellschaft. Seit 2007 Entsorgungs- und Qualitätsmanagement-Beraterin. Seit 2013 in der überbetrieblichen Ausbildung der Fachkräfte für umwelttechnische Berufe und in der Fortbildung zum Meister für Kreislauf- und Abfallwirtschaft und Städtereinigung im Bildungszentrum für die Ver- und Entsorgungswirtschaft GmbH (BEW) tätig.

Mitglied im Prüfungsausschuss Meister/Meisterin für Kreislauf- und Abfallwirtschaft und Städtereinigung des Landes NRW.

Mitglied im Prüfungsausschuss der Umwelttechnologischen Berufe des Landes NRW.

Frau Weller verantwortet das Kapitel 2 Abfälle sowie die Abschnitte 7.2 Probenahme von Restsiedlungsabfällen und Wertstoffgemischen; 7.3 Probenahme fester und stichfester Abfälle und abgelagerter Materialien; 7.7 Probenahme aus Abfällen in Abfallsammelfahrzeugen; 7.9 Probenvorbereitung für physikalische und chemische Untersuchungen; 7.10 Physikalische Untersuchungsmethoden; 7.11 Chemische Untersuchungen.



Dr. rer. nat. Jürgen Zentgraf

Studium der Chemie und Biologie mit anschl. Promotion im Bereich Pflanzengenetik an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.

Von 1990 bis 2021 Leiter des Amtes für Umweltschutz der Stadt Mülheim an der Ruhr mit den Bereichen kommunale Entsorgungswirtschaft (Abfallentsorgung, Abwasserbeseitigung, Straßenreinigung), Umweltbehörden und Forstverwaltung. Seit 2021 im Ruhestand.

Seit 1992 Tätigkeit im Fortbildungsbereich beim BEW Bildungszentrum für die Entsorgungs- und Wasserwirtschaft, Haus der Technik (HdT) in Essen und der TÜV-Akademie Rheinland.

Herr Zentgraf verantwortet das Kapitel 9 Fachbezogene Rechtsvorschriften.

Inhalt

Vorwort	3
Autorinnen und Autoren	5
Benutzerhinweise	17
1 Entwicklung der Kreislauf- und Abfallwirtschaft	18
1.1 Geschichte der Abfallentsorgung	18
1.2 Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft	23
1.3 Heute und in Zukunft: Abfallwirtschaft als Teil der Daseinsvorsorge	25
2 Abfälle	27
2.1 Definition des Begriffs Abfall	27
2.2 Abfallhierarchie	28
2.3 Ende der Abfalleigenschaft	29
2.4 Herkunft der Abfälle	30
2.5 Abfallarten	31
2.5.1 Abfälle aus Haushaltungen	31
2.5.2 Gewerbeabfälle	37
2.5.3 Gefährliche Abfälle	43
2.6 Abfallverzeichnis	47
2.6.1 Grundlagen	47
2.6.2 Kriterien für gefährliche Abfälle	49
2.6.3 Bestimmung des Abfallschlüssels	51
2.6.4 Anwendung des Abfallverzeichnisses	53
2.7 Abfallmengen	53
2.7.1 Gewicht, Volumen und Raumgewicht des Abfalls	54
2.7.2 Aufkommen an Siedlungsabfällen	54
2.7.3 Aufkommen ausgewählter Abfälle	56
2.8 Zusammensetzung und Beschaffenheit der Abfälle	59
2.8.1 Restabfall (Hausmüll)	59
2.8.2 Produktionsspezifische Abfälle	65
2.8.3 Gefährliche Abfälle	65
2.9 Abfallvermeidung	66
3 Logistik, Sammlung und Transport von Abfällen	69
3.1 Definition des Begriffs Logistik	69
3.1.1 Umfang der Logistik	69
3.1.2 Aktuelle Tendenzen in der Abfalllogistik	70
3.2 Zuständigkeiten	71

3.3	Entsorgungstechnik	73
3.3.1	Abfallsammelsysteme	74
3.3.2	Abfallbehälter/Abfallcontainer	78
3.3.3	Behälterstandplätze/Transportwege	82
3.3.4	Unterflur-Sammelsysteme	85
3.3.5	Müllschleusen	85
3.4	Abfallsammelfahrzeuge	86
3.4.1	Allgemeines	86
3.4.2	Bestandteile des Abfallsammelfahrzeuges	87
3.4.3	Fahrgestell und Fahrerhaus	88
3.4.4	Alternative Antriebe	89
3.4.5	Aufbau	89
3.4.6	Schüttvorrichtungen am Abfallsammelfahrzeug	93
3.4.7	Wiege- und Identifikationssysteme	96
3.4.8	Sicherheitseinrichtungen bei Abfallsammelfahrzeugen	97
3.4.9	Fahrzeuge für den Transport von Wechselbehältern	99
3.5	Abfallumladestationen	100
3.6	Organisation und Aufwand der getrennten Sammelverfahren	101
3.6.1	Systemlose Sammlung – Straßensammlung	101
3.6.2	Holsysteme	102
3.6.3	Wertstofftonne	103
3.6.4	Depotcontainer (Bringsystem)	104
3.6.5	Entleerungszeiten und Entleerungsrhythmen	107
3.7	Wertstoffhöfe	108
3.7.1	Annahmespektrum am Wertstoffhof	109
3.7.2	Bauliche und betriebliche Aspekte des Wertstoffhofs	110
3.8	Sammelsysteme für spezifische Stoffströme	111
3.8.1	Bioabfallerfassung	111
3.8.2	Sammlung von Batterien	112
3.8.3	Sammlung von Alttextilien	113
3.8.4	Duale Systeme – Sammlung von LVP	113
3.8.5	Sammlung von Sperrgut	116
3.8.6	Sammlung von E-Schrott	118
3.8.7	Sammlung und Transport flüssiger Abfälle	121
3.9	Getrennte Erfassung von Schadstoffen aus Siedlungsabfällen	121
3.9.1	Grundlagen und Sammelkonzepte	121
3.9.2	Anforderungen an Sammelstellen und zugehörige Zwischenlager	124
3.9.3	Umgang mit Schadstoffen	129
4	Abfallverwertung	131
4.1	Grundsätze der Verwertung	131
4.1.1	Zielsetzung	131

4.1.2	Kreisläufe	132
4.1.3	Rahmen der Abfallverwertung.....	134
4.1.4	Methoden der Verwertung	134
4.2	Recyclingbörsen	136
4.3	Stoffströme und Stoffstrommanagement	136
4.4	Grundlagen der Abfallaufbereitung.....	137
4.4.1	Zerkleinern	138
4.4.2	Trennen.....	141
4.4.3	Sortieren	144
4.4.4	Abscheiden	146
4.4.5	Pressen und Verdichten	148
4.4.6	Förderung.....	149
4.5	Sortierung ausgewählter Stoffe.....	152
4.5.1	Sortierung von Restabfall aus Haushaltungen	152
4.5.2	Sortierung von Gewerbeabfällen	153
4.5.3	Herstellung von Sekundärbrennstoffen	155
4.5.4	Aufbereitung von Leichtverpackungen.....	155
4.5.5	Verwertung von Kunststoffen	157
4.5.6	Verwertung von Altpapier	163
4.5.7	Verwertung von Altglas	166
4.5.8	Aufbereitung und Verwertung von Elektronikschrott	169
4.5.9	Altautoverwertung.....	177
4.5.10	Verwertung von Metallen	180
4.5.11	Verwertung von Nichteisenmetallen	183
4.5.12	Altreifenverwertung	187
4.5.13	Verwertung von Altbatterien.....	188
4.5.14	Alttextilverwertung.....	190
5	Methoden der Abfallbehandlung.....	192
5.1	Allgemeines.....	192
5.1.1	Nachhaltigkeit als oberstes Ziel	192
5.1.2	Abfallbehandlungsverfahren in Deutschland.....	192
5.1.3	Altablagerungen und Altlasten	195
5.2	Biologische Behandlung organischer Abfälle	197
5.2.1	Allgemeines.....	197
5.2.2	Maßgebliche Gesetze und Verordnungen.....	199
5.2.3	Kompostierung.....	199
5.2.4	Vergärung – Faulung.....	224
5.3	Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung (MBA)	235
5.3.1	Allgemeines.....	235
5.3.2	MBA-Konzepte.....	238
5.3.3	Mechanische Aufbereitung	241

5.3.4	Biologische Abfallbehandlung	244
5.3.5	Abluft	250
5.3.6	Abwasser	253
5.3.7	Betrieb der Anlagen	255
5.3.8	Anlagenbeispiele	263
5.4	Thermische Abfallbehandlung.....	266
5.4.1	Allgemeines.....	267
5.4.2	Rostfeuerung.....	268
5.4.3	Verschiedene thermische Behandlungsverfahren	269
5.4.4	Abfallverbrennung (Monoverbrennung)	272
5.4.5	Verbrennungstechnologie.....	289
5.4.6	Emissionen	294
5.4.7	Immissionen	298
5.4.8	Abfallenergieinhalte.....	299
5.4.9	Energieverwertung.....	303
5.4.10	Reststoffe.....	305
5.4.11	Betrieb der Anlage	311
5.4.12	Thermische Behandlung gefährlicher Abfälle.....	313
6	Deponie.....	317
6.1	Allgemeines.....	317
6.2	Maßgebliche Gesetze und Verordnungen.....	317
6.3	Zeitphasen einer Deponie	318
6.4	Bauliche Hauptbestandteile der Deponie.....	319
6.5	Standortwahl	320
6.5.1	Eignung.....	320
6.5.2	Untergrund	321
6.5.3	Deponieform.....	323
6.6	Deponieklassen	324
6.7	Deponieabdichtungssysteme	325
6.7.1	Allgemeines.....	325
6.7.2	Anforderungen an Abdichtungssysteme	326
6.7.3	Geologische Barriere und Basisabdichtungssystem	327
6.7.4	Oberflächenabdichtungssystem	329
6.8	Umsetzungsvorgänge in der Deponie.....	332
6.9	Deponiesickerwasser	335
6.9.1	Sickerwasserentstehung	335
6.9.2	Sickerwasseranfall.....	336
6.9.3	Sickerwasserzusammensetzung.....	337
6.9.4	Sickerwasserfassung.....	340
6.9.5	Entwässerungssystem der Deponiebasis	343
6.9.6	Sickerwasserbehandlung	345

6.10	Deponiegas	362
6.10.1	Charakterisierung von Deponiegas	362
6.10.2	Entwicklungen und heutiger Stand der Technik	363
6.10.3	Gasfassung	364
6.11	Explosionsschutz.....	373
6.12	Infrastruktur und Einrichtungen von Deponien	375
6.12.1	Zufahrten und Eingangsbereich	375
6.13	Deponierung von gefährlichen Abfällen	379
6.13.1	Gesetzliche Regelung.....	379
6.13.2	Gefährdungspotenzial	380
6.13.3	Oberirdische Deponie (Deponieklasse III)	381
6.13.4	Untertagedeponie (Deponieklasse IV)	385
7	Probenahme, Messungen und Analytik	392
7.1	Die Bedeutung der Probenahme	392
7.1.1	Maßnahmen der Qualitätssicherung	393
7.2	Probenahme von Restsiedlungsabfällen und Wertstoffgemischen	395
7.3	Probenahme fester und stichfester Abfälle und abgelagerter Materialien....	396
7.3.1	Vorbereitende Maßnahmen.....	396
7.3.2	Durchführung der Probenahme	397
7.3.3	Maßnahmen zur Verjüngung der Probemenge.....	401
7.3.4	Probenahmegeräte	402
7.3.5	Probenüberführung.....	403
7.4	Probenahme aus flüssigen oder schlammigen Abfällen.....	403
7.5	Probenahme von Komposten.....	404
7.5.1	Probenahmegeräte	404
7.6	Entnahme von Bodenproben.....	406
7.6.1	Methoden der Bodenprobenahme	406
7.6.2	Vorgehen vor und während der Beprobung	408
7.6.3	Dokumentation	409
7.7	Probenahme aus Abfällen in Abfallsammelfahrzeugen	410
7.8	Entnahme von Wasserproben.....	411
7.8.1	Beprobung von Grundwasser	411
7.8.2	Beprobung von Oberflächenwasser	411
7.8.3	Beprobung von Sickerwasser	412
7.9	Probenvorbereitung für physikalische und chemische Untersuchungen.....	412
7.9.1	Probenvorbereitung von Hausmüll oder Restsiedlungsabfällen	413
7.9.2	Probenvorbereitung von Abfall zur Verbrennung	417
7.9.3	Probenvorbereitung von produktionsspezifischen Abfällen, gewerblichen Siedlungs- und Sonderabfällen zur Deponierung.....	418
7.10	Physikalische Untersuchungsmethoden.....	419
7.10.1	Notwendigkeit der Abfallanalyse.....	419

7.10.2	Siebanalyse.....	420
7.10.3	Sortieranalyse	422
7.10.4	Bestimmen der Abfalldichte und des Abfallvolumens.....	425
7.10.5	Bestimmen der Hygroskopischen Feuchtigkeit (Restwassergehalt)	426
7.10.6	Bestimmung des Brennwertes	427
7.10.7	Thermisches Verhalten (Erhitzungsversuch).....	427
7.10.8	Temperaturmessungen	428
7.11	Chemische Untersuchungen	429
7.11.1	Analytische Untersuchungen im Betriebslabor (Kontrollanweisung).....	429
7.11.2	Bestimmen des pH-Werts.....	430
7.11.3	Bestimmen des Wassergehaltes	431
7.11.4	Bestimmen des organischen Anteils (Glühverlust und mineralischer Anteil)...	432
7.11.5	Bestimmung für leicht freisetzbare Cyanide (Blausäure)	432
7.11.6	Reaktionstest für Abfälle zur Deponierung.....	433
7.11.7	Qualitative Analyse ausgewählter Anionen und Kationen für Abfälle zur Deponierung.....	433
7.11.8	Bestimmung des Salzgehaltes	434
7.11.9	Bestimmung des Chemischer Sauerstoffbedarfs (CSB).....	434
7.11.10	Bestimmung des TOC.....	434
7.11.11	Kohlendioxid im Deponiegas.....	434
7.12	Sinnesprüfungen (Organoleptische Untersuchungen)	435
7.12.1	Bestimmung des Geruchs.....	435
7.12.2	Bestimmung der Färbung.....	436
7.12.3	Bestimmung der Trübung.....	436
7.13	Biochemische Untersuchungsmethoden	437
7.13.1	Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB)	437
7.13.2	Selbsterhitzung von Kompostproben	438
7.14	Untersuchungsrahmen für Grund- und Sickerwasser	439
8	Betrieb und Überwachung	442
8.1	Instrumentarien für die Betriebssteuerung.....	442
8.1.1	Abfallberatung.....	442
8.1.2	Abfallbilanzen und Abfallwirtschaftskonzepte.....	442
8.1.3	Entsorgungsnachweise	444
8.1.4	Begleit- und Übernahmescheine.....	449
8.1.5	Register	451
8.1.6	Elektronisches Abfallnachweisverfahren (eANV)	452
8.1.7	Beförderungserlaubnis.....	453
8.2	Betriebliche Überwachung	454
8.2.1	Kontrolle im Eingangsbereich	454
8.2.2	Kontrolle im Entladebereich.....	455
8.2.3	Kontrolle bei der Ausfahrt	456

8.2.4	Kontrolle bei der Behandlung.....	456
8.2.5	Kontrolle der Wertstoffe	459
8.2.6	Kontrolle der Rückstände und Reststoffe	461
8.3	Betriebsorganisation für die Überwachung	462
8.4	Betriebsordnung	463
8.5	Betriebshandbuch	465
8.6	Betriebstagebuch	468
8.7	Jahresübersichten	469
8.8	Betriebsdatenerfassung und Betriebsaufzeichnungen	470
8.9	Behördliche Überwachung	474
8.9.1	Zuständige Behörde	475
8.9.2	Betriebskontrollen	475
8.10	Betriebsbeauftragte	477
8.10.1	Betriebsbeauftragter für Abfall	477
8.10.2	Gefahrgutbeauftragter	478
8.10.3	Immissionsschutzbeauftragter	479
8.10.4	Sonstige Regelungen zu Betriebsbeauftragten	480
8.11	Anerkennung als Entsorgungsfachbetrieb	481
8.12	Weitergehende Anerkennung durch Managementsysteme	485
8.13	Vertrieb	488
8.14	Kundenorientierte Organisation	493
8.15	Erfassung von Leistungen und Kosten	499
8.16	Personalausstattung und -qualifikation	507
8.17	Pflege, Wartung und Instandhaltung	510
8.18	Arbeitssicherheit	514
8.18.1	Arbeitsschutzgesetz	515
8.18.2	Unfallverhütungsvorschriften	517
8.18.3	Arbeitsstättenverordnung	518
8.18.4	Gefahrstoffverordnung	519
8.18.5	Biostoffverordnung	520
8.18.6	Betriebssicherheitsverordnung	522
8.18.7	Produktsicherheitsgesetz	522
9	Fachbezogene Rechtsvorschriften	523
9.1	Begriff des Rechts	523
9.2	Rechtsquellen	523
9.3	Rangordnung der Rechtsquellen	526
9.4	Privates und öffentliches Recht	527
9.5	Europäisches Abfallrecht	528
9.6	Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG	532
9.6.1	Allgemeines	532
9.6.2	Entstehungsgeschichte des Abfallrechts	532

9.6.3	Allgemeine Vorschriften des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.....	534
9.6.4	Grundsätze und Pflichten.....	537
9.6.5	Produktverantwortung.....	544
9.6.6	Planungsverantwortung.....	545
9.6.7	Absatzförderung und Abfallberatung.....	547
9.6.8	Überwachung.....	547
9.6.9	Entsorgungsfachbetriebe, Betriebsbeauftragte und Schlussbestimmungen ...	549
9.7	Ländergesetze.....	550
9.8	Untergesetzliches Regelwerk.....	550
9.9	Verordnungen zum Vollzug der Überwachung.....	551
9.10	Verordnungen zu Deponien.....	551
9.11	Verordnungen zum Vollzug der Produktverantwortung.....	552
9.11.1	Verpackungsgesetz.....	552
9.11.2	Elektro- und Elektronikgerätegesetz.....	553
9.11.3	Batterierecht.....	554
9.11.4	Altfahrzeug-Verordnung.....	555
9.11.5	Gewerbeabfallverordnung.....	555
9.11.6	Ersatzbaustoffverordnung.....	556
9.11.7	Einwegkunststoffverbotsverordnung.....	557
9.11.8	Einwegkunststofffonds.....	557
9.12	Verordnungen zur Nutzung von organischen Abfällen.....	557
9.12.1	Klärschlammverordnung.....	557
9.12.2	Bioabfallverordnung.....	558
9.13	Verordnungen zum Verbot von Stoffen und zur Entsorgung gefährlicher Abfälle.....	559
9.13.1	Altölverordnung.....	559
9.13.2	Altholzverordnung.....	560
9.13.3	POP-Abfall-Überwachungsverordnung.....	561
9.14	Satzungen.....	561
9.15	Relevante Vorschriften aus anderen Rechtsgebieten.....	562
9.15.1	Chemikalien- und Stoffrecht.....	562
9.15.2	Arbeitsschutzrecht.....	563
9.15.3	Gefahrgutbeförderungsrecht.....	563
9.15.4	Immissionsschutzrecht.....	564
9.15.5	Wasserrecht/ Gewässerschutz.....	564
9.15.6	Bodenschutz.....	564
9.16	Sonstige Vorschriften.....	565
Stichwortverzeichnis.....		572

Benutzerhinweise

Das Handbuch für Umwelttechnische Berufe Band 4 Kreislauf- und Abfallwirtschaft soll im Rahmen der Berufsausbildung für die „Umwelttechnischen Berufe“ den Auszubildenden, den Berufsschullehrerinnen und -lehrern, den Auszubildenden in den Betrieben und sonstigen Interessierten eine Hilfe geben. Auch für die Fortbildung zur Meisterin oder zum Meister in der Kreislauf- und Abfallwirtschaft kann das Handbuch eine hilfreiche Unterstützung bieten.

Es ist kein Lehrbuch, sondern ein berufsbegleitendes Buch, das nicht nur während der Ausbildung genutzt, sondern auch später bei der Fortbildung oder im Berufsalltag immer wieder zu Rate gezogen werden kann. Dieser Band des Handbuches bezieht sich im Wesentlichen auf die fachspezifischen Inhalte des Ausbildungsgangs zur Umwelttechnologin/Umwelttechnologen für Kreislauf- und Abfallwirtschaft. Eine bestimmte Grundlagensbreite wird innerhalb des Fachbereiches vermittelt. Außerdem werden die Fertigkeiten und Kenntnisse der jeweiligen betrieblichen Schwerpunkte, die sich durch den konkreten Einsatz in verschiedenen Bereichen des Betriebs mit seinen Anlagen und Einrichtungen ergeben, vertieft.

Mit der 7. Auflage dieses Handbuches wird der Weg der Abfallwirtschaft hin zur Kreislaufwirtschaft weiter beschrieben und die neuen Entwicklungen erfasst. Das Handbuch nimmt in vielen Teilen Bezug auf verschiedene Gesetze, Verordnungen oder Regeln. Die Wichtigsten sind im abschließenden Kapitel 9 Fachbezogene Rechtsvorschriften näher erläutert.

Den Autorinnen und Autoren des Handbuches, die sich intensiv um die Bearbeitung der Texte bemüht und hierfür viel Zeit geopfert haben, möchte ich an dieser Stelle Dank sagen. Auch den Autorinnen und Autoren, die sich bisher an der Erstellung des Handbuches beteiligt haben, sei der Dank an dieser Stelle ausgesprochen, u. a. auch für die Möglichkeit zur Übernahme von Teilbereichen aus der letzten Auflage. Den Fachleuten, die das umfangreiche Material der Autorinnen und Autoren für das Handbuch durchgesehen und Anregungen gegeben haben, ist ebenfalls Dank und Anerkennung auszusprechen.

Die Autorenschaft und die Schriftleiterin sind sich einig, dass auch die neue Fassung des Handbuches für die Kreislauf- und Abfallwirtschaft trotz sorgfältiger Bearbeitung und Durchsicht immer auch verbesserungs- und ergänzungsfähig ist. Konstruktive Kritik und Anregungen werden gern entgegengenommen.

Ich wünsche allen, die mit diesem Buch lernen und arbeiten viel Freude an den vielseitigen und spannenden Themen der Kreislauf- und Abfallwirtschaft.

Janett Auricht

– Schriftleitung –

Senior-Fachgebietsleiterin beim Verband kommunaler Unternehmen (VKU)
Bereich Abfallwirtschaft und Stadtsauberkeit VKS

SIE SUCHEN
NACHWUCHS?
WIR HABEN
DIE KAMPAGNE
DAFÜR!
UND NICHT
NUR DAS...

IMAGE- UND NACHWUCHS- KRÄFTEKAMPAGNE

GEMEINSAM HANDELN UND KOMMUNIZIEREN.
STARK, ZUKUNFTSSICHER UND GRÜN

www.wasser-allesklar.de

WERDEN SIE TEIL
DER KAMPAGNE!

Melden Sie sich hier online an:



NACHWUCHSKRÄFTE
INITIATIVE



**Damit rund ums Wasser alles
klargeht: GVV Kommunal**

Unser Schutz für Wasserver- und Abwasserentsorgung

Globalversicherung als Instrument Ihres Risikomanagements für Wasserver- und Abwasserentsorgungsanlagen

Kommunen bzw. kommunale Unternehmen sind für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung verantwortlich. In diesen Aufgaben liegt ein hohes Risikopotenzial. Das Ausmaß eintretender Schäden an den Anlagen ist kaum vorhersehbar.

Wir versichern „ein Stück“ Wasserwerk / Kläranlage

Versichert werden Ihre Einrichtungen inklusiv aller Anlagen in der Peripherie auf „Erstes Risiko“. Dies bedeutet, dass jeder mögliche Schaden bis zur vereinbarten Höchstentschädigungssumme ersetzt wird – eine Sorge weniger.

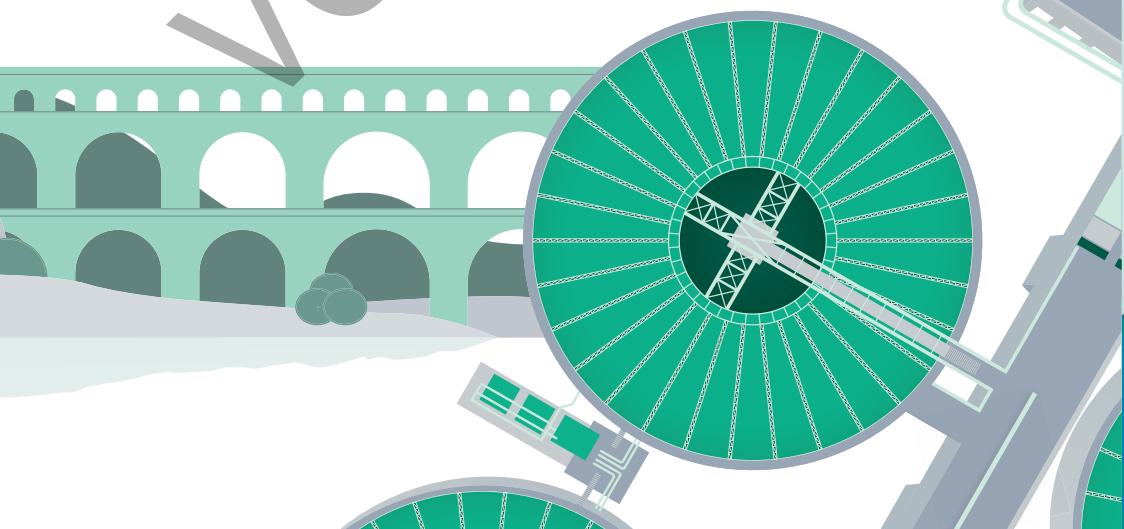
Kommunale Beratungskompetenz

Wirklich wichtige Versicherungsentscheidungen brauchen sorgfältige Beratung. Genau dafür sind unsere erfahrenen Mitgliedsberater bestens ausgebildet. Bei technischen Fragen stehen Ihnen unsere Ingenieure fachkompetent zur Seite.

Ihr direkter Draht zum Beratungs- gespräch oder zu einem Angebot:

GVV Kommunalversicherung VVaG
Aachener Straße 952-958
50933 Köln

Telefon: 0221 4893-939
info@gvv.de
gvv-kommunal.de



VTA Trioxsan® - Die Zukunft der Abwasserbehandlung



326 Millionen Euro

Jährliches Einsparpotenzial
für Deutschlands Kommunen!



**Sauerstoffunterstützte
Phosphoreliminierung**



**bis zu 40 % weniger
Belüftungsenergie**



**bis zu 65 % weniger
Fällschlammanfall**



Mehr Informationen unter
www.vta.cc



Alle Anfragen gerne an:
institut@vta.cc



VTA
we clean water



KNOW- HOW

Um einen der größten Ballungsräume Europas mit sauberem Wasser zu versorgen, braucht der Ruhrverband kluge Köpfe. Interessiert?
ruhrverband.de/karriere



www.ruhrverband.de

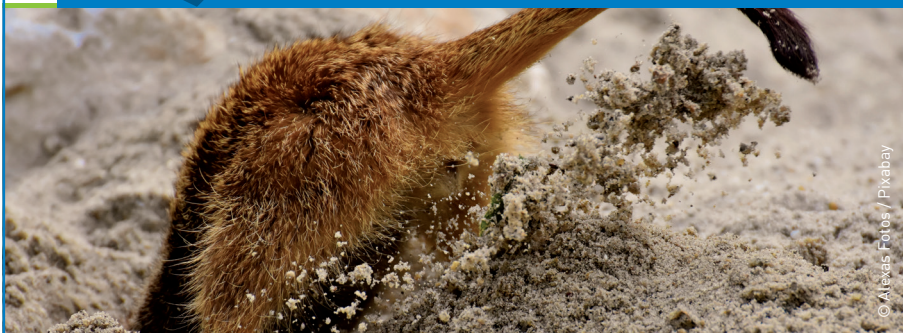
 **Ruhrverband**
WISSEN, WERTE, WASSER

www.dwa.de


Klare Konzepte, Saubere Umwelt,

Noch auf der Suche nach einem neuen Job?

Hier ist er doch: www.dwa.info/jobs



© Alevis Fotos / Pixabay

Dieses Handbuch gilt als etabliertes Standardwerk für die Aus- und Weiterbildung in der Kreislauf- und Abfallwirtschaft. Die 7. Auflage bietet eine umfassend aktualisierte Darstellung des Fachwissens – angepasst an die technischen und rechtlichen Entwicklungen der letzten Jahre. Es vermittelt fundierte Kenntnisse zu Abfalllogistik, Abfallbehandlung, Deponierung und Analytik sowie zu betrieblichen Abläufen und rechtlichen Rahmenbedingungen.

Als praxisnahes Nachschlagewerk unterstützt es Fachkräfte und Auszubildende gleichermaßen und dient als bewährte Arbeitsgrundlage für Umwelttechnologinnen und -technologen. Zahlreiche Abbildungen und Tabellen erleichtern das Verständnis komplexer Zusammenhänge. Damit ist das Werk nicht nur ein Lernmittel, sondern auch ein verlässlicher Begleiter im beruflichen Alltag.

ISBN: 978-3-96862-861-5

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Theodor-Heuss-Allee 17 | 53773 Hennef | Telefon: 02242 872-333

info@dwa.de | www.dwa.de