

Günter Dietrich

**Komplett  
in Farbe**

# **Hartinger** Handbuch Abwasser- und Recyclingtechnik



3., vollständig überarbeitete Auflage

HANSER



**bleiben Sie auf dem Laufenden!**

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

**[www.hanser-fachbuch.de/newsletter](http://www.hanser-fachbuch.de/newsletter)**



Günter Dietrich

# Hartinger Handbuch Abwasser- und Recyclingtechnik

3., vollständig überarbeitete Auflage

Mit Beiträgen von

André Lerch, Frank Naujoks, Frank Rögner, Beate Scheiffelen,  
Zhaoping Shi, Andreas Pirsing, Gerhard Buse

HANSER

Der Autor

Dipl.-Ing. (FH) Günter Dietrich arbeitete bis 2014 bei der Firma Bosch Solar Energy AG in Arnstadt.



Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN 978-3-446-43170-6

E-Book-ISBN 978-3-446-44901-5

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Alle in diesem Buch enthaltenen Verfahren bzw. Daten wurden nach bestem Wissen dargestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen.

Aus diesem Grund sind die in diesem Buch enthaltenen Darstellungen und Daten mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Darstellungen oder Daten oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2017 Carl Hanser Verlag München Wien

[www.hanser-fachbuch.de](http://www.hanser-fachbuch.de)

Lektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg, Julia Stepp

Herstellung: Der Buchmacher, Arthur Lenner, München

Umschlagkonzept: Marc Müller-Bremer, [www.rebranding.de](http://www.rebranding.de), München

Titelillustration: Atelier Frank Wohlgemuth, Bremen

Umschlagrealisation: Stephan Roenigk

Satz: Kösel Media GmbH, Krugzell

Druck und Bindung: Firmengruppe Appl, aprinta druck, Wemding

Printed in Germany

# Vorwort

Ludwig Hartinger hat 1975 und 1976 das zweibändige Taschenbuch der Abwasserbehandlung herausgegeben. Dieses Buch hat sich als anerkanntes Standardwerk in Fachkreisen, Hochschulen und Verwaltungsbehörden durchgesetzt. Im Jahr 1990 hat Dr. Hartinger das Buch vollständig überarbeitet und es in einem Band unter dem Titel „Handbuch der Abwasser- und Recyclingtechnik“ neu veröffentlicht. Aus Altersgründen konnte Herr Dr. Hartinger das Buch später selbst nicht mehr überarbeiten, zumal er 1991 das Rentenalter erreicht hat und aus dem Berufsleben ausgeschieden ist.

Meine Motivation, dieses Werk zu überarbeiten, war unter anderem die Schwierigkeit, hier Antworten auf ganz praktische Fragen zu finden. So war es z. B. kaum möglich herauszubekommen, was man tun muss, um Schwermetalle aus dem Abwasser bis unter den Grenzwert zu eliminieren.

Außerdem haben sich seit der letzten Auflage die gesetzlichen Anforderungen in Deutschland sehr verändert, das neue EU-Recht kommt hinzu. Nicht zu vergessen die Tatsache, dass das Buch vor über 25 Jahren das letzte Mal überarbeitet wurde und sich seitdem viele Verfahren und Technologien weiterentwickelt haben.

All das veranlasste mich vor einigen Jahren Herrn Dr. Hartinger zu besuchen, um seine Zustimmung für die Überarbeitung seines Werkes einzuholen. In Hochachtung vor der Leistung von Herrn Dr. Hartinger, mit dem ich noch zusammenarbeiten durfte, denke ich, dass heute so ein Buch kein Autor mehr allein schreiben könnte, wie es Dr. Hartinger noch getan hat. Grund dafür ist, dass sich die Rahmenbedingungen für die Forschung in den letzten 25 Jahren derart verändert haben, sodass eine Grundlagenforschung, wie sie Dr. Hartinger noch durchführen konnte, heute nicht mehr möglich wäre. Es ist auch nicht mehr notwendig, denn die Grundlagen der Chemie, der chemischen Verfahrens- und Reaktionstechnik sind soweit bekannt

und haben sich nicht verändert. Weiterentwickelt haben sich hingegen die technischen Möglichkeiten und die rechtlichen Bestimmungen. Zum Beispiel hat die Automatisierungstechnik in der Abwassertechnik heutzutage einen ganz anderen Stellenwert als noch vor 25 Jahren. Es mussten weitere Autoren gefunden werden, um diese ganz neuen Themen im Buch abdecken zu können.

Die Überarbeitung des Buches hat sehr viel mehr Zeit in Anspruch genommen als gedacht. Es gab persönliche Gründe, aber auch das Problem Autoren zu finden, die kompetent und bereit waren bestimmte Kapitel zu schreiben. Mehrere Autoren haben während der Bearbeitung aufgegeben, weil sie den Aufwand unterschätzten. Aber auch die Zusammenarbeit mit Unternehmen hinsichtlich der Bereitstellung neuer Bilder und Forschungsunterlagen gestaltete sich deutlich schwieriger als gedacht.

Ein Großteil der Massenware, die in einer Galvanik oberflächenbehandelt werden muss, wird nicht mehr in Deutschland hergestellt, sondern in Ländern, wo der Umweltschutz erst nach und nach an Bedeutung gewinnt. Das war auch der Grund, warum alle Textpassagen, die in den verschiedenen Kapiteln immer wieder auf die deutsche Gesetzgebung verwiesen haben, entfernt wurden. Stattdessen wird jetzt erwähnt, dass jedes Land seine eigenen Umweltstandards hat, die eingehalten werden müssen. Deutsche Firmen, die in den letzten Jahren ihre Fertigung ins Ausland verlagert haben, müssen sich mit den Vorschriften vor Ort auseinandersetzen. Die deutsche Gesetzgebung ist unter diesen Bedingungen für sie viel weniger relevant als dies früher der Fall war, wo allein in Deutschland produziert wurde. Die Darstellung der neuen Gesetzeslage in Deutschland übernahm Herr Dipl. Jur. Frank Naujoks.

Auch wenn dieses Buch für mich schon vor drei Jahrzehnten die Standardliteratur darstellte, habe ich mich,

wie oben bereits angedeutet, immer schwer getan, Antworten auf bestimmte Fragen darin zu finden. Die Themen der Elimination von Schwermetallen und das Recyclen von Wertstoffen sind sehr komplex. Wenn man glaubte eine Antwort gefunden zu haben, so wurde man beim Weiterlesen enttäuscht. Auf einer Buchseite steht, wie die Reaktionen mit welchem Ergebnis verlaufen und auf einer anderen Buchseite findet man dann Hinweise auf Probleme, die einem sagen, dass es so nicht geht. Zum Schluss wusste man mitunter nicht mehr, was man nun machen soll oder kann. Jemand hat einmal zu mir gesagt, den Inhalt des Buches kann man nur verstehen, wenn man Fachmann ist, sonst versteht man gar nichts. Letztlich zwingt das den Leser, sich umfassend und grundlegend mit dem Thema zu befassen, was aber nicht jeder Praktiker will oder kann. Der Grund für die unterschiedlichen Aussagen zu den möglichen Reaktionen ist unter anderem, dass die Reaktionen nur unter bestimmten Voraussetzungen vorhersehbar sind, es Gleichgewichtsreaktionen sind, wobei das Gleichgewicht einigen Einflussfaktoren unterliegt, die vielschichtiger Natur sein können. Nicht zuletzt sind aber auch die physikalischen Vorgänge wichtig und ebenso nicht immer vorhersehbar. Um wenigstens die vielen Informationen über ein spezielles Metall zu bündeln, haben die Co-Autorin Frau Beate Scheiffelen und ich versucht, die Informationen für die Metalle zusammenzufassen, was Dr. Hartinger auf einige Kapitel verteilt hatte. Das kann natürlich nicht zu 100% gelingen, weil der Themenkomplex zu groß und zu komplex ist. Das ist auch der Grund, warum die Kapitel zwei und drei aufwendig neu zusammengestellt, ergänzt und gleichzeitig der theoretische Teil vom praktischen getrennt wurde. Wo es möglich war, wurden Zusammenfassungen eingefügt, die einen schnellen Überblick über das Thema ermöglichen.

Bei Investitionen in eine Fertigung werden die Abwasserbehandlungsanlagen meistens als notwendiges Investitionsübel betrachtet und die Investoren geben den Investitionsdruck an die Verfahrenstechniker/Anlagenbauer gern weiter. Dadurch geraten Anlagenbauer in Versuchung die Anlagentechnik so sparsam wie es gerade geht zu bauen. Bei ungenügender Kenntnis der chemisch-physikalischen Vorgänge, der mathematischen Zusammenhänge, der Apparate- und Verfahrenstechnik sowie der Steuerungstechnik kann das ins Auge gehen. Das heißt in der Konsequenz die Anlage erfüllt nicht die geforderten Parameter, sie verfehlt ihren Zweck. Das ist für den Investor aber auch für den

Anlagenbauer ein Alptraum. Deshalb darf man sich als Anlagenbauer aus Kostengründen nicht dazu hinreißen lassen Anlagen so abzuspecken, dass die geforderten Parameter nicht erreicht werden können. Zur Ermittlung der Grenze ist eine umfassende Kenntnis der gesamten Thematik erforderlich. Das Buch soll helfen diese Grenze zu finden.

Im Rahmen meiner Tätigkeit habe ich bei vielen Wasser-aufbereitungs- und Abwasserbehandlungsanlagen gesehen, wo irgendetwas vernachlässigt, übersehen oder wo etwas falsch eingeschätzt wurde und sie deshalb die gewünschten Ziele nicht erreichten. Das konnten banale Fehler sein, wo Pumpen zum Umpumpen von Schlamm zum Einsatz kamen, die die gerade entstehenden Schlammflocken zerschlugen und man sich wunderte, dass die Flockenbildung ausblieb. Die Sedimentationszeit der Flocken verlängerte sich derart, dass die Anlage deswegen nicht den erforderlichen Durchsatz erreichte und damit zu klein dimensioniert war.

Ich habe Recyclinganlagen gesehen, die mit der Regeneration und der Rückspülung so viel Wertstoff ins Abwasser gegeben haben, was die Anlagen absurd machte, weil der Recyclingeffekt nicht eingetreten ist. Oder man hat nicht auf eine Trennung verschiedener zu fällender Metalle geachtet, so dass bei weit auseinander liegenden Fällungs-pH-Werten das eine Metall gefällt werden konnte, aber das andere nicht. Die Folge war, dass für das nicht fällbare Metall die Grenzwerte überschritten wurden. Es gibt eine Unmenge von Fehlermöglichkeiten und ich habe im Buch versucht, auf diese noch einmal hinzuweisen. Nicht zuletzt war es mir auch deshalb wichtig, ein zusätzliches Kapitel für die mathematische Beschreibung der Prozesse einzufügen. Die Unkenntnis der mathematischen Zusammenhänge führt zu Fehlern und wird oft unterschätzt, weshalb Frau Dipl. Ing. Zhaoping Shi ein Kapitel dazu einfügte. Darüber hinaus wurde das Kapitel Apparate- und Verfahrenstechnik neu verfasst.

Der deutlich ausgeweitete Einsatz von Membrantechnik und die erweiterte Bandbreite dieser Technik verlangten nach einem eigenen Kapitel. Dank an Herrn Prof. Dr. Frank Rögner und Herrn Dr.-Ing. André Lerch sich dieser Sache anzunehmen und ein Kapitel neu zu verfassen.

Ebenso die deutlich vorangeschrittene Automatisierung der Anlagen und die erweiterten Möglichkeiten der Messtechnik waren Anlass ein eigenes Kapitel einzufügen, was Herr Dr. Andreas Pirsing und Herr Dipl.-Ing. Buse übernahm.

In den von Dr. Hartinger verfassten Kapiteln wurden einige Veränderungen vorgenommen. Unter anderem wurde das gelöscht, was sich nicht bewährt hat oder was so nicht mehr gilt. Dafür wurde einiges ergänzt, was dem heutigen Wissensstand entspricht. Wenn wir alles, was Dr. Hartinger geschrieben hat und was wir neu verfasst haben, kenntlich gemacht hätten, wäre das Buch nicht mehr lesbar gewesen. Es ist deshalb nicht immer eindeutig erkennbar, wer was geschrieben hat. Nur dort wo es angebracht war oder wo Dr. Hartinger sich selbst als Literaturstelle angegeben hat ist es explizit ausgewiesen. Bei einigen neuen Dingen innerhalb eines Kapitels wird der Verfasser explizit genannt, nicht aber bei allen.

Ursprünglich war unsere Idee, die Diagramme farbig zu machen. Später haben wir jedoch festgestellt, dass der Aufwand dafür unverhältnismäßig groß gewesen wäre, zumal sich die Kurven nicht auf Gleichungen beziehen, sondern über die Messpunkte von Hand gezeichnet wurden. Aus diesem Grund sind viele der Diagramme noch in Schwarzweiß. Schwarzweißbilder von Anlagen haben wir entfernt und wo wir Farbfotos be-

kommen konnten durch diese ersetzt. Das ist uns aber nicht in allen Fällen gelungen, da es sehr schwierig war, überhaupt aktuelle Fotos zu bekommen, nicht zuletzt auch deswegen, weil einige Anlagen in Deutschland schon lange nicht mehr gebaut werden.

Da das ursprüngliche Buch in der Praxis immer nur als „der Hartinger“ bezeichnet wurde, haben wir bewusst den Namen beibehalten.

Obwohl ich nicht alles umsetzen konnte, was ich mir vorgestellt habe, denke ich, dass das Buch wieder ein Werk geworden ist, das für das nächste Jahrzehnt Bestand hat.

Mein Dank ist an alle gerichtet, die mitgeholfen haben das Buch zu gestalten, nicht zuletzt auch Herrn Volker Herzberg vom Hanser Verlag, der so viel Geduld aufbrachte und immer an uns glaubte. Natürlich gilt mein Dank auch allen Autoren und ganz besonders Frau Zhaoping Shi, die mich in den zeitaufwendigen, manchmal stupiden Arbeiten unterstützte.

Juli 2017

*Günter Dietrich*





1.3.5.4	Industriezweige für den Anhang 40/Teil A .....	16
1.3.5.5	Überwachungswerte an der Einleitungsstelle in Gewässer/Teil C .....	17
1.3.5.6	Überwachungswerte vor der Vermischung/Teil D .....	17
1.3.5.7	Überwachungswerte am Ort des Anfalls/Teil E .....	18
1.4	Wasserrechtliches Genehmigungsverfahren .....	18
1.4.1	Grundsätzliche Antragsunterlagen ohne UVP-Pflicht .....	20
1.4.2	Wassersparende Maßnahmen gem. Anhang 40 der AbwasserVO/Teil B .....	20
1.4.3	Zusätzliche Antragsunterlagen bei UVP-Pflicht .....	20
1.4.4	Zusätzliche Antragsunterlagen für IE-Einleiter .....	21
1.5	Betrieb der Abwasseranlage .....	21
1.5.1	Betrieb einer Industrieparkkläranlage nach dem Stand der Technik .....	21
1.5.2	Betrieb einer Abwasseranlage nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik	22
1.5.2.1	Externe Dienstleister in einer Abwasseranlage .....	23
1.5.2.2	Kooperation mit anderen Betreibern .....	23
1.5.3	Eigenüberwachung nach § 61 WHG .....	23
1.5.4	Stilllegung eines IE-Einleiters .....	24
1.5.5	Ordnungswidrigkeiten .....	24
1.5.6	Strafrecht .....	25
1.5.6.1	Gewässerverunreinigung, § 324 Abs. 1 StGB .....	26
1.5.6.1.1	Verunreinigung eines Gewässers .....	26
1.5.6.1.2	Unbefugt .....	26
1.5.6.1.3	Auswirkungen .....	27
1.5.6.2	Bodenverunreinigung, § 324a Abs. 1 StGB .....	28
1.5.6.3	Unerlaubter Umgang mit Abfällen, § 326 Abs. 1 StGB .....	28
1.5.6.4	Unerlaubtes Betreiben von Anlagen, § 327 Abs. 2 Nr. 4 StGB .....	29
1.5.6.5	Besonders schwerer Fall einer Umweltstraftat, § 330 StGB .....	29
Endnoten	.....	29
<b>2</b>	<b>Abwasserbehandlung, theoretische Grundlagen</b> .....	<b>39</b>
2.1	Abwasserarten, Konzentration und Frachten .....	39
2.1.1	Neutralsalze .....	41
2.2	Chemische Reaktion .....	43
2.2.1	Reaktionsgeschwindigkeit (vgl. Kerber sowie Wedler 1982) .....	43
2.2.2	Reaktionsgleichgewicht (vgl. Wedler 1982 sowie Schneider) .....	47
2.3	Neutralisation .....	49
2.3.1	pH-Wert .....	49
2.3.2	Neutralisationsreaktion .....	51
2.3.3	Neutralisationsmittel .....	53
2.4	Fällung der Metalle mit basischen Stoffen (Neutralisationsfällung) .....	57
2.4.1	Fällungsmittel und Fällungsprodukte .....	57
2.4.2	Fällungs-pH-Wert .....	58
2.4.3	Fällungsregeln .....	59
2.4.4	Löslichkeitsprodukt .....	60
2.5	Fällung der Metalle mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln .....	63
2.5.1	Fällung mit Natriumsulfid .....	63
2.5.2	Fällung mit Organosulfid .....	66

2.5.3	Fällung mit anorganischen Polysulfiden oder Kombinationsprodukten .....	67
2.5.4	Zusammenfassung der Fällung der Metalle mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln ...	68
2.6	Abtrennung der Fällungsprodukte aus der wässrigen Phase .....	68
2.6.1	Fällung .....	68
2.6.2	Flockung .....	70
2.6.3	Sedimentation .....	75
2.6.4	Zusammenfassung Fällung, Flockung und Sedimentation .....	77
2.7	Komplexverbindungen .....	79
2.7.1	Chemie der Metallkomplexverbindungen (vgl. Glen sowie Schwarzenbach 1965, Wagner 1974 und Kober 1979) .....	79
2.7.2	Komplexbildner im Abwasser der oberflächenveredelnden Industrie .....	83
2.7.3	Metallkomplexverbindungen .....	84
2.7.3.1	Metallkomplexverbindungen mit anorganischen Verbindungen .....	84
2.7.3.2	Metallkomplexverbindungen mit Aminen .....	88
2.7.3.3	Metallkomplexverbindungen mit Aminoessigsäuren .....	90
2.7.3.4	Metallkomplexverbindungen mit Oxocarbonsäuren .....	95
	Literatur .....	97

### **3 Chemie und Technik der chemisch-physikalischen Entgiftung und Elimination von Schadstoffen ..... 99**

3.1	Elimination von Metallionen aus dem Abwasser vorrangig durch Fällung .....	99
3.1.1	Aluminium .....	99
3.1.2	Antimon .....	102
3.1.3	Arsen .....	102
3.1.4	Blei .....	103
3.1.4.1	Neutralisationsfällung .....	103
3.1.4.2	Fällung mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln .....	106
3.1.5	Cadmium .....	106
3.1.5.1	Neutralisationsfällung .....	106
3.1.5.2	Fällung mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln .....	108
3.1.6	Chrom .....	109
3.1.7	Eisen(II)-verbindungen .....	113
3.1.7.1	Oxidation der zweiwertigen Eisenverbindungen zu dreiwertigen Eisenverbindungen .....	113
3.1.7.2	Neutralisationsfällung .....	115
3.1.7.3	Fällung mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln .....	116
3.1.8	Eisen(III)-verbindungen .....	116
3.1.8.1	Neutralisationsfällung .....	116
3.1.8.2	Fällung mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln .....	118
3.1.9	Kupfer .....	118
3.1.9.1	Neutralisationsfällung .....	118
3.1.9.2	Fällung mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln .....	121
3.1.10	Molybdän .....	122
3.1.11	Nickel .....	123
3.1.11.1	Neutralisationsfällung .....	123
3.1.11.2	Fällung mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln .....	127
3.1.12	Vanadium .....	127

3.1.13	Wolfram .....	128
3.1.14	Zink .....	128
3.1.14.1	Neutralisationsfällung .....	128
3.1.14.2	Fällung mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln .....	133
3.1.15	Zinn .....	133
3.1.16	Andere Elemente wie Gd, Co, Mg, Mn, Ag, In, Ta, Ti, und Zr .....	134
3.1.17	Gemeinsame Ausfällung mehrerer Metalle aus verdünnten Lösungen .....	135
3.1.18	Zusammenfassung der Fällung von Metallionen aus dem Abwasser .....	138
3.2	Metallkomplexverbindungen und ihre Behandlung .....	143
3.2.1	Einfluss von Komplexbildnern auf die Abwasserbehandlung .....	143
3.2.2	Möglichkeiten der Abwasserbehandlung .....	145
3.2.2.1	Fällung der Metalle .....	145
3.2.2.1.1	Hydroxidfällung/Überalkalisierung .....	145
3.2.2.1.2	Fällungen mit schwefelhaltigen Fällungsmitteln .....	149
3.2.2.2	Oxidation des Komplexbildners .....	152
3.2.2.3	Bindung von Metallkomplexen oder Komplexbildnern .....	157
3.2.2.4	Zusammenfassung der Möglichkeiten der Abwasserbehandlung von komplexbildnerhaltigem Abwasser .....	159
3.3	Behandlung anionischer Schadstoffe .....	161
3.3.1	Cyanidentgiftung .....	161
3.3.1.1	Metallcyanokomplexe .....	162
3.3.1.2	Cyanidentgiftung mit Natriumhypochlorit .....	164
3.3.1.2.1	Bildung von organischen Halogenverbindungen – AOX .....	170
3.3.1.3	Weitere Verfahren zur Cyanidentgiftung .....	171
3.3.1.3.1	Cyanidentgiftung mit Wasserstoffperoxid und/oder UV-Strahlen ..	171
3.3.1.3.2	Cyanidentgiftung mit Peroxomonoschwefelsäure .....	176
3.3.1.3.3	Cyanidentgiftung durch anodische Oxidation .....	177
3.3.1.4	Technologie zur nasschemischen Entgiftung von Cyanid .....	181
3.3.1.5	Zusammenfassung der Cyanidentgiftung .....	182
3.3.2	Entgiftung sechswertiger Chromverbindungen .....	185
3.3.2.1	Chromatentgiftung mit Sulfit und Entgiftung des Sulfits .....	185
3.3.2.1.1	Anlagentechnik zur Chromatreduktion mit Natriumdisulfit .....	188
3.3.2.2	Chromatentgiftung mit Eisen(II)-verbindungen .....	189
3.3.2.3	Zusammenfassung der Chromatentgiftung .....	190
3.3.3	Nitritentgiftung .....	190
3.3.4	Fällung des Fluorids .....	193
3.3.5	Fällung des Sulfats .....	196
3.3.6	Fällung phosphathaltiger Verbindungen .....	200
3.3.7	Elimination des Sulfids .....	202
3.4	Elimination anderer Schadstoffe .....	203
3.4.1	Elimination von Wasserstoffperoxid oder Peroxoverbindungen .....	203
3.4.2	Elimination von freiem Chlor .....	204
3.4.3	Elimination von Ammoniak .....	204
3.4.4	Elimination von organischen Kohlenwasserstoffen bzw. TOC- oder CSB-Verursachern	208
3.5	Öl-, fett- und emulsionshaltiges Abwasser .....	212
3.5.1	Herkunft .....	212
3.5.2	Abtrennung nicht emulgierter Öle und Fette .....	213
3.5.3	Physikalische und chemische Eigenschaften von Emulsionen .....	214

3.5.4	Emulsionsspaltung	216
3.5.4.1	Chemische Verfahren	216
3.5.4.2	Physikalische Verfahren	217
3.5.4.3	Thermische Verfahren	218
3.5.4.4	Mechanische Verfahren	218
3.5.4.4.1	Membranfiltration	220
	Literatur	227
<b>4</b>	<b>Apparate- und Verfahrenstechnik</b>	<b>233</b>
4.1	Apparatetechnik	233
4.1.1	Behälter für Flüssigkeiten und Feststoffe	233
4.1.2	Reaktoren	238
4.1.3	Sedimentationsanlagen zur kontinuierlichen Feststoffabtrennung	239
4.1.4	Dosier- und Ansetzbehälter für Behandlungschemikalien	240
4.1.5	Pumpen	244
4.1.6	Mischer	246
4.1.7	Armaturen und Rohrleitungen	249
4.1.8	Abluft/Abluftwäscher/Behälterdruck	250
4.1.9	Feststoffabtrennung durch Filtration, Schlammwässerung	251
4.1.9.1	Kammerfilterpressen/Bandfilter	251
4.1.9.2	Druckfilter	253
4.1.10	Gestaltung der Räume, in denen Abwasseranlagen installiert sind	256
4.2	Verfahrenstechnik	256
4.2.1	Faktoren, die die Apparate- und Verfahrenstechnik beeinflussen	256
4.2.2	Bemessung einzelner Aggregate und Behandlungsstrecken	259
4.2.2.1	Behälter für Flüssigkeiten und Feststoffe	259
4.2.2.2	Reaktoren	261
4.2.2.3	Sedimentationsanlagen zur kontinuierlichen Feststoffabtrennung	263
4.2.2.3.1	Lamellenabscheider [55]	266
4.2.2.4	Dosier- und Ansetzbehälter für Behandlungschemikalien	268
4.2.2.5	Pumpen	269
4.2.2.6	Mischer	270
4.2.2.7	Abluft/Abluftwäscher	270
4.2.2.8	Feststoffabtrennung durch Filtration, Schlammwässerung	272
4.2.2.8.1	Kammerfilterpresse/Bandfilter	272
4.2.2.8.2	Druckfilter	274
4.2.3	Grundsätze zur Auswahl von Verfahren	277
4.2.4	Verfahren zur Wasseraufbereitung	279
4.2.4.1	Aufbereitung von Frischwasser	279
4.2.4.2	Aufbereitung von Abwasser	282
4.2.5	Verfahren zur Abwasserbehandlung	284
4.2.5.1	Durchlaufbehandlungen	285
4.2.5.2	Chargenanlagen	287
4.2.5.3	Abwassertrennung	289
4.2.5.4	Verfahrensentwicklung	290
4.2.5.5	Neutralsalze - Verminderung, Vermeidung, Elimination	290
	Literatur	292

<b>5 Ionenaustauschverfahren</b>	<b>293</b>
5.1 Einsatzmöglichkeiten in der Oberflächen veredelnden Industrie	293
5.2 Ionenaustauschharze	293
5.2.1 Definition	293
5.2.2 Physikalische Eigenschaften	294
5.2.3 Austauschreaktion	296
5.2.3.1 Reaktionsgleichgewicht	296
5.2.3.2 Reaktionsgeschwindigkeit	298
5.2.3.3 Eigenschaften der gebräuchlichen Harze	299
5.2.3.3.1 Starksaure Kationenaustauscher	299
5.2.3.3.2 Schwachsaure Kationenaustauscher	302
5.2.3.3.3 Schwachbasische Anionenaustauscher	302
5.2.3.3.4 Starkbasische Anionenaustauscher	303
5.2.4 Reaktionstechnik beim Einsatz von Ionenaustauschern	304
5.2.5 Verwendung der einzelnen Ionenaustauscherarten	305
5.3 Spülwasserkreislauf	306
5.3.1 Bedingungen für den Einsatz und Prinzip des Verfahrens	306
5.3.2 Chemische und physikalische Vorgänge	308
5.3.2.1 Rohwasser, Rohwasserfiltration	308
5.3.2.2 Kationenaustausch	308
5.3.2.3 Anionenaustausch	310
5.3.2.4 Reinwasser	311
5.3.2.5 Verbesserung der Reinwasserqualität durch zusätzliche Maßnahmen	314
5.3.2.6 Verhalten der Ionenaustauscher gegenüber nichtionogenen Tensiden	315
5.3.2.7 Einflüsse und Stoffe, durch die Harze geschädigt bzw. in ihrer Arbeitsweise beeinträchtigt	318
5.3.2.8 Regeneration der Ionenaustauscher	320
5.3.2.8.1 Normalregeneration	320
5.3.2.8.2 Spezialregeneration	324
5.3.2.8.3 Behandlung bei Algenbefall	325
5.3.3 Verfahrenstechnik des Spülwasserkreislaufs	326
5.3.3.1 Prinzipieller Aufbau von Kreislaufanlagen	327
5.3.3.1.1 Rohwasserspeicher und Rohwasserpumpen	327
5.3.3.1.2 Filter- und Austauscherkolonnen	328
5.3.3.1.3 Regeneriereinrichtungen	331
5.3.3.2 Technische Varianten	333
5.3.3.2.1 Schaltungsmöglichkeiten der Kolonnen	333
5.3.3.2.2 Beaufschlagungsmöglichkeiten der Kolonnen	335
5.3.3.2.3 Kleinanlagen mit externer Regenerierung	337
5.3.4 Ökologische Bedeutung des Spülwasserkreislaufs	338
5.4 Selektiv arbeitende Ionenaustauscher zur Abwasserschlussreinigung	339
Literatur	343

<b>6</b>	<b>Grundlagen, Anwendung und Optimierung der Prozess-, Spül- und Recyclingtechnik und Stoffkreislaufführung</b>	<b>345</b>
6.1	Begriffe und mathematisches Grundmodell (theoretischer Teil)	345
6.1.1	Charakterisierung der Prozessgrößen und -teilnehmer	345
6.1.2	Darstellung des mathematischen Grundmodells	348
6.1.2.1	Störstoffanreicherung im Aktivbad	352
6.1.2.1.1	Aktivbad mit Verschleppung	352
6.1.2.1.2	Aktivbad mit Verschleppung und Feed & Bleed-Verfahren	354
6.1.2.1.3	Kreislaufsystem	356
6.1.2.1.4	Aktivbad mit Rückführung	357
6.1.2.2	Standspüle	361
6.1.2.3	Einfache Fließspüle	362
6.1.2.4	Kaskadenspüle	362
6.1.2.5	Spritzspüle	365
6.1.3	Optimierung des Wasserverbrauches von Mehrfachspülsystemen	365
6.1.3.1	Standspüle mit der einfachen Fließspüle	366
6.1.3.2	Einfache Fließspüle mit einfacher Fließspüle	366
6.1.3.3	Standspüle mit zweistufiger Kaskadenspüle	367
6.1.3.4	Zweistufige Kaskadenspüle mit einfacher Fließspüle	368
6.1.4	Zusammenfassung	368
6.2	Anwendung und Optimierung der Spültechnik (praktischer Teil)	371
6.2.1	Bestimmung der Prozessgrößen und deren Beeinflussung	371
6.2.1.1	Verschleppung $D$	371
6.2.1.2	Spülkriterium $R$	373
6.2.1.3	Spülfektivität $\mu$	373
6.2.2	Chemische Spülung	375
6.2.3	Optimierung der Spültechnik (vgl. Pies 2000)	377
6.2.4	Wassersparende Spülsysteme – Voraussetzung für Recycling	378
	Literatur	380
<b>7</b>	<b>Membrantrennverfahren</b>	<b>383</b>
7.1	Grundlagen	384
7.1.1	Stoffbilanz an Membrananlagen	384
7.1.2	Treibende Kraft	384
7.1.3	Stofftransportmechanismen	385
7.1.4	Trenngrenze	386
7.1.5	Deckschichtbildung und Konzentrationspolarisation	387
7.1.6	Membranmaterial	388
7.1.6.1	Polymermembranen	389
7.1.6.2	Anorganische Membranen	389
7.1.7	Module	389
7.1.7.1	Plattenmodul	390
7.1.7.2	Wickelmodul	390
7.1.7.3	Rohrmodul	391
7.1.7.4	Hohlfaser- und Kapillarmodule	391
7.1.8	Anordnung von Modulen	392
7.1.8.1	Parallelschaltung	392

7.1.8.2	Reihenschaltung .....	392
7.1.8.3	Kombinationen .....	392
7.1.8.4	Feed and Bleed .....	393
7.1.9	Betriebsarten von Membrananlagen .....	395
7.1.9.1	Cross-Flow-Betrieb .....	395
7.1.9.2	Dead-End-Betrieb .....	395
7.1.9.3	Wahl der Betriebsart .....	396
7.1.10	Kennzahlen der Filtration .....	396
7.1.10.1	Transmembrandruck .....	396
7.1.10.2	Permeatfluss .....	397
7.1.10.3	Rückhalt .....	397
7.1.10.4	Ausbeute .....	398
7.1.10.5	Energiebedarf .....	398
7.1.10.6	Zusammenfassung wesentlicher Eigenschaften .....	398
7.1.11	Leistungsminderung und Gegenmaßnahmen .....	398
7.1.11.1	Fouling .....	399
7.1.11.2	Scaling .....	399
7.1.11.3	Biofouling .....	399
7.1.11.4	Membranschädigung .....	399
7.1.11.5	Vorbehandlung .....	399
7.1.11.6	Rückspülung und Reinigung .....	400
7.2	Mikrofiltration .....	401
7.2.1	Grundlagen .....	401
7.2.2	Membranen .....	402
7.2.3	Anwendung .....	402
7.3	Ultrafiltration .....	403
7.3.1	Grundlagen .....	403
7.3.2	Membranen .....	404
7.3.3	Anwendung .....	404
7.3.3.1	Entfettungsbäder .....	404
7.3.3.2	Elektrotauchlackierbäder (ETL) .....	405
7.3.3.3	Abwasserbehandlung .....	405
7.4	Nanofiltration .....	405
7.4.1	Grundlagen .....	405
7.4.2	Membranen .....	406
7.4.3	Anwendungen .....	408
7.4.3.1	Säureaufbereitung .....	408
7.4.3.2	Spülwasseraufbereitung .....	410
7.5	Umkehrosiose .....	410
7.5.1	Grundlagen .....	410
7.5.2	Membranen für die Umkehrosiose .....	411
7.5.3	Anwendung in der metallverarbeitenden Industrie .....	412
7.5.3.1	Prozesswasseraufbereitung .....	412
7.5.3.2	Spülwasseraufbereitung .....	412
7.5.3.3	Aufbereitung von ETL-Bad .....	414
7.5.3.4	Aufbereitung von Kühlwasser für das Warmwalzen .....	414

7.5.3.5	Aufbereitung von Waschflüssigkeit für Hochofengaswäscher .....	415
7.5.3.6	Abwasserbehandlung .....	415
7.6	Stofftrennung mithilfe von Ionenaustauschermembranen .....	416
7.6.1	Grundlagen .....	416
7.6.1.1	Ionenselektive Membranen .....	416
7.6.1.2	Treibende Kraft .....	417
7.6.1.3	Stofftransport durch Ionenaustauschermembranen .....	417
7.6.2	Elektrodialyse (ED) .....	418
7.6.2.1	Grundlagen .....	418
7.6.2.2	Prozessparameter .....	421
7.6.2.3	Ionenaustauschermembranen .....	423
7.6.2.4	Anwendung in der metallverarbeitenden Industrie .....	423
7.6.3	Diffusionsdialyse (DD) .....	426
7.6.3.1	Grundlagen .....	426
7.6.3.2	Prozessparameter .....	427
7.6.3.3	Membranen für die Diffusionsdialyse .....	427
7.6.3.4	Anwendung in der metallverarbeitenden Industrie .....	428
7.6.4	Membranelektrolyse (ME) .....	430
7.6.4.1	Grundlagen .....	430
7.6.4.2	Verfügbare Membranen und Anwendung .....	430
	Literatur .....	432
<b>8</b>	<b>Regenerations- und Recyclingverfahren .....</b>	<b>437</b>
8.1	Definition .....	437
8.2	Ionenaustauschverfahren .....	438
8.2.1	Rückgewinnung von Stoffen aus Spülwasser .....	438
8.2.1.1	Edelmetalle und Quecksilber .....	438
8.2.1.2	Buntmetalle und Chromsäure .....	440
8.2.2	Regeneration saurer Prozesslösungen .....	443
8.2.2.1	Regeneration durch Ionenaustausch .....	443
8.2.2.2	Regeneration durch den Retardationseffekt .....	448
8.3	Flüssig-flüssig-Extraktion .....	454
8.4	Fällungs- und Kristallisationsverfahren .....	459
8.4.1	Fällungsverfahren .....	459
8.4.2	Kristallisationsverfahren .....	461
8.5	Elektrolytische Verfahren .....	465
8.5.1	Theorie .....	465
8.5.2	Elektrolyse .....	474
8.5.2.1	Elektroden .....	474
8.5.2.2	Kathodische Abscheidung .....	475
8.5.2.2.1	Edelmetalle .....	475
8.5.2.2.2	Buntmetalle .....	478
8.5.2.2.3	Indium .....	488
8.5.2.3	Anodische Oxidation .....	489
8.6	Adsorption .....	493
8.6.1	Theorie .....	493

8.6.2	Adsorptionsmittel und ihr Einsatz	494
8.6.3	Heterogene Katalyse	496
8.7	Thermische Verfahren	497
8.7.1	Thermische Zersetzung	497
8.7.2	Elimination von Wasser	499
8.7.2.1	Verdampfen	500
8.7.2.1.1	Theorie	500
8.7.2.1.2	Verdampfen von Wasser zur Rückgewinnung von Prozesslösungen aus Spülwasser	502
8.7.2.2	Verdunsten	507
8.7.2.2.1	Theorie	507
8.7.2.2.2	Verdunsten von Wasser zur Rückgewinnung von Prozesslösungen aus Spülwasser	509
	Literatur	513
<b>9</b>	<b>Spezielle Verfahrenstechniken einzelner Fertigungsbereiche</b>	<b>519</b>
9.1	Mechanische Bearbeitung	519
9.1.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	519
9.1.2	Behandlung von Kühlschmiermitteln	521
9.1.3	Behandlung von Entfettungsbädern	522
9.1.4	Behandlung von Gleitschleifabwasser	525
9.2	Wärmebehandlung	527
9.2.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	527
9.2.2	Abwasserbehandlung	528
9.2.3	Vermeidungsmöglichkeiten und Recyclingverfahren	529
9.3	Beizeereien und oberflächenabtragende Fertigungen	529
9.3.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	530
9.3.2	Abwasserbehandlung	531
9.3.3	Recyclingverfahren	532
9.4	Feuerverzinken	534
9.4.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	534
9.4.2	Abwasserbehandlung und Recyclingverfahren	535
9.5	Emaillieren	535
9.5.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	536
9.5.2	Abwasserbehandlung und Recyclingverfahren	537
9.6	Lackieren einschließlich Vorbehandlung	538
9.6.1	Vorbehandlung	538
9.6.1.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	538
9.6.1.2	Abwasserbehandlung und Recyclingverfahren	540
9.6.2	Lackieren und Entlacken	541
9.6.2.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	541
9.6.2.2	Abwasserbehandlung und Recyclingverfahren	543
9.7	Anodisieren von Aluminium	545
9.7.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	545
9.7.2	Abwasserbehandlung und Recyclingverfahren	547

9.8	Galvanisieren	550
9.8.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	550
9.8.2	Spezielle Verfahren der Galvanotechnik und ihre Abwässer	553
9.8.2.1	Cadmieren	553
9.8.2.2	Außenstromloses Vernickeln	553
9.8.2.2.1	Abwasserinhaltsstoffe	553
9.8.2.2.2	Abwasserbehandlung und Recyclingverfahren	554
9.8.2.3	Brünieren und Färben von Metalloberflächen	558
9.8.2.4	Entmetallisieren	559
9.8.2.5	Abwasser aus Abgaswaschanlagen	560
9.9	Leiterplattenfertigung	562
9.9.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	562
9.9.2	Abwassertrennung und produktionsspezifische Spülverfahren	568
9.9.3	Abwasserbehandlung	570
9.9.4	Recyclingverfahren	573
9.9.4.1	Vorbehandlung, chemisches Verkupfern, Galvanisieren	573
9.9.4.2	Ätzen	576
9.10	Batterieherstellung	583
9.10.1	Fertigung von Bleiakkumulatoren	583
9.10.1.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	583
9.10.1.2	Abwasserbehandlung und Recyclingverfahren	584
9.10.2	Fertigung von Nickel-Cadmium-Akkumulatoren	585
9.10.2.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	585
9.10.2.2	Abwasserbehandlung und Recyclingverfahren	586
9.10.3	Fertigung von Primärzellen	587
9.10.3.1	Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe	587
9.10.3.2	Abwasserbehandlung und Recyclingverfahren	588
	Literatur	589
<b>10</b>	<b>Elektrotechnik für industrielle Abwasserbehandlungsanlagen</b>	<b>593</b>
10.1	Einführung	593
10.2	Motoren und Antriebe	593
10.2.1	Motoren	593
10.2.2	Dosierpumpen	593
10.2.3	Armaturentriebe	594
10.2.4	Regelarmaturen	594
10.3	Instrumentierung	595
10.3.1	Durchflussmessung	595
10.3.2	Druckmessung	598
10.3.3	Füllstandsmessung	599
10.3.4	Temperaturmessung	600
10.3.5	pH-Wert und Redoxpotenzial-Messung	601
10.3.6	Fluorid-Messung	604
10.3.7	SAK, CSB und TOC	604
10.4	Anlagenkennzeichnung	606
10.4.1	Anlagenkennzeichnungssysteme	606

10.4.2 Graphische Symbole ..... 606

10.4.3 Kennzeichnen von Messstellen ..... 606

10.5 Leittechnikebenen ..... 606

10.6 Automatisierungssysteme ..... 608

10.6.1 Speicherprogrammierbare Steuerungen ..... 608

10.6.2 Bedien- und Beobachtungssysteme ..... 609

10.7 Steuerung und Regelung ..... 613

10.7.1 PI Regler ..... 614

10.7.2 Zweipunkt-Regler ..... 614

10.7.3 pH-Wert Regelung ..... 615

10.7.4 Kaskadenregelung ..... 616

10.8 Kommunikationssysteme ..... 616

10.8.1 Übertragungsmedien ..... 618

10.8.2 Feldbussysteme ..... 618

10.8.3 Dezentrale Peripherie ..... 620

10.8.4 Parametrierung von Feldgeräten ..... 620

10.9 Energiemanagement ..... 621

10.10 Instandhaltung ..... 621

10.10.1 Instandhaltungs-Strategien ..... 621

10.10.2 Fernwartung ..... 622

10.10.3 Life Cycle Services ..... 622

10.11 Normen und Regelwerke ..... 624

Literatur ..... 625

**Index ..... 627**

# Autorenverzeichnis



## **Dipl. Ing. Günter Dietrich,**

geboren 1955 in Halle/ Saale. Nach einem Studium der chemischen Verfahrenstechnik in Magdeburg übernahm er, nach kurzer Tätigkeit in einem mittständischen Unternehmen, für einige Jahre die Leitung des Sauerstoffwerkes Dresden. Als Betreiber der Luftzerlegungsanlagen oblagen ihm die Durchführung der Produktion im ununterbrochenen Schichtsystem und die Sicherheit der Anlagen. Von 1984 bis 1989 war er als Verfahrenstechniker und später stellvertretender Gruppenleiter der Gruppe Verfahrenstechnik in dem VEB Wasseraufbereitung Dresden tätig. Dieses Unternehmen entwarf und realisierte Wasseraufbereitungs- und Abwasserbehandlungsanlagen vorrangig für die Oberflächen veredelnde Industrie. Im Jahr 1990 siedelte er nach Stuttgart um und war dort als Projektingenieur im Vertrieb bei der Firma Goema GmbH in Vaihingen/Enz bis 1995 angestellt. In dieser Zeit lernte er auch den Herr Dr. Ludwig Hartinger kennen. Nach einer Anstellung als Assistent der Geschäftsleitung übernahm er 1998 die Geschäftsführung der Schwelm Anlagen Service Ost GmbH in Chemnitz und etwas später auch der Petro System Sp.zo.o, Kattowitz in Polen. Ein Konkursverfahren der Schwelmer Unternehmensgruppe im Jahr 2002 führte ihn mehrere Jahre zu verschiedenen Unternehmen bevor er von 2006 bis 2009 wieder im Vertrieb für die Firma Christ GOEMA GmbH, Vaihingen/Enz tätig war.

Durch ein Projekt bei der Firma Bosch Solar Energy AG in Arnstadt kam es zur Anstellung bei diesem Unternehmen, wo er von 2009 bis 2014 für die Investitionen im Umweltbereich als leitender Ingenieur arbeitete. Da die Firma Bosch Solar Energy AG das Geschäftsfeld aufgegeben hat, ist er seit 2014 im Vorruhestand.



## **Dr.-Ing. André Lerch,**

geboren 1969, studierte Maschinenbau an der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg. Seine Promotion zur Deckschichtbildung in Ultrafiltrationsmembranen schloss er im Februar 2008 an der Universität Duisburg-Essen bei Prof. Gimbel mit summa cum laude ab. Für seine Promotion erhielt er den ‚Willy-Hager-Preis 2008‘ für hervorragende Arbeiten junger Hochschulwissenschaftler auf dem Gebiet der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung des Stiftungsrates der Willy-Hager-Stiftung.

Nach seinem Studium arbeitete Dr. Lerch bis 2005 am Institut für Energie- und Umweltverfahrenstechnik (EUT) der Universität Duisburg-Essen und am IWW Zentrum Wasser in Mülheim an der Ruhr. Danach wechselte er an die Professur für Wasserversorgung des Instituts für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft der Technischen Universität Dresden. 2012 wurde Dr. Lerch als Führungskraft in der Industrie

bei der koreanischen Firma SAMSUNG Cheil Industries Inc. tätig und leitete im Rahmen der industriellen Forschung am Research & Development Center Frankfurt Projekte zur Entwicklung und Optimierung getauchter und druckbetriebener Membrananlagen.

Dr. Lerch ist seit dem 01.10.2014 Lehrstuhlvertreter der Professur für Hydroverfahrenstechnik am Institut für Siedlungs- und Industrierwasseraufbereitung der Technischen Universität Dresden. Die Schwerpunkte seiner Forschungs- und Lehrtätigkeit liegen in der Entwicklung und Optimierung innovativer Verfahren zur Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung. Schwerpunkte sind Membranverfahren, angewandte numerische Strömungsmodellierung (CFD) und die industrielle Wasserwirtschaft im Rahmen des integrierten Wasser-, Energie- und Ressourcenmanagements.

Dr. Lerch ist neben weiteren Mitgliedschaften im VDI, DVGW, DGMT und DWA seit 2000 Mitglied der International Water Association (IWA) und seit 2005 Mitglied des wissenschaftlichen Management Komitees der Expertengruppe ‚Membrantechnologie‘ der IWA. Er ist aktiver Gutachter für diverse internationale Fachzeitschriften sowie Mitglied im wissenschaftlichen Komitee diverser internationaler Membrankonferenzen.



**Rechtsanwalt Dipl. Jur. (Univ.) Frank Naujoks,**

geboren 1979, studierte zunächst Rechtswissenschaft an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen mit Abschluss als Diplom-Jurist (Univ.). Nach dem anschließenden Rechtsreferendariat am Oberlandesgericht Nürnberg mit Wahlstation bei den Vereinten Nationen erfolgte im Jahr 2009 die Zulassung zur Rechtsanwaltschaft. Von 2009 bis 2012 war er zunächst in der Rechtsabteilung verschiedener internationaler Unternehmensgruppen tätig und dabei insbesondere mit eigenständigen Vertragsverhandlungen, Schulungen und der Beratung des Vorstandes in Haftungsfragen betraut.

Seit 2012 war er zunächst Referent der Geschäftsführung, seit 2014 Geschäftsführer der Decker Verfahrenstechnik GmbH. Daneben ist er Projektleiter in einem bundesgeförderten Forschungsprojekt zur Rückgewinnung seltener Erden und als Dozent tätig. Die Decker Verfahrenstechnik GmbH betreut seit ca. 30 Jahren Kunden in Europa im Bereich der industriellen Abwasserbehandlung in Bau, Wartung und Genehmigung von Abwasseranlagen, Selektivschlussaustauschern, Ionenaustauscher-Kreislaufführung von galvanischen Spülwässern und Anlagen zur Herstellung von VE-Wasser.



**Prof. Dr.-Ing. Frank Rögner**

studierte Chemieingenieurwesen an der TU Clausthal und schloss das Studium 1994 mit dem Diplom ab.

Anschließend arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Gesellschaft für Umweltkompatible Prozesstechnik (upt) in Saarbrücken und promovierte 2000 an der Universität des Saarlandes bei Prof. H. Chmiel über die Membranfiltration von Verunreinigungen aus Reinigungslösungen von Flaschenwaschmaschinen.

Von 2000 bis 2003 war er Projektleiter bei Pall SeitzSchenk Filtersystems in Waldstetten, wo er sich mit der verfahrenstechnischen Entwicklung von Anlagen für die Chemie- und Lebensmittelindustrie beschäftigte.

2003 wechselte er als Gruppenleiter und später stellvertretender Abteilungsleiter an das VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH (BFI) in Düsseldorf. Das BFI ist eines der europaweit führenden privatwirtschaftlichen Institute für anwendungsnahe Forschung und Entwicklung in der Metallindustrie. Hauptthemen seiner Arbeit waren die chemischen Behandlung von Oberflächen sowie die Regenerationstechnik für betriebliche Medien.

2014 nahm er den Ruf als Professor für Fluidverfahrenstechnik an der TH Köln an. Seine Schwerpunkte sind die Thermische Verfahrenstechnik einschließlich Membran- und Abwassertechnik.

Prof. Rögner nimmt Lehraufträge an der TU Dresden und an der St. Petersburger Polytechnischen Universität Peter der Große wahr.



### **Beate Scheiffelen,**

geboren 1958 in Alpirsbach im Schwarzwald. Nach dem Studium an einem Berufskolleg für Chemie und Umwelt in Stuttgart erfolgte der Eintritt ins Berufsleben bei der Firma Nestle in der Lebensmittelforschung in Ludwigsburg. Anfang 1982 wechselte Frau Scheiffelen in die Wasser- und Abwassertechnik zur Firma Götzelmann KG nach Stuttgart als Mitarbeiterin des Herrn Dr. Ludwig Hartinger. Nach zwei Jahren wurde ihr mit der Laborleitung auch der Aufbau eines neuen, hochmodernen Labors in Vaihingen an der Enz übertragen.

Hier wirkte Frau Scheiffelen in enger Zusammenarbeit mit Kunden, Hochschulen und Instituten maßgeblich bei der Abwicklung und Durchführung von Kundenaufträgen sowie von BMBF- Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit. Wie z.B.: Entwicklung einer umweltfreundlichen Technologie für die Metallchemie und Galvanotechnik (Abwasser aus Zink/Nickel-Prozessen), Stoffkreislaufschließung bei abtragenden Verfahren in Prozesslösungen, Entwicklung und Erprobung hochwirksamer Nassoxidationsverfahren zur HKW- Emissionsminderung, Entwicklung emissionsarmer Technologien zur Gewinnung von NE- Metallen unter besonderer Berücksichtigung der Hydrometallurgie.

Seit 1996 ist sie zuständig für den gesamten Bereich Labor und Technikum. Schwerpunkt der Abteilung waren die Entwicklung und Optimierung von kundenspezifischen Lösungen für die Prozesswasser- und Abwasserbehandlung sowie die Recyclingtechnik vorwiegend für oberflächenveredelnde Betriebe. Zahlreiche Studien, und vor allem Erfahrungen aus der Praxis, sind Bestandteil der Neuauflage des Hartinger-Handbuchs Abwasser- und Recyclingtechnik geworden.

Frau Scheiffelen betreute zahlreiche Schüler und Studenten aus aller Welt, die in der F + E- Abteilung der Firma GOEMA GmbH ein Praktikum oder ihre Diplomarbeit absolvierten.

Als Vertreterin der Industrie wirkte sie von 2008 bis 2011 in der erweiterten Arbeitsgruppe AG Anhang 40 an der Erarbeitung von Anforderungen an das Einleiten von Abwasser gemäß 7a WHG unter Einbeziehung medienübergreifender Aspekte mit. Seit 2009 gehört die GOEMA GmbH zur Division „Electronics and Metal“ innerhalb der weltweit agierenden OVIVO Gruppe. Frau Scheiffelen ist Direktorin für Technologie und Entwicklung.

In Jahr 2014 wurde der Standort der OVIVO Deutschland GmbH in Vaihingen an der Enz aufgegeben und unter der Federführung von Frau Scheiffelen ein Innovationszentrum für Technologie und Entwicklung in Birkenfeld bei Pforzheim neu errichtet. Dieses Zentrum nimmt heute Produkt- und Verfahrensentwicklungen für die gesamte Division wahr.



### **Dipl.-Ing. Zhaoping Shi**

geboren 1983 in Hangzhou, China, studierte nach dem Abitur Umweltschutztechnik an der TU Zhejiang und erlangte 2005 den Grad eines Bachelor. Anschließend studierte sie an der Universität Stuttgart und schloss das Studium der Umweltschutztechnik 2010 mit dem Diplom ab. Unmittelbar danach war sie bis 2014 als Verfahrensingenieurin im Fachbereich Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung in der Abteilung Facility Management bei Bosch Solar Energy AG in Arnstadt tätig. Zu ihren Aufgaben zählte der Neubau, Umbau sowie die Optimierung der bestehenden oben genannten Anlagen in allen Werken der Bosch Solar Energy AG. Da die Fa. Bosch Solar Energy AG den Geschäftsbereich aufgegeben hat, wechselte sie in 2014 zu einem Planungsbüro bei München und arbeitet dort als Fachplanerin für die technischen Infrastrukturen von Industriekunden.



### **Dr.-Ing. Andreas Pirsing**

geb. 1964, studierte Energie- und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Berlin. Danach promovierte er 1996 am Institut für Verfahrenstechnik der TU Berlin mit einer Arbeit zu „Reaktionskinetische Untersuchung und mathematische Modellierung der Nitrifikation hochbelasteter Abwässer“.

Seit 1994 ist er bei der Siemens AG in verschiedenen Funktionen beschäftigt. Seine berufliche Tätigkeit begann er im Bereich Anlagenbau und beschäftigte sich dort mit der Planung und dem Bau von elektrotechnischen Einrichtungen für kommunale und industrielle Kläranlagen. Bereits frühzeitig erkannte er die Möglichkeiten von mathematischen Methoden zur Prozessverbesserung, wie z. B. Prozesssimulation, Fuzzy Logic und Neuronale Netze. Später wechselte er zur Business Unit Process Automation nach Berlin und baute dort eine Arbeitsgruppe für Wassermanagement-Systeme auf. Seit 2015 ist er Leiter des Kompetenz-Zentrums Wasser & Abwasser in Berlin.

Dr. Pirsing war an zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsvorhaben beteiligt. Zahlreiche Veröffentlichungen, Vorträge und realisierte Projekte dokumentieren den erfolgreichen Transfer von seinen Forschungsergebnissen in die Praxis.



### **Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Buse**

Geboren 1966 in Winsen/Luhe. Nach dem Studium der allgemeinen Verfahrenstechnik an der Fachhochschule Bergedorf, startete Gerhard Buse das Berufsleben als Inbetriebnahmeingenieur bei der Firma Berkefeld Filter in Celle. Berkefeld Filter war zu der Zeit ein international führendes Unternehmen für den Industrierwasser- und Abwasseranlagenbau. Der berufliche Schwerpunkt wechselte im Laufe der Tätigkeit von der Verfahrenstechnik zur Automatisierungstechnik. Im Jahr 2005 wechselte Gerhard Buse in das Unternehmen Wessel Umwelttechnik in Hamburg. Dort war der Tätigkeitsschwerpunkt die Automatisierungstechnik und Anlageninbetriebnahme von Industrieabluftaufbereitungsanlagen. Die Firma Wessel Umwelttechnik gehörte zu dem Unternehmen TIGmbH, einem Schaltanlagenbau- und Automatisierungstechnik Unternehmen in Hamburg. Ab 2006 gehörte auch die Firma Purita GmbH zu der TIGmbH, bei der Gerhard Buse für die Verfahrenstechnik von Reinstwasser- und Wasseraufbereitungsanlagen für die Halbleiterindustrie verantwortlich war. 2009 gründete Gerhard Buse die Ingenieurbüro Buse GmbH. Die Ingenieurbüro Buse GmbH ist ein Dienstleister für Industriebau und Industriebetrieb mit den Schwerpunkten Verfahrenstechnik, Automatisierungstechnik und Inbetriebnahmen.

# Rechtliche Grundsätze der Abwasserbehandlung nach Anhang 40 der AbwasserVO

(Naujoks)

## 1.1 Vorbemerkung

### 1.1.1 Einleitung

Dieses Kapitel fasst die rechtlichen Grundsätze<sup>1</sup> für die industrielle Abwasserbehandlung eines metallbe- und -verarbeitenden Betriebes nach Anhang 40 der AbwasserVO zusammen, die für den Betrieb einer solchen Abwasseranlage hinreichend sind. Dabei stellen sich für die Betreiber der Abwasseranlagen die folgenden Fragen:

1. Wie stellt sich die Rechtslage um eine Abwasseranlage nach Anhang 40 der AbwasserVO dar?
2. Wie ist die Abwasseranlage wasserrechtlich zu genehmigen?
3. Wie ist die Abwasseranlage konkret zu betreiben?
4. Mit welchen Rechtsfolgen ist zu rechnen, wenn Grenzwerte überschritten werden?
5. Wo findet sich weiterführende Literatur?

Mit der Beantwortung dieser Fragen soll vor allem dem industriellen Anwender ein rechtlicher Kompass für die industrielle Abwasserbehandlung zur Verfügung gestellt werden.

### 1.1.2 Rechtliche Grundlagen

Das Abwasserrecht für den industriellen Abwassereinleiter setzt für dessen grundsätzliches Verständnis folgendes aus dem Grundgesetz und dem konkretisierenden Wasserhaushaltsgesetz voraus:

*Art. 20a GG*

*Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung.*

*§ 1 WHG*

*Zweck dieses Gesetzes ist es, durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen.<sup>2</sup>*

*§ 55 Abs. 1 S. 1 WHG - Grundsätze der Abwasserbeseitigung*

*Abwasser ist so zu beseitigen, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.*

Der Gesetzgeber sieht also zusammenfassend in allererster Linie den Schutz der Natur und des Menschen vor, nicht industrielle Belange wie die wirtschaftliche Weiterentwicklung eines einzelnen Unternehmens.

Dies gilt jedoch nicht uneingeschränkt. Durch die verschiedenen, nachfolgend ausgeführten verwaltungsrechtlichen Erlaubnistatbestände z.B. des § 57 WHG oder § 58/59 WHG behandelt das Wasserrecht die öffentlichen Gewässer, in die das Abwasser letztlich fließt, nicht nur als im natürlichen Zustand zu haltendes Umweltmedium, sondern versucht es im Einklang mit menschlichen Benutzungen i.S.d. § 9 WHG, insbesondere Verschmutzungen durch Abwasser, zu bringen.<sup>3</sup>

Dies zeigt sich vereinfacht auch in den strafrechtlichen Wertungen. Nicht jede Gewässerverschmutzung ist strafbar, sondern nur die „unbefugten“<sup>4</sup>. Eine „befugte“ Gewässerverschmutzung ist daher im Umkehrschluss durchaus erlaubt. Schutzgut des Wasserstrafrechts ist damit nicht die Unversehrtheit des Gewässers in einem möglichst präindustriellen, ursprünglichen und naturnahen Zustand, sondern die Unversehrtheit der verwaltungsrechtlichen Rechtsordnung.<sup>5</sup> Gleichwohl soll dadurch das Schutzgut Wasser geschützt werden.

Es bleibt festzuhalten, dass das Wasserrecht versucht den Spannungsbogen zwischen möglichst geringer Verschmutzung eines Gewässers und einer zulässigen,

Verschmutzung verursachenden Benutzung, also Abwassereinleitung, zu schließen.

### 1.1.3 Entwicklungen im Wasserrecht

Ausgehend von diesen Grundsätzen hatte sich seit der Voraufgabe die bis zuletzt weitgehend unveränderte Rechtslage herausgebildet, die für die metallver- und -bearbeitenden Betriebe<sup>6</sup> konkretisiert nach Anhang 40 der AbwasserVO<sup>7</sup> galt. Im Wesentlichen wurde unterschieden in die

- Direkteinleiter im Sinne des § 57 WHG, ehemals § 7a Abs. 1 WHG, also diejenigen Anwender, die direkt in ein öffentliches Gewässer einleiten, und die
- Indirekteinleiter im Sinne des § 58 WHG, ehemals § 7a Abs. 4 WHG, also diejenigen Anwender, die in die Kanalisation einer kommunalen Kläranlage eingeleitet haben.

Weiterhin war mit einer für den einzelnen Einleiter unveränderlichen Rechtslage für die Dauer von 20 Jahren zu rechnen.

Es wurde bis zuletzt zwar eine Reihe von EU-Richtlinien<sup>8</sup> erlassen und das WHG 2010 grundlegend reformiert<sup>9</sup>, jedoch blieb dies für den einzelnen Endanwender mit einer bestehenden Genehmigung weitgehend unbemerkt<sup>10</sup>.

Zuletzt<sup>11</sup> hat sich das bekannte System jedoch maßgeblich durch die sog. IE-Richtlinie 2010/75/EU<sup>12</sup> geändert. Herauszuheben ist dabei insbesondere, dass die bisherige weitverbreitete Annahme, dass etwaige Änderungen im Wesentlichen erst behördenseitig nach 20 Jahren bei einer Verlängerung der Genehmigung zu erwarten sind, zukünftig für weite Teile der direkt und indirekt Betroffenen keinen Bestand mehr haben wird. Es wird vielmehr zukünftig eine stetige proaktive Handlung der Betroffenen erwartet, von den sog. IE-Einleitern und ggf. auch denjenigen, die indirekt von der IE-Richtlinie betroffen sind. Durch die Änderungen der IE-Richtlinie wird zukünftig der Anhang 40 regelmäßig ein Jahr nach dem Erscheinen einer BVT-Schlussfolgerung durch eine Ad-hoc-Arbeitsgruppe des Umweltbundesamtes überarbeitet werden und damit Folgen für alle Einleiter haben.



Für Einleiter gilt zukünftig nicht mehr, dass sie darauf vertrauen können, dass ihre Überwachungswerte noch bis zum Ablauf des Bescheides in 20 Jahren konstant bleiben. IE-Einleiter

werden zudem verpflichtet sich regelmäßig an den Stand der Technik anzupassen und müssen unter Umständen, wenn eine Anpassung der AbwasserVO an die BVT-Schlussfolgerungen nicht erfolgen sollte, selbst eine Anpassung der Überwachungswerte vornehmen.

## 1.2 Grundsätze

### 1.2.1 Vereinfachte Zusammenfassung

Das Wasserrecht ist eine vergleichsweise schwierig zu erfassende Verwaltungsrechtmaterie aus EU-Richtlinien, Bundesrecht, Landesrecht<sup>13</sup>, diversen technischen Merkblättern und Rechtsprechung. Für den Einsteiger ins Wasserrecht gilt es vor allem, zunächst die grundsätzliche Verortung der einzelnen Bestandteile zu erfassen. Diese ist nachfolgend vereinfacht dargestellt.

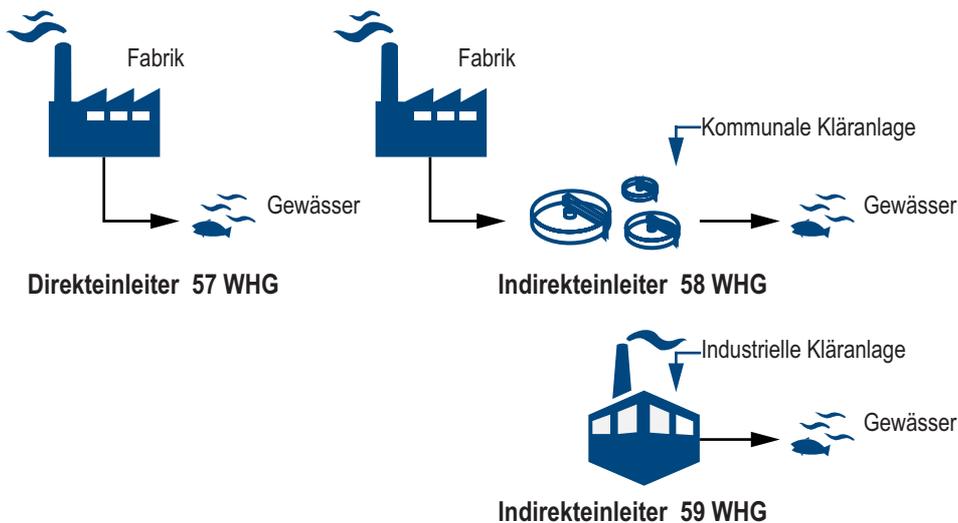
1. Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten Abwasser einzuleiten, vgl. Bild 1.1:

entweder *direkt* in ein Gewässer, also in die Natur, als sog. Direkteinleiter oder *indirekt* in eine kommunale oder private Kläranlage (und dann in die Natur), als sog. Indirekteinleiter. Beide Einleitewege haben verschiedene Anforderungen an die Genehmigung und unterliegen verschiedenen Rechtsrisiken, obwohl für beide der Anhang 40 der AbwasserVO gilt.

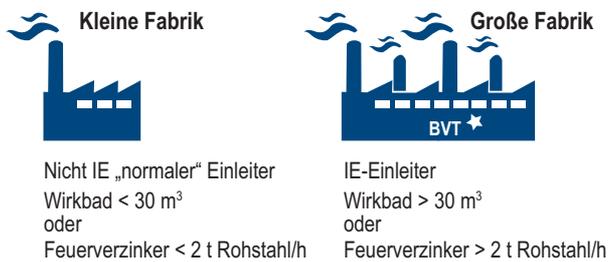
Der Direkteinleiter leitet günstiger ein, hat jedoch ein höheres rechtliches Risiko. Er unterliegt hinsichtlich der Überwachungswerte Teil C und D/E des Anhangs 40 der AbwasserVO.

Der Indirekteinleiter verursacht mehr Kosten und hat zusätzliche<sup>14</sup> Überwachungs- und Grenzwerte<sup>15</sup>, dafür jedoch ein geringeres rechtliches Risiko.<sup>16</sup> Er unterliegt hinsichtlich der Überwachungswerte<sup>17</sup> Teil D/E des Anhangs 40 der AbwasserVO und den lokal unterschiedlichen Anforderungen der Entwässerungssatzung der jeweiligen kommunalen Kläranlage.

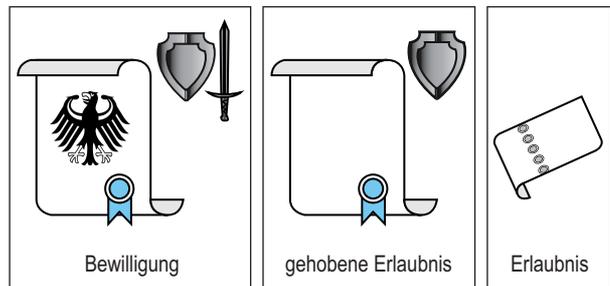
2. Neu dazugekommen ist ab einer Produktionsgröße von 30 m<sup>3</sup> Wirkbadvolumen bzw. für Feuerverzinker mit mehr als 2 t Rohstahl/h oder für Industrieparkkläranlagen der sog. *IE-Einleiter* nach der IE-Richt-



**Bild 1.1**  
Direkteinleiter und  
Indirekteinleiter



**Bild 1.2** IE-Einleiter und Nicht-IE-Einleiter

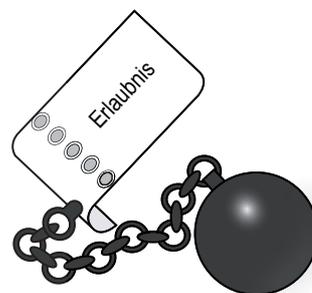


**Bild 1.3** Klassen von Genehmigungen

linie 2010/75/EU, vgl. Bild 1.2. Dieser unterliegt noch höheren Anforderungen und einem Zwang zur ständigen Selbstverbesserung anhand sog. BVT-Dokumente (Beste Verfügbare Techniken), ausgeführt als BVT-Merkblatt, das nur zu berücksichtigen ist, und anhand der verbindlichen BVT-Schlussfolgerungen. Der IE-Einleiter kann als qualifizierter Einleiter sowohl Direkt- als auch Indirekteinleiter sein.<sup>18</sup>

- Bei der eigentlichen Genehmigung für den Direkt- bzw. Indirekteinleiter gibt es nicht nur eine Genehmigung, sondern verschiedene „Klassen“ von Genehmigungen, bei denen jedoch kein Anspruch auf die Erteilung durch die Behörde besteht, vgl. Bild 1.3. Industriebetrieben nach Anhang 40 der Abwasser-VO wird in der Regel nur die „schwächste“ Klasse, die *Erlaubnis*, erteilt, die keinen gesonderten Schutz vor oder gegenüber Dritten gewährt.<sup>19</sup>
- Die Genehmigung im Wasserrecht ist zudem nicht mit einer (typischerweise bekannten) Baugenehmigung zu vergleichen. Sie kann beispielsweise widerrufen werden und ist in der Regel mit vielen

Nebenbestimmungen und Auflagen behaftet, vgl. Bild 1.4. In der Genehmigung werden dann die eigentlichen Abwasserüberwachungswerte insbesondere nach dem Anhang 40 Teil C und/oder D/E der AbwasserVO aufgeführt. Grundsätzlich ist die wasserrechtliche Genehmigung eine eigene Genehmigung, die aber ggf. von der BImSchG-Genehmigung mit umfasst ist und jedenfalls von einer Baugenehmigung o. Ä. unabhängig ist.<sup>20</sup>



**Bild 1.4** Auflagen zur Erlaubnis

5. Im Genehmigungsverfahren ist eine erhebliche Zahl an Unterlagen erforderlich, deren Umfang man jedoch vorab mit der Behörde besprechen und – in einem gewissen Rahmen – verhandeln kann, speziell, wenn bereits bestehende Unterlagen vorhanden sind. Bei einer Umweltverträglichkeitsprüfung oder einem IE-Einleiter werden deutlich höhere Anforderungen an die beizubringenden Unterlagen gestellt. Je nach Anlagentyp ist auch eine zusätzliche Genehmigung für die Abwasseranlage als solche erforderlich, die dann jedoch zeitlich unbefristet gilt.<sup>21</sup>
6. Für den Betrieb der Abwasseranlagen gelten die allgemein anerkannten Regeln der Technik, für Industrieparkkläranlagen bzw. eigenständig betriebene Abwasseranlagen, sog. Abwasserbehandlungsanlagen<sup>22</sup>, sogar der Stand der Technik. Beide Varianten sind u. a. definiert in technischen Merkblättern und nachfolgend zusammengefasst.<sup>23</sup>
7. Sofern die Anlage nicht ordnungsgemäß betrieben wird, können Ordnungswidrigkeiten oder eine Straftat verwirklicht werden.<sup>24</sup> Dies erfolgt insbesondere dann, wenn ein Überwachungswert aus dem Bescheid bzw. dem Anhang 40 bei jedenfalls einer von fünf amtlichen Messungen innerhalb der letzten drei Jahre um mehr als das Doppelte überschritten ist.

## 1.2.2 Grundsätzliche Genehmigungspflicht

Grundsätzlich ist für jede Einleitung von Abwasser im Sinne des § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG, also das durch gewerblichen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser im Sinne des § 54 Abs. 1 Nr. 1 WHG, eine Einleitgenehmigung erforderlich.<sup>25</sup> Es handelt sich damit als sog. „repressives Verbot mit Erlaubnisvorbehalt“ i. S. d. § 8 WHG um eine Ausnahme vom Grundsatz der Privatautonomie, Art. 2 Abs. 1 GG, nachdem in Deutschland grundsätzlich alles erlaubt ist, was nicht verboten ist. Hier ist es – wegen der Wichtigkeit für die Allgemeinheit – umgekehrt; es ist alles verboten, was nicht erlaubt ist.



Eine Ausnahme gilt nur für Niederschlagswasser<sup>26</sup>, die ohne Vermischung von Schmutzwasser i. S. d. § 55 Abs. 2 i. V. m. § 55 Abs. 1 S. 2 WHG direkt oder indirekt eingeleitet oder versickert werden dürfen.

In aller Regel ist daher eine Genehmigung erforderlich, wenn Wasser in einem Betrieb genutzt wird. Das bezieht sich auch auf die Einleitung von Stadtwasser gem. TrinkwasserVO<sup>27</sup>. Hier ist im Übrigen ein Kupferwert von 2,0 mg/l an der Abnahmestelle zulässig, gem. Anhang 40 der AbwasserVO<sup>28</sup> im Abwasser jedoch nur 0,5 mg/l.<sup>29</sup> Selbst eine nur geringe<sup>30</sup> gewerbliche Inanspruchnahme und anschließende Einleitung von Stadtwasser gem. § 54 Abs. 1 Nr. 1 WHG bedarf daher grundsätzlich einer Genehmigung. Dies gilt insbesondere auch für zuweilen – in den Augen eines Betriebes – unkritische Spülprozesse<sup>31</sup>, die in der Regel auch noch weit mehr Metalle austragen.<sup>32</sup>



Jeder abwasserproduzierende Prozess bzw. jede einzelne wassernutzende Anlage ist im Antrag zu erwähnen und zu genehmigen. Bei einer genehmigten Anlage sollte jede Änderung zumindest angezeigt werden, auch wenn es sich nicht um wesentliche Änderungen handelt. Betroffen davon sind auch vorübergehende Änderungen wie Test- oder Probeanlagen.

## 1.2.3 Genehmigungen

Es bedarf grundsätzlich für jede Ableitung von Abwasser einer Genehmigung. Die Art der Genehmigung hängt davon ab, welches Abwasser aus welcher Produktion wohin geleitet wird und welche Rechtssicherheit die Genehmigung erhalten soll.

### 1.2.3.1 Genehmigungsvarianten

Zunächst ist zu unterscheiden, welcher Typus an Einleitung vorliegen soll:

- **Direkteinleitergenehmigung:** Erlaubnis nach § 8 i. V. m. § 57 WHG i. V. m. Anhang 40 der AbwasserVO zur Einleitung in ein Oberflächengewässer (oder Grundwässer) nach betriebsinterner Behandlung.
- **Indirekteinleitergenehmigung:** § 58 WHG i. V. m. Anhang 40 der AbwasserVO zur Einleitung in eine kommunale Abwasseranlage über die Kanalisation<sup>33</sup> nach betriebsinterner Behandlung.
  - Zusätzlich zur Indirekteinleitergenehmigung nach WHG gelten die Bestimmungen der Satzung der örtlichen Kläranlage (Entwässerungssatzung – EWS).
- **Indirekteinleitergenehmigung:** § 59 WHG i. V. m. Anhang 40 der AbwasserVO zur Einleitung in eine pri-

vate Abwasseranlage (Industrieparkkläranlage) nach betriebsinterner Behandlung<sup>34</sup>.

- wasserrechtliche Anlagengenehmigung nach § 60 WHG für die betriebsinterne Behandlung bzw. Behandlung extern anfallender Abwasser, als sog. Industrieparkkläranlage.

Auf keine der vorgenannten Genehmigungen besteht ein konkreter Rechtsanspruch.<sup>35, 36</sup> Selbst also, wenn alle sonstigen Voraussetzungen für eine Genehmigung gegeben sind, verbleibt noch ein Bewirtschaftungsermessen der zuständigen Behörde gem. § 12 Abs. 1, 2 WHG, in dem z.B. Bewirtschaftungs- und Maßnahmenpläne berücksichtigt werden.<sup>37</sup> Es besteht jedoch ein Anspruch darauf, dass dieses Ermessen rechtsfehlerfrei<sup>38</sup> gem. § 40 VwVfG ausgeübt wird, sog. Willkürverbot<sup>39</sup>.

Regelmäßig wird jedoch dennoch davon auszugehen sein, dass die Behörde nicht hinsichtlich der grundsätzlichen Möglichkeit einer Genehmigung für die Abwassereinleitung befinden kann, sondern nur hinsichtlich der bestimmenden Nebenbestimmungen und Auflagen.<sup>40</sup>

In die gerichtlich überprüfbare<sup>41</sup> Ermessensausübung einzustellen sind:

- Einwirkungen auf Gewässer werden durch Inhalts- und Nebenbestimmungen so begrenzt, dass keine schädlichen Gewässeränderungen zu erwarten sind,
- Menge und Schädlichkeit des Abwassers werden entsprechend dem Stand bzw. allgemein anerkannten Regeln der Technik so gering wie möglich gehalten (entsprechend §§ 57, 58 WHG),
- Errichtung, Betrieb und Unterhaltung der Abwasseranlage erfolgt gem. § 60 Abs. 1 WHG gem. dem Stand der Technik (Industrieparkkläranlage) bzw. allgemein anerkannten Regeln der Technik (sonstige Anlagen),
- Einwirkungen auf das – auch künftige<sup>42</sup> – Wohl der Allgemeinheit<sup>43</sup>, insbesondere §§ 27, 47 WHG, den Gewässerzustand gem. Oberflächengewässerverordnung, Grundwasserverordnung, der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung sowie Konflikte mit den Bewirtschaftungszielen sind nicht zu erwarten, und
- Einhaltung der allgemeinen Sorgfaltspflichten gem. § 5 Abs. 1 WHG und der materiellen Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung gem. § 6 WHG sind gewährleistet.

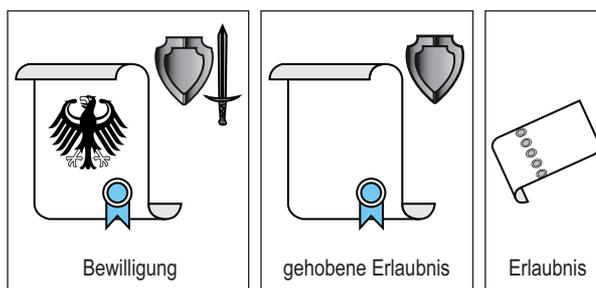


Im Umkehrschluss bedeutet das:

Nicht einzustellen in das Ermessen sind industrielle Belange wie Gewinnmaximierung, Umsatzeinbußen oder die Schaffung oder Erhaltung von Arbeitsplätzen. Selbst Existenzvernichtung eines Industriebetriebs ist nicht zwingend ein Argument<sup>44</sup>.

### 1.2.3.2 Genehmigungskategorien

Nachdem der Typus der Einleitung feststeht, ist die eigentliche wasserrechtliche Genehmigung zur Einleitung, also Direkt- oder Indirekteinleitung, nochmals in drei Kategorien unterteilt, die nach der „Stärke“ des Rechts bzw. der Befugnis getrennt sind, vgl. Bild 1.3:



**Bild 1.3** Klassen von Genehmigungen (Wiederholung von S. 5)

1. die Bewilligung nach § 10 Abs. 1 Alt. 2 WHG i.V.m. § 14 WHG<sup>45</sup>  
Die Bewilligung verleiht dem Inhaber nicht nur die Befugnis, ein Gewässer zu benutzen, also einzuleiten, sondern ein stärkeres subjektiv-öffentliches Recht, das der Inhaber gegen Dritte verteidigen kann und damit privatrechtliche Abwehransprüche ausschließt, § 16 Abs. 2 WHG. Der Widerruf ist im Übrigen nur unter bestimmten Voraussetzungen zulässig.  
Dieses Recht wird für industrielle Abwassereinleiter bereits kraft Gesetzes nicht verliehen und bleibt daher außer Betracht, § 14 Abs. 1 Nr. 3 i.V.m. § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG.
2. die gehobene Erlaubnis nach § 10 Abs. 1 Alt. 1 i.V.m. § 15 Abs. 1 WHG<sup>46</sup>  
Die gehobene Erlaubnis kann bei einem öffentlichen Interesse oder einem berechtigten Interesse des Benutzers unter Öffentlichkeitsbeteiligung erteilt werden, es verleiht einen Schutz gegenüber Dritten, § 16 Abs. 1 WHG, jedoch kein subjektiv-öffentliches