gwf edition

Hrsg. K.-H. Rosenwinkel, U. Austermann-Haun, S. Köster, M. Beier

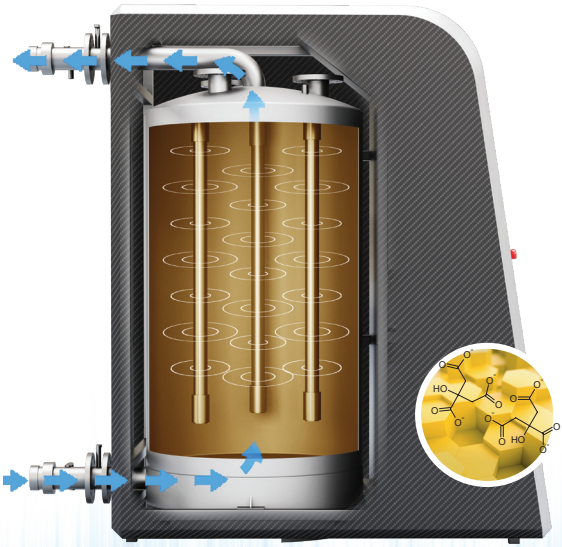
Taschenbuch der Industrieabwasserreinigung

Vulkan Verlag

VTA mudinator®

Bringt Schwung in Ihren Schlamm.

we clean water

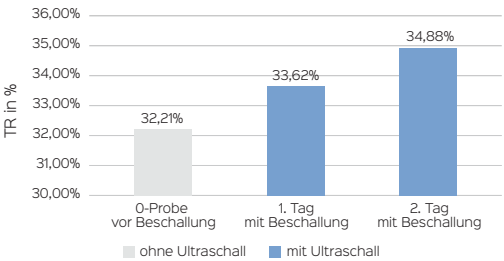


- Veränderung der Schlammstruktur
- Schlammeigenschaften werden für Polymerzugabe optimiert
- Sehr geringer Energieeinsatz
- Es findet keine Desintegration statt
- Entwässerungsergebnis kann bis zu 5 %-Punkte verbessert werden.

ÖKO? LOGISCH! ÖKONOMISCH.
Refinanziert in nur zwei Jahren.*

Optimierter Betrieb in Kombination mit VTA Biocitran®
Durch entstehende Synergieeffekte lässt sich der Faulschlamm noch effektiver entwässern – Polymerverbrauch verringert sich.

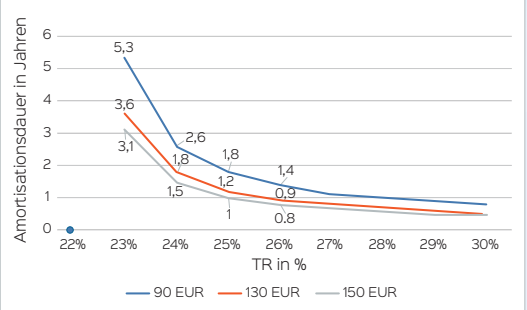
ENTWÄSSERUNGSERGEBNISSE



Trockenrückstand der 0-Probe bzw. durchschnittlicher Trockenrückstand (TR) bei Ultraschallbehandlung am 1. und 2. Versuchstag

- Zu entwässernder Schlamm: Faulschlamm
- Entwässerungsaggregat: Zentrifuge
- Durchsatzmenge auf 10 m³/h erhöht
- Trockensubstanzgehalt im Rohschlamm 2,9 %
- Durch Einsatz von VTA mudinator® konnte das Entwässerungsergebnis um durchschnittlich ca. 2 Prozentpunkte bzw. maximal um 4,4 Prozentpunkte gesteigert werden

*AMORTISATIONSRECHNUNG



BERECHNUNGSGRUNDLAGE

- 50.000 EW
- Feststoffaustrag von 3 Tonnen pro Tag
- Entwässerungsergebnis derzeit bei 22 % TR
- Entsorgungsmenge von 4.964 Tonnen pro Jahr
- Entsorgungskosten von 90€, 130€ und 150€ / t
- Energiekosten von 0,15€ / kWh

VTA Deutschland GmbH
Henneberger Str. 1
94036 Passau
Tel: +49 851 988 98-0
Mail: vta@vta.cc
www.vta.cc

Vulkan Verlag

Taschenbuch der Industrieabwasserreinigung

Vulkan Verlag

Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Rosenwinkel, Prof. Dr.-Ing. Ute Austermann-Haun,
Prof. Dr.-Ing. Stephan Köster, Dr.-Ing. Maike Beier

Taschenbuch der Industrieabwasserreinigung

Ein Taschenbuch für die Praxis

2. Auflage 2020

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über **www.dnb.de** abrufbar.

Taschenbuch der
Industrieabwasserreinigung
Ein Taschenbuch für die Praxis
Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Rosenwinkel, Prof. Dr.-Ing. Ute Austermann-Haun,
Prof. Dr.-Ing. Stephan Köster, Dr.-Ing. Maike Beier
2. Auflage 2020

ISBN: 978-3-8356-7398-4 (Print)
ISBN: 978-3-8356-7399-1 (eBook)

© 2020 Vulkan-Verlag GmbH
Friedrich-Ebert-Straße 55, 45127 Essen, Deutschland
Telefon: +49 201 820 02-0, Internet: www.vulkan-verlag.de

Projektmanagement: Tatjana Holzenhauer, Vulkan-Verlag GmbH, Essen
Schriftleitung: Jakub Krajewski, ISAH, Hannover
Lektorat: Tatjana Holzenhauer, Vulkan-Verlag GmbH, Essen
Herstellung: Nilofar Mokhtarzada, Vulkan-Verlag GmbH, Essen
Umschlaggestaltung: Melanie Zöller, Vulkan-Verlag GmbH, Essen
Titelbild: Adobe Stock
Satz: Veronika Koppers, Vulkan-Verlag GmbH
Druck: Scandinavianbook GmbH, Neustadt a. d. Aisch

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen. Der Erwerb berechtigt nicht zur Weitergabe des eBooks an Dritte.

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 Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Vorwort 2. Auflage

Seit dem Erscheinen der 1. Auflage des Taschenbuches der Industrieabwasserreinigung im damaligen Oldenbourg Verlag sind mittlerweile mehr als 25 Jahre vergangen. Die damals erschienene 1. Auflage wurde auf Initiative von Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans Rüffer von den Herausgebern Rüffer und Rosenwinkel bearbeitet. Zu dem damaligen Zeitpunkt war es eins der wenigen zusammenhängenden Werke, das sich mit der gesamten Problematik der unterschiedlichen Industrieabwässer befasst hat. Dazu gehörten neben der Erklärung der wesentlichen Prozesse und zughörigen Anfallstellen der Abwässer die Möglichkeiten durch innerbetrieblich Maßnahmen Mengen und Frachten zu reduzieren, bevor diese der Abwasserbehandlung zugeführt wurden. Weiterhin wurden die maßgeblichen Anforderungen für die verschiedenen Branchen im Hinblick auf die einzuhaltenden Konzentrationen sowohl für die Direkt- als auch für Indirekteinleiter benannt. Besonders hervorzuheben waren dabei die Begrenzungen für gefährliche Stoffe. Abgerundet wurde das Werk durch eine Vielzahl von Beispielen ausgeführter Anlagen. Das Werk wurde sehr gut angenommen und auch in die polnische Sprache übersetzt. Es wird heute noch von vielen Industriebetrieben, Anlagenbauern und Ingenieurbüros als Nachschlagewerk für die industrielle Abwasserbehandlung genutzt. Die trotz Internet und vielfältiger elektronischer Informationsquellen häufigen Nachfragen nach einem solchen Kompendium unter Berücksichtigung der neueren Erkenntnisse und der neueren Gesetzgebung haben den Vulkan-Verlag und die Herausgeber dazu veranlasst, hier einen neuen Stand dieses Taschenbuches zu erstellen. Dabei sollten die ursprünglichen Vorgaben einer umfassenden Darstellung möglichst aller Industriebranchen, deren Abwasserverhältnisse und der erprobten produktionsintegrierten Maßnahmen und Abwasserbehandlungsverfahren beibehalten werden. Es ist den Herausgebern gelungen 40 kompetente Autoren für die unterschiedlichen Bereiche zu gewinnen und diese auf den heutigen Stand zu bringen. Ergänzend wurden in dieser 2. Auflage des Taschenbuchs neben einer umfassenderen Darstellung der gesetzlichen Anforderungen und der Verfahren der Behandlung einige Sonderpunkte der heutigen Industrieabwasserbehandlung, wie z. B. Abwässer aus Industrieparks, Schiffsabwässer, Laborabwässer, Abwässer der Automobilindustrie, Krankenhausabwässer, Photovoltaikabwässer und hygienische Aspekte oder auch Zero-Liquid-Verfahren mit aufgenommen. Außerdem wurde bei den Anforderungen ein Kapitel zu ausgewählten Spurenstoffen und Keimen ergänzt. Die Herausgeber und die Schriftleiter möchten sich beim Vulkan-Verlag – insbesondere

bei Frau Holzenhauer – für die sorgsame Bearbeitung und bei allen Autoren für die zügige Lieferung der Manuskripte und das Akzeptieren von notwendigen Kürzungen und Änderungsvorschlägen ganz herzlich bedanken.

Am Ende des Buches finden Sie eine Übersicht der beteiligten Autorinnen und Autoren sowie der Herausgeberinnen und Herausgeber mit Kontaktdaten.

Herausgeber: K.-H. Rosenwinkel, U. Austermann-Haun, S. Köster, M. Beier

Schriftleitung: J. Krajewski

Hannover, im Oktober 2019

Herausgeber:
Karl-Heinz Rosenwinkel, Ute Austermann-Haun, Stephan Köster, Maike Beier

Schriftleitung:
Jakub Krajewski

Taschenbuch der Industrieabwasserreinigung
2. Auflage

unter Mitarbeit von

Angela Ante	(Kapitel 3.1, 3.2)
Konstantinos Athanasiadis	(Kapitel 4.4)
Matthias Barjenbruch	(Kapitel 4.9)
Sonja Bauer	(Kapitel 8.2)
Justus Behnisch	(Kapitel 8.2)
Christoph Blöcher	(Kapitel 3.2, 8.1)
Jörg Brinkmeyer	(Kapitel 10.6)
Cynthia Caicedo	(Kapitel 2.4.4)
Alvaro Carozzi	(Kapitel 4.3)
Anna Dell	(Kapitel 8.2)
Markus Engelhart	(Kapitel 3.4, 10.8)
Rüdiger Eppers	(Kapitel 10.6)
Veit Flöser	(Kapitel 4.6, 9.1, 9.3, 9.4, 10.5)
Peter Hartwig	(Kapitel 6.1)
Hans-Joachim Jördening	(Kapitel 4.1)
Christian Koll	(Kapitel 2.4.2)
Matthias Kozariszczuk	(Kapitel 10.1, 10.2, 10.3)
Roland Lange	(Kapitel 5.1, 5.2)
Martin Lebek	(Kapitel 6.3, 6.4)
Hans-Joachim Linke	(Kapitel 8.2)
Joachim M. Marzinkowski	(Kapitel 7.2)
Jörg W. Metzger	(Kapitel 2.4.1)
Rüdiger Miller	(Kapitel 10.4)
Holger Mlasko	(Kapitel 4.5)
Christian H. Möbius	(Kapitel 7.1)
Regina Nogueira	(Kapitel 2.4.4)
Otto Nowak	(Kapitel 4.8, 10.7)
Thorsten Pollatz	(Kapitel 5.3)
Andrea Poppe	(Kapitel 2.2.1)
Andreas Rak	(Kapitel 6.3, 6.4)
Almut Reichart	(Kapitel 2.1)
Niklas Trautmann	(Kapitel 5.5)

Martin Wagner	(Kapitel 8.2)
Dirk Weichgrebe	(Kapitel 8.4)
Ekkehard Werner	(Kapitel 6.2)
Ludz Wilkening	(Kapitel 5.4)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 2. Auflage V

1 Planungsvoraussetzungen für Abwasserbehandlungsanlagen von Industrie- und Gewerbebetrieben 17

1.1 Allgemeines 19
1.2 Angaben zum Betrieb und zur Produktion 20
1.3 Angaben zum Wasserbezug und zur Wasseraufbereitung 20
1.4 Angaben zur Abwassermenge und -verschmutzung 21

2 Anforderungen an die Abwasserqualität 25

2.1 Gesetzlicher Hintergrund 27
2.1.1 Einleitung 27
2.1.2 Der Europäische Rechtsrahmen 28
2.1.3 Abwassermanagement in Deutschland – kombinierter Ansatz (Qualitätsanforderungen vs. Emissionsanforderungen) 31
2.1.4 Schutzgutbezogene Anforderungen des Gewässerschutzes, der Gewässerbewirtschaftung und der Abwasserbeseitigung 33
2.1.5 Anlagenbezogener Gewässerschutz beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen 35
2.1.6 Einhaltung der Anforderungen an das Einleiten von Abwasser – Abwasserverordnung (AbwV) 37
2.1.7 Verordnung zur Regelung des Verfahrens bei der Zulassung und Überwachung industrieller Abwasserbehandlungsanlagen und Gewässerbenutzungen (Industrieklaranlagen- Zulassungs- und Überwachungsverordnung – IZÜV) 39
2.1.8 Abwasserabgabengesetz 41
2.1.9 Vermeidung industriellen Abwassers und Begrenzung der Abwassermenge 43
2.1.10 Rückgewinnung von Industrieabwasser als Rohstoff 43
2.1.11 Neue Aufgaben 44
2.2 Indirekteinleiter 46
2.2.1 Merkblatt M 115 der DWA 46
2.2.2 Gebühren und Starkverschmutzerzuschläge 52
2.3 Direkteinleiter 65
2.3.1 Allgemeines 65
2.3.2 BREFs und BVT-Schlussdokumente 65
2.3.3 Spezielle Anforderungen und Anhänge der AbwV 67
2.4 Ausgewählte Spurenstoffe und Keime 74

2.4.1 Organische Spurenstoffe aus Industrie und Gewerbe 74
2.4.2 Hygiene und Wiederverwendung in der Lebensmittelindustrie 85
2.4.3 Biozide in Fassadenfarben 92
2.4.4 Legionellen in industriellen Abwasseranlagen 94

3 Verfahren zur Industrieabwasserbehandlung 107

3.1 Wasser in der Industrie 109
3.2 Chemisch-physikalische und thermische Verfahren 111
3.2.1 Chemische Verfahren 113
3.2.2 Physikalische Verfahren 128
3.2.3 Thermische Verfahren 142
3.3 Biologische Verfahren 147
3.3.1 Einleitung 147
3.3.2 Besonderheiten und Probleme 147
3.3.3 Aerobe biologische Verfahren 150
3.3.4 Anaerobe Verfahren 163
3.4 Entsalzungstechnologien und Wasserkreislaufführung (Reuse / Recycling) 170
3.4.1 Einleitung 170
3.4.2 Wasserwieder- und -weiterverwendung 171
3.4.3 Technologien zur Mehrfach- oder Kreislaufnutzung 172
3.4.4 Neue Entwicklungen in den Membranverfahren 183
3.4.5 Zero Liquid Discharge (ZLD) 187

4 Betriebe der Lebensmittelindustrie 193

4.1 Zuckerherstellung 195
4.1.1 Allgemeines 195
4.1.2 Wässer und Abwässer der Zuckerfabrikation 196
4.1.3 Wasserbilanzen 199
4.1.4 Abwasserreinigung 200
4.2 Stärkefabriken 208
4.2.1 Allgemeines 208
4.2.2 Produktionsverfahren 210
4.2.3 PIUS 218
4.2.4 Stoffliche Verwertung von Kartoffelfruchtwasser 221
4.2.5 Verfahrenstechnik der Abwasserbehandlung 222
4.3 Gemüse und Obst 228
4.3.1 Allgemeines 228
4.3.2 Produktionsverfahren 228
4.3.3 Abwasseranfall- und Inhaltsstoffe 231
4.3.4 PIUS 236

4.3.5 Abwasserreinigung 237
4.3.6 Beispiel einer Anlage 238
4.4 Kartoffelveredelungsindustrie 241
4.4.1 Allgemeines 241
4.4.2 Produktionsverfahren 242
4.4.3 Abwasseranfall 244
4.4.4 Abwasserreinigung 246
4.4.5 Wasserrecycling 249
4.5 Gewinnung und Verarbeitung von Speisefetten und -ölen 251
4.5.1 Allgemeines 251
4.5.2 Verfahren zur Gewinnung, Raffination und Verarbeitung von Speisefetten und -ölen 252
4.5.3 Abwasseranfall 258
4.5.4 Abwasserinhaltsstoffe und -schmutzfrachten 259
4.5.5 Innerbetriebliche Maßnahmen 262
4.5.6 Abwasserreinigung 264
4.6 Backwarenherstellung 270
4.6.1 Allgemeines 270
4.6.2 Abwasseranfallstellen 270
4.6.3 Abwassermenge und -beschaffenheit 271
4.6.4 Abwasservorbehandlung 273
4.7 Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetriebe 276
4.7.1 Allgemeines 276
4.7.2 Produktionsverfahren 276
4.7.3 Abwasseranfall und -inhaltsstoffe 282
4.7.4 PIUS 286
4.7.5 Abwasserreinigungsverfahren 286
4.8 Milchverarbeitung 293
4.8.1 Allgemeines 293
4.8.2 Produktionsverfahren 294
4.8.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe 296
4.8.4 Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) 298
4.8.5 Abwasserreinigung mit Beispielen 300
4.9 Fischverarbeitung 312
4.9.1 Allgemeines 312
4.9.2 Produktionsverfahren 312
4.9.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe 315
4.9.4 Produktionsintegrierter Umweltschutz in der Fischverarbeitung 317
4.9.5 Abwasserreinigung 318
4.9.6 Schlammbehandlung 326
4.9.7 Beispiele ausgeführter Anlagen 327

5 Getränkeindustrie und Gärungsgewerbe 333

5.1 Mineralbrunnen, Erfrischungsgetränke und Fruchtsaft 335
5.1.1 Allgemeines 335
5.1.2 Produktionsverfahren 335
5.1.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe 336
5.1.4 PIUS 340
5.1.5 Abwasserreinigung 342
5.2 Brauereien 351
5.2.1 Allgemeines 351
5.2.2 Produktionsverfahren 351
5.2.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe 354
5.2.4 PIUS 355
5.2.5 Abwasserreinigung 357
5.2.6 Beispiele 361
5.3 Weinbereitung 367
5.3.1 Allgemeines 367
5.3.2 Produktionsverfahren 367
5.3.3 Anfall und Beschaffenheit von Abwässern der Weinbereitung ... 369
5.3.4 Abwasserbehandlung 375
5.3.5 Abwasserbehandlung in kommunalen Anlagen 378
5.3.6 Produktionsintegrierter Umweltschutz bei der Wein- und Sektbereitung 379
5.4 Brennereien und Spirituosenbereitung 382
5.4.1 Allgemeines 382
5.4.2 Produktionsverfahren 383
5.4.3 Abwasseranfall und Abwasserinhaltsstoffe 387
5.4.4 Abwasserreinigung 392
5.5 Hefeindustrie und Melassebrennereien 396
5.5.1 Allgemeines 396
5.5.2 Produktionsverfahren 396
5.5.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe 397
5.5.4 PIUS 400
5.5.5 Abwasserreinigung 401

6 Tiererzeugungs- und -verwertungsbetriebe 407

6.1 Fischintensivtierhaltungen 409
6.1.1 Allgemeines 409
6.1.2 Begriffsbestimmungen 410
6.1.3 Produktionsverfahren 412
6.1.4 Abwassertechnische Bewertung 414
6.1.5 Abwasserbehandlung 416

6.1.6 Zukunftsfähigkeit der Aquakulturen am Beispiel von Binnen-Meeresfischzucht ... 418
6.2 Lederfabriken ... 421
6.2.1 Allgemeines ... 421
6.2.2 Produktionsverfahren ... 421
6.2.3 Wassermanagement ... 422
6.2.4 PIUS ... 429
6.2.5 Abwasserreinigung ... 430
6.2.6 Beispielanlage ... 434
6.3 Darmbearbeitungsbetriebe ... 437
6.3.1 Allgemeines ... 437
6.3.2 Produktionsverfahren ... 437
6.3.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe ... 439
6.3.4 Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) ... 441
6.3.5 Abwasserreinigung ... 442
6.4 Zubereitungsbetriebe für Tierhaare, Borsten und Federn ... 444
6.4.1 Allgemeines ... 444
6.4.2 Produktionsverfahren ... 444
6.4.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe ... 445
6.4.4 Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) ... 447
6.4.5 Abwasserreinigung ... 448
6.5 Verarbeitung tierischer Nebenprodukte ... 449
6.5.1 Allgemeines ... 449
6.5.2 Produktionsverfahren ... 450
6.5.3 Abwasserinhaltsstoffe und -belastungen ... 451
6.5.4 Abwasserreinigungsverfahren ... 452

7 Papier-, Zellstoff- und Textilfabriken ... 457

7.1 Papier- und Zellstofffabriken ... 459
7.1.1 Allgemeines ... 459
7.1.2 Produktionsverfahren ... 459
7.1.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe ... 466
7.1.4 Schmutzfrachten ... 469
7.1.5 Innerbetriebliche Maßnahmen ... 473
7.1.6 Abwasserreinigung ... 478
7.2 Textilabwasser ... 486
7.2.1 Allgemeines ... 486
7.2.2 Herkunftsbereiche des Abwassers ... 487
7.2.3 Verfahren der Abwasserreinigung ... 497
7.2.4 Produktionsintegrierter Umweltschutz ... 501

8 Chemische, pharmazeutische und verwandte Industrie 505

8.1 Chemische Industrie, Chemieparks 507
8.1.1 Allgemeines 507
8.1.2 Produktionsverfahren 510
8.1.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe 515
8.1.4 Abwassermanagement in Chemieparks 518
8.1.5 PIUS, Wasserwiederverwendung und Stoffrückgewinnung 520
8.1.6 Vorbehandlung von Abwasserteilströmen 524
8.1.7 Anaerobe biologische Abwasserreinigung 527
8.1.8 (Finale) aerobe biologische Abwasserreinigung 530
8.1.9 Eindampfung und Abwasserverbrennung 537
8.2 Pharmaindustrie 542
8.2.1 Markt 542
8.2.2 Standorte 542
8.2.3 Produktionsverfahren, Wasserbedarf und Abwasseranfall 543
8.2.4 Abwasserreinigung und Wasserwiederverwendung 548
8.2.5 Behandlung von Abwasser aus der Pharmaindustrie am Beispiel der Bayer AG am Standort Bergkamen (Deutschland) . 550
8.3 Erdölraffinerien 554
8.4 Abwässer aus der Erdöl- und Erdgasgewinnung insbesondere aus Flowback 561
8.4.1 Allgemeines 561
8.4.2 Produktionsverfahren 563
8.4.3 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe 565
8.4.4 Abwasserreinigung und Wasserwiederverwendung 569

9 Abwasser aus Transportgewerbe und Infrastruktur 579

9.1 Fahrzeugwäsche 581
9.1.1 PKW-Wäsche 581
9.1.2 Kreislaufführung von Waschwasser 581
9.1.3 Nutzfahrzeugwäsche 582
9.1.4 Räderwäsche 583
9.1.5 Schienenfahrzeuge 584
9.2 Schiffsabwässer 587
9.2.1 Hintergrund 587
9.2.2 Schwarz- und Grauwasser 587
9.2.3 Bilgenwasser 593
9.2.4 Ballastwasser 595
9.2.5 Zusätzliche Sonderabwasserströme 598
9.2.6 Ausblick 598
9.3 Laborabwasser 601

9.3.1 Allgemeines ... 601
9.3.2 Gefährdungsabschätzung ... 601
9.3.3 Biologische und biochemische Laboratorien ... 602
9.3.4 Entsorgung von Flüssigrückständen ... 603
9.3.5 Abwasserbehandlung ... 603
9.3.6 Einzelne Laborarten ... 604
9.4 Krankenhausabwasser ... 608
9.4.1 Allgemeines ... 608
9.4.2 Abwasseranfallstellen, Abwasserinhaltsstoffe, Maßnahmen ... 609
9.4.3 Krankenhaustypische Abwasserinhaltsstoffe ... 615

10 Abwasser mit anorganischen Inhaltsstoffen ... 623

10.1 Definitionen ... 625
10.2 Eisen- und Stahlindustrie ... 627
10.2.1 Kokserzeugung ... 627
10.2.2 Roheisenerzeugung ... 627
10.2.3 Stahlherstellung ... 629
10.2.4 Stahlumformung ... 630
10.2.5 Gießereien ... 631
10.3 Nichteisenmetallindustrie ... 633
10.4 Galvanisierung ... 636
10.4.1 Galvanisierbetriebe ... 636
10.4.2 Galvanisierverfahren ... 637
10.4.3 Umweltauswirkungen ... 641
10.4.4 Ausblick ... 646
10.5 Druckereien ... 649
10.5.1 Offsetdruck (Flachdruck) ... 649
10.5.2 Hochdruck ... 650
10.5.3 Siebdruck ... 652
10.6 Automobilindustrie ... 655
10.6.1 Allgemeines ... 655
10.6.2 Abwasseranfall und Inhaltsstoffe ... 657
10.6.3 Abwasserbehandlung und Vermeidung ... 662
10.6.4 Beispielanlagen ... 666
10.6.5 Ausblick ... 678
10.7 Keramische Industrie ... 681
10.7.1 Allgemeines ... 681
10.7.2 Produktionsverfahren ... 681
10.7.3 Wassereinsatz, Abwasseranfall und Inhaltsstoffe ... 682
10.7.4 Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) ... 683
10.7.5 Abwasserreinigung ... 683
10.8 Abwasser aus der Herstellung von Solarzellen (Photovoltaik) ... 686

10.8.1 Allgemeines 686
10.8.2 Abwasser aus der Herstellung siliziumbasierter Wafer 687
10.8.3 Abwasser aus der Herstellung von Dünnschichtsolarzellen 693
10.8.4 Konzepte zur Wasserkreislaufführung 696

Abkürzungsverzeichnis 701

Stichwortverzeichnis 723

Autorenverzeichnis 737

Inserentenverzeichnis 743

1 Planungsvoraussetzungen für Abwasserbehandlungsanlagen von Industrie- und Gewerbebetrieben

1.1 Allgemeines

Karl-Heinz Rosenwinkel

Ein Industriebetrieb bezieht im einfachsten Fall Trinkwasser aus einem öffentlichen Versorgungssystem und liefert zumindest Sanitärabwasser, das dann in die Kanalisation abgeleitet werden kann. Die Mehrzahl der Betriebe verwendet jedoch Wasser aus dem Netz oder häufig auch aus eigenen Brunnen im Produktionsprozess oder als Kühlwasser. Je nach Beschaffenheit der Abwässer und Anschlussmöglichkeiten an eine öffentliche Kanalisation (Indirekteinleiter) bedarf es einer eventuellen Vorbehandlung oder der Vollreinigung (Direkteinleiter). Für die Planung einer Abwasserbehandlungs- oder -vorbehandlungsanlage werden im Wesentlichen folgende Daten und Angaben von dem Industriebetrieb benötigt:

- personelle und betriebliche Angaben über die Produktionsstätte und den Produktionsprozess, die Kapazität und Auslastung sowie eventuell geplante Erweiterungsabsichten,
- Angaben über den Wasserverbrauch und den Abwasseranfall sowie die für die Planung notwendigen Analysenwerte der organischen und anorganischen Verschmutzung und der Schmutzfrachten, der pH- und Temperaturwerte,
- Angaben über die geforderten Ablaufwerte der Anlage als Direkt- oder Indirekteableiter sowie über die geplante Durchführung der Probenahme und Analytik für die Überwachung und über eventuelle Forderungen an eine Mess- und Übergabestation,
- Angaben über mögliche innerbetriebliche Maßnahmen zur Vermeidung des Überganges von Störstoffen in das Abwasser und zur Verminderung der Schmutzfracht,
- rechtliche Vorgaben und Forderungen der kommunalen Entwässerungsträger in Form einer Entwässerungssatzung und Gebührensatzung oder einer Verbandssatzung, sowie der Forderungen der Genehmigungs- und Fachbehörden,
- Angaben zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer Abwasserbehandlungsanlage, wie Abwassergebühren und beiträge, Verschmutzungszuschläge und Abwasserabgaben,
- Angaben über mögliche Standorte der Behandlungsanlage und Führung der Zu- und Ableitungen mit Bewertung der Baugrundverhältnisse und der geodätischen Höhenlagen und Markierungen der Einleitungsstellen.

Die vorab zusammengefasst aufgeführten notwendigen Daten und Angaben für die Planung einer Abwasserbehandlungsanlage werden im Folgenden näher erläutert.

1.2 Angaben zum Betrieb und zur Produktion

Karl-Heinz Rosenwinkel

Die Datenzusammenstellung in Anlehnung an das Arbeitsblatt DWA-A 712 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) umfasst:

- genaue Betriebsanschrift, Betriebsleiter, Gewässerschutzbeauftragter,
- zuständige Wasserbehörden,
- Produktionsangaben:
  - Produktionsprogramm,
  - Produktionsablauf,
  - Produktionszeiten,
  - Stillstand- und Wartungszeiten,
  - Saisonzeiten,
  - Zahl der Mitarbeiter,
  - Schichtarbeitsprogramm,
  - zu erwartende Produktionssteigerungen oder -veränderungen.

1.3 Angaben zum Wasserbezug und zur Wasseraufbereitung

Karl-Heinz Rosenwinkel

Die Angaben zum Wasserbezug und zur Wasseraufbereitung umfassen:

- Art der Wasserversorgung und des Wasserbezuges,
- Trinkwasser,
- Kesselspeisewasser,
- Produktionswässer unterschiedlicher Qualitäten,
- Wasserverbleib im Produkt,
- Wassereintrag aus Rohstoffen,
- Wasserverdunstung,
- Wasserkreisläufe,
- Kreislauf- und Abschlämmmengen,

- Art der Wasseraufbereitung (Filter, Ionenaustauscher, Membranverfahren),
- Spül- und Reinigungswasserbedarf und -anfall.

1.4 Angaben zur Abwassermenge und -verschmutzung

Karl-Heinz Rosenwinkel

Die Abwasser-Anfallstellen werden anhand der Produktionsschemata dargestellt; die Darstellung der einzelnen Teilströme erfolgt einschließlich deren chemischer Zusammensetzung und Ableitung. Anzustreben ist die getrennte Erfassung der Abwasserströme, z. B. nach:

- Kühlwasser,
- Niederschlagswasser,
- schwach verschmutztem Produktionsabwasser,
- stark verschmutztem Produktionsabwasser,
- häuslichem Abwasser, wie Sanitär- und Kantinenabwasser.

Darstellung der:

- Abwasserströme (m^3/h, m^3/d, m^3/a),
- Verschmutzungsparameter (z. B. pH-Wert, absetzbare Stoffe, abfiltrierbare Stoffe (AFS), CSB, TOC, Nährsalze: Stickstoff und Phosphor) – und Aufgliederung in partikuläre und gelöste Fraktionen sowie organischen Anteil,
- Schmutzfrachten (kg/h, kg/d, kg/a).

Darstellung von Art, Beschaffenheit, Menge, Anfallstelle und Verbleib von Flüssigkeiten, Schlämmen oder Feststoffen, die nicht mit dem Abwasser abgeleitet werden dürfen.

Darstellung der bestehenden Anlagen zur Niederschlags- und Abwasserableitung und zur Abwasserbehandlung (Pläne, Technische Beschreibungen und Berechnungen, Wirkungsgrade).

Darstellung der Niederschlagseinzugsflächen und des Entwässerungsnetzes:

- Trennsystem,
- Mischsystem,
- Niederschlagswasserableitung.

Darstellung einer möglichen Hochwassersituation:

- Überschwemmungsgebietsgrenzen,
- Rückstauebene im Kanalnetz,
- ggf. Risikopläne zur Überflutung von Produktions- und Verkehrsflächen.

Darstellung der Wertstoff-, Abfall- und Schlammentsorgung:

- Verbleib der Stoffe,
- Massen, Feststoffgehalte, organische Anteile, P-Gehalte.

Darstellung eventueller Wasserschutzzonen.

Es ist zu empfehlen bei der Planung einer Behandlungsanlage die notwendigen Daten in Form eines Fragebogens, z. B. nach dem Arbeitsblatt DWA-A 712 „Allgemeine Hinweise für die Planung von Abwasseranlagen in Industrie- und Gewerbebetrieben“ zu erfassen.

Zusammenstellung von Genehmigungsunterlagen:

- Erlaubnis oder ggf. Bewilligung zur Entnahme oder Einleitung von Wasser/ Abwasser,
- genehmigte Entwurfsunterlagen,
- Planfeststellungsbeschlüsse,
- Genehmigungen nach BImSchG.

Auf die Qualität kommt es an

Filtrationsanlagen müssen zuverlässige Abtrennung und lange Standzeiten garantieren – die Qualität der eingesetzten Membranen ist hierbei von entscheidender Bedeutung.

Die **atech innovations gmbh** bietet mit ihren keramischen Membranen Qualität in jeder Hinsicht: Keramik-Know-how auf dem Stand der Technik, jahrzehntelange Erfahrung mit Werkstoffen und Verfahrenstechnik, Verwendung hochreiner Materialien für weltweit einzigartige Produkte in Spitzenqualität zu bezahlbaren Preisen.

atech innovations gmbh

Am Wiesenbusch 26
45966 Gladbeck, Germany
Tel. +49 (0) 20 43 | 94 34-0
info@atech-innovations.com
www.atech-innovations.com

Literatur

BImschG – Bundes-Immissionsschutzgesetz: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013, BGBl. I S. 1274. Stand: geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019, BGBl. I S. 1943.

DWA-A 712 (2005): Allgemeine Hinweise für die Planung von Abwasseranlagen in Industrie- und Gewerbebetrieben, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

2 Anforderungen an die Abwasserqualität

2.1 Gesetzlicher Hintergrund

Almut Reichart

2.1.1 Einleitung

Gewässer stellen einerseits (Trinkwasser-)ressource und Lebensraum dar, andererseits werden sie als Abwassersenke gebraucht. Diese Nutzungsinteressen auszubalancieren ist Aufgabe der Politik. Diese bedient sich dabei des Ordnungsrechts, zum Teil unterstützt von ökonomischen Steuerungsinstrumenten wie der Abwasserabgabe [Rechenberg 2017 und BMUB/UBA 2017]

Viele Regelungsanforderungen entstammen Richtlinien der EU, die in nationales Recht umzusetzen sind. Zentral ist dabei die Wasserrahmenrichtlinie zu nennen, in deren Tochterrichtlinien Konkretisierungen enthalten sind. Aber nicht nur Anforderungen aus dem Wasserrecht sind einschlägig, auch das Recht des anlagenbezogenen Umweltschutzes, der Chemikaliensicherheit u. v. m. haben eine Verbindung zum Wasser bzw. Abwasser. Dies erschwert eine Beschreibung der rechtlichen Anforderungen an das Wassermanagement und die Abwassereinleitung der Industrie. Daher kann hier nur ein grober Überblick erfolgen.

Bild 1 zeigt ausschnittsweise die einschlägigen Regelungen auf EU-Ebene und deren Pendants im deutschen Recht in Bezug auf das (Ab)Wassermanagement in der Industrie.

Im Folgenden werden nur die für die industrielle Gewässernutzung relevanten Aspekte dargestellt und ihr Zusammenspiel speziell im Hinblick auf industrielles Abwasser diskutiert.

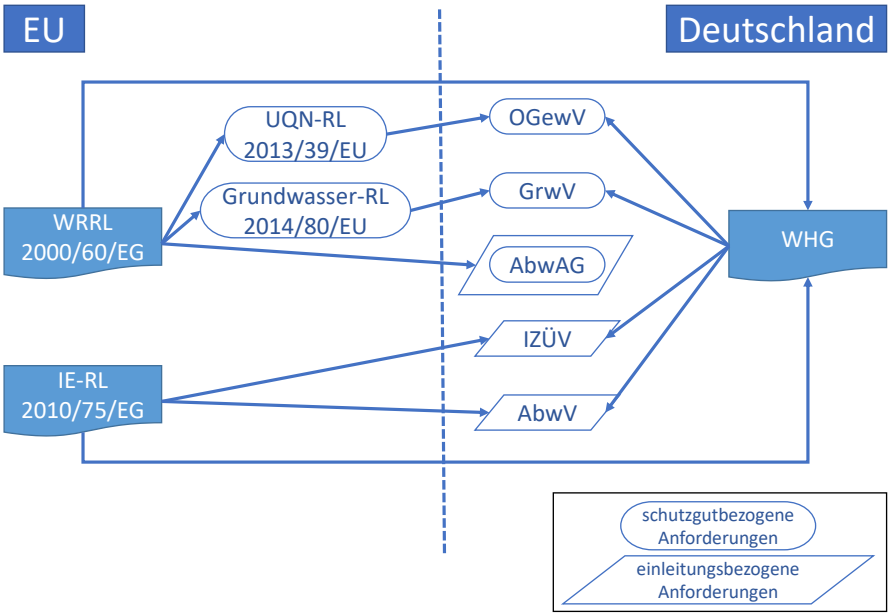


Bild 1: Rechtliche Regelungen in Bezug auf das (Ab-)Wassermanagement in der Industrie auf europäischer und nationaler Ebene [Sandra Leuthold, UBA 2017]

2.1.2 Der Europäische Rechtsrahmen

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Der breite Schutzansatz der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG WRRL) umfasst den Schutz der Oberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers. Zentrales Ziel ist dabei der gute Zustand aller Gewässer im Gemeinschaftsgebiet. Dieses Ziel beinhaltet neben der Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme auch die Vermeidung deren weiterer Verschlechterung. Außerdem verfolgt die WRRL die Strategie der nachhaltigen Wassernutzung auf der Grundlage langfristigen Ressourcenschutzes. Dieser Gewässerschutz hat quantitative und qualitative Dimensionen und verknüpft einen ökologisch geprägten qualitativen Ansatz mit einem wasserwirtschaftlichen quantitätsbezogenen Ansatz.

Von besonderer Bedeutung für Abwassereinleiter ist die Liste prioritärer Schadstoffe, die eine Auswahl von Stoffen und Stoffgruppen enthält, die ein erhebliches Risiko für oder durch die aquatische Umwelt darstellen. Diese Liste befindet sich

im Anhang X der WRRL. Für diese Stoffe sind Maßnahmen zur Begrenzung der Einträge dieser prioritären Stoffe sowie Qualitätsnormen für ihre Konzentration festzulegen.

Die Richtlinien der EU sind für die Mitgliedstaaten verbindlich und bedürfen der Umsetzung in das nationale Recht. Deutschland hat die Vorgaben der WRRL vollständig in das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) überführt ([BMUB/UBA 2017)].

Die §§ 5, 6, 12, 27, 47 und 55 WHG enthalten eine Reihe von allgemeinen Grundsätzen, die auch bei der Abwassereinleitung zu beachten sind. Hierzu gehören z. B. die nachhaltige Gewässerbewirtschaftung, die Wahrung des Wohls der Allgemeinheit und der berechtigten Interessen Einzelner, die Erreichung der Bewirtschaftungsziele („guter Zustand"), die Verhinderung schädlicher Gewässerveränderungen (Verschlechterungsverbot) sowie die Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt ohne unzulässige Verlagerung nachteiliger Auswirkungen von einem Schutzgut auf ein anderes.

Eine besondere Herausforderung für den Gesetzes-/Verordnungsgeber, die Bewirtschaftungsplaner und die Vollzugsbehörden stellt die Verzahnung der zu erreichenden Umweltqualitätsnormen (UQN) und der zur Verfügung stehenden Maßnahmen auf der Stoffzulassungs-, -herstellungs- und -anwendungsebene dar.

Die EU-weit geltende Liste der prioritären Stoffe wurde in der Anlage 8 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) in nationales Recht umgesetzt, Anlage 6 enthält die UQN für sogenannte „flussgebietsspezifische Schadstoffe". Eine grundlegende Maßnahme für die Einhaltung dieser allgemeinen Vorgaben ist die Beachtung der nachfolgend dargelegten Anforderungen an das Einleiten von Abwasser und an Abwasseranlagen.

Die Industrieemissionsrichtlinie (IE-RL)

Für den industriell-gewerblichen Bereich werden die Anforderungen an Abwassereinleiter mehr und mehr von EU-Regelungen bestimmt. So bringt die Industrieemissions-Richtlinie 2010/75/EU aus dem Jahr 2010 – oft auch kurz „IED" genannt – neue materielle Anforderungen auch für deutsche Betriebe. Die Richtlinie legt fest, dass Genehmigung und Betrieb der in Anhang I der IE-RL genannten Industrieanlagen integriert und medienübergreifend nach den besten verfügbaren Techniken (BVT) zu erfolgen haben. D. h., die getrennte Betrachtung von Luftreinhaltung, Gewässerschutz und Abfallvermeidung/-verwertung wird ersetzt durch das Konzept der vorsorgenden produktionsintegrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung. Eine Verlagerung von Umweltbelastungen in andere Umweltmedien wie Luft oder Boden entgegen dem Stand der

Technik ist zu vermeiden. Das zentrale Instrument zur Erreichung dieses Ziels ist die Anwendung der BVT bei der Zulassung von Industrieanlagen.

Die beste verfügbare Technik gemäß Art. 3 IE-RL wird folgendermaßen definiert:

Die „besten verfügbaren Techniken“ sind die effizientesten und fortschrittlichsten Entwicklungsstände der Tätigkeiten und entsprechenden Betriebsmethoden, die bestimmte Techniken als praktisch geeignet erscheinen lassen, als Grundlage für die Emissionsgrenzwerte und sonstige Genehmigungsauflagen zu dienen, um Emissionen in und Auswirkungen auf die gesamte Umwelt zu vermeiden oder, wenn dies nicht möglich ist, zu vermindern. Dabei sind:

- „beste“: die Techniken, die am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind.
- „verfügbare Techniken“: die Techniken, die in einem Maßstab entwickelt sind, der unter Berücksichtigung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses die Anwendung unter in dem betreffenden industriellen Sektor wirtschaftlich und technisch vertretbaren Verhältnissen ermöglicht, gleich, ob diese Techniken innerhalb des betreffenden Mitgliedstaats verwendet oder hergestellt werden, sofern sie zu vertretbaren Bedingungen für den Betreiber zugänglich sind.
- „Techniken“: sowohl die angewandte Technologie als auch die Art und Weise, wie die Anlage geplant, gebaut, gewartet, betrieben und stillgelegt wird.

Für alle wichtigen Industriebranchen veröffentlicht die EU-Kommission fortlaufend sog. BVT-Schlussfolgerungen, die rechtsverbindlich in der EU innerhalb von vier Jahren umzusetzen sind. Darin enthalten sind die mit BVT assoziierten Emissionsbandbreiten, also verbindliche europäische Emissionsstandards sowie allgemeine BVTs, die auch in Deutschland zu fortlaufenden Anpassungen der branchenspezifischen Anhänge der Abwasserverordnung (AbwV) führen.

Die Umsetzung dieser Richtlinie bringt nicht nur neue materielle Anforderungen, sondern fordert in Deutschland eine stärkere Anpassung der wasserrechtlichen Anlagenzulassung an das Immissionsschutzrecht.

Neu ist die Verpflichtung zur Erstellung eines Berichtes über den Ausgangszustand und die entsprechende Pflicht zur Rückführung in den Ausgangszustand. Danach haben Betreiber bestimmter Anlagen seit dem 13. Januar 2013 die Pflicht, bei Neu- und Änderungsgenehmigungen den Zustand des Bodens und des Grundwassers zu beschreiben, wenn in der Anlage bestimmte gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden. Darüber hinaus bestand Umsetzungsbedarf für weitere Regelungen (Vorfälle mit erheblichen Umweltauswirkungen, Informationspflichten gegenüber Behörden, Ausbau und Veröffentlichung von Informationen aus dem Genehmigungsverfahren im Internet) [Dörr 2015].

Die Folge war neben der gesetzlichen Umsetzung in den §§ 54, 57, 60 und 107 WHG die Einführung einer eigenständigen wasserrechtlichen Zulassungsverordnung mit der „Verordnung zur Regelung des Verfahrens bei der Zulassung und Überwachung industrieller Abwasserbehandlungsanlagen und Gewässerbenutzungen (Industriekläranlagen- Zulassungs- und Überwachungsverordnung – IZÜV) [Dörr 2015].

2.1.3 Abwassermanagement in Deutschland – kombinierter Ansatz (Qualitätsanforderungen vs. Emissionsanforderungen)

Im dicht besiedelten und hoch industrialisierten Deutschland hat sich der kombinierte Ansatz aus vorsorgenden Technikanforderungen (BVT) auf der einen Seite und den schutzgutbezogenen Anforderungen (WRRL) auf der anderen Seite gut bewährt. Emissionsstandards nach dem Stand der Technik sichern eine kontinuierliche Frachtreduzierung, vermindern die Schadstoffbelastung der Unterlieger und in den Meeren, erlauben die Berücksichtigung von Verhältnismäßigkeitsgesichtspunkten, erhalten die Technikführerschaft des Standorts Deutschland und eröffnen Exportoptionen. Umweltqualitätsnormen zeigen auf der anderen Seite das Niveau an, das zum Schutz von Mensch (Trinkwasser, Beregnungswasser) und Umwelt (Ökologie und Biodiversität) dauerhaft einzuhalten ist [Rechenberg 2017].

Die Einhaltung von Umweltqualitätsnormen kann über die Anwendung der besten verfügbaren Technik hinausgehende Emissionsbegrenzungen erforderlich machen. Die Einführung verbindlicher Bewirtschaftungsziele (UQN) für die Gewässer hat die Bedeutung der Schutzgüter gestärkt und eine klare Orientierung gegeben, die Notwendigkeit vorsorgender Frachtreduzierungen gefährlicher Stoffe jedoch nicht in Frage gestellt [Rechenberg 2017].

Wasserrechtliche Erlaubnis

Nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) stellt das Einleiten von Stoffen in ein Gewässer eine Benutzung dar. Das gilt auch und gerade für das direkte Einleiten von behandeltem Abwasser, denn es trägt zur stofflichen Belastung des Gewässers bei. Dafür ist eine behördliche Erlaubnis erforderlich (§ 8 WHG). Abwassereinleitungen in ein Gewässer sind also grundsätzlich verboten. Dieses Verbot kann die zuständige Wasserrechtsbehörde jedoch im Einzelfall auf Antrag durch eine Erlaubnis im Sinne einer Unbedenklichkeitsbescheinigung aufheben (repressives Verbot mit Befreiungsvorbehalt).

Es besteht kein Rechtsanspruch auf die Erlaubnis, da diese dem Bewirtschaftungsermessen der zuständigen Behörde unterliegt (§ 12 Abs. 2 WHG). Seit 1976 werden bundesweit geltende Mindestanforderungen an das Einleiten von

Abwasser in Gewässer und somit an Abwasseranfall, -vermeidung und -behandlung gestellt. Die Mindestanforderungen sind in § 57 (Einleitung von Abwasser in Gewässer – sogenannte Direkteinleitung) des WHG festgelegt. Grundlage dieser Mindestanforderungen ist seit 1996 der Stand der Technik (siehe Anlage 1 zum WHG). Die zulässige Schadstofffracht bestimmt sich danach, wie für die jeweilige Branche die Emissionen in das Wasser bei Einhaltung technisch und wirtschaftlich durchführbarer fortschrittlicher Verfahren minimiert werden können. Diese Mindestanforderungen nach dem Stand der Technik gelten unabhängig von der örtlichen Situation eines Einleiters.

Grundlagen der Beurteilung von Abwassereinleitungen

Bei der Beurteilung von Abwassereinleitungen und von Abwasserbehandlungsanlagen sind grundsätzlich folgende Aspekte durch die Wasserrechtsbehörde zu prüfen, auf die nachfolgend näher eingegangen wird:

1. Einhaltung der schutzgutbezogenen Anforderungen des Gewässerschutzes, der Gewässerbewirtschaftung und der Abwasserbeseitigung (§§ 5, 6, 12, 27, 47 und 55 WHG),
2. Einhaltung der vorsorgenden technikbezogenen Anforderungen an das Einleiten von Abwasser (§ 57 WHG),
3. Einhaltung der Anforderungen an Abwasseranlagen (§ 60 WHG).

Die Erlaubnis wird widerruflich erteilt (§ 18 Abs. 1 WHG). Sie gewährt die Befugnis, ein Gewässer zu einem bestimmten Zweck in einer nach Art und Maß bestimmten Weise zu benutzen (§ 10 Abs. 1 WHG). Im Erlaubnisbescheid wird der Zweck der Gewässerbenutzung ausgewiesen. Art und Maß der Benutzung werden dort durch die Auflistung der Planunterlagen, die Beschreibung der Abwasseranlagen sowie durch die Inhalts- und Nebenbestimmungen, insbesondere die Auflagen für die Abwassereinleitung, definiert. Entsprechend müssen Benutzungszweck und -umfang im Erlaubnisantrag ausreichend und prüffähig beschrieben werden [LfU Bayern 2014].

Einhaltung der Anforderungen an Abwasseranlagen (§ 60 WHG)

Während die Anforderungen an die Abwassereinleitung gemäß § 57 WHG auf die Einhaltung der zulässigen Menge und Schädlichkeit des Abwassers zielen, definiert § 60 WHG den Anforderungsrahmen für die dazu erforderlichen Abwasseranlagen. Erfasst wird neben der Errichtung und dem Betrieb der Anlagen auch deren Unterhaltung.

Es muss sichergestellt sein, dass die Anforderungen an die Abwasserbeseitigung eingehalten werden. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind

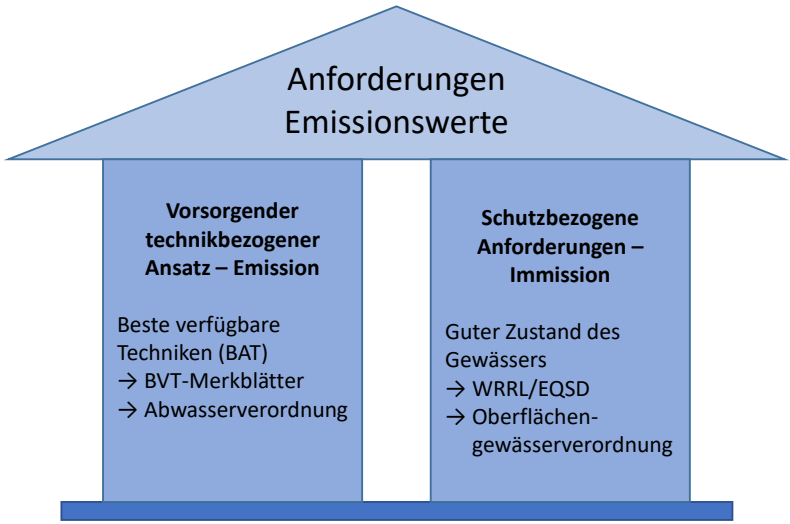


Bild 2: Die zwei Säulen der Anforderungen an das Einleiten von Abwasser [Döpper 2018]

zu beachten und es ist sicherzustellen, dass Abwasserbehandlungsanlagen im Sinne von § 60 Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 WHG nach dem Stand der Technik errichtet, betrieben und unterhalten werden, um eine Entsprechung zu den „Besten verfügbaren Techniken“ im Sinne der IED zu haben.

2.1.4 Schutzgutbezogene Anforderungen des Gewässerschutzes, der Gewässerbewirtschaftung und der Abwasserbeseitigung

Oberflächengewässerverordnung (OGewV)

Die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) gestaltet die gesetzlichen Bestimmungen näher aus. Ziel der OGewV ist ein kohärenter und umfassender Vollzug der EU-rechtlichen Vorgaben zum Schutz der Oberflächengewässer.

Die Oberflächengewässerverordnung regelt bundeseinheitlich grundlegende Aspekte des Schutzes, der Überwachung und der Bewertung der Oberflächengewässer entsprechend den Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie. Sie setzt deren Tochterrichtlinie über Umweltqualitätsnormen (UQN-RL) um und enthält Vorschriften zur Kategorisierung, Typisierung und Abgrenzung von Oberflächenwasserkörpern sowie zur Festlegung von Referenzbedingungen. Sie enthält Maßgaben zur Durchführung der Überwachungsprogramme und Anforderungen an die anzuwendenden Analysemethoden und Qualitätsmanagementsysteme.

Sie formuliert Maßgaben an die Bestandsaufnahme der Belastungen und setzt Vorgaben zum chemischen und zum ökologischen Zustand bzw. Potenzial, zum Beispiel über die Festlegung flussgebietsspezifischer und europaweiter Umweltqualitätsnormen (UQN).

In Deutschland wurden für 67 sogenannte flussgebietsspezifische Schadstoffe Umweltqualitätsnormen rechtsverbindlich in Anlage 6 der Oberflächengewässerverordnung festgelegt [Rechenberg 2017].

Diese Festlegungen ermöglichen/erfordern strengere Anforderungen vor Ort. Während § 57 Abs. 1 Nr. 1 WHG vorgibt, dass bestimmte Mindestanforderungen (innerbetriebliche Maßnahmen und Emissionsstandards) in keinem Fall unterschritten werden dürfen, fordert § 57 Abs. 1 Nr. 2 WHG zusätzlich die Berücksichtigung der Anforderungen an die Gewässereigenschaften, also eine Immissionsbetrachtung.

Darüber hinaus enthält die OGewV aus wasserwirtschaftlicher Sicht das wesentliche Instrumentarium für die Beurteilung von Auswirkungen auf den Gewässerzustand, insbesondere im Hinblick auf die mit einer Abwassereinleitung verbundenen Stoffeinträge. Zielvorgabe ist das Erreichen bzw. Sichern des guten Zustandes bzw. des guten ökologischen Potenzials (§§ 27, 47 WHG).

Werden besonders problematische Stoffe oder Stoffgruppen eingesetzt (z. B. prioritäre Stoffe gemäß Anlage 8 der OGewV), können Begrenzungen auch einzelstoff- oder stoffgruppenbezogen festgesetzt werden, um sicherzustellen, dass ihre Fracht durch gezielte Emissionsminderungsmaßnahmen ausreichend verringert wird.

Für bisher nicht bewertete Stoffe kann eine Beurteilung auf der Grundlage von EQS-Werten (Environmental Quality Standards) vorgenommen werden, die nach den Vorgaben des „Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards (Guidance Document No. 27)“ im Rahmen der „Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive 2000/60/EC” abgeleitet werden.[1]

Aus den vorgenannten Vorgaben können sich zusätzliche oder strengere Anforderungen ergeben insbesondere mit dem Ziel, den mit der Abwassereinleitung verbundenen Stoff- oder Wärmeeintrag auf ein unschädliches Maß zu begrenzen, d. h. sicherzustellen, dass die vorgenannten gewässerspezifischen Beurteilungswerte nicht überschritten werden.

[1] Informationen hierzu im Internetangebot der EU unter https://circabc.europa.eu/d/a/workspace/SpacesStore/0cc3581b-5f65-4b6f-91c6-433a1e947838/TGDEQS%20CIS-WFD%2027%20EC%202011.pdf

Zusätzliche oder strengere Anforderungen bzw. eine Versagung der Erlaubnis können auch durch andere bzw. konkurrierende Gewässerbenutzungen begründet sein, die durch die beantragte Abwassereinleitung ansonsten gefährdet würden, wie z. B. unterhalb der Einleitung gelegene Trinkwassergewinnungen aus Uferfiltrat.

Auch aus der Umsetzung anderer, gewässerbezogener Rechtsvorschriften können sich Konsequenzen ergeben, z. B. auf naturschutzrechtlicher Grundlage in Folge einer Verträglichkeitsprüfung für NATURA 2000-Schutzgebiete. Auch sonstige Stellungnahmen anderer Sachverständiger (z. B. Fischereifachberatung), Träger öffentlicher Belange oder anderer Verfahrensbeteiligter (z. B. Fischereiberechtigte) oder begründete Einwendungen im Rahmen einer möglichen Öffentlichkeitsbeteiligung sind durch die KVB zu würdigen.

Die Grundwasserverordnung (GrwV)

Die Grundwasserverordnung setzt die Anforderungen der EU-Grundwasserrichtlinie (GWRL, 2006/118/EG, novelliert durch RL 2014/80/EU) in deutsches Recht um. Die EU-Grundwasserrichtlinie ist eine Konkretisierung der Wasserrahmenrichtlinie. Die für das Grundwasser zu erreichenden spezifischen Bewirtschaftungsziele sind im § 47 WHG verankert. Das Grundwasser ist flächendeckend zu schützen und in seiner natürlichen Beschaffenheit zu erhalten. Dafür sind ein Verschlechterungsverbot und ein Erhaltungs- und Sanierungsgebot normiert. Beide beziehen sich sowohl auf den mengenmäßigen als auch den chemischen Zustand des Grundwassers. Die Grundwasserverordnung enthält konkretere Festlegungen zur Erreichung dieser Bewirtschaftungsziele.

2.1.5 Anlagenbezogener Gewässerschutz beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Zum Schutz der Gewässer gilt bei Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen der Besorgnisgrundsatz nach dem Wasserhaushaltsgesetz. Anlagen in diesem Sinne sind selbstständige ortsfeste oder ortsfest genutzte bauliche Einheiten zur Lagerung, Herstellung, zum Umschlagen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender Stoffe und Gemische. Demnach dürfen durch die Planung, Beschaffenheit, das Betreiben und Stilllegen einer solchen Anlage keine nachteiligen Auswirkungen auf Gewässer auftreten.

Einstufung wassergefährdender Stoffe – AwSV

Im Abschnitt 2 der am 1. August 2017 in Kraft getretenen Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) wird die Einstufung von Stoffen in eine der drei Wassergefährdungsklassen (WGK) geregelt:

1. schwach wassergefährdend,
2. wassergefährdend,
3. stark wassergefährdend.

Neben diesen drei Klassen gibt es mit der AwSV die Klasse der allgemein wassergefährdenden Stoffe. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Stoffe/Gemische aus landwirtschaftlicher Herkunft.

Für die Einstufung der wassergefährdenden Stoffe in eine der drei WGK ist der jeweilige Betreiber einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen zuständig. Dieser hat die Dokumentation seiner Einstufung dem Umweltbundesamt vorzulegen, welches die Dokumentation auf Vollständigkeit und Plausibilität prüft. Das Ergebnis der Überprüfung wird dem Betreiber schriftlich mitgeteilt. Weiterhin wird die Entscheidung über die Einstufung von Stoffen durch das Umweltbundesamt im Bundesanzeiger veröffentlicht und damit rechtskräftig. Zusätzlich veröffentlicht das Umweltbundesamt eine Liste der nicht wassergefährdenden Stoffe im Bundesanzeiger.

In der Anlage 1 der AwSV sind die maßgeblichen Einstufungskriterien festgelegt. Diese harmonisieren die WGK-Einstufung mit der CLP-Verordnung (Regulation on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, EG Nr. 1272/2008). Somit ist nun die Einstufung nach Gefahrenhinweisen des GHS (Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien) möglich.

Bis jetzt wurde für ca. 10.000 Stoffe und Stoffgruppen die WGK dokumentiert, vom Umweltbundesamt überprüft und im Internet veröffentlicht. Stoffe, Stoffgruppen und Gemische, die bereits durch die oder aufgrund der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) eingestuft worden sind, gelten mit Inkraftsetzung der neuen AwSV als rechtsverbindlich eingestuft. Die Anlagenbetreiber sind verpflichtet, ihnen vorliegende Informationen, die zu einer Änderung einer veröffentlichten WGK-Einstufung führen können, dem Umweltbundesamt umgehend mitzuteilen.

Die WGK von Gemischen kann aus den veröffentlichten WGK-Einstufungen der beinhalteten Stoffe über eine Mischungsregel (AwSV, Anlage 1) abgeleitet werden. Stoffe, deren WGK bisher nicht veröffentlicht wurde und für die keine ausreichenden Untersuchungen zur Giftigkeit und Umweltgefährlichkeit vorliegen, gelten gemäß AwSV § 3 Absatz 4 vorsorglich als in die höchste WGK 3 eingestuft. Damit wird dem im WHG verankerten Besorgnisgrundsatz Rechnung getragen.

Das für den Bereich Anlagensicherheit konzipierte Einstufungssystem in WGK ist somit eine sinnvolle Ergänzung zum Gefahrstoffrecht, um auch und gerade

beim Umgang mit ungetesteten Stoffen zu gewährleisten, dass Schädigungen der Gewässer vermieden werden. Gleichzeitig schafft die Klassifizierung einen dauernden Anreiz zur Substitution von besonders gefährlichen oder schlecht untersuchten Stoffen durch solche, die weniger gewässergefährdend und gut untersucht sind [BMUB/UBA 2017].

Anforderungen an die Anlagen

Die Anforderungen an eine Anlage richten sich nach dem von ihr ausgehenden Gefährdungspotenzial. Dieses bestimmt sich aus

- dem Wassergefährdungspotenzial der gehandhabten Stoffe (mit Hilfe der Wassergefährdungsklasse),
- der in der Anlage vorhandenen Menge an wassergefährdenden Stoffen sowie
- den örtlichen Gegebenheiten (Nähe zu Wasserschutzgebieten etc.).

Je höher das Gefährdungspotenzial, umso höher sind die Anforderungen an den Betrieb und die Sicherheit der Anlage.

Der Anlagenbetreiber hat dafür zu sorgen, dass die technischen (Materialbeständigkeit, Auffangvorrichtungen, Anlagenüberwachung durch geeignete Technik) und organisatorischen Anforderungen (Betriebs- und Bedienanweisungen, Schulung, Notfallpläne), die an das Betreiben von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gestellt werden, nachweislich eingehalten werden.

Zur Sicherstellung eines bundeseinheitlichen Sicherheitsniveaus löst die bundeseinheitliche AwSV die bisherigen Länderverordnungen ab.

Zusätzlich zu der speziell auf das Wasserrecht bezogenen AwSV können Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen auch der Störfallverordnung (12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 12. BImSchV) unterliegen, die ergänzende Anforderungen an die Sicherheit der Anlagen stellt. Die EU-rechtliche Basis für die 12. BImSchV bildet die Seveso-III-Richtlinie 2012/18/EU. Ob eine Anlage auch die Anforderungen der 12. BImSchV erfüllen muss, wird zum einen durch die tatsächlich oder möglicherweise vorhandene Menge an gefährlichen Stoffen bestimmt.

2.1.6 Einhaltung der Anforderungen an das Einleiten von Abwasser – Abwasserverordnung (AbwV)

In der Abwasserverordnung (AbwV) hat die Bundesregierung allgemeine Anforderungen und Emissionsgrenzwerte für derzeit insgesamt 53 Herkunftsbereiche

(Kommunalabwasser sowie 52 Industrie- und Gewerbebranchen) definiert, die dem Stand der Technik entsprechen und als Mindestanforderungen zu verstehen sind.

Anhang 1 zur AbwV gilt für häusliches und kommunales Abwasser, die anderen Anhänge betreffen einzelne Branchen des Gewerbes und der Industrie.

Für den Großteil der Anhänge bestehen Hinweise und Erläuterungen (sog. Hintergrundpapiere), herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser und veröffentlicht im Bundesanzeiger Verlag, in denen der technische Hintergrund dargestellt und die Anforderungen erläutert werden.

Die Anhänge der AbwV, die sich an Abwasserarten bzw. Branchen orientieren, enthalten konkrete Vermeidungs- und Behandlungsmaßnahmen als Mindestanforderungen für das Einleiten von Abwasser in Gewässer. Seit der Änderung der Abwasserverordnung vom 2. September 2014 (und zuletzt durch die 7. Novelle der AbwV vom 8. Juni 2016), enthalten die jeweils aktualisierten Anhänge der AbwV auch alle Vorgaben zu den wasserbezogenen BVT der EU. Einleitungserlaubnisse werden nur erteilt, wenn der Abwassereinleiter die in dem einschlägigen Anhang der AbwV beschriebenen Mindestmaßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Abwasseremissionen nach dem Stand der Technik durchführt. Branche für Branche – wie in den BVT-Schlussfolgerungen der EU – kann der abwassereinleitende Betrieb so ganzheitlich analysiert und bewertet werden; Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen können leichter optimiert werden. Insbesondere für gefährliche Stoffe (z. B. Cadmium, Quecksilber) können Anforderungen auch vor der Vermischung mit anderem Abwasser im Teilstrom oder an der Übergabestelle in das öffentliche Kanalnetz (Indirekteinleiter) festgelegt werden. Durch den Branchenbezug (z. B. Metall-, Textilindustrie, Lebensmittel-, Papierherstellung) und durch eine Auswahl der zu begrenzenden Parameter, vor allem Leit- bzw. Summenparameter (z. B. TOC, TNb, BSB_5, abfiltrierbare Stoffe, AOX) und Wirkparameter (also Biotest z. B. mittels Fischeiern, Daphnien, Wasserlinsen, Leuchtbakterien), kann der Mess- und Überwachungsaufwand in Grenzen gehalten werden. Dem Branchen- oder Abwasserartengedanken folgend werden für Einleiter i. d. R. also nicht Anforderungen an bestimmte Einzelstoffe festgelegt, sondern Abwasserherkunftsbereiche oder Branchen bestimmt, bei denen der Stand der Technik (was materiell den europäischen BVT entspricht) angewendet werden muss. Die Anforderungen sind europäisch in den BVT-Schlussfolgerungen (BVT-S) und – nach der Aktualisierung – in den korrespondierenden Anhängen der AbwV festgelegt.

Genehmigungserfordernisse und -anforderungen für das Einleiten von Abwasser in öffentliche und private Abwasseranlagen (sogenannte Indirekteinleitungen) geben die bundesrechtlichen Regelungen der §§ 58 und 59 WHG in Verbindung

mit der Abwasserverordnung vor. Darüber hinaus können die Länder durch eigene Rechtsvorschriften u. a. weitergehende Genehmigungserfordernisse für die indirekte Einleitung von Abwasser festlegen.

2.1.7 Verordnung zur Regelung des Verfahrens bei der Zulassung und Überwachung industrieller Abwasserbehandlungsanlagen und Gewässerbenutzungen (Industriekläranlagen- Zulassungs- und Überwachungsverordnung – IZÜV)

Die Umsetzung der IE-Richtlinie im Bereich des Gewässerschutzes führte neben den Änderungen im WHG und der AbwV auch zu der neuen Industriekläranlagen-Zulassungs- und Überwachungsverordnung (IZÜV). In den Anwendungsbereich der IZÜV fallen die Erteilung von Erlaubnissen für Gewässerbenutzungen durch Industrieanlagen, die der IED unterfallen sowie die Erteilung von Genehmigungen für eigenständig betriebene Industriekläranlagen (6.11er-Anlagen gemäß Anhang I IE-Richtlinie).

Der Anwendungsbereich erstreckt sich nicht nur auf Industriekläranlagen – wie der Titel der Verordnung suggeriert – sondern vielmehr auch auf Einleitungen aus IE-Anlagen. Der lange Titel der IZÜV drückt das klarer aus: „Verordnung zur Regelung des Verfahrens bei Zulassung und Überwachung industrieller Abwasserbehandlungsanlagen und Gewässerbenutzungen“. Bisherige Regelungen der Länder für Gewässerbenutzungen durch IVU-Anlagen in Landeswassergesetzen oder eigenständigen Verordnungen für IVU-Anlagen entfallen. Im Wesentlichen entsprechen die Anforderungen den Vorgaben der 9. BImSchV, also der Verordnung über das Genehmigungsverfahren und weiteren Regelungen des BImSchG.

Der Anwendungsbereich der IZÜV erstreckt sich sowohl auf die Erteilung von Erlaubnissen bzw. Genehmigungen (Teil 1), als auch auf deren Überwachung (§§ 7 bis 10 IZÜV); letzteres auch auf die Überwachung von Indirekteinleitungen (nach den §§ 8 bis 10 IZÜV).

Der 1. Teil der IZÜV enthält Verfahrensvorschriften, die ansonsten zu über 90 % im BImSchG geregelt sind. Die Verfahrensvorschriften beziehen sich auf nicht gebündelte (vgl. § 13 BImSchG) Erlaubnisse für Direkteinleitungen von IE-Anlagen und auf sog. 6.11er-Anlagen (gemäß Anhang I IE-Richtlinie). Die Verfahrensvorschriften der IZÜV gelten nicht für Indirekteinleiter.

Eine Erlaubnis gemäß IZÜV bezieht sich auf das “prozessspezifisch verunreinigte Abwasser”. Das heißt zum Beispiel das Niederschlagswasser von einem Hallendach einer IE-Anlage braucht keine IZÜV-Erlaubnis, sondern eine normale Erlaubnis für die Einleitung.

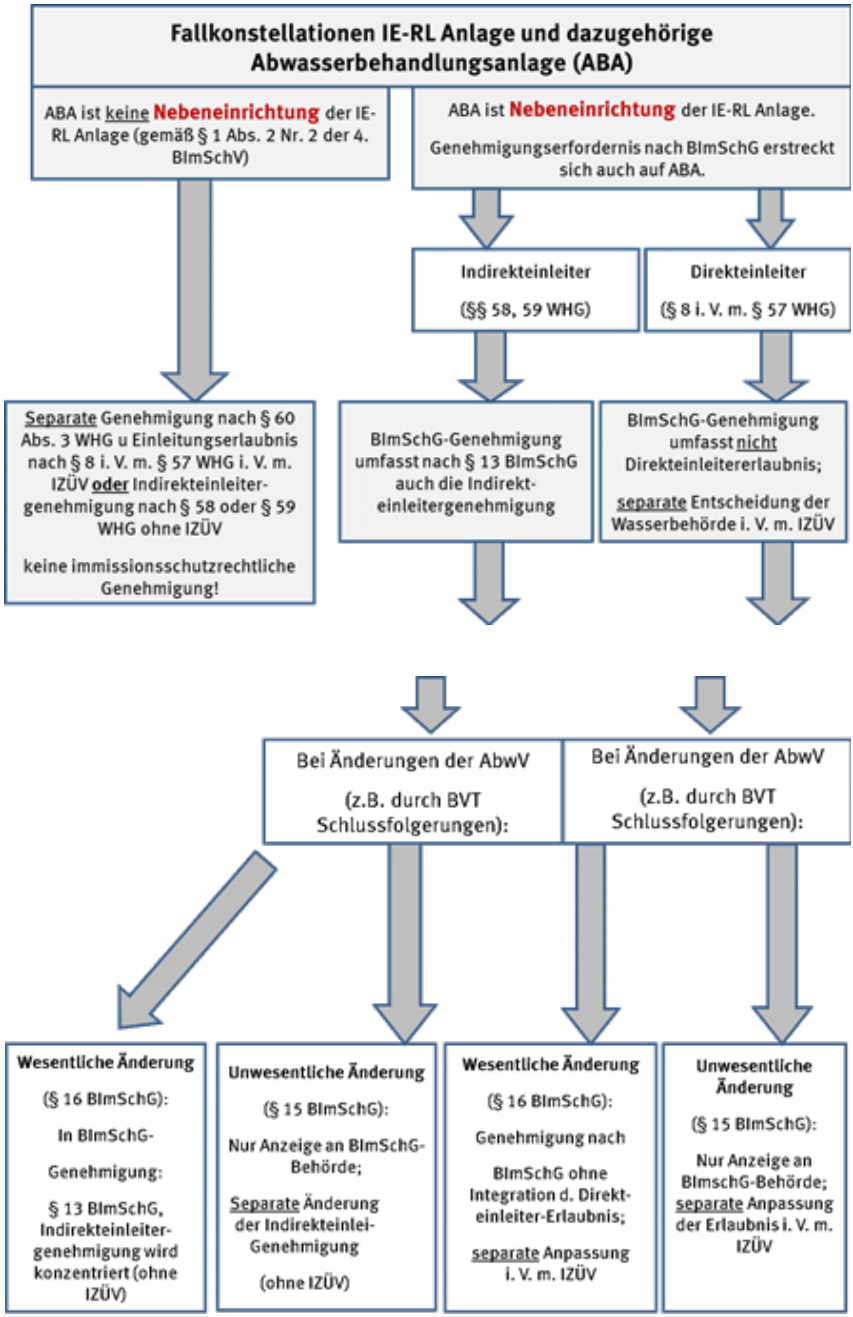


Bild 3: Abgrenzung der Zuständigkeit von Wasserbehörde und Immissionsschutzbehörde bei Anlagen, die Abwasser einer Anlage nach der IE-RL behandeln (aus: [LAI 2014])

Die IZÜV erweitert also schon übliche Genehmigungsverfahren für die Erlaubnis einer Einleitung in Gewässer um die aus der IE-RL kommenden Verfahrensvorschriften. Entscheidend für die praktische Relevanz des ersten Teils der IZÜV (Verfahrensvorschriften) ist, ob für eine IE-Anlage bereits eine BImSchG-Genehmigung benötigt und eine Abwasserbehandlungsanlage bzw. -einleitung dort als Nebeneinrichtung mitgenehmigt wird (Konzentrationswirkung des § 13 BImSchG bzgl. Zulassung).

Neu gegenüber der bisherigen Erlaubnis der Einleitung sind v. a. die Öffentlichkeitsbeteiligung und die Überwachungsanforderungen und -pflichten. Wenn also eine Genehmigungsbehörde in einem Betrieb einen Vor-Ort-Besuch durchführt, sind alle relevanten Genehmigungstatbestände Teil der Inspektion: sog. “Komplexkontrolle” (Thüringen). Die Genehmigungsbehörde kann dann einen Vertreter der Wasserbehörde hinzuziehen. Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV-Anlagen) und Indirekteinleitungen sind ebenfalls Teil der Inspektion. Rechtsgrundlage für diese Überwachungen ist nicht das BImSchG, sondern die IZÜV.

2.1.8 Abwasserabgabengesetz

Die Höhe der Abgabe ergibt sich aus der Menge und der Schädlichkeit (s. Tabelle 1) bestimmter eingeleiteter Inhaltsstoffe. Somit müssen Direkteinleiter zumindest einen Teil der Kosten der Inanspruchnahme des Umweltmediums ausgleichen (Umsetzung des Verursacherprinzips). Die Abwasserabgabe ist die erste bundesweit erhobene Umweltabgabe mit Lenkungsfunktion. Das AbwAG setzt zudem die Vorgabe der WRRL um, wonach zur Kostendeckung auch die Umwelt- und Ressourcenkosten zu internalisieren sind.

Die Abgabe pro Schadeinheit ist in mehreren Schritten bis 1997 auf 70,00 DM (jetzt 35,79 €) erhöht, aber seither nicht mehr angepasst worden. Das AbwAG sieht Ermäßigungen des Abgabesatzes für die Fälle vor, in denen der Abgabepflichtige gewisse Mindestanforderungen erfüllt. Außerdem können bestimmte Investitionen zur Verbesserung der Abwasserbehandlung mit der Abgabe verrechnet werden. Die Abwasserabgabe ist an die Länder zu entrichten. Sie ist zweckgebunden für Maßnahmen der Gewässerreinhaltung zu verwenden.

Schon länger wird in Fachkreisen diskutiert, ob die Lenkungswirkung der Abwasserabgabe immer noch effektiv ist und ob nicht neue Aspekte mitaufgenommen werden sollten (z. B. Mikroverunreinigungen) (vgl. [Gawel et al. 2014; Gawel et al. 2015], UBA-Texte 55/2014 und 26/2015). Das AbwAG befindet sich derzeit in der Revision. Im Koalitionsvertrag (Nr. 6551/2) vom 7. Februar 2018 heißt es: „Die Abwasserabgabenregelung wollen wir mit dem Ziel der Reduzierung von

Gewässerverunreinigungen weiterentwickeln.“ Hierbei ist neben der Aufnahme weiterer Parameter auch vorgesehen, die bisherigen Parameter CSB durch den Parameter TOC zu ersetzen.

Tabelle 1: Anlage zu § 3 AbwAG – Schadstoffe und Schadeinheiten nach dem Abwasserabgabengesetz

Nr.	Bewertete Schadstoffe und Schadstoffgruppen	Einer Schadeinheit entsprechen jeweils folgende volle Messeinheiten	Schwellenwerte nach Konzentration	Schwellenwerte nach Jahresmenge
1	Oxidierbare Stoffe in chemischem Sauerstoffbedarf (CSB)	50 kg Sauerstoff	20 mg/l	250 kg
2	Phosphor	3 kg	0,1 mg/l	15 kg
3	Stickstoff als Summe der Einzelbestimmungen aus Nitratstickstoff, Nitritstickstoff und Ammoniumstickstoff	25 kg	5 mg/l	125 kg
4	Organische Halogenverbindungen als adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	2 kg Halogen, berechnet als organisch gebundenes Chlor	100 µg/l	10 kg Jahresmenge
5	Metalle und ihre Verbindungen			
5.1	Quecksilber	20 g	1 µg	100 g
5.2	Cadmium	100 g	5 µg	500 g
5.3	Chrom	500 g	50 µg	2,5 kg
5.4	Nickel	500 g	50 µg	2,5 kg
5.5	Blei	500 g	50 µg	2,5 kg
5.6	Kupfer	1.000 g Metall	100 µg	5 kg/l
6	Giftigkeit gegenüber Fischeiern	6.000 m^3 Abwasser geteilt durch G_{Ei}	$G_{Ei} = 2$	

2.1.9 Vermeidung industriellen Abwassers und Begrenzung der Abwassermenge

Der Abwasservolumenstrom („Abwasserabfluss“) wird begrenzt, um sicherzustellen, dass neben der Schädlichkeit auch die Menge des Abwassers entsprechend dem Stand der Technik gering gehalten wird (§ 57 Abs. 1 Nr. 1 WHG).

Unter Abwasservermeidung wird im industriellen und gewerblichen Bereich die Anwendung abwasserarmer bzw. abwasserloser Verfahren verstanden. Hierzu gehört zum Beispiel die Anwendung von Produktionsprozessen ohne Abwasserableitung, die innerbetriebliche Umstellung auf wassersparende Kreislaufsysteme, oder die Verwendung von Trockenkühltürmen anstelle von Nasskühltürmen. Die AbwV unterstützt den Vermeidungsgedanken durch die allgemeine Anforderung, dass Abwasser in ein Gewässer nur eingeleitet werden darf, wenn die Schadstofffracht so gering gehalten wird, wie dies z. B. durch den Einsatz wassersparender Verfahren bei Wasch- und Reinigungsvorgängen, den Einsatz von schadstoffarmen Betriebs- und Hilfsstoffen sowie die prozessintegrierte Rückführung von Stoffen möglich ist (§ 3 AbwV). In den branchenspezifischen Anhängen der AbwV werden Maßnahmen zur Abwasservermeidung weiter spezifiziert.

2.1.10 Rückgewinnung von Industrieabwasser als Rohstoff

Die Wasserrückgewinnung als Ressource zur nachhaltigen Stoffbewirtschaftung in Deutschland ist bei einem potenziellen Wasserdargebot von 188 Mrd. m^3/a und einer Wassernutzung von nur rund 25,1 Mrd. m^3/a kein zwangsläufiges Umwelthandlungsziel. Allerdings nennt die IE-RL neben einer Reihe anderer Kriterien den sparsamen Umgang mit Wasser als ein wichtiges Kriterium zur Bestimmung der besten verfügbaren Techniken. Dieser Aspekt wurde in die Definition des Standes der Technik im WHG übernommen. Damit erhält der verringerte Wasserverbrauch einen eigenständigen Stellenwert. Abwasser wird also nicht mehr nur als Belastungsquelle für die „Umweltressource Gewässer“ verstanden, sondern auch als Produktionsressource mit Eigenwert. Durch die Rückführung von aufbereitetem bereits erwärmtem Industrieabwasser kann zusätzlich eine erhebliche Energieeinsparung erzielt werden, da das zurückgeführte Wasser z. B. in Papierfabriken verglichen mit dem Brunnenwasser sich auf einem höheren Energieniveau befindet [BMUB/UBA 2017].

2.1.11 Neue Aufgaben

Spurenstoffstrategie

Will man heute die Vielzahl der Stoffeinträge aus den verschiedenen Herkunftsbereichen insbesondere an deren Quelle vermeiden bzw. vermindern, reicht das wasserwirtschaftliche Regelungsinstrumentarium nicht aus. Vielmehr muss man eine umfassende Strategie entwickeln, die folgende Elemente enthält:

1. Risikocharakterisierung: Kenntnisse über die Wirkungen der Substanzen verbessern, die relevanten Eintragsquellen erfassen und bewerten sowie Schutzziele benennen.
2. Risikomanagement: kosteneffiziente Maßnahmen zwecks Vermeidung und Verminderung der Einträge entwickeln, finanzieren und umsetzen. Hier ist neben dem Wasserrecht auch das Stoffrecht (also Chemikalien-, Arzneimittel-, PSM- und Biozidrecht) gefragt.
3. Risikokommunikation: in Form von Information und Aufklärung von Öffentlichkeit und Anwendern.

Ausblick

Die rechtlichen Anforderungen an Wassermanagement und Abwassereinleitung der Industrie sind ein hochkomplexes Themenfeld mit vielen ineinandergreifenden Regelungstexten und Regelungsebenen. Das Wasserhaushaltsgesetz ist die wichtigste nationale Regelungsrundlage für fast alle wasserbezogene Fragestellungen. Es bestehen jedoch vielseitige Verbindungen zum Anlagen-, und Chemikalienrecht. Neu zu regelnde Stoffe müssen in das bestehende komplexe Regelungskonzept integriert werden, so dass der Aufwand für Genehmigung und Überwachung handhabbar bleibt.

Die Erteilung einer Genehmigung oder Erlaubnis für eine Abwassereinleitung aus Industrie- und Gewerbebetrieben erfordert die Berücksichtigung all dieser verschiedenen rechtlichen und fachlichen Aspekte. Die zunehmende Komplexität stellt sowohl die Anlagenbetreiber als auch die Planer und Vollzugsbehörden vor große Herausforderungen.

Eine sehr große Herausforderung für die nahe Zukunft stellt dahingegen jedoch die Regelung von Mikroverunreinigungen – die häufig auf diffusen Wegen in die Gewässer gelangen – dar. Hier sind alsbald umfassende Lösungen anzugehen, damit diese Stoffe nicht in den Gewässern akkumulieren und zu Problemen für die Gewässerökologie und das Trinkwasser führen.

Literatur

BMUB/UBA (Hrsg.) (2017): Wasserwirtschaft in Deutschland, Bonn/Dessau-Roßlau (noch unveröffentlicht).

Döpper, M. (2018): Industrial+water permitting and monitoring. Bezirksregierung Düsseldorf, Vortrag September 2018.

Dörr, Rolf-Dieter (2015): Abwasserrecht. Einführung in das Recht der Abwasserbeseitigung. Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, S. 7 – 38.

Gawel, E. et. al. (2015): Mikroverunreinigungen und Abwasserabgabe. UBA (Hrsg.), Texte 26/2015, Dessau-Roßlau.

Gawel, E. et. al. (2014): Reform der Abwasserabgabe: Optionen, Szenarien und Auswirkungen einer fortzuentwickelnden Regelung. UBA (Hrsg.), Texte 55/2014, Dessau-Roßlau.

LAI (Hrsg.) (2014): Arbeitshilfe für den Vollzug der nationalen Rechtsvorschriften zur Umsetzung der Industrie-Emissions-Richtlinie, Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), Potsdam.

Leuthold, S. (2017): Abbildung erstellt für diesen Artikel, 2017, UBA Dessau.

LfU Bayern (Hrsg.) (2014): Abwassereinleitungen aus Industrie und Gewerbe. Merkblatt Nr. 4.5/1, Augsburg.

Rechenberg, J. (2017): Mikroverunreinigungen der Gewässer: Wasserrechtliche Bewertung und Handlungsansätze, Rede auf der Veranstaltung 22. Symposium „Aktuelle Entwicklungen bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie“ am 31.03.2017, Leipzig.

2.2 Indirekteinleiter

2.2.1 Merkblatt M 115 der DWA

Andrea Poppe

2.2.1.1 Einleitung

Gewerbliches und industrielles Abwasser (= nicht häusliches Abwasser) wird vielfach zusammen mit dem häuslichen Abwasser in die öffentliche Kanalisation eingeleitet und in der öffentlichen Kläranlage behandelt. Daher stellt der Betreiber dieser Anlagen Anforderungen an die Menge und die Qualität des gewerblichen und industriellen Abwassers von Indirekteinleitungen. Nur so kann er seinen gesetzlich vorgeschriebenen Pflichten nachkommen sowie den geordneten Betrieb der öffentlichen Abwasseranlage garantieren.

Unterstützt wird er dabei seit vielen Jahren durch das DWA Merkblatt 115 „Indirekteinleitungen nicht häuslichen Abwassers“, das aus drei Teilen besteht [Poppe und Reinhold 2007]. Mit den insb. qualitativen Anforderungen an die Indirekteinleitung aus Sicht des Betreibers der öffentlichen Abwasseranlage befasst sich der Teil 2, der Einbringungsverbote und Einleitungsbegrenzungen vorsieht [DWA 2013].

Der Teil 1 beschäftigt sich mit den Rechtsgrundlagen für Benutzung der öffentlichen Abwasseranlage durch Indirekteinleiter und gibt Hinweise zur zweckdienlichen Ausgestaltung der Ortsentwässerungssatzung, die dem Betreiber der öffentlichen Abwasseranlage eine effiziente und effektive Indirekteinleiterüberwachung ermöglicht [DWA 2004].

Die Durchführung der Indirekteinleiterüberwachung thematisiert der Teil 3 [ATV-DVWK 2004]. Er beschreibt die Vorgehensweisen zur Erstellung und Fortschreibung eines Indirekteinleiterkatasters, zur Ersterfassung von Betrieben, zur Ermittlung des Gefahrenpotenzials der Indirekteinleitung und des daraus resultierenden Überwachungszyklusses sowie mögliche Überwachungsstrategien.

2.2.1.2 Rechtliche Voraussetzungen

Die Indirekteinleitung von Abwasser in die öffentliche Abwasseranlage wird aus gutem Grund seit jeher in zwei verschiedenen und voneinander vollständig unabhängigen Rechtsgebieten geregelt: dem Wasserrecht und dem kommunalen Satzungsrecht (s. Bild 1).

Bild 1: Vergleich der rechtlichen Instrumentarien für die Indirekteinleitung

Liegt dem Wasserrecht das Vorsorgeprinzip zu Grunde, so geht es im kommunalen Satzungsrecht ausschließlich um den Schutz der öffentlichen Abwasseranlage. Belange des z. B. großräumigen und langzeitlichen Gewässerschutzes sind hier genauso wenig Regelungsgegenstand wie der Wunsch nach einer Durchsetzung umweltpolitischer Überlegungen [DWA 2004; DWA FA KA 3 2013].

Die Kommunen erlassen ihre Ortsentwässerungssatzungen im Rahmen ihrer nach § 28 Absatz 2 des Grundgesetzes garantierten Selbstverwaltung in eigener Hoheit. Zur Festlegung der Anforderungen an Indirekteinleitungen in der Ortsentwässerungssatzung orientieren sich die kommunalen Satzungsgeber am DWA-Merkblatt 115, so dass auch hier deutschlandweit weitgehend gleichartige Anforderungen an Indirekteinleitungen gestellt werden.

Alle Anforderungen an die Einleitung des nicht häuslichen Abwassers beruhen allein auf den Erfordernissen für den geordneten Betrieb der öffentlichen Abwasseranlage und den gesetzlichen Anforderungen des Anhangs 1 der Abwasserverordnung bzw. der wasserrechtlichen Einleitungserlaubnis. Alle Verbote und Beschränkungen für das nicht häusliche Abwasser bei Einleitung in die öffentliche

Abwasseranlage rechtfertigen sich ausschließlich im Hinblick auf die Sicherstellung der Schutzziele des Betreibers [DWA 2004]:

- Schutz der Allgemeinheit vor Schäden, Gefahren und Belästigungen,
- Schutz des in der öffentlichen Abwasseranlage tätigen Personals vor Schäden und Gefahren,
- Schutz der Bausubstanz und des optimalen Betriebs der öffentlichen Abwasseranlage,
- Schutz der Einhaltung der wasserrechtlichen Vorgaben für die Direkteinleitung ins Gewässer,
- Schutz der Schlammbehandlung und -entsorgung.

Die im M 115 Teil 2 aufgeführten Begrenzungen sind nicht unmittelbar rechtskräftig. Sie müssen in der Ortsentwässerungssatzung konkret ausgewiesen werden. Ein Querverweis auf das M 115 reicht keinesfalls aus [DWA 2004].

Der Vollzug der Anforderungen an die Indirekteinleitungen nach Abwasserverordnung obliegt der Wasserbehörde, der der Ortsentwässerungssatzung der Behörde nach kommunalem Satzungsrecht. Dies ist i. d. R. der Betreiber der öffentlichen Abwasseranlage, der somit hoheitlich tätig wird.

Kann der Indirekteinleiter die Einleitungsbegrenzungen nicht einhalten, so muss er sein Abwasser vorbehandeln oder geeignete Vermeidungs- oder Verminderungsmaßnahmen oder sonstige Maßnahmen ergreifen. Eine Verdünnung des Abwassers zur Einhaltung der Konzentrationsbegrenzungen ist nicht zulässig [DWA 2013].

2.2.1.3 Einleitungsbegrenzungen nach M 115 – Einbringungsverbote

Bestimmte Stoffe dürfen grundsätzlich nicht in die öffentliche Abwasseranlage eingebracht werden, weil sie die Schutzziele beeinträchtigen können. Gemeint sind Stoffe, die insb.

- den Abwasserabfluss behindern,
- die Reinigungsleistung der Kläranlage vermindern,
- giftige, übelriechende oder explosive Gase und Dämpfe bilden,
- die Bausubstanz angreifen.

Beispiele hierfür sind feste Abfälle (Schutt, Küchenabfälle etc.) auch in zerkleinertem Zustand, erhärtende Stoffe (Zement, Kunstharz etc.), Tierfäkalien, Benzin, Mineralöl, Farben, Fette, Schmieröle, Biozide, und Stoffe, aus denen schädliche Dämpfe und Gase entstehen können. Mit dieser Ausschlussregelung soll auch der Abfallentsorgung über die öffentliche Kanalisation entgegengewirkt werden [DWA 2013].

2.2.1.4 Einleitungsbegrenzungen nach M 115 – Richtwerte

Ob ein gewerbliches oder industrielles Abwasser die Schutzziele beeinträchtigt, hängt naturgemäß von seiner Beschaffenheit und seinen Inhaltsstoffen ab. Eine Indirekteinleitung gilt bis zum Erreichen dieser Richtwerte als grundsätzlich unbedenklich.

Betrachtet werden im M 115 Teil 2 solche Beschaffenheitsmerkmale und Inhaltsstoffe (s. Tabelle 1), die in der Praxis bekanntermaßen zu Gefahren, Schäden und Störungen beim Betrieb der öffentlichen Abwasseranlage führen bzw. für die wasserrechtliche Anforderungen an den Kläranlagenablauf bestehen. Die Nicht-Einhaltung der wasserrechtlichen Anforderungen kann für den Betreiber der öffentlichen Abwasseranlage je nach Ausmaß des Verstoßes zu einer erhöhten Abwasserabgabe und sogar zu strafrechtlichen Konsequenzen führen.

Der Ableitung der Richtwerte liegt ferner die Annahme zugrunde, dass der Industrieabwasserstrom mit diesen Stoffen maximal 10 % des Kläranlagenzulaufs ausmacht.

Tabelle 1: Begrenzungen für Indirekteinleitungen im M 115 Teil 2 (Auszug) [DWA 2013]

Kategorie	Parameter	Richtwert
Allgemeine Parameter	Temperatur	35 °C
	pH-Wert	6,5 und 10
	Absetzbare Stoffe	1 – 10 ml/l (nach 0,5 h)
Anorganische Stoffe	Stickstoff aus Ammonium und Ammoniak	100 mg/l < 5.000 EW bzw. 200 mg/l > 5.000 EW
	Phosphor gesamt	50 mg/l
	Sulfat	600 mg/l (3.000 mg/l bei hochsulfatbeständigem Zement)
Metalle	Blei	1 mg/l
	Cadmium	0,5 mg/l
	Chrom	1 mg/l
	Nickel	1 mg/l
	Kupfer	1 mg/l
	Quecksilber	0,1 mg/l
Organische Stoffe und Stoffkenngrößen	Schwerflüchtige, lipophile Stoffe	300 mg/l
	Kohlenwasserstoffindex	100 mg/l (20 mg/l, wenn weitergehende Entfernung erforderlich ist)
	Adsorbierbare, organische Halogenverbindungen (AOX)	1 mg/l

Tabelle 2: Beispielhafter Vergleich der Anforderungen ausgewählter Parameter des Anhangs 40 AbwV mit den Begrenzungen des DWA-M 115 Teil 2

Parameter	Dimension	Anhang 40 AbwV	DWA-M 115 Teil 2
AOX	mg/l	1	1
Chrom VI	mg/l	0,1	0,2
Blei	mg/l	0,5	1
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l	1	2

Die Vorgehensweise bei der Ableitung der Richtwerte impliziert, dass sie für sämtliche Indirekteinleitungen unabhängig von der Branche oder Herkunft des gewerblichen und industriellen Abwassers sowie jederzeit, also „rund um die Uhr“, gelten. Deshalb ist der Richtwertkatalog des M 115 Teil 2 im Vergleich zur Abwasserverordnung sehr viel übersichtlicher. Die Richtwerte des M 115 Teil 2 sind zahlenmäßig für die meisten Parameter i. d. R. weniger streng, da die Festlegung von Anforderungen nach dem Stand der Technik der Abwasserverordnung vorbehalten ist. Außerdem gelten sie an der Übergabestelle zur öffentlichen Kanalisation, während die Abwasserverordnung bereits Anforderungen vor der Vermischung bzw. an den Ort des Anfalls stellt. Dies gilt insbesondere für gefährliche Stoffe, für prioritär gefährliche Stoffe gilt darüber hinaus das Phasing-Out-Gebot. Ein beispielhafter Vergleich der Anforderungen für ausgewählte Parameter des Anhangs 40 der Abwasserverordnung mit den Richtwerten des M 115 Teil 2 verdeutlicht dies in Tabelle 2.

Das M 115 Teil 2 empfiehlt bei Vorliegen einer wasserrechtlichen Indirekteinleitergenehmigung, dass die dortigen Anforderungen an die Stelle der Richtwerte des M 115 Teil 2 treten.

Die Überprüfung der Anforderungen nach M 115 Teil 2 erfolgt in der qualifizierten Stichprobe. Auch die bei der Überwachung anzuwendenden DIN-Analysenverfahren werden vorgegeben.

Die Richtwerte des M 115 Teil 2 werden erst in der Ortsentwässerungssatzung zu verbindlichen Grenzwerten. Da die Grenzwerte an die Analysenverfahren gekoppelt sind, müssen auch diese in der Satzung ausgewiesen werden.

Das M 115 Teil 2 weist auch auf die Möglichkeit der Lockerung bzw. Verschärfung der Einleitungsbegrenzungen hin. Dies kann z. B. zur Gefahrenabwehr, bei unbilligen Härten für den Indirekteinleiter oder bei geringen Frachten, die die Schutzziele

nicht beeinträchtigen, sinnvoll sein. Das Merkblatt empfiehlt, solche Ausnahmen z. B. im Rahmen von Ausnahmegenehmigungen oder öffentlich-rechtlichen Verträgen zu regeln.

Für den Fall, dass ein Indirekteinleiter für eine hohe Fracht im Kläranlagenzulauf verantwortlich ist, die die Schutzziele beeinträchtigt, empfiehlt das M 115 Teil 2 dem Betreiber, im Einzelfall eine Frachtbegrenzung festzulegen. Hilfestellung bietet das M 115 Teil 2, indem es weitere Parameter aufführt, die für den Betreiber der öffentlichen Abwasseranlage relevant sein können, diese aber nicht mit Richtwerten versieht. Dies betrifft z. B. den Parameter Thallium, dessen Konzentration für das Schutzziel der Schlammentsorgung relevant werden kann, oder den Parameter Aluminium, solange keine Schwierigkeiten bei der Abwasserableitung und -reinigung auftreten und er ggf. ausreichend über den Parameter „Absetzbare Stoffe“ begrenzt werden kann. Darüber hinaus sieht das M 115 Teil 2 für die Parameter „Aerobe biologische Abbaubarkeit“ und „Nitrifikationshemmung“ die Möglichkeit einer Begrenzung vor, wenn es zu einschlägigen betrieblichen Problemen auf der Kläranlage kommt oder als flankierende Maßnahme zum Starkverschmutzerzuschlag.

Begrenzungen der sog. anthropogenen Spurenstoffe sieht das M 115 Teil 2 derzeit nicht vor. Auch fehlen zurzeit Anforderungen an die Einleitung dieser Stoffe im Anhang 1 der Abwasserverordnung. Erst wenn der Betreiber Auflagen – sei es in der wasserrechtlichen Einleitungserlaubnis oder in der Abwasserverordnung – unterliegt, kann er diese, soweit sie im nichthäuslichen Abwasser relevant sind, an seine Indirekteinleiter weitergeben [DWA FA KA 2013].

Literatur

DWA M 115, Teil 3 (2019): Indirekteinleitungen nicht häuslichen Abwassers: Praxis der Indirekteinleitung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

DWA FA KA (2013): Anthropogene Spurenstoffe in Indirekteinleitungen – Bedeutung und Handlungsbedarf aus der Sicht der Abwasserbeseitigungspflichtigen, Arbeitsbericht des DWA-Fachausschusses KA-3 „Einleiten von Abwasser aus gewerblichen und industriellen Betrieben in eine öffentliche Abwasseranlage“. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2013 (60) Nr. 1, S. 26 – 29.

DWA-M 115, Teil 1 (2004): Indirekteinleitungen nicht häuslichen Abwassers: Rechtsgrundlagen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

DWA-M 115, Teil 2 (2013): Indirekteinleitungen nicht häuslichen Abwassers: Anforderungen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

Poppe, A. und Reinhold, F. (2007): Indirekteinleitung nicht häuslichen Abwassers. DWA-Kommentar zum DWA-Regelwerk, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

2.2.2 Gebühren und Starkverschmutzerzuschläge

Maike Beier

2.2.2.1 Einführung und rechtliche Hintergründe

Aus dem Grundprinzip der Benutzungsgebühr ergibt sich, dass sie der empfangenen Leistung entsprechen muss (Äquivalenzprinzip). Dem entspricht im vollen Umfang nur ein Wirklichkeitsmaßstab. Also ein Maßstab, der Art und Umfang der Benutzung genau erfasst und demgemäß die Gebühren auf die einzelnen Benutzer verteilt.

Das würde für die Abwasserreinigung bedeuten, dass die Mengen und Schwankungen des Abwassers, der Verschmutzungsgrad und die Abbaubarkeit in jedem einzelnen Fall erfasst werden muss, was weder technisch möglich, noch finanziell tragbar wäre. Aus diesem Grund lässt der Gesetzgeber auch die Anwendung von Wahrscheinlichkeitsmaßstäben zu. So hat das Bundesverwaltungsgericht wiederholt erklärt, dass das Äquivalenzprinzip und der Gleichheitssatz nicht gebieten, die Entwässerungsgebühren nach dem Maß, der durch die Benutzung im Einzelfall jeweils verursachten Kosten, zu erheben – das bundesrechtliche Äquivalenzprinzip verlangt im Kern nur, dass die Gebühren in keinem Missverhältnis zu der erbrachten Leistung stehen dürfen. In der Rechtsprechung ist dabei allgemein anerkannt, dass im Interesse einer praktikablen Gebührenerhebung nicht die Leistungsgerechtigkeit im Einzelfall, sondern nur Typengerechtigkeit zu verlangen ist. Dieser Anforderungen genügt in der Regel die Erhebung der Abwassergebühr nach dem Frischwassermaßstab. Stehen die Vorteile der Typisierung jedoch nicht mehr im rechten Verhältnis zu der mit der Typisierung notwendigen verbundenen Ungleichheit der Belastung (laut BVerwG, wenn mehr als 10 v. H. der von der Regelung betroffenen Fälle dem „Typ“ widersprechen bzw. wenn eine deutliche Gebührenmehrbelastung mit der Vernachlässigung der Unterschiede verbunden ist) ist die Wahl eines gesonderten Maßstabes bzw. die Erhebung eines Zu-/Abschlages nach dem Grad der Nutzung der kommunalen Anlage sinnvoll und rechtlich geboten. Anerkannte Anwendungsfälle in der Gebührenberechnung hierfür sind der „gesplittete Gebührenmaßstab“, d. h. die Mitbehandlung und Ableitung von weniger stark verunreinigtem und in vom Frischwasserverbrauch unabhängigen Mengen anfallenden Regenwassers sowie die „Starkverschmutzerzuschläge“, mit denen die zusätzlichen Kosten, die durch eine Mitbehandlung von stärker verunreinigtem Abwasser auf der kommunalen Kläranlage erfolgen, berücksichtigt werden.

2.2.2.2 Auswirkungen verschiedener Abwasserinhaltsstoffe auf die Kosten

Die Anforderung an die Reinigungsleistung kommunaler Kläranlagen sind in Anhang 1 der Abwasserverordnung festgelegt. Durch die Begrenzung der Parameter auf gesamtmineralischen Stickstoff wird eine Nitrifikation/Denitrifikation für alle Kläranlagen > 5.000 EW zwingend vorgeschrieben, ebenso wie eine gezielte Phosphorelimination für Anlagen > 10.000 EW vorgeschrieben ist. Hier ist zu berücksichtigen, dass zur Erzielung einer guten Qualität aller Gewässer gemäß der Wasserrahmenrichtlinie der EU zukünftig weitere Verschärfungen der Anforderungen insbesondere für die Parameter Ammonium und Phosphor und speziell für kleine leistungsschwache Gewässer zu erwarten sind. Wird in einer Kläranlage neben dem kommunalen Abwasser auch ein industrieller Abwasserstrom gereinigt, ist die Veränderung der Abwasserzusammensetzung durch die Indirekteinleitung beim Anlagenkonzept entsprechend zu berücksichtigen. Mit Blick auf die zusätzlichen Kosten sind hierbei sowohl der Einfluss von Abwasserzusammensetzung und -anfall auf die erforderliche Dimensionierung (Investitionen) als auch auf die Höhe zusätzlich benötigter Betriebsmittel wie Sauerstoff und Fällmittel zu ermitteln, sowie die Kosten der Schlammbehandlung und -entsorgung. Nachfolgend werden für verschiedene Abwasserinhaltsstoffe industrieller Teilströme die kostenerhöhenden oder vermindernden Auswirkungen beschrieben.

Wassermenge

Die Wassermenge beeinflusst maßgebend die Größe sämtlicher Anlagenteile, die allein oder vorwiegend hydraulisch bemessen werden, wie Pumpen, Rechen, Vorklärung, Nachklärung etc. Hier ist der Einfluss auf die Investition nahezu linear.

Schwankungen in der Zulaufwassermenge können sich darüber hinaus indirekt auch auf den biologischen Abbau in der Belebungsanlage auswirken durch Verlagerung des Schlammes in die Nachklärung, d. h. zeitweise geringere TS-Konzentration im Belebungsbecken (maßgebend nur bei großen Schwankungen),Verkürzung der Durchflusszeit im Belebungsbecken, Abminderung der Kontaktzeit, z. B. im Anaerobbecken bei Anlagen mit biologischer P-Elimination,Verringerung der Konzentrationen durch Verdünnung.

Sie finden aber aufgrund des meist durch die Niederschlagswassermenge dominierten Einflusses keine Berücksichtigung bei der Betrachtung industrieller Teilströme.

Organischer Kohlenstoff (CSB, BSB_5)

Eine erhöhte Kohlenstofffracht wirkt sich insbesondere auf den Sauerstoffbedarf in der Belebung aus, auf das benötigte Denitrifikationsvolumen (ausreichendes CSB/NO_3-) sowie den Überschussschlammanfall. Stoßbelastungen sind im Hinblick auf die BSB_5- und CSB-Ablaufkonzentrationen relativ unbedeutend, da die Belebungsanlage wegen der für die Nitrifikation erforderlichen niedrigen Schlammbelastung ein erhebliches Pufferungsvermögen hat. Langfristige Schwankungen (z. B. durch Kampagnenbetrieb) haben infolge der veränderten Überschussschlammproduktion Einfluss auf das Schlammalter und damit auf die Nitrifikation.

Wesentliche Dimensionierungsgröße von Kläranlagen ist das einzuhaltenden Schlammalter und damit die im System zu haltende Schlammmasse zur Etablierung einer stabilen Nitrifikation. Obwohl der auslösende Faktor für das Schlammalter damit der einzuhaltende Ammoniumwert im Ablauf der Anlage ist (in der Höhe dann beeinflusst durch den Sicherheitsfaktor und die Denitrifikationskapazität), ist der kostenerhöhende Faktor hierbei aber nicht die Stickstoffzulauffracht, sondern die BSB/CSB-Fracht bestimmt durch den Abbau der organischen Kohlenstofffracht die Schlammproduktion zusammen mit dem Anteil an Feststoffen. Die Investitionen bzw. der Kapitaldienst für die aeroben Belebungsbecken können daher im Verhältnis der anfallenden Schlammmengen verteilt werden. Kostenmindernd bei der Verteilung der Betriebskosten (Sauerstoff, Fällmittel, Schlammanfall) wirkt sich aus, dass bei dem Abbau von 1 kg BSB_5 rund 50 g Stickstoff und über 10 g Phosphor in die Bakterienmasse eingebaut werden. Dieser Anteil der Stickstoff- und Phosphorfracht verursacht damit keine zusätzlichen Betriebskosten auf der kommunalen Kläranlage. In Bild 1 ist deutlich der mit zunehmendem BSB_5/N-Verhältnis zunehmende Anteil des in den Schlamm inkorporierten Stickstoffs zu erkennen. Die spezielle Stickstoff- (kg N / kg $BSB_{5,eli}$) und Phosphor-Inkorporation (kg P / kg $BSB_{5,eli}$) ist von der Überschussschlammproduktion und damit von der Schlammbelastung abhängig – die Kosten-„Gutschrift“ kann dementsprechend entweder direkt aus den Zulauffrachtanteilen oder über die Schlammmengenzuordnung erfolgen.

Stickstoff

Für Kläranlagen zur Nitrifikation/Denitrifikation sind Schwankungen in der Stickstoffzulauffracht von großer Bedeutung, weil sie sich – abhängig von der Auslegung der Anlage – direkt auf die Ablaufkonzentration auswirken können. Diese Schwankung der Zulauffracht wird zusammen mit der zu erzielenden Ablaufkonzentration in der Bemessung einer Belebungsanlage nach dem Arbeitsblatt A 131 der DWA in Form eines Sicherheitszuschlages berücksichtigt. Da die Menge der nitrifizierenden Bakterien in der Belebung von der mittleren Stickstoffzulauffracht über einen längeren Zeitraum abhängt – das Schlammalter hat jenseits des Ausschwemmpunktes hierauf keinen Einfluss mehr – und die Nitrifikanten bereits

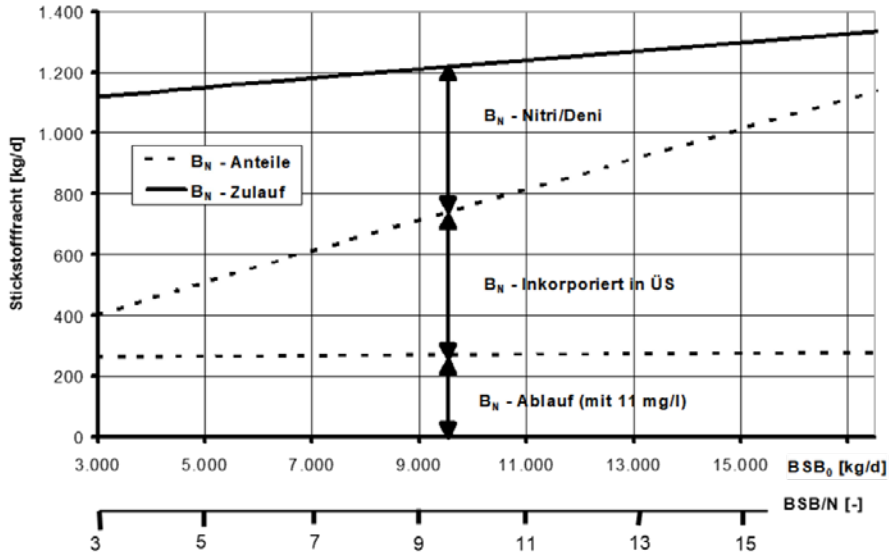


Bild 1: Aufteilung der Stickstoffelimination in Abhängigkeit des BSB_5/N-Verhältnisses [Beier 2003]

bei den im Becken vorhandenen niedrigen Ammoniumkonzentrationen nahe ihrer maximalen Umsatzleistung agieren, führt eine kurzzeitige Stickstoffspitze zu einer Konzentrationserhöhung im Becken und damit im Ablauf. Kann bei der Planung der Anlage kein Misch- und Ausgleichsbecken zum Ausgleich der Stickstoffspitze vorgesehen werden, müssen die Belebungsbecken und die O_2-Zufuhr entsprechend größer gewählt werden. Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass in der Praxis ein nicht unerheblicher Teil der Ammonium- und Nitritablaufspitzen ihre Ursache in einer unzureichenden Belüfterkapazität haben.

Infolge einer plötzlichen Erhöhung der Ammoniumkonzentration durch Stoßeinleitungen kann es zum Auftreten von Nitrit im Belebungsbecken kommen. Zum einen kann eine Hemmung der nitritoxidierenden Bakterien die Ursache sein (Empfindlichkeit gegenüber Ammoniak), zum anderen sind diese in ihrem Wachstum immer durch die Leistung der Ammoniumoxidierer eingeschränkt. Infolge von erheblichen Milieuänderungen wie auch infolge von Erhöhungen der Zulauffrachten tritt im ersten Schritt Nitrit auf, welches zeitlich versetzt zum Nitrat umgesetzt werden kann. In der Regel ist das Volumenverhältnis von industriellem Teilstroms zu kommunalem Anteil jedoch so groß, dass deutliche Konzentrationsänderungen im Zulauf der Belebung nicht auftreten.

Die mit einer Industrieeinleitung einhergehende konstant erhöhte Stickstofffracht hat wie oben dargelegt keinen direkten Einfluss auf die Größe des benötigten aeroben Belebungsbeckens. Im Hinblick auf eine verschmutzungsorientierte Gebühr muss zur Berücksichtigung der Stickstofffracht lediglich eine anteilige Zuordnung des Energieverbrauchs für die Belüftung erfolgen. Anders stellt sich das bei der Denitrifikation dar. Die Größe des benötigten Denitrifikationsvolumens ist neben der absoluten umzusetzenden Nitratfracht (abzuschätzen über das Verhältnis der Zulauffrachten an N) auch von der Verfügbarkeit des organischen Kohlenstoffs abhängig – ausgedrückt über das CSB/N oder BSB_5/N-Verhältnis. Sinkt das BSB/N-Verhältnis unter einen Wert von etwa 3 nimmt das benötigte Denitrifikationsvolumen überproportional zu, was ggf. durch eine externe Kohlenstoffdosierung kompensiert werden kann (Erhöhung der Betriebskosten durch Chemikalien und zusätzlich Schlammbehandlung- und -entsorgung). Positiv wirkt sich ein größeres Denitrifikationsvolumen auf den Überschussschlammanfall aus, da die spezifische Schlammproduktion aufgrund verringerter Schlammbelastung sinkt. In den Bildern 2 und 3 ist das erforderliche Beckenvolumen für unterschiedliche BSB_5/N-Verhältnisse im Abwasser dargestellt, wobei in Bild 2 die Veränderung des BSB_5/N-Verhältnisses durch Erhöhung der Stickstofffracht erzeugt wird, während in Bild 3 die BSB_5-Fracht zunimmt. Zur Vermeidung von „überdimensionierten" Anlagen auf Grund unzureichender C/N-Verhältnisse sollte immer die Dosierung von C-Quellen als Alternative mit überprüft werden.

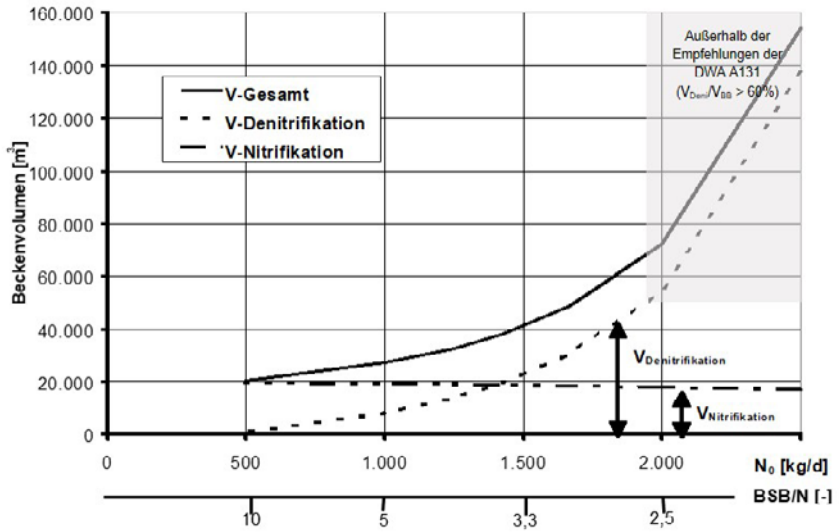


Bild 2: Einfluss des BSB_5/N-Verhältnisses auf das benötigte Beckenvolumen (BSB_5 = konstant = 2.500 kg/$d_{kommunal}$ + 2.500 kg/$d_{industriell}$) [Beier 2003]

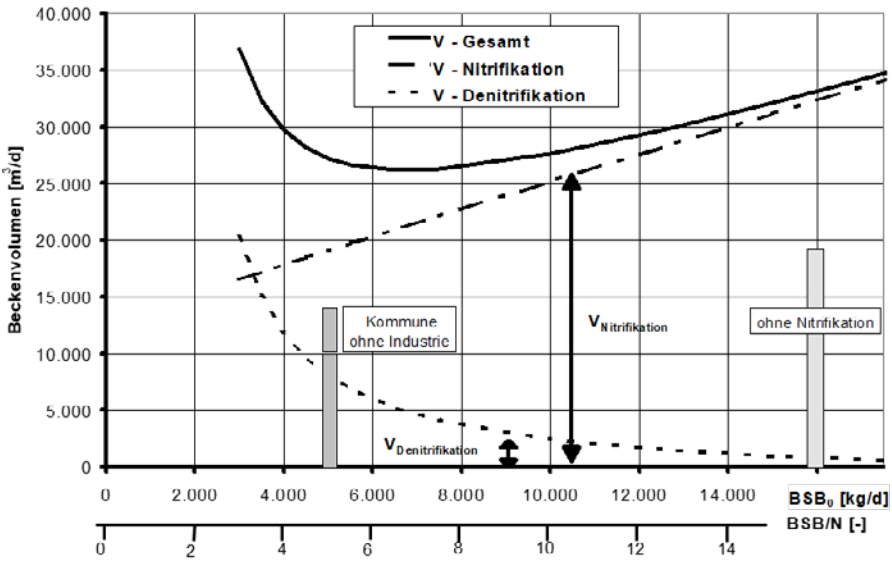


Bild 3: Einfluss des BSB_5/N-Verhältnisses auf das benötigte Beckenvolumen (N_0 = konstant = 550 kg/$d_{kommunal}$ + 550 kg/$d_{industriell}$) [Beier 2003]

Phopshat

Die im Wasser gelösten Phosphate müssen im festen Aggregatzustand mit gut abscheidbaren Partikeln aus dem Abwasserstrom entfernt werden. Dabei kann die Festlegung von Phosphaten entweder über eine chemisch-physikalische Fällungs- und Flockungsreaktion oder auf biologischem Weg über einen vermehrten Einbau in die Schlammmatrix erreicht werden. Bei beiden Verfahren kann in linearer Abhängigkeit zur Phosphatfracht der erzeugte Fällungsschlamm berechnet werden. Neben den Betriebskosten für Fällmittel und den Betriebskosten bei der Schlammbehandlung sind die Investitionen/Kapitalkosten des Anaerobbeckens der biologischen P-Elimination vollständig der zugeführten P-Fracht zuzuordnen. Bei Simultanfällung ist der durch die Fällschlammmenge resultierende zusätzlich benötigte Belebungsbeckenvolumenanteil, entsprechend der Zunahme an mineralischem Schlamm, anteilig (linear) zu berücksichtigen.

Vorbehandlung und Auswirkung auf die Gesamtkosten

In Bild 4 ist das BSB_5/N Verhältnis im Rohabwasser für unterschiedliche Industriezweige dargestellt. Viele Abwässer enthalten erhebliche Mengen an Stickstoff, der in einer Anaerobanlage nur unwesentlich reduziert wird, so dass eine Nachbehandlung erforderlich ist, um die Grenzwerte einzuhalten. Andererseits ist das Verhältnis von C/N bei vielen Abwässern so hoch, dass ein ca. 80 %-iger Kohlenstoffabbau noch nicht zu einem C-Mangel bei der klassischen Denitrifikation führt.

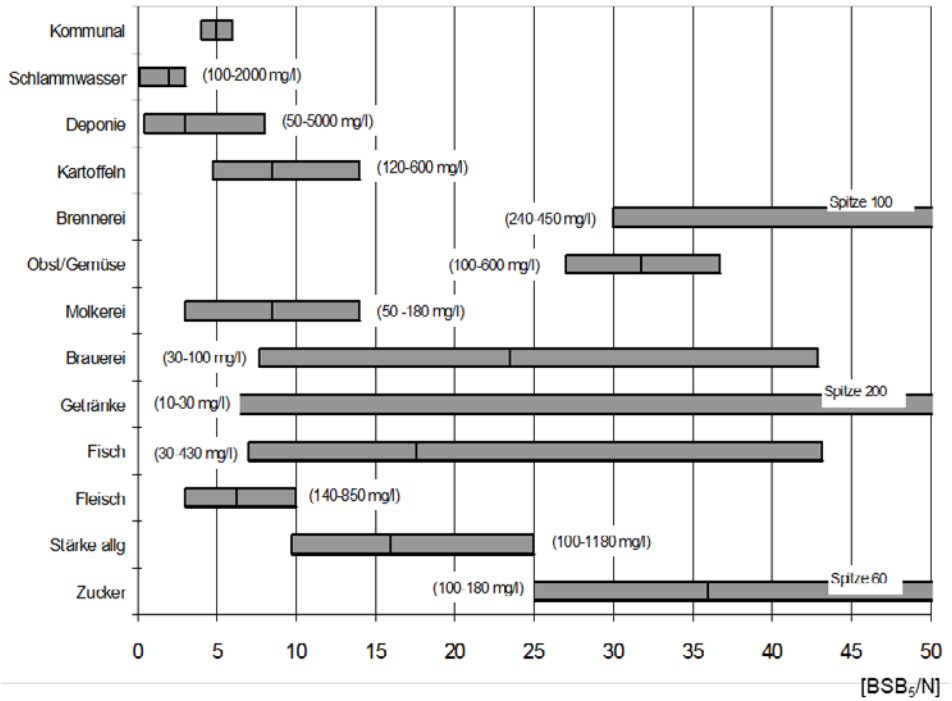


Bild 4: BSB_5/N-Verhältnis in unterschiedlichen Rohabwässern [Seyfried et al. 1997]

Bei der konventionellen biologischen Stickstoffelimination wird das Ammonium zunächst zu Nitrat oxidiert (Nitrifikation) und anschließend mit Hilfe der Denitrifikation zu elementarem Stickstoff umgesetzt. Für die Denitrifikation muss eine erhebliche Menge an leicht verfügbarem Kohlenstoff bereitgestellt werden. Ein $BSB_5/N < 4$ im Ablauf eines Anaerobreaktors ist kritisch zu sehen, so dass eine Zudosierung z. B. über Methanol, Ethanol oder Essigsäure notwendig ist oder ein erheblich größeres Denitrifikationsvolumen benötigt wird. Bei einer zu weitgehenden vorgeschalteten C-Elimination kann es somit durch die notwendige Bereitstellung einer Kohlenstoffquelle zu erheblichen Kosten kommen. Bei einer Gesamtbetrachtung der Abwasserbehandlung können so die positiven Effekte einer anaeroben Vorbehandlung deutlich reduziert werden.

Bei der Planung und Abstimmung möglicher Zuschläge ist entsprechend bei der Gestaltung und dem Betrieb der Vorbehandlungsstufe beim Indirekteinleiter auf die Auswirkungen der nachfolgenden Anlage zu achten. Dies kann zum einen dadurch erfolgen, dass das BSB_5/N-Verhältnis im Gesamtanlagenzulauf durch die Industrieeinleitung auf einem konstant guten Niveau gehalten wird, zum anderen besteht die Möglichkeit zusätzlich zur anaeroben Kohlenstoffentfernung auch eine energetisch optimierte Stickstoffelimination zu integrieren. Durch den Einsatz von

innovativen Verfahren zur Stickstoffumsetzung mit geringerem Kohlenstoff- und Sauerstoffbedarf kann die energetische Gesamt-Bilanz verbessert werden; hierzu gehören die Ammoniumumsetzung über Nitrit (Nitritation/Denitritation) und die Deammonifikation. Der Energiegewinn aus einer anaeroben Behandlung und der deutlich reduzierte Energiebedarf für die Stickstoffelimination im Verfahren der Deammonifikation zeigen ein deutliches Potenzial einer kombinierten Behandlung und Gesamtplanung beider Anlagenkomponenten [Rosenwinkel et al. 2011].

2.2.2.3 Gestaltung von verschmutzungsabhängigen Gebühren

Aktuelles Vorgehen

Verschmutzungsabhängige Gebühren (sog. Starkverschmutzerzuschläge) haben die Aufgabe zusätzliche Kosten, die durch eine gegenüber dem kommunalen Abwasser erhöhte Schmutzfrachteinleitung verursacht werden, auf die Verursacher umzulegen. Im Gegensatz zu den weitgehend festgelegten Vorgaben zur Berechnung einer Regenwassergebühr, gibt es für die Berechnung verschmutzungsabhängiger Gebühren im Bereich der Abwasserreinigung bisher keine abgestimmte Vorgehensweise. Weder der Gebührenmaßstab, also die Festlegung der maßgebenden Kostenträger, noch der Verteilungsschlüssel zur Aufteilung der Kostenstellenkosten auf die Kostenträger ist einheitlich vorgegeben. Werden bei der Entgeltberechnung von dem kommunalen Abwasser in Schmutzfracht und Menge abweichende Teilströme extra berücksichtigt, dürfen für die Entgeltberechnung grundsätzlich jedoch nur solche Parameter als Kostenträger Verwendung finden, für die auch Eliminationseinrichtungen vorgehalten und betrieben werden, also alle die technische Konzeption bestimmenden Abwasserfaktoren. Die Erhebung der zusätzlichen Entgelte erfolgt in der Regel durch

- Verschmutzungszu- oder -abschläge,
- Schwankungszuschläge oder
- Mengenrabatte.

Die zur Berechnung von Starkverschmutzerzuschlägen verwendeten Modelle lassen sich dabei grundsätzlich nach zwei Zuschlagsarten unterscheiden:

- die kontinuierliche Zuschlagsberechnung mittels Formel und
- die stufenweise Ermittlung der Zuschläge nach Verschmutzungskategorien.

Darüber hinaus unterscheiden sich die einzelnen zur Anwendung kommenden Starkverschmutzerzuschläge noch nach

1. den berücksichtigten Kostenträgern, also nach den in die Berechnung eingehenden Parametern,
2. der Höhe der gewählten Schwellenwerte, ab denen ein Zuschlag erhoben wird und
3. der Festlegung des Verteilungsschlüssels für die Aufteilung der Kostenstellenkosten auf die Kostenträger, abgebildet durch die Faktoren für die verschmutzungsabhängigen Kosten bzw. die prozentualen Zuschläge auf die Abwassergebühr.

Wie in [Beier 2003] anhand von Beispielrechnungen gezeigt wird, bilden die zur Zeit Verwendung findenden Zuschlagsberechnungsmodelle keine ausreichende Basis, verschmutzungsabhängige Kosten verursachergerecht zuzuordnen. Die Zusammenstellung verschiedener Berechnungsmodelle für Starkverschmutzerzuschläge zeigt, dass bisher nahezu ausschließlich die Parameter CSB und BSB_5 als Kostenträger der Zuschlagsberechnung Verwendung finden. Darüber hinaus finden in der Regel die Schmutzstoffkonzentrationen Eingang in die Zuschlagsberechnung und nicht die Schmutzstofffrachten. Ein Vergleich der spezifischen Zuschläge (€/kg BSB_5) macht deutlich, dass hierdurch keine ausreichende Gebührengerechtigkeit erzielt werden kann. Allein die frachtbezogenen Modelle ermöglichen für den dem Berechnungsmodell zugrunde gelegten Parameter eine einheitliche Zuschlagsberechnung. Da die Schmutzstofffracht letztendlich den kostenverursachenden Faktor darstellt, sollte einer frachtäquivalenten Kostenverteilung in jedem Fall der Vorzug vor einer konzentrationsäquivalenten Verteilung gegeben werden.

Maßgebender Schwachpunkt aller Modelle zur gerechten Kostenverteilung sind neben dem Ansatz der Schmutzstoffkonzentration die im Hinblick auf die Handhabbarkeit der Modelle notwendigerweise langfristig festgelegten und wenig transparenten Verteilungsfaktoren. Sollen verschmutzungsabhängige Gebühren erhoben werden, ist daher die Einführung eines prozesskostenorientierten Gebührenmodells, das anlagen- und situationsabhängige Faktoren durch Verknüpfung der Gebührenberechnung mit einer auf Basis der durchgängigen Kostengliederung erstellten Kostendatenbank aktuell und fortschreibbar ermitteln kann, einem festen Starkverschmutzerzuschlag in jedem Fall vorzuziehen. Nachfolgende Hinweise zur Kostenarten- und Kostenstellenrechnung, mit denen die den einzelnen Verfahrensstufen zugeordneten Kosten auf die verursachenden Kostenträger aufgeteilt werden, können als Basis für eine solche dynamische Gebührenermittlung dienen, aber natürlich auch als Orientierung für die Ermittlung fester Zuschlags-, oder Schwellenwerte genutzt werden.

Prozesskostenansatz

Bei dem vorliegenden Gebührenmodell erfolgt die Gebührenermittlung auf Basis eines zuvor ermittelten spezifischen Reinigungspreises für die maßgebenden

Kostenträger/Parameter, den die verschiedenen Einleiter entsprechend ihres Anteils an dem Kostenträger zu zahlen haben (s. o.). Ein Vergleich der Normalverschmutzung mit einer „Stark"- oder „Minderverschmutzung" ist bei diesem Gebührenmodell somit nicht mehr notwendig. Maßgebende Kostenträger sind im Sinne der Prozesskostenrechnung die kostenverursachenden messbaren Leistungen der Prozesse. In der Abwasserreinigung sind dies ausschließlich die zu reduzierenden Schmutzstofffrachten (C, N, P, TS) und die Wassermenge. Bei dem Modell handelt es sich entsprechend um ein Frachtenmodell.

Der ermittelte spezifische Reinigungspreis ($x_1 - x_i$) der Kostenträger multipliziert mit den Mengen der Kostenträger ergibt die angefallenen und durch die Gebühr zu deckenden Jahreskosten der Kläranlage (siehe Gl. 1).

$$JK = x_1 \cdot m^3/a \cdot €/m^3 + x_2 \cdot kg\ AFS_{inert}/a \cdot €/kg\ AFS_{inert} + x_3 \cdot kg\ AFS_{absetzb.}/a \cdot €/kg\ AFS_{absetzb.} + x_4 \cdot kg\ BSB_5/a \cdot €/kg\ BSB_5 + x_5 \cdot kg\ N_{ges}/a \cdot €/kg\ N_{ges} + x_6 \cdot kg\ P_{ges}/a \cdot €/kg\ P_{ges} \quad \text{(Gl. 1)}$$

Basis des Prozesskostenansatzes ist es also, die im Rahmen der Kostenarten- und Kostenstellenrechnung den einzelnen Verfahrensstufen zugeordneten Kosten auf die verursachenden Kostenträger leistungsbezogen aufzuteilen, um so mit der jährlichen Kostenrechnung aktuelle Reinigungspreise zu ermitteln, die anschließend direkt zur verursachergerechten Kostenverteilung genutzt werden können. Ein besonderer Vorteil dieser Art der Berechnung ist die breite Anwendbarkeit der ermittelten Prozesskosten. Neben der Gebührenkalkulation können mit Hilfe der ermittelten Kennwerte externe Anlagenvergleiche ebenso erfolgen, wie auch betriebsintern die Kosten der verschiedenen Anlagenbereiche gezielt verfolgt werden können. Nachteilig kann der Aufwand für die zeitnah fortgeschriebene Kostenermittlung sein, sollen die ermittelten Prozesskosten aktuell und belastbar zur Verfügung stehen. Voraussetzung für eine praktikable Anwendung des vorgestellten Gebührenmodells ist dabei die Unterstützung der prozessbezogenen Kostenfeststellung durch Datenverarbeitungsprogramme, was aber in zunehmendem Maße bereits Einzug in die kommunale Verwaltung gehalten hat.

Aufteilungsmaßstab

Der Aufteilungsmaßstab für die Investitionen und Betriebskosten erfolgt für die Bauteile der Abwasserreinigung leistungsbezogen.

Für die Investitionen stellen die maßgebenden Dimensionierungsgrößen der einzelnen Bauteile die Kostenträger dar, das Maß der Inanspruchnahme wird durch den Einfluss des jeweiligen Parameters auf die Größe des Bauteils festgelegt. Aus den vorangegangen Erläuterungen lassen sich damit die folgenden Parameter als sinnvolle Kostenträger der Gebührenberechnung festlegen:

Die Wassermenge hat wesentlichen Einfluss auf die Dimensionierung der mechanischen Stufe und der Pumpen. Zusätzlich hat sie erheblichen Einfluss auf die Dimensionierung des Nachklärbeckens. Der Einfluss der Wassermenge ist linear, d. h. die Kostenanteile der Teilströme an den Investitionen der jeweiligen Bauwerke lassen sich direkt im Verhältnis der Wassermengen verteilen.

Die Überschussschlammmenge gibt letztendlich bei festgelegtem zu erreichenden Schlammalter die Größe der Nitrifikationsstufe vor. Darüber hinaus bestimmt sie die Größe aller Bauteile der Schlammbehandlung. Als Kostenträger ist sie aber nicht geeignet, da sie nicht direkt in den einzelnen Teilströmen im Zulauf der Anlage bestimmbar ist. Maßgebende Parameter, die wiederum die Überschussschlammproduktion festlegen sind die organische Schmutzfracht, die Phosphorfracht und der Inertanteil der abfiltrierbaren Stoffe im Zulauf. Die Aufteilung der Bauwerkskosten erfolgt entsprechend der oben dargestellten „Ertragskoeffizienten“ der einzelnen Schmutzstofffraktionen und im Verhältnis der Schlammmengen.

- Die Stickstoffracht ist zusammen mit der organischen Fracht maßgebend für die Dimensionierung der Belüfteranlage der Belebung und damit als Kostenträger zu berücksichtigen. Zusätzlich bestimmt sie in Abhängigkeit des BSB_5/N-Verhältnisses die Größe des Denitrifikationsvolumens.
- Die BSB_5/N- bzw. BSB_5/P-Verhältnisse können zwar auch einen erheblichen Einfluss auf die Dimensionierung der Anlage haben, als Kostenträger sind sie jedoch aus zwei Gründen nicht geeignet. Zum einen werden die Kosten von den Verhältnissen im Gesamtzulauf zur Anlage und nicht von denen in den Teilströmen beeinflusst, zum anderen handelt es sich hierbei um keine Mengengröße. Der ohne Frage vorhandene Anteil an der Höhe der Kosten ist damit indirekt bei der Definition der Verteilungsschlüssel festzulegen.

Die Schmutzstoffkonzentrationen haben keinen Einfluss auf die Dimensionierung der Anlagen und kommen damit als Kostenträger nur in Betracht, wenn eine Wassermengengleichheit der einzelnen Teilströme postuliert werden kann.

Betriebskosten

Im Gegensatz zum Vorgehen bei der Verteilung der Investitionen, die ja im Rahmen der Planung, Ausschreibung und Abrechnung bereits bauteilbezogen ermittelt werden und „nur“ entsprechend abgelegt werden müssen, sind bei den

Betriebskosten zwei Kostentypen im Hinblick auf die Kostenstellenzuordnung zu unterscheiden. Zum einen die prozessabhängigen Kosten (z. B. Sauerstoffverbrauch, Fällmittelverbrauch, aber auch Entsorgungskosten), deren Zuordnung zu den einzelnen Kostenträgern und damit auch den Kostenstellen direkt erfolgen kann. Zum anderen die prozessunabhängigen Betriebskosten, die in der Regel in den Betriebsabrechnungsbögen nur als Kostengruppensammelpositionen zur Verfügung stehen. Hierbei handelt es sich um die beiden großen Positionen Personal und Strom. Die Zuordnung dieser Kosten zu den Prozessen kann über eine prozentuale Verteilung der Betriebskostengruppen auf die Kostenstellen anhand zusätzlich erhobener Informationen zu den verschiedenen Kostenarten erfolgen (z. B. Stundenzettel oder zusätzliche Stromzähler) oder die Kostenstellenzuordnung erfolgt anhand von qualitativen Überlegungen bzw. allgemeingültigen Richtwerten.

Detaillierte Empfehlungen für Verteilungsschlüssel und Zuordnungen der Kosten auf die einzelnen Kostenträger im Rahmen der Prozesskostenrechnung sind [Beier 2003] zu entnehmen.

Ermittlung der Normalverschmutzung

Erfolgt die Gebührenermittlung nicht in Form einer übergeordneten Prozesskostenrechnung, ist mit Einführung eines Starkverschmutzerzuschlags zunächst die Normalverschmutzung zu definieren. Diese kann nicht, wie häufig vertreten, an produktionsfreien Tagen der Industrie im Kläranlagenzulauf gemessen werden, da es sich hierbei, im Gegensatz zum gewerblichen Teilstrom, der meist an der Grundstücksgrenze unverfälscht durch Fremdwasser bestimmt wird, um mit Fremdwasser verdünntes Abwasser handelt. Die Normalverschmutzung lässt sich also nur rechnerisch ermitteln. I. d. R. ist der einwohnerspezifische Frachtansatz nach DWA A 131 ausreichend genau (Gl. 2).

$$CSB = 120\frac{g}{E \cdot d}; N = 11\frac{g}{E \cdot d}; P = 1{,}8\frac{g}{E \cdot d} \qquad \text{(Gl. 2)}$$

Für die Bestimmung der Wassermengenanteile der einzelnen Nutzer ist eine detaillierte Wassermengenanalyse nach A 198 durchzuführen, um die verschiedenen Teilströme (Niederschlagswasser, Abfluss von öffentlichen Flächen, industrieller Teilstrom …) mit einer für die Gebühr heranziehbaren Jahreswassermenge zu charakterisieren.

Literatur

Beier, M. (2003): Kennzahlenbildung und Gebührenermittlung in der Siedlungswasserwirtschaft auf Basis einer systematischen Kostengliederung. Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Hannover, Heft 123.

Rosenwinkel, K.-H.; Beier, M.; Sander, M. (2011): Verbesserung der Energiebilanz durch Deammonifikation. 44. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft. Schriftenreihe Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Band 223, Aachen, 2011.

Seyfried, C.-F.; Beier, M.; Seggelke, K. (1997): Einfluß der Vorbehandlung von organisch verschmutzen Industrieabwässern auf die biologische P- und N-Elimination kommunaler Kläranlagen im Hinblick auf die Kosten und die Gebührensatzung kleiner und mittlerer Gemeinden. Abschlussbericht Forschungsvorhaben 210.2 – 7620/9-17-17/92.

Weiterführende Literatur

Beier, M.; Sander, M.; Schneider, Y.; Rosenwinkel, K.-H. (2008): Energieeffiziente Stickstoffelimination. KA-Korrespondenz Abwasser, Abfall (55) 06/2008.

2.3 Direkteinleiter

Jakub Krajewski

2.3.1 Allgemeines

Das statistische Bundesamt gibt für das Jahr 2013 ein Abwasseraufkommen von 4,1 Mrd. m^3 aus dem verarbeitenden Gewerbe an. Hiervon wurden über 90 % sowohl nach einer entsprechenden Behandlung als auch unbehandelt direkt in ein Oberflächengewässer oder in den Untergrund eingeleitet [Statistisches Bundesamt 2016]. Direkteinleiter müssen die für ihre Branche festgelegten Mindestanforderungen vor einer Einleitung einhalten, ggf. sind bei leistungsschwachen Gewässern strengere Auflagen zu erfüllen. Grundsätzlich handelt es sich bei Abwasser industrieller Herkunft im Wesentlichen um Abwasser aus Produktionsprozessen, häusliches Abwasser aus Sanitäranlagen und Kantinen sowie Kühl- und Niederschlagswasser. Bei Kühlwasser wird je nach Prozessführung zwischen belastetem und unbelastetem Wasser unterschieden. Das Abwasser fällt innerhalb eines Industriebetriebes an mehreren Stellen an und kann sich je nach Anfallstelle in seiner Menge und Zusammensetzung stark unterscheiden. In vielen Fällen ist es zweckdienlich, die Abwasserteilströme vor einer Endreinigung separat und gezielt in Abhängigkeit der Inhaltsstoffe und der spezifischen Anforderungen zu behandeln [LANUV 2014].

Mit der Verabschiedung der Abwasserverordnung (AbwV) im Jahr 1997 verlor die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der bisherigen Ausgabe des Taschenbuchs der Industrieabwasserreinigung von 1991 geltende Rahmen-Abwasser-Verwaltungsvorschrift ihre Gültigkeit.

2.3.2 BREFs und BVT-Schlussdokumente

Mit der Verabschiedung der Industrieemissionsrichtlinie (IE-RL) in 2010 wurde die rechtliche Verbindlichkeit der BVT-Merkblätter (engl. BREF genannt: best available technique reference document) europaweit gestärkt. Die BVT-Merkblätter setzen dabei einen europaweiten Maßstab für den umweltfreundlichen und ressourcenschonenden Betrieb von Industrieanlagen aus verschiedensten Branchen [Kraus et al. 2015].

Ein wesentliches Instrument zur Umsetzung der Richtlinie sind die in den BVT-Merkblättern enthaltenen Schlussfolgerungen (siehe Kapitel 2.1.2). Sie enthalten die mit besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte (BAT-

AEL: Best available technique associated emission level) und bilden die Grundlage für untergesetzliche Regelwerke (Anhänge der AbwV, TA Luft, BImSchV). Die Schlussfolgerungen dienen somit als Referenzdokument für die Festlegung von Genehmigungsauflagen für die in den Geltungsbereich der IE-RL fallenden Anlagen. Maßgeblich sind dabei die festgeschriebenen Emissionsgrenzwerte, zu dessen Einhaltung keine Anwendung bestimmter Techniken vorgeschrieben wird [Suhr 2013].

Die Erarbeitung eines BVT-Dokuments erfolgt im Rahmen eines Informationsaustausches zwischen den Mitgliedsstaaten, betreffenden Industriezweigen, Nichtregierungsorganisation, die sich für den Umweltschutz einsetzen sowie der Kommission. Zur Berücksichtigung des stetigen Fortschritts in Forschung und Entwicklung und den damit verbundenen Innovationen in der Technik schreibt die IE-RL vor, BVT-Merkblätter möglichst acht Jahre nach ihrer Veröffentlichung zu aktualisieren [IE-RL 2010].

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und die Umweltministerien der Länder haben sich darauf verständigt, die betreffenden Anhänge der AbwV innerhalb eines Jahres nach der Verabschiedung einer BVT-Schlussfolgerung überprüfen zu lassen und einen Anpassungsvorschlag zu erarbeiten. Abwasserrelevante BVT-Schlussfolgerungen existieren bisher für folgende Branchen [EIPPCB 2018]:

- Abwasser- und Abgasbehandlung/-management in der chemischen Industrie,
- Intensivhaltung von Geflügel und Schweinen,
- Eisen- und Stahlerzeugung,
- Großfeuerungsanlagen,
- Glasherstellung,
- Nicht-Eisenmetallindustrie,
- Herstellung von Zement, Kalk und Magnesiumoxid,
- Chloralkaliindustrie,
- Herstellung organischer Grundchemikalien,
- Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton,
- Raffinerien,
- Gerben von Häuten und Fellen,
- Abfallbehandlungsanlagen,
- Herstellung von Holzplatten.

Für folgende Branchen existieren BVT-Merkblätter bisher ohne Schlussfolgerungen:

- Keramikindustrie,
- Abgasbehandlung in der chemischen Industrie,
- Lagerung gefährlicher Substanzen und staubender Güter,
- Energieeffizienz,
- Stahlverarbeitung,
- Nahrungsmittelindustrie,
- industrielle Kühlsysteme,
- Herstellung anorganischer Grundchemikalien – Ammoniak, Säuren und Düngemittel,
- Herstellung anorganischer Grundchemikalien – Feststoffe und andere,
- Herstellung organischer Feinchemikalien,
- Herstellung von Polymeren,
- Herstellung anorganischer Spezialchemikalien,
- Tierschlachtanlagen und Anlagen zur Verarbeitung von tierischen Nebenprodukten,
- Gießereien,
- Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen (Galvanik),
- Oberflächenbehandlung unter Verwendung von organischen Lösemitteln,
- Textilindustrie,
- Abfallverbrennungsanlagen.

Darüber hinaus existieren folgende Referenzdokumente, welche branchenübergreifend Anwendung finden:

- allgemeine Überwachsungsgrundsätze (Monitoring),
- ökonomische und medienübergreifende Effekte.

Der jeweilige aktuellste Stand der Bearbeitung kann unter http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ aufgerufen werden.

2.3.3 Spezielle Anforderungen und Anhänge der AbwV

In Deutschland sind die Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in der AbwV definiert (siehe Kapitel 2.1.6). Sämtliche Anhänge können unter http://www.gesetze-im-internet.de/abwv/ aufgerufen werden.

Tabelle 1: Anforderungen an die Einleitung von Abwässern aus ausgewählten Branchen der Lebensmittelindustrie (verändert nach [AbwV 2018])

	BSB_5	CSB	NH_4-N	P_{ges}	N_{ges}, als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff	spezifische Abwassermenge
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Anhang 3 Milchverarbeitung	25	110	10	2	18	-
Anhang 5 Herstellung von Obst- und Gemüseprodukten						-
Anhang 11 Brauereien						-
Anhang 12 Herstellung von Alkohol und alkoholischen Getränken						-
Anhang 10 Fleischwirtschaft						-
Anhang 7 Fischverarbeitung	25	110	10	2	25	-
Anhang 8 Kartoffelverarbeitung	25	150	10	2	18	-
Anhang 18 Zuckerherstellung	25	200	10	2	30	-
Anhang 6 Herstellung von Erfrischungsgetränken und Getränkeabfüllung	25	110	-	2	-	-
Anhang 21 Mälzereien	25	110	-	-	-	-
	g/t	g/t		g/t	mg/l	m^3/t
Anhang 4 Ölsaatenaufbereitung, Speisefett- und Speiseölraffination						
Saatenaufbereitung	5	20	-	0,4	30	0,2
Raffination	38	200	-	4,5	30	1,5

Die Veröffentlichung eines BVT-Schlussdokumentes kann für die betroffene Branche ggf. eine Anpassung der Einleitgrenzwerte zur Folge haben. Ergeben sich aus den BVT-Schlussfolgerungen im Vergleich zum nationalen Recht anspruchsvollere Anforderungen, so müssen diese an das Schlussdokument angepasst werden. Bei gleichen oder niedrigeren Anforderungen in den Schlussdokumenten bleiben die Einleitbedingungen aus dem nationalen Regelwerk bestehen. Sofern sich aus den

Schlussdokumenten Anforderungen ergeben, welche nicht im nationalen Recht definiert sind, so sind diese zu implementieren [Leuthold 2014].

In Tabelle 1 sind die Anforderungen an das Abwasser an der Einleitstelle beispielhaft für ausgewählte Branchen der Lebensmittelindustrie zusammengestellt. Es ist zu beachten, dass sich je nach Herkunftsbereich innerhalb einer Branche weitere Anforderungen ergeben können. In jedem Fall sind die spezifischen Nebenbestimmungen zu beachten. Alle Werte beziehen sich auf eine Qualifizierte Stichprobe oder eine 2-Stunden-Mischprobe. Sofern Grenzwerte für Stickstoff und/oder Ammoniumstickstoff definiert sind, so gelten diese in der Regel für eine Abwassertemperatur von 12 °C und größer im Ablauf des biologischen Reaktors. In einigen Fällen sind höhere Stickstoffkonzentrationen zulässig, sobald in Bezug auf die eliminierte Stickstofffracht entsprechende Wirkungsgrade erzielt werden können. Für den Sektor der Ölsaatenaufbereitung, Speisefett- und Speiseölraffination ist zu beachten, dass Grenzwerte z. T. als Frachten definiert sind.

Anforderungen an die Einleitungsstelle für Abwasser aus der Erdölverarbeitung sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Hier sind im Rahmen der wasserrechtlichen Zulassung Schadstofffrachten zu definieren, für welche ein spezifischer Abwasseranfall von 0,5 m^3 pro Tonne Einsatzprodukt zu Grunde zu legen ist. Im Falle der Schmierölherstellung ist ein Wert von 1,3 m^3 pro Tonne Einsatzprodukt anzusetzen. Des Weiteren sind die zusätzlichen Anforderungen an das Abwasser vor einer Vermischung zu beachten.

Aus Tabelle 3 können die Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle nach Anhang 28 für die Herstellung von Papier, Karton oder Pappe entnommen werden. Für bestimmte Bereiche gelten in Bezug auf den Jahresmittelwert zusätzliche Bedingungen, sofern eine tägliche Produktionskapazität von 20 Tonnen oder mehr überschritten wird.

Die in Anhang 40 der AbwV definierten Grenzwerte für die Branche der Metallbe- und -verarbeitung beziehen sich auf zwölf Bereiche und sind in Tabelle 4 als Spannbreiten zusammengefasst. Die Grenzwerte für Kohlenwasserstoffe sind auf die Stichprobe zu beziehen. Für die zwölf Herkunftsbereiche ergeben sich für den Fall einer Vermischung des Abwassers zum Teil weitere Anforderungen.

Für den Sektor der Chemischen Industrie gelten die Anforderungen nach Anhang 22 der AbwV. In den Geltungsbereich fallen jene Industriebetriebe mit einer Abwassereinleitung mit 10 m^3 je Tag oder mehr. Die spezifischen Anforderungen an die einzelnen Schadstoffparameter hängen in der Regel vom hergestellten Produkt oder von der Belastung am Entstehungsort ab. In Tabelle 5 sind die Einleitgrenzwerte für CSB, Stickstoff und Phosphor zusammengestellt.

Tabelle 2: Anforderungen an die Einleitung von Abwasser aus der Erdölverarbeitung (verändert nach [AbwV 2018])

	TOC mg/l	CSB mg/l	BSB_5 mg/l	P_{ges} mg/l	N_{ges}, als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff mg/l	Kohlenwasserstoffe, gesamt mg/l
Anhang 45 Erdölverarbeitung	25	80	15	1,3	20	1,5

Tabelle 3: Anforderungen an die Einleitung von Abwasser aus der Herstellung von Papier, Karton oder Pappe (verändert nach [AbwV 2018])

	BSB_5 mg/l	P_{ges} mg/l	Abfiltrierbare Stoffe mg/l	Gesamter gebundener Stickstoff TNb mg/l	N_{ges}, als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff mg/l	TOC kg/t	CSB kg/t
Anhang 28 Herstellung von Papier, Karton oder Pappe*	25	2	50	20	10	0,9	3
*darüber hinaus gelten spezifische Anforderungen für die Herstellung unterschiedlicher Produkte							

Tabelle 4: Anforderungen an die Einleitung von Abwasser aus der Metallbe- und -verarbeitung (verändert nach [AbwV 2018])

	Aluminium mg/l	NH_4-N mg/l	CSB mg/l	Eisen mg/l	Fluorid, gelöst mg/l	NO_2-N mg/l	P_{ges} mg/l	Giftigkeit gegenüber Fischeiern (G_{EI}) -	Kohlenwasserstoffe, gesamt mg/l
Anhang 40 Metallbearbeitung, Metallverarbeitung	2 – 3	20 – 100	100 – 400	3	20 – 50	5	2	2 – 6	10

Tabelle 5: Anforderungen an die Einleitung von Abwasser aus der chemischen Industrie (verändert nach [AbwV 2018])

Anhang 22 Chemische Industrie		
1) Anforderungen für die Einleitstelle		
a) CSB		
CSB am Enstehungsort mg/l	**CSB an der Einleitstelle**	
> 50.000	2.500 mg/l	
> 750	Elimination von 90 %	
≤ 750	75 mg/l	
< 75	wie Entstehungsort	
b) Stickstoff, gesamt, als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff		
N_{ges}	50 mg/l bzw. bis zu 75 mg/l bei Elimination von 75 % bezogen auf die Stickstofffracht*	
c) Phosphor		
P_{ges}	2 mg/l	
2) Anforderungen vor der Vermischung		
a) Adsorbierbare organisch gebundene Halogene		
AOX	je nach Produktion 0,3 - 8 mg/l bzw. 2 - 80 g/t	
b) Auszug sonstiger Stoffe		
	Qualifizierte Stichprobe oder 2-Stunden-Mischprobe (mg/l)	
Stoff	**I: Abwasserströme aus z. B. Herstellung dieser Stoffe**	**II: Abwasserströme, die mit Stoffen < der Konzentration aus I belastet sind**
Hg	0,05	0,001
Cd	0,2	0,005
Pb	0,5	0,05
Cr_{ges}	0,5	0,05
Zn	2	0,2

* der festgesetzte Wert gilt auch als eingehalten, wenn er bestimmt als „gesamter gebundener Stickstoff (TNb)“ eingehalten wird

Tabelle 6: Anforderungen an die Einleitung von Abwasser aus der Herstellung anorganischer Pigmente vor der Vermischung (verändert nach [AbwV 2018])

		Blei- und Zinkpigmente	Cadmiumpigmente	Lithopone, Zinksulfidpigmente und gefälltes Bariumsulfat	Eisenoxidpigmente	Chromoxidpigmente	Mischphasenpigmente, Pigment- und Farbkörpermischungen und Fritten
		Qualifizierte Stichprobe oder 2-Stunden-Mischprobe					
Blei	kg/t	0,04	-	-	-	-	-
Cadmium	mg/l	-	-	0,01	-	-	-
	kg/t	-	0,15	-	-	-	-
Chrom, gesamt	mg/l	-	-	-	-	-	0,5
	kg/t	0,03	-	-	-	0,02	-

		Chloridverfahren	Sulfatverfahren
		Qualifizierte Stichprobe oder 2-Stunden-Mischprobe	
Blei	kg/t	0,005	0,03
Cadmium	g/t	0,2	2
Chrom, gesamt	kg/t	0,01	0,05
Kupfer	kg/t	0,01	0,02
Nickel	kg/t	0,005	0,015
Quecksilber	g/t	0,1	1,5

Tabelle 7: Anforderungen an die Einleitung von Abwasser aus der Herstellung von Titandioxidpigmenten vor der Vermischung (verändert nach [AbwV 2018])

Im Fall von Stickstoff kann in der wasserrechtlichen Zulassung auch eine höhere Konzentration bis zu 75 mg/l festgesetzt werden, wenn eine Verminderung der Stickstofffracht um 75 Prozent gewährleistet wird. Ferner sind für die Anforderungen vor einer Vermischung Grenzwerte für AOX sowie für einen Auszug weiterer Stoffe enthalten.

Die Anforderungen an die Einleitung von Abwasser aus der Herstellung anorganischer Pigmente für bspw. Farbmittel oder Füllstoffe ergeben sich aus dem Anhang 37. In Tabelle 6 sind die Einleitgrenzwerte für Blei, Cadmium, sowie $Chrom_{gesamt}$ beispielhaft zusammengestellt. Für die Herstellung von Cadmiumpigmenten beziehen sich die produktionsspezifischen Frachtwerte auf die eingesetzte Cadmiummenge. Die Schadstofffracht wird aus den Konzentrationswerten der

Qualifizierten Stichprobe oder der 2-Stunden-Mischprobe und aus dem mit der Probenahme korrespondierenden Abwasservolumenstrom bestimmt.

Abwässer, welche aus der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe resultieren, sind in Anhang 48 reglementiert. Diese gelten für Abwasseranlagen, deren Schadstofffracht im Wesentlichen aus der Verwendung der in dem Anhang aufgelisteten Stoffe resultiert. In Tabelle 7 sind die Anforderungen an Abwasser aus der Herstellung von Titandioxidpigmenten vor einer Vermischung beispielhaft aufgeführt. Für den Parameter $Chrom_{gesamt}$ kann in der wasserrechtlichen Zulassung bei Anwendung des Sulfatverfahrens auch eine Konzentration von 0,5 mg/l zugelassen werden.

Literatur

AbwV (2018): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer: http://www.gesetze-im-internet.de/abwv/ (abgerufen am 15.08.2018).

EIPPCB (2018): Reference documents under the IPPC Directive and the IED: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ (abgerufen am 15.08.2018).

IE-RL (2010): Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung). Amtsblatt der Europäischen Union, L334/17, 17. Dezember 2010.

Kraus, K., Leuthold, S., Reichart, A. (2015): Wegweiser Beste Verfügbare Techniken Made in Germany – Machen Sie Ihre Umwelttechnik zum europäischen Maßstab!

LANUV (2014): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014, 17. Auflage.

Leuthold, S. (2014): Die Revision der BVT-Merkblätter und die Umsetzung von BVT-Schlussfolgerungen in nationales Recht, Fünfter. BDG-Umwelttag. Statistisches Bundesamt (2016): Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung. Fachserie 19, Reihe 2.2.

Suhr, M. (2013): Die BVT-Schlussfolgerungen im Kontext der Richtlinie über Industrieemissionen – Entstehung, Arbeitsstand und Umsetzung in Deutschland. Zeitschrift für Immissionsschutzrecht und Emissionshandel, Jahrgang 3 (2013), Ausgabe 2, S. 44 – 52.