

# Wasserwirtschaft in Deutschland

Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen

Für Mensch & Umwelt



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit

Umwelt   
Bundesamt

# Impressum

## Herausgeber:

Umweltbundesamt  
Abteilung II 2 Wasser und Boden  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
info@umweltbundesamt.de  
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de  
 /umweltbundesamt

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit  
Referat WR I 1  
Postfach 12 06 29  
53048 Bonn  
<https://www.bmu.de>

## Autoren:

**Umweltbundesamt (UBA):** J. Arle, H. Bartel, C. Baumgarten,  
A. Bertram, K. Blondzik, S. Brandt, F. Brauer, U. Claussen,  
H. P. Damian, D. Dieter, C. Galander, H. Ginzky, S. Grimm,  
M. Helmecke, K. Hofmeier, M. Hofmeier, W. Hülsmann,  
B. Kirschbaum, T. Knobloch, K. Koppe, J. Koschorreck,  
M. Krakau, W. Leujak, C. Mathan, V. Mohaupt, S. Naumann,  
C. Pickl, U. Pirtke, T. Rapp, A. Rau, J. Rechenberg, S. Richter,  
A. Roskosch, C. Sedello, A. Stoefen O Brien, M. Suhr,  
R. Szewzyk, A. Ullrich, U. Wachotsch, A. Walter, A. Weiß,  
S. Werner, C. Winde, G. Winkelmann-Oei, R. Wolter

## Redaktion:

M. Helmecke (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 2.1)

## Zitiervorschlag:

BMU/ UBA (Hrsg.) (2017):  
Wasserwirtschaft in Deutschland.  
Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen.  
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

## Publikationen als pdf:

[www.umweltbundesamt.de/publikationen](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen)

## Bildquellen:

Titel: iStock.com/kontrast-fotodesign  
S. 21, 22, 42, 67, 76, 94, 101, 110, 136, 149, 152,  
157, 158, 177, 211, 216, 217, 218, 219, 221:  
shutterstock.com  
S. 34: Katrin Behrens  
S. 52: iStock.com/ollo  
S. 60: UBA, Peter Renner  
S. 133: ts-fotografik/photocase.de  
S. 160: UBA, Jörg Rechenberg  
S. 171: Marco Schmidt, [www.gebaeudekuehlung.de](http://www.gebaeudekuehlung.de)  
S. 185: iStock.com/BanksPhotos  
S. 186: UBA, Stephan Naumann  
S. 190: UBA, Stephan Naumann  
S. 208: iStock.com/querbeet  
S. 212: iStock.com/swissmediavision  
S. 214: Fraunhofer IME  
S. 222: iStock.com/no\_limit\_pictures

## Stand:

Oktober 2017 (geringfügige Korrekturen Mai 2018)

**ISSN 2363-832X**

## Gestaltung:

Studio GOOD, Berlin  
[www.studio-good.de](http://www.studio-good.de)

# **Wasserwirtschaft in Deutschland**

Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen

# Inhalt

Impressum	2
Abbildungsverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	12



<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>14</b>
1.1	Fokus und Aufbau der Broschüre	15
1.2	Grundlagen der Wasserwirtschaft	16
1.3	Die Umsetzung der wasser-relevanten UN-Nachhaltigkeitsziele in Deutschland	20
1.4	Menschenrecht auf Zugang zu Trinkwasser und grundlegender Sanitärversorgung	21



<b>2</b>	<b>Rahmenbedingungen für Deutschlands Wasserwirtschaft</b>	<b>24</b>
2.1	Natürliche Gegebenheiten	25
2.1.1	Klima und Niederschläge	25
2.1.2	Landschaften und Gewässer	25
2.1.3	Nord- und Ostsee	29
2.1.4	Wasserdargebot	29
2.2	Klimaänderungen	30
2.2.1	Globale Klimaänderungen	30
2.2.2	Klimaänderungen in Deutschland	31
2.2.3	Veränderung der Temperatur	31
2.2.4	Veränderung der Niederschläge	32
2.3	Demographie	35
2.4	Rechtliche Rahmenbedingungen	35
2.4.1	Internationales Wasserrecht	36
2.4.2	Einfluss des EU-Wasserrechts	37
2.4.3	Wasserhaushaltsgesetz und seine Verordnungen	39
2.4.9	Wasserrecht der Länder und Kommunen	41
2.5	Strukturen und Zusammenarbeit in der Wasserwirtschaft	42
2.5.1	Organisation der Wasserwirtschaft in Deutschland	42
2.5.2	Zusammenarbeit zwischen der Europäischen Union und den Mitgliedstaaten	46
2.5.3	Internationale Zusammenarbeit	46
2.6	Organisation der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Deutschland	48
2.6.1	Wasserversorgung	48
2.6.2	Abwasserentsorgung	49
2.7	Wassernutzung in Deutschland	50



<b>3</b>	<b>Gewässerbelastungen und Herausforderungen</b>	<b>54</b>
<b>3.1</b>	<b>Kommunale Wasserwirtschaft und Haushalte</b>	<b>56</b>
3.1.1	Wasserversorgung	56
3.1.2	Trinkwasseraufbereitung	57
3.1.3	Trinkwasserverteilung	62
3.1.4	Stoffeinträge aus Haushalten	63
3.1.5	Kommunale Abwasserentsorgung	66
3.1.6	Niederschlagswasser	69
<b>3.2</b>	<b>Landwirtschaft</b>	<b>70</b>
3.2.1	Bewässerung	70
3.2.2	Einträge aus der Landwirtschaft	72
<b>3.3</b>	<b>Industrie und Rohstoffgewinnung</b>	<b>75</b>
3.3.1	Gewässerrelevante Einträge aus Betrieben	75
3.3.2	Unfälle beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Anlagen	78
3.3.3	Oberirdischer Bergbau	79
3.3.4	Tiefseebodenbergbau	80
<b>3.4</b>	<b>Energie</b>	<b>81</b>
3.4.1	Kühlwasser	81
3.4.2	Geothermie	82
3.4.3	Kohlendioxidspeicherung (CCS)	85
3.4.4	Fracking	85
3.4.5	Offshore Windenergie	89
3.4.6	Erdöl- und Erdgasförderung im Meer	89
3.4.7	Wasserkraft	90
3.4.8	Bioenergienutzung	91
<b>3.5</b>	<b>Transport</b>	<b>92</b>
3.5.1	Binnenschifffahrt	92
3.5.2	Seeschifffahrt	94
3.5.3	Transport wassergefährdender Stoffe	97
<b>3.6</b>	<b>Fischerei und Aquakultur</b>	<b>98</b>
3.6.1	Fischerei im Meer und ihre Auswirkungen	98
3.6.2	Aquakultur im Meer	99
<b>3.7</b>	<b>Freizeitnutzung und Tourismus</b>	<b>99</b>
<b>3.8</b>	<b>Einträge von Kunststoffen in die Umwelt</b>	<b>100</b>
3.8.1	Kunststoffe im Meer	100
3.8.2	Kunststoffe in Binnengewässern	102
<b>3.9</b>	<b>Hochwasser – Ursachen und Entstehung</b>	<b>104</b>
<b>3.10</b>	<b>Auswirkungen von Klimaänderungen (Klimafolgen)</b>	<b>105</b>
<b>3.11</b>	<b>Wasserfußabdruck</b>	<b>106</b>



## **4 Gewässerbeschaffenheit und Auswirkungen 112**

<b>4.1</b>	<b>Zustand des Grundwassers</b>	<b>113</b>
4.1.1	Grundwasserüberwachung	113
4.1.2	Mengenmäßiger Zustand des Grundwassers	115
4.1.3	Chemischer Zustand des Grundwasser	117
<b>4.2</b>	<b>Zustand der Oberflächengewässer</b>	<b>122</b>
4.2.1	Überwachung	122
4.2.2	Ökologischer Zustand	122
4.2.3	Chemischer Zustand	125
<b>4.3</b>	<b>Zustand der Küsten- und Meeresgewässer</b>	<b>129</b>
4.3.1	Bewertungsgrundlagen	130
4.3.2	Eutrophierung von Nord- und Ostsee	131
4.3.3	Schadstoffe in Nord- und Ostsee	134



## **5 Sektorübergreifender Gewässerschutz – Maßnahmen im deutschen, europäischen und internationalen Recht 138**

<b>5.1</b>	<b>Integrierter Gewässerschutz – Die Wasserrahmenrichtlinie</b>	<b>139</b>
<b>5.2</b>	<b>Binnengewässerschutz in der WRRL</b>	<b>141</b>
5.2.1	Zusammenarbeit in internationalen Flussgebieten	141
5.2.2	Maßnahmenprogramme	142
5.2.3	Fristverlängerungen und Ausnahmen	142
<b>5.3</b>	<b>Grundwasserschutz</b>	<b>144</b>
<b>5.4</b>	<b>Meeresschutz</b>	<b>145</b>
5.4.1	Internationales Meeresschutzrecht	145
5.4.2	Regionaler Meeresschutz	148
5.4.3	EU-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie	149
5.4.4	Maritime Raumordnung	153
<b>5.5</b>	<b>Hochwasserrisikomanagement</b>	<b>154</b>



## **6 Sektorspezifische Maßnahmen 160**

<b>6.1</b>	<b>Trinkwasserversorgung</b>	<b>161</b>
6.1.1	Rechtlicher Rahmen und Organisation der Trinkwasserversorgung	161
6.1.2	Trinkwasserpreise	164
6.1.3	Wassersparen“	165
<b>6.2</b>	<b>Abwasser</b>	<b>167</b>
6.2.1	Rechtlicher Rahmen und Organisation der Abwasserentsorgung	167
6.2.2	Lösungsansätze bei der Abwasseraufbereitung	168
6.2.3	Neuartige Sanitärsysteme (NASS)	171
6.2.4	Sanierung der Kanalisation	171

6.2.5	Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung	171
6.2.6	Preise der Abwasserbehandlung	173
6.2.7	Wasserwiederverwendung – Kommunales Abwasser und Grauwasser	175
<b>6.3</b>	<b>Landwirtschaft</b>	<b>176</b>
6.3.1	Umweltpolitische Instrumente für den Gewässerschutz	176
6.3.2	Technische Maßnahmen zum Gewässerschutz	178
6.3.3	Ökologisch orientierte Gewässerunterhaltung	180
<b>6.4</b>	<b>Industrie und Rohstoffgewinnung</b>	<b>181</b>
6.4.1	Die Industrieemissionen-Richtlinie	181
6.4.2	Vermeidung industriellen Abwassers	182
6.4.3	Rückgewinnung von Industrieabwasser als Rohstoff	182
6.4.4	Anlagenbezogener Gewässerschutz	182
6.4.5	Bergbau	185
6.4.6	Tiefseebodenbergbau	185
<b>6.5</b>	<b>Energie</b>	<b>186</b>
6.5.1	Wärmelastplanung	186
6.5.2	Geothermie	186
6.5.3	Kohlendioxidspeicherung (CCS)	187
6.5.4	Fracking	187
6.5.5	Offshore Windenergie – Genehmigungsverfahren und Verminderung ökologischer Auswirkungen	188
6.5.6	Offshore Erdöl- und Erdgasförderung	189
6.5.7	Wasserkraft	190
6.5.8	Umgang mit Bioenergie	191
<b>6.6</b>	<b>Transport</b>	<b>191</b>
6.6.1	Binnenschifffahrt	191
6.6.2	Seeschifffahrt	193
6.6.3	Sicherer Transport wassergefährdender Stoffe	197
<b>6.7</b>	<b>Fischerei und Aquakultur</b>	<b>198</b>
6.7.1	Ist nachhaltige Fischerei im Meer möglich?	198
6.7.2	Aquakultur	199
<b>6.8</b>	<b>Tourismus und Freizeitnutzung</b>	<b>201</b>
6.8.1	Freizeitnutzung und Tourismus	201
6.8.2	Baden	201
<b>6.9</b>	<b>Kunststoffe im Meer</b>	<b>202</b>
<b>6.10</b>	<b>Anpassung an den Klimawandel</b>	<b>204</b>
6.10.1	Möglichkeiten der Anpassung im Handlungsfeld Wasserwirtschaft	204
6.10.2	Beispiele für Anpassungsmaßnahmen in der Wasserwirtschaft	205



<b>7</b>	<b>Ausblick</b>	<b>210</b>
7.1	Überprüfung der WRRL	211
7.2	Spurenstoffstrategie des Bundes	212
7.3	Notwendigkeit einer integrierten Stickstoffstrategie	212



## **8 Informationen, Broschüren, Datenbanken 214**

<b>8.1</b>	<b>Datenbanken, Register</b>	<b>215</b>
8.1.1	Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister PRTR – Onlineinformation über Emissionen und Abfallentsorgungen der Industrie	215
8.1.2	Umweltprobenbank	215
8.1.3	Qualität der Badegewässer	216
<b>8.2</b>	<b>Weitere Informationen</b>	<b>216</b>
8.2.1	Broschüren und Hintergrund-dokumente des UBA	216
8.2.2	Internetseiten	217
8.2.3	Videos	217
<b>8.3</b>	<b>Was kann jeder Einzelne tun? – Tipps zum Gewässerschutz</b>	<b>218</b>



## **9 Glossar 224**

# Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Vereinfachte Umsetzung des DPSIR-Ansatzes in der Broschüre. Eigene Darstellung – Seite 16
- Abb. 2:** Flussgebietseinheiten in der Bundesrepublik Deutschland – Seite 19
- Abb. 3:** Jährliche Niederschlagshöhe in Deutschland im Referenzzeitraum 1961 – 1990 – Seite 26
- Abb. 4:** Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen in Deutschland – Seite 28
- Abb. 5:** Änderung der erneuerbaren Wasserressourcen in Deutschland – Seite 29
- Abb. 6:** Meeresspiegelanstieg an der Nordsee. Mittlerer Meeresspiegel am Pegel Cuxhaven 1843 – 2011 – Seite 31
- Abb. 7:** Jahresmittel der Temperatur in Deutschland (Flächenmittel aus Stationsmessungen in 2 m Höhe) von 1881 – 2016 – Seite 32
- Abb. 8:** Jahreszeitliche Mittelwerte der Temperatur und erwartete Änderung – Seite 33
- Abb. 9:** Zeitreihe der Jahresniederschlagshöhen in Deutschland (Flächenmittel aus Stationsmessungen) von 1881 – 2016 – Seite 33
- Abb. 10:** Jahreszeitliche Mittelwerte der Niederschlagshöhe und erwartete Änderungen – Seite 34
- Abb. 11:** Wesentliche Regelungen im Bereich der Wasserwirtschaft – Seite 38
- Abb. 12:** Dreistufiger Verwaltungsaufbau in der Wasserwirtschaft – Seite 43
- Abb. 13:** Zusammensetzung der Mitglieder von German Water Partnership – Seite 47
- Abb. 14:** Öffentlich-rechtliche und privatrechtliche Unternehmensformen der öffentlichen Wasserversorgung – Seite 48
- Abb. 15:** Unternehmensformen in der öffentlichen Wasserversorgung – Seite 49
- Abb. 16:** Organisationsformen der Abwasserentsorgung gewichtet nach Einwohnern – Seite 50
- Abb. 17:** Wasserdargebot und Wassernutzung in Deutschland 2013 – Seite 51
- Abb. 18:** Wassernutzungs-Index Deutschland – Seite 51
- Abb. 19:** Mögliche Eintragswege von Schadstoffen – Seite 56
- Abb. 20:** Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung nach Wasserarten 2013 – Seite 57
- Abb. 21:** Öffentliche Wasserversorgung – Wasserabgabe an Haushalte – Seite 58
- Abb. 22:** Wasserabgabe zum Letztgebrauch an Haushalte pro Einwohner/Tag nach Bundesländern – Seite 59
- Abb. 23:** Durchschnittlicher Wasserverbrauch und Wasserverwendung in Haushalten und Kleingewerbe – Seite 60
- Abb. 24:** Bleirohr der Trinkwasser-Installation – Seite 62
- Abb. 25:** Schematische Darstellung – Behandlung des Abwassers – Seite 65
- Abb. 26:** Stromverbrauch kommunaler Kläranlagen 2015 – Seite 68
- Abb. 27:** Starkregen – Überflutung einer Unterführung – Seite 69
- Abb. 28:** Stickstoffüberschuss der Landwirtschaft – Seite 71
- Abb. 29:** Inlandsabsatz von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen (ohne inerte Gase) in Deutschland für den Zeitraum von 2003 bis 2015 – Seite 72
- Abb. 30:** Nitratbelastungen im Grundwasser unter Wald, Grünland, Siedlungen und Acker – Seite 73
- Abb. 31:** Anzahl der PRTR-Betriebe nach Branche für Freisetzung in Wasser 2014 – Seite 76
- Abb. 32:** Branchenanteile TOP 10 Schadstoffe – Freisetzung in Wasser 2014 – Seite 77
- Abb. 33:** Explorationslizenzen, Lizenzanträge sowie Vorerkundungen für marine metallische Rohstoffe in internationalen Gewässern (Stand 2017) – Seite 80

- Abb. 34:** Regionen mit Eignung zur hydrogeothermalen Nutzung und zugehörige Temperaturbereiche – Seite 83
- Abb. 35:** Schemazeichnung einer Anlage zur CO<sub>2</sub> Speicherung im Untergrund – Seite 84
- Abb. 36:** Übersicht der Potenzialgebiete: Gebiete mit Schieferöl- (grüne Flächen) und Schiefergaspotential (rote Flächen) mit Angabe der jeweiligen Tongesteinsformation – Seite 86
- Abb. 37:** Schematische Darstellung potenzieller Eintragspfade unerwünschter Substanzen in oberflächennahe Grundwasserleiter – Seite 87
- Abb. 38:** Offshore-Windenergieanlagen in der Nord- und Ostsee – Seite 90
- Abb. 39:** Bruttostromerzeugung aus den erneuerbaren Energien und Wasserkraft zwischen 1990 und 2015 – Seite 93
- Abb. 40:** Netzkategorisierung unter Berücksichtigung der Verkehrsprognose 2030 – Seite 94
- Abb. 41:** „Umweltwirkungen eines Seeschiffes“ – Seite 101
- Abb. 42:** Dauer des Abbaus von Meeresmüll – Seite 107
- Abb. 43:** Wasserherkunft beim Baumwollanbau – Seite 88
- Abb. 44:** Karte des neuen EUA-Messnetzes, das die Messstellen des neuen EU-Nitratmessnetzes (Teilmessnetz Landwirtschaft) mit umfasst – Seite 114
- Abb. 45:** Überblick über die Zustandsbewertung der Grundwasser gemäß WRRL – Seite 115
- Abb. 46:** Mengenmäßiger Zustand der Grundwasserkörper in Deutschland – Seite 116
- Abb. 47:** Chemischer Zustand der Grundwasserkörper in Deutschland – Seite 118
- Abb. 48:** Mittlere Nitratgehalte an den Messstellen des EUA-Messnetzes für den Zeitraum 2012–2014 – Seite 119
- Abb. 49:** Häufigkeitsverteilung der PSM-Befunde in oberflächennah verfilterten Messstellen im Grundwasser Deutschlands – Seite 120
- Abb. 50:** Häufigkeitsverteilung der „nicht relevanten“ Metaboliten in oberflächennah verfilterten Messstellen im Grundwasser Deutschlands (2009–2012) – Seite 121
- Abb. 51:** **Abbildung 51:** Übersicht über die Zustandsbewertung der Oberflächengewässer gemäß Wasserrahmenrichtlinie – Seite 123
- Abb. 52:** Ökologischer Zustand der Oberflächenwasserkörper in Deutschland – Seite 124
- Abb. 53:** Ökologischer Zustand der Gewässerkategorien in Deutschland – Seite 125
- Abb. 54:** Mittlere Quecksilberkonzentration bei Schnackenburg (Elbe) – Seite 126
- Abb. 55:** Karte Chemischer Zustand der Oberflächengewässer, Bewertung aller bis 2011 geregelter Stoffe – Seite 127
- Abb. 56:** Karte Chemischer Zustand der Oberflächengewässer bei Bewertung aller bis 2011 geregelter Stoffe ohne Quecksilber, BDE, PAK, TBT – Seite 128
- Abb. 57:** Chemischer Zustand bei Bewertung aller bis 2011 geregelter Stoffe ohne Quecksilber, BDE, PAK, TBT – Seite 129
- Abb. 58:** Zusammenfassender Überblick der 2012 durchgeführten Anfangsbewertung gemäß MSRL für die deutschen Meeresgewässer – Seite 130
- Abb. 59:** Geltungsbereiche der für die Bewertung unter der MSRL relevanten EU-Richtlinien (WRRL, FFH-Richtlinie, Vogelschutzrichtlinie) und Meeresschutzübereinkommen OSPAR und HELCOM – Seite 131

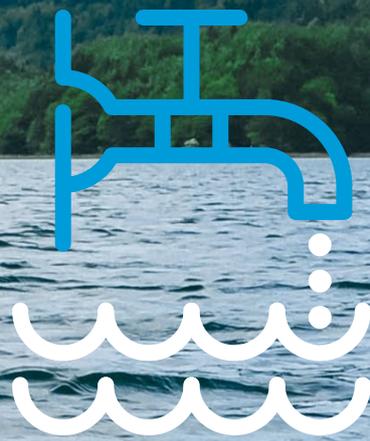
- Abb. 60:** Vorläufige Ergebnisse der 3. Eutrophierungsbewertung von OSPAR für den Nordostatlantik (Bewertungszeitraum 2006 – 2014) – Seite 132
- Abb. 61:** „Schwermetalleinträge über die deutschen Zuflüsse in die Nordsee im Vergleich zum Abfluss“ – Seite 134
- Abb. 62:** Integrierte Bewertung der Belastung der Ostsee mit gefährlichen Substanzen mit dem HELCOM Hazardous Substances Status Assessment Tool (CHASE) – Seite 136
- Abb. 63:** Zeitachse für die Umsetzung der WRRL – Seite 140
- Abb. 64:** Anteil der für den aktualisierten Bewirtschaftungszyklus (2016 – 2021) geplanten Maßnahmen innerhalb der unterschiedlichen Belastungsschwerpunkte in den Oberflächengewässern – Seite 143
- Abb. 65:** Raumordnungsplan für die deutsche AWZ in der Nordsee (Kartenteil) – Seite 153
- Abb. 66:** Umsetzungsschritte der HWRM-RL – Seite 155
- Abb. 67:** Hochwassergefahrenkarten – links: Überflutungsflächen bei HQ 100, rechts: Überflutungsflächen bei HQ extrem – Seite 156
- Abb. 68:** Zyklus des Hochwasserrisikomanagements – Seite 157
- Abb. 69:** Trinkwasserschutzgebiet Zone I – Seite 162
- Abb. 70:** Karte Wasserschutzgebiete – Seite 163
- Abb. 71:** Klärschlammverwertung in Deutschland 1998 bis 2015 – Seite 169
- Abb. 72:** Maßnahmen zum Erreichen der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung – Seite 171
- Abb. 73:** Veränderung des natürlichen Wasserhaushalts – Seite 172
- Abb. 74:** Fassadenbegrünung im Hof des Institutes für Physik der Humboldt Universität Berlin mit Kletterpflanzen: verschattet und kühlt, Standort Berlin-Adlershof – Seite 173
- Abb. 75:** Schema der integrierten Kreislaufwasserbehandlungsanlage der Papierfabrik Smurfit Kappa Zülpich – Seite 183
- Abb. 76:** Fischaufstiegsanlage an der Mosel – Seite 188
- Abb. 77:** Bundeswasserstraßen haben beträchtliches Renaturierungspotenzial. Die Elbe bei Niedrigwasser – Seite 192
- Abb. 78:** „Schwefelgrenzwerte im Kraftstoff“ nach MARPOL Anhang VI – Seite 195
- Abb. 79:** Symbol des MSC-Siegels – Seite 199
- Abb. 80:** Karte der Badestellen (an Binnengewässern) und Sportboothäfen, die mit der blauen Flagge ausgezeichnet sind (2016) – Seite 200

# Abkürzungsverzeichnis

<b>AwSV:</b>	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	<b>MEPC:</b>	Marine Environmental Protection Committee (Ausschuss für den Schutz der Meeresumwelt)
<b>AWZ:</b>	Ausschließliche Wirtschaftszone	<b>MSRL:</b>	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
<b>BBodSchG:</b>	Bundes-Bodenschutzgesetz	<b>MSY:</b>	Maximum Sustainable Yield (höchst-möglicher Dauerertrag)
<b>BMBF:</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung	<b>NASS:</b>	Neuartige Sanitärsysteme
<b>BMEL:</b>	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft	<b>NHWSP:</b>	Nationales Hochwasserschutzprogramm
<b>BMU:</b>	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit	<b>nrM:</b>	nicht relevante Metabolite
<b>BMVI:</b>	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	<b>OSPAR:</b>	Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks) (OSPAR steht für „Oslo“ und „Paris“)
<b>BMWi:</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	<b>PAK:</b>	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
<b>BMZ:</b>	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung	<b>PBT:</b>	persistent, bioakkumulierend, toxisch
<b>DAS:</b>	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel	<b>PCB:</b>	polychlorierte Biphenyle
<b>DüV:</b>	Düngerverordnung	<b>POP:</b>	Persistent Organic Pollutants (persistente organische Schadstoffe)
<b>DWD:</b>	Deutscher Wetterdienst	<b>PRTR:</b>	Pollutant Release and Transfer Register (Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister)
<b>EEG:</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz	<b>PSM:</b>	Pflanzenschutzmittel
<b>GAK:</b>	Gemeinschaftsaufgabe der Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes	<b>RCP:</b>	Representative Concentration Pathways (Repräsentative Konzentrationspfade; Emissionsszenarien)
<b>GAP:</b>	Gemeinsame Agrarpolitik der EU	<b>SDG:</b>	Sustainable Development Goals (Ziele für nachhaltige Entwicklung)
<b>GFP:</b>	Gemeinsame Fischereipolitik der EU	<b>SECA:</b>	Sulphur Emission Control Area (Schwefelkontrollgebiete)
<b>GWP:</b>	German Water Partnership	<b>SRES:</b>	Emissionsszenarien nach: „Special Report on Emissions Scenarios“
<b>HELCOM:</b>	Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets, auch Helsinki-Übereinkommen	<b>SRP:</b>	Sonderrahmenplan Maßnahmen des präventiven Hochwasserschutzes
<b>HELCOM BSAP:</b>	Baltic Sea Action Plan (Ostseeaktionsplan)	<b>SRU:</b>	Sachverständigenrat für Umweltfragen
<b>HWRM-RL:</b>	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie	<b>SRÜ:</b>	Seerechtsübereinkommen
<b>IMO:</b>	International Maritime Organisation (Internationale Seeschiffahrtsorganisation)	<b>UMK:</b>	Umweltministerkonferenz
<b>INK:</b>	Internationale Nordseeschutz-Konferenz	<b>UN:</b>	United Nations (Vereinte Nationen)
<b>IPCC:</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change (Weltklimarat)	<b>UVP:</b>	Umweltverträglichkeitsprüfung
<b>ISA:</b>	International Seabed Authority (Internationale Meeresboden-Behörde)	<b>VAwS:</b>	Verordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
<b>JGS:</b>	Jauche, Gülle, Silage	<b>VOC:</b>	flüchtige organische Verbindungen
<b>LAWA:</b>	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser	<b>VwVwS:</b>	Allgemeine Verwaltungsvorschrift Wassergefährdungsklassen
<b>LWG:</b>	Landeswassergesetze	<b>WGK:</b>	Wassergefährdungsklassen
<b>MARPOL:</b>	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe)	<b>WHG:</b>	Wasserhaushaltsgesetz
<b>MDG:</b>	Millennium Development Goals (Millenniumsentwicklungsziele)	<b>WRRL:</b>	Wasserrahmenrichtlinie
		<b>WSG:</b>	Wasserschutzgebiet



# 1 Einleitung





## 1.1 Fokus und Aufbau der Broschüre

Wasser ist Grundlage allen Lebens. Bäche, Flüsse, Seen, Feuchtgebiete und Meere sind Lebensraum einer Vielzahl von Pflanzen und Tieren, ebenso wie wichtige Bestandteile des Naturhaushaltes und unserer Kulturlandschaften. Grundwasser ist in vielen Regionen die wichtigste Quelle für die Wasserversorgung und stellt ebenso einen bedeutenden Lebensraum dar.

Wasser ist eine zentrale Ressource und unser wichtigstes Lebensmittel. Wir nutzen Wasser für die Ernährung, die tägliche Hygiene und für Freizeitaktivitäten. Außerdem ist Wasser als Energiequelle, Transportmedium und Rohstoff ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Ein effektiver Schutz und der schonende Umgang mit der Ressource Wasser sind Voraussetzung für biologische Vielfalt und eine nachhaltige Nutzung. Als lebenswichtiges öffentliches Gut unterliegt Wasser umfassenden Regelungen zur Bewirtschaftung. Wasserrecht, ökonomische Instrumente und weitere Maßnahmen zielen darauf ab, zwischen den wirtschaftlichen und ökologischen Interessen zu vermitteln.

Die vorliegende Broschüre bietet einen umfassenden Einblick in die Wasserwirtschaft in Deutschland und soll folgende Fragen beantworten:

- ▶ *Grundlagen der deutschen Wasserwirtschaft:* Was sind die wesentlichen Konzepte der nationalen und internationalen Wasserpolitik sowie der nachhaltigen Wasserwirtschaft? (siehe Kap. 1)
- ▶ *Rahmenbedingungen der deutschen Wasserwirtschaft:* Welches sind die wesentlichen natürlichen Verhältnisse, rechtliche und institutionelle Gegebenheiten, das Wasserdargebot sowie Wassernutzungen relevanter Sektoren in Deutschland? (siehe Kap. 2)
- ▶ *Belastungen aus den Wassernutzungen:* Was sind aktuelle Herausforderungen im Umgang mit Deutschlands Wasserressourcen? (siehe Kap. 3)
- ▶ *In welchem Zustand befinden sich die deutschen Seen, Flüsse, Bäche, das Grundwasser und die Küsten- und Meeresgewässer?* (siehe Kap. 4)
- ▶ *Maßnahmen zum Schutz von Grundwasser, Oberflächengewässern, Küsten- und Meeresgewässern:* Wie tragen Instrumente deutschen, europäischen und internationalen Rechts und andere Maßnahmen in einzelnen Sektoren zum Gewässerschutz bei? (siehe Kap. 5 und 6)



- ▶ *Vor welchen neuen Herausforderungen steht die Wasserwirtschaft?* (siehe Kap. 7)
- ▶ *Wie kann ich mich weitergehend informieren und was kann ich zum Gewässerschutz beitragen?* (siehe Kap. 8)

Für eine systematische und umfassende Betrachtung dieser Fragestellungen orientiert sich die Broschüre am internationalen DPSIR-Ansatz. Dieser wurde 1993 von der OECD erarbeitet und von der Europäischen Umweltbehörde (EEA) weiterentwickelt, mit dem Ziel, die Zusammenhänge zwischen Ursachen (Driving Forces), Belastungen (Pressures), Zustand (State), Auswirkungen (Impact), Maßnahmen (Response) darzustellen.

So ermöglicht die Anlehnung an das DPSIR-Konzept eine stringente Betrachtung der Gewässernutzungen, dadurch entstehender Umweltbelastungen, des resultierenden Gewässerzustands sowie der nötigen Gewässerschutzmaßnahmen.

Mit dieser Broschüre möchten wir

- ▶ interessierten Leserinnen und Lesern sowie der Fachöffentlichkeit ein Kompendium an Informationen zur deutschen Wasserwirtschaft zur Verfügung stellen.
- ▶ Studentinnen und Studenten sowie Medienschaffenden eine zuverlässige Grundlage für wissenschaftliche Arbeiten und die Berichterstattung in diesem Themenbereich bieten.
- ▶ das Informationsangebot des Umweltbun-

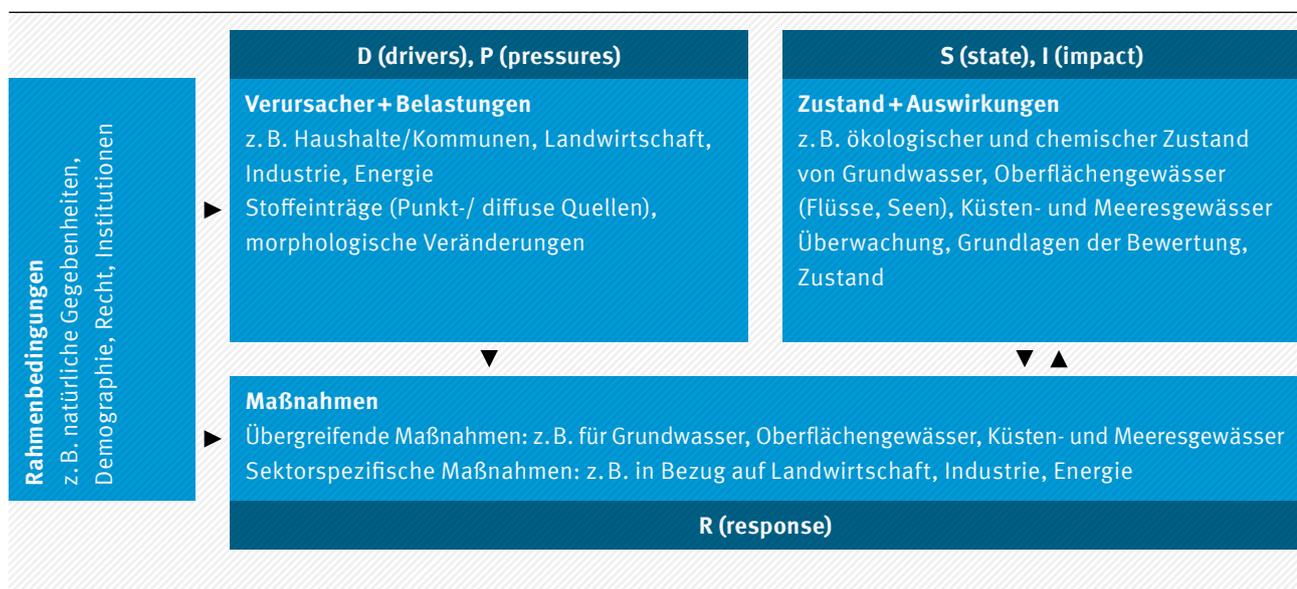
desamts und des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit zu Wasserthemen ergänzen und bestehende themenfokussierte Broschüren, thematische Internetseiten und gewässerbezogene „Daten zur Umwelt“ gebündelt und aufbereitet präsentieren.

## 1.2 Grundlagen der Wasserwirtschaft

Wasser ist Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, es sorgsam und nachhaltig zu behandeln. Einen gerechten Ausgleich der verschiedenen Wassernutzungen zu erreichen, ist seit jeher Aufgabe der Wasserwirtschaft. Erst in jüngerer Vergangenheit sind der Schutz der Ökosysteme und der Biodiversität hinzugekommen. In dicht besiedelten und hoch industrialisierten Gegenden mit ausreichendem Wasserdargebot stellen sich dabei andere Herausforderungen als in dünn besiedelten und eher ländlich geprägten ariden Regionen. Deshalb muss eine vorausschauende Politik zum Schutz der Gewässer sowohl die Wasserqualität als auch die Wassermenge im Auge behalten und Instrumente für deren Steuerung vorhalten.

Abbildung 1

### Vereinfachte Umsetzung des DPSIR-Ansatzes in der Broschüre



Quelle: Umweltbundesamt

Eine umweltgerechte Gewässerschutzpolitik verlangt nicht nur die Abwehr drohender Gefahren und Beseitigung eingetretener Schäden, sondern in erster Linie den vorsorgenden Schutz und die schonende Inanspruchnahme der natürlichen Ressourcen.

Die Bewirtschaftung der Gewässer von der Quelle bis ins Meer unter Berücksichtigung aller Nutzenaspekte und der Anforderungen der Ökosysteme wird auch als integriertes Wasserressourcenmanagement bezeichnet. Es spiegelt sich in den Planungs- und Bewirtschaftungsinstrumenten, in der Zusammenarbeit der Behörden und in der Beteiligung der Öffentlichkeit wider.

In Deutschland sind der vorsorgende Schutz der Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes und die Sicherstellung der öffentlichen Wasserver- und Abwasserentsorgung zentrale Aufgaben von Bund, Ländern und Gemeinden.

Dank seiner klimatischen Lage hat Deutschland bisher keine Wassermengenprobleme. Die Hauptsorge gilt deshalb nach wie vor der Verbesserung der Wasserqualität und der Struktur der Gewässer.

In den Aufbaujahren nach dem 2. Weltkrieg konnte in beiden Teilen Deutschlands der Gewässerschutz mit der Ausweitung der industriellen Tätigkeit nicht Schritt halten. Ende der 60er, Anfang der 70er Jahre hatte die Gewässerverschmutzung ein besorgniserregendes Ausmaß angenommen.

Im wirtschaftlich stärkeren Westen, der alten Bundesrepublik Deutschland, konnten Bund und Länder durch eine Vielzahl von Maßnahmen die Gewässerqualität rasch und nachhaltig verbessern. Insbesondere die industriellen Verursacher von Gewässerbelastungen wurden zu weitreichenden Gewässerschutzmaßnahmen veranlasst.

Durch den Bau von über 9.000 biologischen Kläranlagen im kommunalen Bereich sowie durch intensive Abwasserbehandlung und ergänzende innerbetriebliche Maßnahmen bei Industrieanlagen wurde der Eintrag von Sauerstoff zehrenden organischen Abwasserinhaltsstoffen und von Schadstoffen in die Gewässer wesentlich verringert – mit durchschlagendem Erfolg für die Qualität der Oberflächengewässer.

Eine große Aufgabe war nach dem Zusammenschluss beider deutscher Staaten die Angleichung

des Umweltschutzniveaus. Der technische Standard der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung lag in den fünf neuen Ländern deutlich unter dem der alten Bundesländer. Ziel war es daher, die Standards in den neuen Ländern anzuheben, um deutschlandweit gleiche Umweltbedingungen auf hohem Niveau zu schaffen.

Die hohen Investitionen der letzten 25 Jahre haben deutliche Verbesserungen gebracht, gleichwohl bleibt der Gewässerschutz eine Daueraufgabe. Die Rahmenbedingungen Deutschlands, d. h. die geographische Lage in der Mitte Europas, die hohe Bevölkerungsdichte und Industrialisierung sowie die intensive landwirtschaftliche Nutzung erfordern weiterhin besondere Anstrengungen im Gewässerschutz. Außerdem muss der Gewässerschutz auch den sich abzeichnenden klimatischen Veränderungen Rechnung tragen.

Trotz der starken Reduzierung der Einträge von gefährlichen Stoffen in die Gewässer bestehen noch Probleme mit einigen giftigen, schwer abbaubaren organischen Stoffen und Schwermetallen. Einige von ihnen (z. B. Flammenschutzmittel wie polybromierte Diphenylether (PBDE)) sind mittlerweile fast flächendeckend in den Gewässern zu finden. Sie gelangen über Abschwemmungen und Erosion von Böden sowie aus Kläranlagen und anderen Quellen weiträumig in die Gewässer und werden dann mit Meeresströmungen verteilt. Zudem sind zunehmend organische Mikroverunreinigungen wie Arzneimittelrückstände, Pestizide und andere Chemikalien in den Gewässern nachweisbar. Gefährliche Stoffe sind aus Gründen des vorsorgenden Gesundheitsschutzes und zum Schutz der in den oberirdischen Gewässern anzutreffenden Pflanzen- und Tierwelt so weit wie möglich von allen Gewässern fernzuhalten. Dies geschieht über gut ausgebaute Kläranlagen, aber auch über Vermeidungsmaßnahmen an der Quelle (z. B. Stoffverbote oder Anwendungsbeschränkungen) und direkte Maßnahmen an den Gewässern (z. B. Gewässerrandstreifen).

Ein weiteres Problem stellt der Eintrag von Nährstoffen dar. Dies zeigt sich besonders im Grundwasser, der Hauptressource unserer Trinkwassergewinnung, wo bereits jeder vierte Grundwasserkörper zu hohe Nitratkonzentrationen aufweist. Auch in der Nord- und Ostsee, in vielen Seen sowie in langsam fließenden Flüs-



sen führt der hohe Eintrag von Stickstoff und Phosphor, der insbesondere auf Überdüngung in der Landwirtschaft zurückzuführen ist, zu übermäßigem Wachstum von Algen und in der Folge verschiedentlich zu Sauerstoffmangel und Fischsterben.

Durch strenge Anforderungen an kommunale und industrielle Kläranlagen, ökonomische Anreize der Abwasserabgabenregelung, mit den Ländern vereinbarte Förderungen von Maßnahmen der Landwirtschaft oder das Durchgängigkeitsprogramm an den Bundeswasserstraßen hat die Bundesregierung beispielsweise vielfältige Maßnahmen für eine Reduzierung der Belastungen der Gewässer getroffen. Die betroffenen Verursacher müssen in den nächsten Jahren unvermindert große Anstrengungen leisten, um die Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)<sup>1</sup> – ein guter Zustand von Oberflächengewässern und Grundwasser – und der EU-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)<sup>2</sup> – ein guter Umweltzustand der Meeresgewässer – zu erreichen. Dies betrifft insbesondere die Reduzierung der erheblichen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft und die Verbesserung der Gewässermorphologie.

Als wesentlicher Bestandteil des Wasserkreislaufes und zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung bedarf das Grundwasser eines besonderen Schutzes. Von größter Wichtigkeit sind Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoff- und Pestizideinträge aus der Landwirtschaft. Bei der Vorsorge gegen Verschmutzungen durch den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Industrie und Transport muss ein hohes Schutzniveau etabliert werden. Handlungsbedarf besteht auch weiterhin, um Einträge von kontaminierten Standorten, zivilen und militärischen Altlasten und von defekten unterirdischen Leitungen, die das Grundwasser gefährden, zu reduzieren. Neuartige Risiken drohen dem Grundwasser durch unterirdische Tätigkeiten wie Geothermieanlagen, der Speicherung von CO<sub>2</sub> im Untergrund oder durch das sog. Gas-Fracking. Auch hier ist der Bundesgesetzgeber tätig geworden, um Grundwassergefährdungen zu vermeiden.

Langfristig ist der Wasserhaushalt so zu bewirtschaften, dass

- ▶ das ökologische Gleichgewicht der Oberflächengewässer bewahrt oder wiederhergestellt wird, und zwar unter besonderer Berücksichtigung der Gewässerstrukturen,
- ▶ ein guter chemischer Zustand der Oberflächengewässer erreicht wird,
- ▶ ein guter mengenmäßiger und qualitativer Grundwasserzustand erreicht wird,
- ▶ die mengen- und gütemäßige Sicherung der Wasserversorgung gewährleistet ist,
- ▶ alle weiteren Wassernutzungen, die dem Gemeinwohl dienen, möglich bleiben.

Die Grundlagen der Wasserwirtschaftspolitik sind insbesondere

- ▶ Vorrang der Vorsorge,
- ▶ Kooperation aller Beteiligten,
- ▶ verursachergerechte Kostenzuordnung und volle Kostendeckung.

Das Inkrafttreten der WRRL am 22.12.2000 und deren Umsetzung in Deutschland führten auch zu Änderungen für die deutsche Wasserwirtschaft. Die wichtigsten Elemente der WRRL sind:

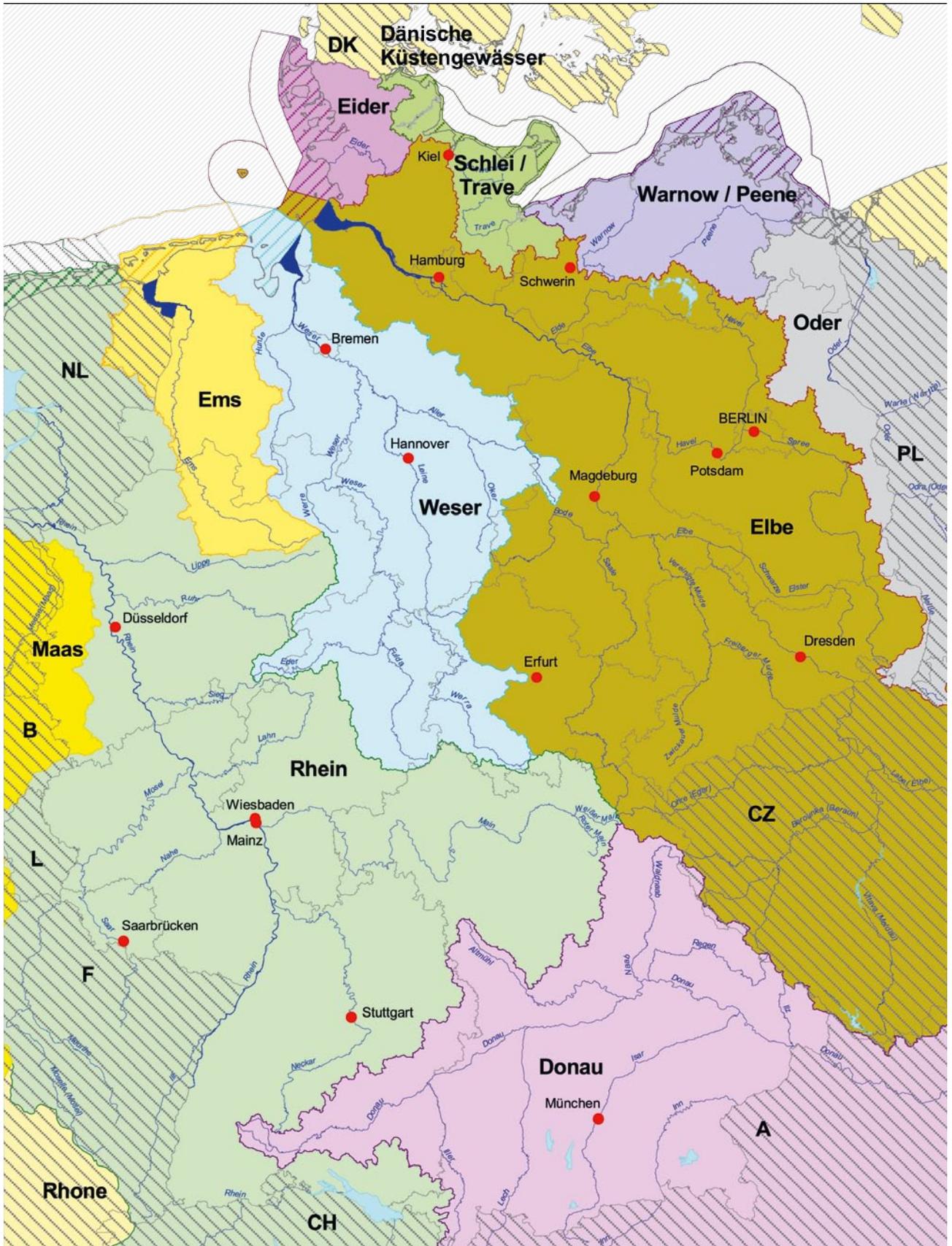
- ▶ die Gewässerbewirtschaftung in 10 Flussgebietseinheiten (Abbildung 2), d. h. die integrierte Bewirtschaftung von Grund- und Oberflächengewässern einschließlich Seen, Ästuaren (Mündungsgebiete der Flüsse) und Küstengewässern,
- ▶ die Betonung der Gewässerökologie,
- ▶ mehr nationale und internationale Koordination,
- ▶ die Festlegung von ökologischen, chemischen und mengenmäßigen Umweltzielen,
- ▶ die Verpflichtung zur Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen zur Verbesserung des Zustands der Gewässer,
- ▶ die Einbeziehung der Öffentlichkeit in die Planungsprozesse.

Auch die MSRL, die am 04.07.2008 in Kraft getreten ist, beinhaltet solche und weitere Elemente wie die Anforderungen für Unterwasserlärm und Müll. Sie verpflichtet die Mitgliedstaaten u. a. zur Zusammenarbeit in den Regionalmeeren Ostsee und Nordsee.

Gewässer und deren Bewirtschaftung enden nicht an Landesgrenzen. Deshalb ist die grenzüberschreitende Zusammenarbeit zum Schutz der Binnengewässer und der Meere Teil der umweltpolitischen Arbeit der Bundesregierung.

Abbildung 2

**Flussgebietseinheiten in der Bundesrepublik Deutschland**



Markierung und Kennzeichnung der außerhalb der Grenzen der Bundesrepublik Deutschland liegenden Teile internationaler Flussgebietseinheiten dienen lediglich der Veranschaulichung und lassen Festlegungen anderer Staaten sowie internationale Abstimmungen unberührt. Kartengrundlage: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG).

Quelle: Umweltbundesamt, 2004



### 1.3 Die Umsetzung der wasser-relevanten UN-Nachhaltigkeitsziele in Deutschland

Am 25. September 2014 haben die Vereinten Nationen (UN) in ihrer Generalversammlung in New York die 17 Ziele nachhaltiger Entwicklung (sustainable development goals – SDG)<sup>3</sup> nebst 169 Unterzielen verabschiedet. Diese bekräftigen die bereits 1992 in der Rio-Erklärung für Umwelt und Entwicklung enthaltenen Grundsätze sowie die im Jahr 2000 beschlossenen „Millenniums-Entwicklungsziele“ (millennium development goals – MDG). Die MDG sollten bis 2015 erreicht werden, wurden jedoch zum Teil verfehlt. Die am 1. Januar 2016 in Kraft getretenen SDG bauen auf den vorgenannten Grundsätzen und Zielen auf, entwickeln diese weiter, machen sie für alle Staaten verbindlich und

sollen bis 2030 erreicht sein. Die SDG orientieren sich an den Leitlinien Generationengerechtigkeit, Lebensqualität, sozialer Zusammenhalt, ökologische Vertretbarkeit innerhalb der planetaren Grenzen und internationale Zusammenarbeit. Für alle Ziele und Unterziele hat die UN Indikatoren erarbeitet, anhand derer die Staaten ihren Fortschritt bei der Zielerreichung dokumentieren sollen. Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie<sup>4</sup> ist ein wesentlicher Rahmen für die nationale Umsetzung der SDG. Ihre Ziele und Indikatoren sind entsprechend weiterzuentwickeln.

Für den Wasserbereich sind die Ziele 6 und 14 von besonderer Bedeutung.

Die Ziele 6.1 und 6.2, Zugang zu einwandfreiem und bezahlbarem Trinkwasser sowie zu einer angemessenen Sanitärversorgung, sind in

Tabelle 1

#### SDG Ziel 6 und Unterziele

SDG Ziel 6: Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten	
Ziel 6.1	Bis 2030 den allgemeinen und gerechten Zugang zu einwandfreiem und bezahlbarem Trinkwasser für alle erreichen
Ziel 6.2	Bis 2030 den Zugang zu einer angemessenen und gerechten Sanitärversorgung und Hygiene für alle erreichen und der Notdurftverrichtung im Freien ein Ende setzen, unter besonderer Beachtung der Bedürfnisse von Frauen und Mädchen und von Menschen in prekären Situationen
Ziel 6.3	Bis 2030 die Wasserqualität durch Verringerung der Verschmutzung, Beendigung des Einbringens und Minimierung der Freisetzung gefährlicher Chemikalien und Stoffe, Halbierung des Anteils unbehandelten Abwassers und eine beträchtliche Steigerung der Wiederaufbereitung und gefahrlosen Wiederverwendung weltweit verbessern
Ziel 6.4	Bis 2030 die Effizienz der Wassernutzung in allen Sektoren wesentlich steigern und eine nachhaltige Entnahme und Bereitstellung von Süßwasser gewährleisten, um der Wasserknappheit zu begegnen und die Zahl der unter Wasserknappheit leidenden Menschen erheblich zu verringern
Ziel 6.5	Bis 2030 auf allen Ebenen eine integrierte Bewirtschaftung der Wasserressourcen umsetzen, gegebenenfalls auch mittels grenzüberschreitender Zusammenarbeit
Ziel 6.6	Bis 2020 wasserverbundene Ökosysteme schützen und wiederherstellen, darunter Berge, Wälder, Feuchtgebiete, Flüsse, Grundwasserleiter und Seen
Ziel 6.a	Bis 2030 die internationale Zusammenarbeit und die Unterstützung der Entwicklungsländer beim Kapazitätsaufbau für Aktivitäten und Programme im Bereich der Wasser- und Sanitärversorgung ausbauen, einschließlich der Wassersammlung und -speicherung, Entsalzung, effizienten Wassernutzung, Abwasserbehandlung, Wiederaufbereitungs- und Wiederverwendungstechnologien
Ziel 6.b	Die Mitwirkung lokaler Gemeinwesen an der Verbesserung der Wasserbewirtschaftung und der Sanitärversorgung unterstützen und verstärken

Quelle: UN (2015), A/70/L.1, <http://www.un.org/depts/german/gv-70/a70-l1.pdf>

Deutschland erreicht und bedürfen keiner weiteren Umsetzung. Auch das Ziel 6.5 zu integrierter Wasserbewirtschaftung gilt dank der durch die WRRL vorgegebenen und umfassend umgesetzten Mechanismen in Deutschland als erreicht. Auch wenn damit noch nicht alle Probleme in den Gewässern gelöst sind, werden alle relevanten Fragen adressiert und mit den Beteiligten diskutiert.

Hingegen erzeugen die Anforderungen der Ziele 6.3 bzgl. einer Verbesserung der Wasserqualität,



und 6.6 zu wasserverbundenen Ökosystemen (wie Flüsse, Seen, Grundwasserleiter, Feuchtgebiete), hierzulande zusätzlichen Handlungsdruck.

Ziel 6.4 soll der Wasserknappheit begegnen und fordert dafür die Effizienz der Wassernutzung in allen Sektoren wesentlich zu steigern und eine

nachhaltige Entnahme und Bereitstellung von Süßwasser zu gewährleisten. Auf diesem Weg hat Deutschland bereits erhebliche Fortschritte bei der Entnahme der nationalen Wasserressourcen nachgewiesen. Weiterer Anstrengungen und in der Praxis umsetzbarer Konzepte bedarf es hingegen, den deutschen „Wasserfußabdruck“ (siehe Kap. 3.1) in anderen Staaten zu verkleinern.

Ziel 14 formuliert die Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung und Nutzung der Ozeane, Meere und Meeresressourcen. Viele der Unterziele, namentlich die Verhütung und erhebliche Verringerung der Meeresverschmutzung durch Müll und Nährstoffe (14.1), Stärkung der Resilienz der Meeresökosysteme (14.2), Reduzierung der Versauerung (14.3.) und Überfischung zu beenden (14.4.) sind auch in der MSRL adressiert und bedürfen in Deutschland noch weiterer Umsetzungsanstrengungen.

#### 1.4 Menschenrecht auf Zugang zu Trinkwasser und grundlegender Sanitärversorgung

Die „hygienische Revolution“ – die Bereitstellung sauberen Trinkwassers und leistungsfähiger Sanitärversorgung – ist eine der wichtigsten medizinischen Errungenschaften der Neuzeit. Wenngleich diese „Revolution“ in unseren Breiten erfolgreich war, sind global wasserbedingte Erkrankungen, vor allem Durchfallerkrankungen, nach wie vor eine enorme gesundheitliche Belastung. Sie sind nach Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) die Ursache von ca. 842.000 Todesfällen jährlich. Dies hat nicht nur ökonomische Konsequenzen für die Gesundheitssysteme, sondern erzeugt auch hohe indirekte Gesundheitsfolgekosten bei den Betroffenen und ihren Familien.

Nach aktuellen Schätzungen der WHO und des Kinderhilfswerks der Vereinten Nationen (UNICEF) haben weltweit derzeit 663 Millionen Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser.

Die Anerkennung eines Menschenrechts auf Wasser wird vielfach als eine wichtige Voraussetzung zur Verbesserung mit Blick auf die Reduktion der wasserbedingten Krankheitslast und deren Folgen genannt. Am 28. Juli 2010 hat



UN mit großer Mehrheit das Recht auf sicheres Trinkwasser und auf sanitäre Versorgung zu einem universellen Menschenrecht erklärt. In der Resolution 64/292 werden die Staaten und internationalen Organisationen aufgefordert, im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit Finanzmittel bereitzustellen, Kapazitäten aufzubauen und Technologien weiterzugeben, insbesondere für die Entwicklungsländer, um die Anstrengungen zur Bereitstellung von einwandfreiem, sauberem, zugänglichem und erschwinglichem Trinkwasser und Sanitärversorgung für alle zu verstärken. Deutschland hatte sich lange für eine solche Entscheidung eingesetzt und die Resolution unterstützt. Diese ist allerdings völkerrechtlich nicht verbindlich, auch nicht individuell einklagbar, hat aber dennoch einen großen Einfluss auf die Politik von Staaten und der UN.

Inhaltlich bietet das „Menschenrecht auf Wasser“ vor allem eine Sicherstellung der Körper-, Haushalts- und Lebensmittelhygiene mit hinreichend Wasser und damit auch einen guten Schutz vor wasserbedingten (Infektions-) Krankheiten. Andere Nutzungen des Wassers, wie z. B. ausreichend Wasser für die Lebensmittelproduktion, den Familien- und Lebensunterhalt, den Umweltschutz, für Erholung und Entspannung sowie für kulturelle und religiöse Praktiken sind durch das Menschenrecht ebenso wenig abgedeckt wie ein kostenfreier Zugang zu Trinkwasser oder Verteilungsansprüche von benachbarten Staaten. Die Unterstützung von Maßnahmen zur Umsetzung des Menschenrechts auf Wasser und Sanitärversorgung ist einer der Schwerpunkte der deutschen Entwicklungszusammenarbeit.

- 
- <sup>1</sup> Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABl. Nr. L 327, S. 1 ff.
  - <sup>2</sup> Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt, ABl. Nr. L 164, S. 19 ff.
  - <sup>3</sup> Resolution der UN-Generalversammlung vom 25.09.2015: Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, <http://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>
  - <sup>4</sup> <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatistischeSeiten/Breg/Nachhaltigkeit/0-Buehne/2016-05-31-text-zum-entwurf-nachhaltigkeitsstrategie.html>



*663 Millionen Menschen  
weltweit haben bisher  
keinen Zugang zu sauberem  
Trinkwasser*

# 2 Rahmenbedingungen für Deutschlands Wasserwirtschaft



## 2.1 Natürliche Gegebenheiten

### 2.1.1 Klima und Niederschläge

Deutschland liegt in der gemäßigten humiden Klimazone, für die häufige Wetterwechsel und Niederschläge zu allen Jahreszeiten charakteristisch sind. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt 789 mm (dies entspricht 789 Litern pro Quadratmeter). Die Menge und Häufigkeit der Niederschläge variiert innerhalb Deutschlands und schwankt zwischen den Jahreszeiten. In den Mittel- und Hochgebirgslagen fällt mehr Niederschlag als in den Beckenlagen. Im Norddeutschen Tiefland liegen die Jahresmittel zwischen 500 und 700 mm. Die Mittelgebirge erhalten 700 mm bis 1500 mm pro Jahr. In den Alpen treten die höchsten jährlichen Niederschläge mit über 2.000 mm auf. Außerdem nehmen die Niederschläge tendenziell von West nach Ost ab. Die Sommerhalbjahre sind im deutschlandweiten Durchschnitt etwas feuchter als die Winterhalbjahre. Im Sommer fallen im Mittel 57 % des jährlichen Niederschlages, im Winter hingegen 43 %.

### 2.1.2 Landschaften und Gewässer

Geografisch ist Deutschland von Norden nach Süden in drei nahezu parallel verlaufende Landschaftsformen untergliedert: das Norddeutsche Tiefland, den Mittelgebirgssstreifen und den Alpenraum, der sich in das Süddeutsche Alpenvorland und die Bayerischen Hochalpen teilt. Diese Ökoregionen haben auch Einfluss auf die Zusammensetzung der naturraumtypischen aquatischen Lebensgemeinschaften<sup>5</sup>.

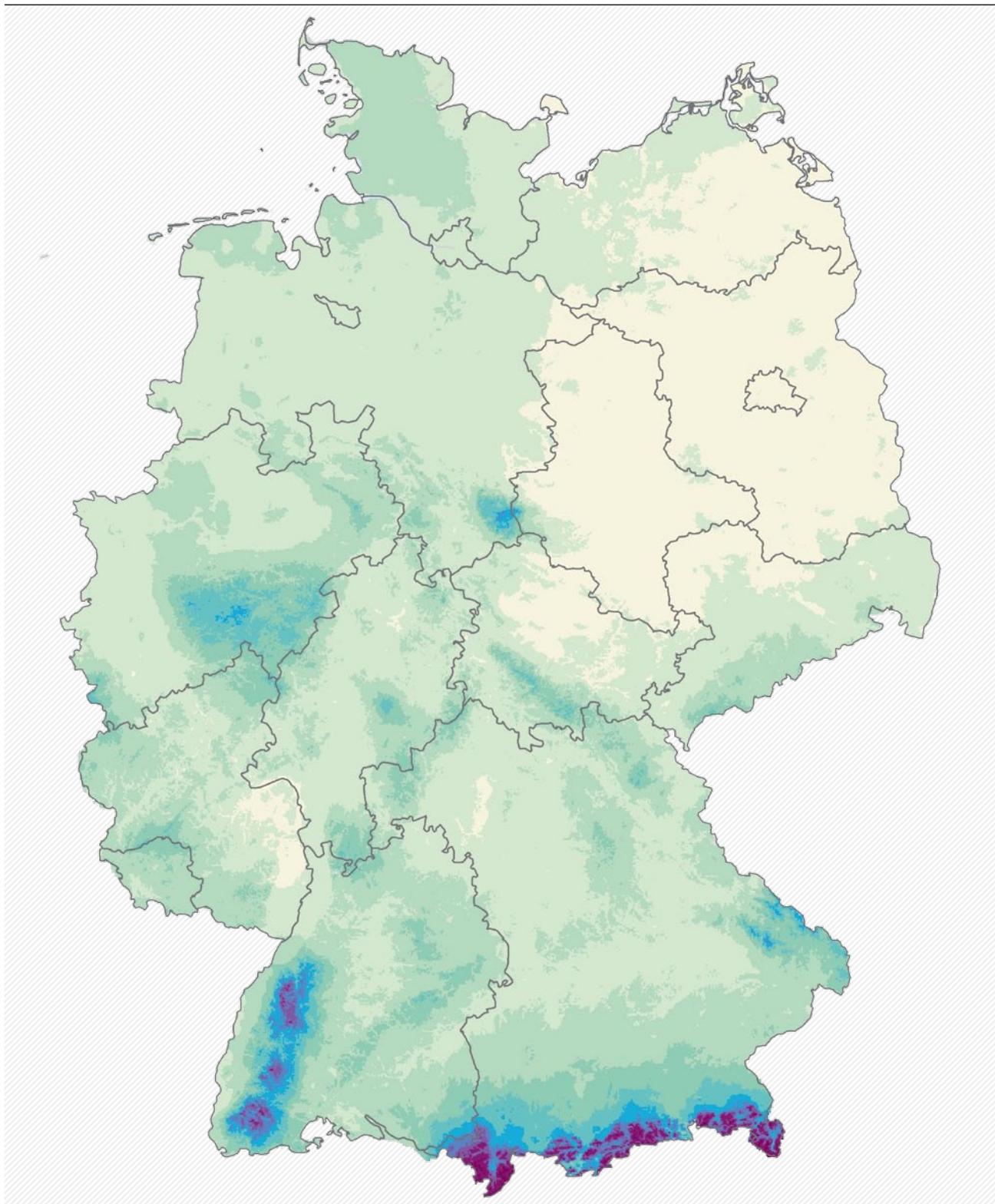
Die Ebene des Norddeutschen Tieflandes zwischen Nord- und Ostseeküste und der Mittelgebirgsschwelle ist eiszeitlich durch seenreiche hügelige Moränenlandschaften sowie durch Niederungen und Urstromtäler geprägt. Im Nordwesten finden sich zahlreiche Moore und Heideflächen.

Die Mittelgebirgsschwelle trennt den Norden vom Süden Deutschlands. Die Mittelgebirge sind morphologisch in Gebirgshöhen und Beckenlandschaften untergliedert, die Gebirgszüge erreichen Höhen von 700 m bis 1.500 m.

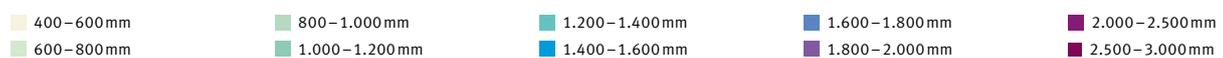


Abbildung 3

### Jährliche Niederschlagshöhe in Deutschland im Referenzzeitraum 1961 – 1990



#### Niederschlagshöhe in Deutschland



Quelle: Daten vom DWD

Das Landschaftsbild Deutschlands wird wesentlich von den oberirdischen Gewässern geprägt. Die abwechslungsreiche Landschaft des Süddeutschen Alpenvorlandes schließt große Seen ein und geht in die weiter südlich gelegenen Hochalpen mit zahlreichen Gebirgsseen über. Im Alpenraum liegt Deutschlands größter See, der Bodensee mit einer Fläche von 535,9 km<sup>2</sup>.

Große zusammenhängende natürliche Seengebiete gibt es in der Norddeutschen Tiefebene. Dazu gehört die Müritz – mit einer Fläche von 109,8 km<sup>2</sup> der zweitgrößte See der Bundesrepublik. Außerdem gibt es 11 weitere Seen mit je einer Fläche von über 20 km<sup>2</sup> (Tabelle 2).

In den 10 Flussgebietseinheiten Deutschlands (siehe Abbildung 2) fließen auf einer Länge von über 400.000 km Flüsse und Bäche hin zu den Küstenregionen. Die Flussgebiete Rhein, Elbe, Weser, Ems, Maas und Eider entwässern in die Nordsee, die Oder und die Gewässer in den Einzugsgebieten von Schlei/Trave und Warnow/Peene münden in die Ostsee und die Donau mündet im Schwarzen Meer.

Seit Jahrhunderten verändert der Mensch für Schifffahrt, Siedlungsentwicklung, Landwirtschaft, Hochwasserschutz und Naherholung

die hydrologischen, morphologischen und geochemischen Merkmale der Gewässer<sup>7</sup>. Dazu zählt beispielsweise das Aufstauen von Flüssen durch Talsperren. Die so entstandenen Stauseen gehören in Deutschland seit 100 Jahren zum Landschaftsbild. Sie speichern Wasser für die Trinkwasser- und Energieversorgung, dienen dem Hochwasserschutz und haben oft einen hohen Freizeitwert.

Die gegenwärtige Wasserfläche Deutschlands entspricht mit 8.552 km<sup>2</sup> etwa 2,4 % der Landesfläche. Die Tendenz ist steigend: Der oberirdische Abbau von Rohstoffen, wie Braunkohle, Sand und Kies hinterlässt zerstörte Landschaften und Restlöcher. Durch deren anschließende Flutung vergrößert sich die Wasserfläche in Deutschland seit dem Jahr 2000. In den nächsten Jahren werden weitere Seen in den Braunkohlerevieren hinzukommen. So entstehen nach Abschluss aller Flutungen allein in der Brandenburgischen Lausitz Seen in der Größe von 77 km<sup>2</sup>.

Ca. 7.300 km Kanäle, staugeregelte und frei fließende Flüsse gehören als Bundeswasserstraßen zu den Verkehrswegen Deutschlands. Davon sind ca. 6550 km Binnenschiffahrtsstraßen und ca. 690 km Seeschiffahrtsstraßen. 34 % der Binnenwasserstraßen sind freifließende oder geregelte

Tabelle 2

### Natürliche Seen mit einer Wasseroberfläche von über 20 km<sup>2</sup>

See	Bundesland	Fläche in km <sup>2</sup>	Größte Tiefe in m
Bodensee	Baden-Württemberg/Bayern	535,9	254
Müritz	Mecklenburg-Vorpommern	109,8	30
Chiemsee	Bayern	77,0	73
Schweriner See	Mecklenburg-Vorpommern	61,5	52
Starnberger See	Bayern	56,0	128
Ammersee	Bayern	46,2	81
Plauer See	Mecklenburg-Vorpommern	38,4	26
Kummerower See	Mecklenburg-Vorpommern	32,5	23
Steinhuder Meer	Niedersachsen	29,1	3
Großer Plöner See	Schleswig-Holstein	29,1	56
Schaalsee	Mecklenburg-Vorpommern/ Schleswig-Holstein	22,9	72
Selenter See	Schleswig-Holstein	21,4	36
Kölpinsee	Mecklenburg-Vorpommern	20,3	30

Quelle: Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2015, Kapitel 1 „Geografie und Klima“. Stand: 30.4.2015.



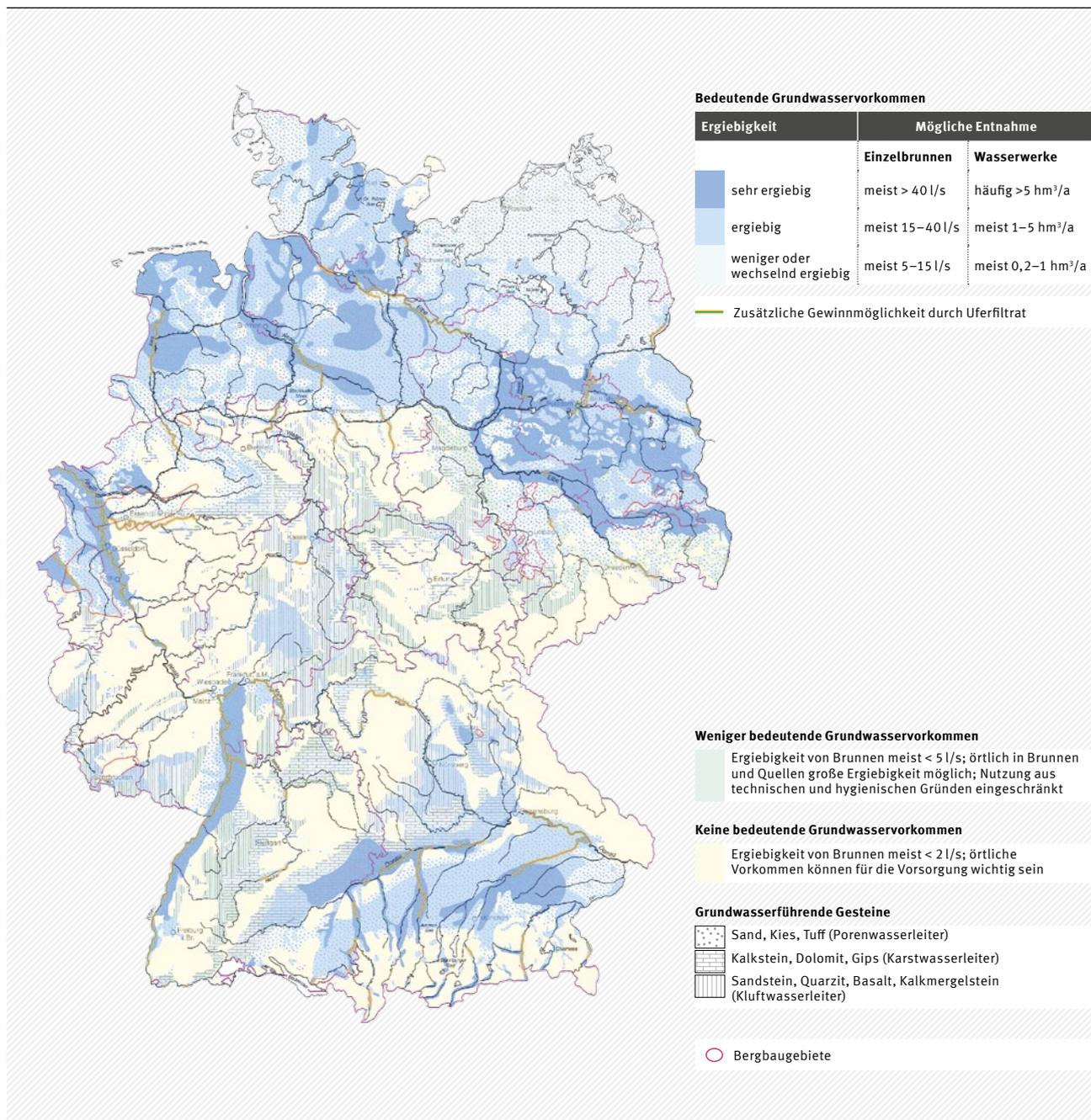
Flussstrecken, 24 % künstliche Wasserstraßen (Kanäle) und 42 % staugeregelt. Mit dem Ausbau der Gewässer und der Stauregelung gehen häufig natürliche Lebensräume und der Kontakt zur Aue verloren. In den Stauhaltungen können weitere Probleme, wie Algenblüten, Verschlammung oder Sauerstoffmangel auftreten.

Die oberirdischen Gewässer werden zum größten Teil über Grundwasserzuflüsse gespeist. In-

samt ist Deutschland reich an Grundwasservorkommen, die regionalen geologischen, hydrologischen und hydrochemischen Verhältnisse führen aber zu großen Unterschieden in der Verfügbarkeit und Beschaffenheit von Grundwasser. Das größte zusammenhängende Gebiet mit ergiebigen Grundwasservorkommen ist die Norddeutsche Tiefebene. Große Grundwasservorräte befinden sich auch im Alpenvorland und im Oberrheingraben.

Abbildung 4

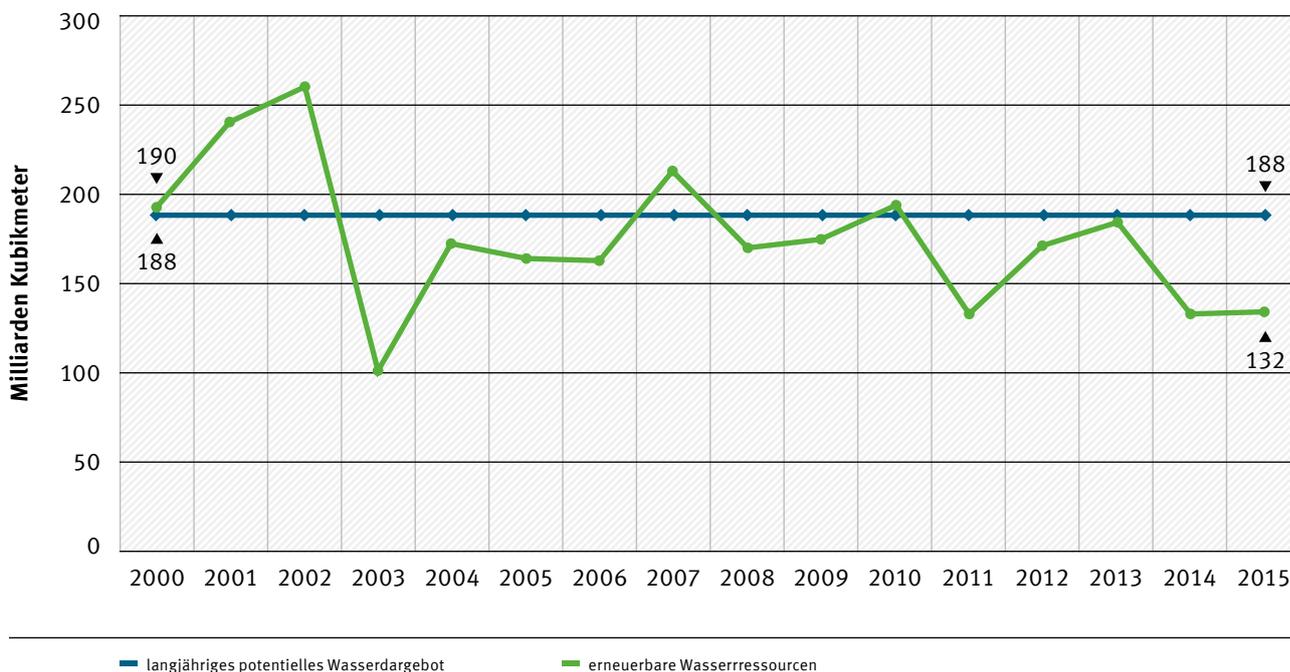
## Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen in Deutschland



Quelle: Hydrologischer Atlas von Deutschland: Tafel 5.2 – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Abbildung 5

## Änderung der erneuerbaren Wasserressourcen in Deutschland



Umweltbundesamt, Daten zur Umwelt<sup>6</sup>, Daten: Bundesanstalt für Gewässerkunde

### 2.1.3 Nord- und Ostsee

Die Nordsee ist ein flaches Rand- oder Schelfmeer des Nordostatlantiks mit einer Fläche von etwa 575.000 km<sup>2</sup>. Die mittlere Tiefe liegt bei 93 m, die größte Tiefe bei 725 m in der Norwegischen Rinne. Der Wasseraustausch mit dem Atlantik findet hauptsächlich über die offene Nordseite statt, zum Teil aber auch über den Englischen Kanal. Die Verweilraten des Nordseewassers betragen je nach geografischer Lage zwischen einem und mehreren Jahren.

Im Küstenbereich verweilt das Wasser wegen der bestehenden Strömungsverhältnisse besonders lange. Die Nordsee gehört zu den biologisch produktivsten Meeresgebieten der Welt mit teilweise überhöhter Nährsalzversorgung und entsprechend hoher pflanzlicher wie tierischer Produktion.

Die Ostsee ist als interkontinentales Nebenmeer der Nordsee fast vollständig durch Landmassen eingeschlossen und hat nur eine schmale und flache Verbindung zur Nordsee (Sunde, Belte, Kattegat, Skagerrak). Ihre Fläche beträgt zirka 413.000 km<sup>2</sup>, ihre mittlere Tiefe 52 m, die maximale Wassertiefe liegt bei 459 m im Landsort Tief. Aufgrund des geringen und unregelmäßigen Salzwassereintrags aus der Nordsee und des hohen Flusswasserein-

trags gibt es vom Bottnischen Meerbusen (fast Süßwasser) bis zum Skagerrak (fast Meerwasser) hin ansteigende Salzgehalte. Die Ostsee ist somit eines der größten zusammenhängenden Brackwassergebiete der Welt. Das Wasser der Ostsee hat eine Verweilzeit von 25–30 Jahre, mit geringeren Raten im flachen Westteil und längeren in den tiefen Becken der zentralen Ostsee.

### 2.1.4 Wasserdargebot

Das potentielle Wasserdargebot in Deutschland umfasst 188 Mrd. m<sup>3</sup>. Damit ist Deutschland ein wasserreiches Land. Ein ähnlich hohes Wasserdargebot hat z. B. Schweden mit 179 Mrd. m<sup>3</sup>. Deutlich geringer sind die Wasservorräte in den südosteuropäischen Ländern, z. B. in Rumänien, mit nur etwa 42 Mrd. m<sup>3</sup>.

Das Wasserdargebot ist eine Größe des regionalen Wasserkreislaufes und umfasst die Menge an Grund- und Oberflächenwasser, die wir theoretisch nutzen können. Die jährlich ermittelten erneuerbaren Wasserressourcen, also der Niederschlag, die Verdunstung sowie die Zuflüsse nach und die Abflüsse aus Deutschland bilden die Grundlage, um im langjährigen Mittel das potentielle Wasserdargebot zu bestimmen und so eine Aussage zu den Wasservorräten in Deutschlands treffen zu können.



Das Wasserdargebot ist über die Jahre relativ stabil. In einzelnen Jahren gab es jedoch deutliche Abweichungen der erneuerbaren Wasserressourcen vom langjährigen Mittel aufgrund witterungsbedingter Schwankungen, so war 2002 besonders feucht und 2003 besonders trocken.

Trotz des insgesamt ausreichenden potentiellen Wasserdargebots gibt es auch in Deutschland regionale Unterschiede in der Wasserverfügbarkeit. Diese Unterschiede basieren auf unterschiedlichen klimatischen Randbedingungen.

Das Pro-Kopf-Wasserdargebot ist ein Indikator dafür, ob die potenzielle Wassermenge für die Wasserversorgung theoretisch ausreichend ist. In Deutschland stehen für rund 82 Millionen Einwohner pro Kopf und Jahr durchschnittlich 2.292 m<sup>3</sup> Wasser zur Verfügung. Das entspricht einer potenziellen Wassermenge von 6.279 Liter pro Kopf und Tag. Das Wasserdargebot ist allerdings regional und saisonal unterschiedlich verteilt. So ist das Land Brandenburg mit einem erneuerbaren Wasserdargebot von nur 3,7 Mrd. m<sup>3</sup> im Jahr<sup>9</sup> (1.484 m<sup>3</sup>/E\*a) deutlich wasserärmer als beispielsweise Baden-Württemberg mit einem Wasserdargebot von 49 Mrd. m<sup>3</sup> im Jahr (4.522 m<sup>3</sup>/E\*a).

Ein Blick in andere Regionen der Erde zeigt, dass ausreichende Wasservorräte für wirtschaftliche Zwecke und den privaten Lebensbereich keine Selbstverständlichkeit sind. Nutzbare Wasserressourcen sind auf der Erde extrem ungleichmäßig verteilt, was vor allem in ariden Klimagebieten zu Wasserstress oder Wasserknappheit führen kann. In einigen Ländern in Nordafrika und im Nahen Osten stehen pro Einwohner und Jahr zwischen null und maximal 500 m<sup>3</sup> Wasser zur Verfügung – es herrscht dort völlige Wasserknappheit. Vergleichsweise begünstigt sind dagegen Länder wie Kanada mit einem potentiellen Dargebot pro Kopf und Jahr von über 100.000 m<sup>3</sup>. Die gesamte Wassermenge der Erde wird zwar auf 1,4 Mrd. km<sup>3</sup> geschätzt, davon sind allerdings 97,5 % salziges Meer- oder Brackwasser. Nur 2,5 % der weltweiten Wassermenge sind Süßwasser. Insgesamt ist weniger als 1 % der globalen Wassermenge direkt nutzbar, der überwiegende Teil der Süßwasservorkommen sind in Eis und Gletschern gebunden.

## 2.2 Klimaänderungen

Der internationale Zusammenschluss von Wissenschaftlern im Weltklimarat (IPCC) geht davon aus<sup>10</sup>, dass der menschliche Einfluss ursächlich für die globale Klimaerwärmung ist. Unbestritten ist, dass aufgrund weltweit steigender Treibhausgasemissionen eine Veränderung des globalen Klimas begonnen hat.

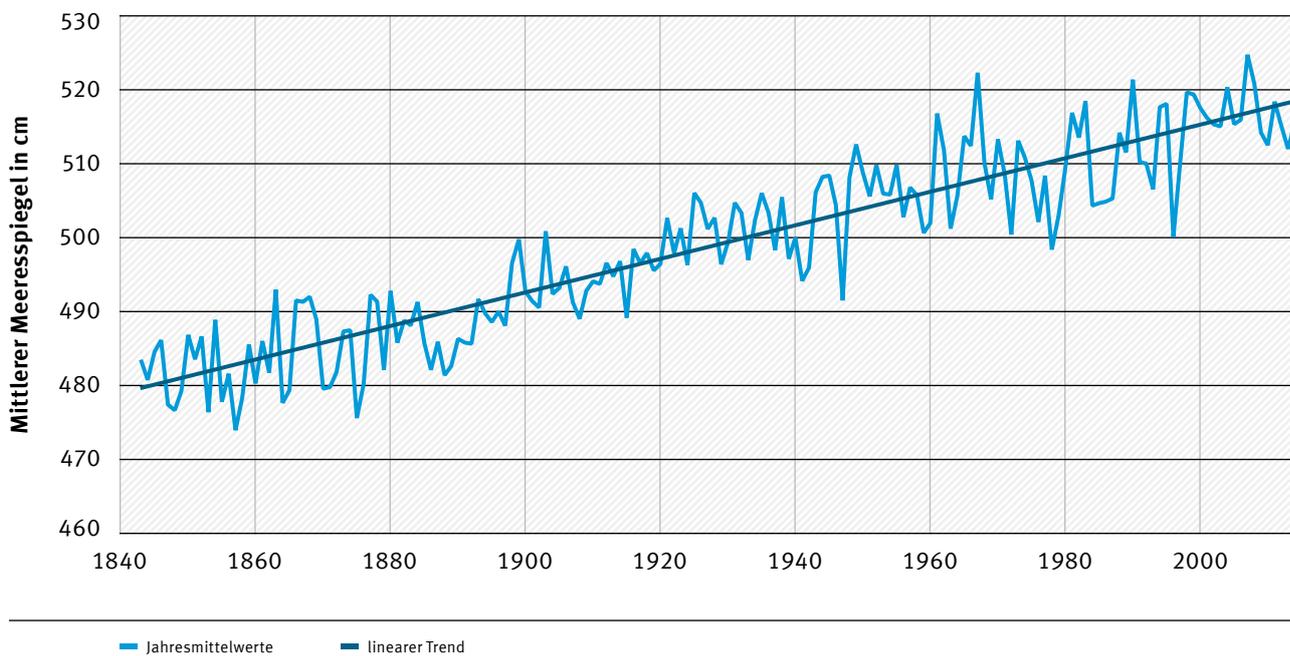
### 2.2.1 Globale Klimaänderungen

Die globale Jahresmitteltemperatur in Bodennähe ist im Zeitraum von 1880 bis 2012 um 0,85 °C gestiegen. Auf der Nordhalbkugel waren die 30 Jahre von 1983 bis 2012 die wärmsten seit 1.400 Jahren. Im globalen Maßstab wird das Jahr 2016 wahrscheinlich das wärmste Jahr seit Beginn der Temperaturaufzeichnungen sein und damit den bisherigen Höchststand im Jahr 2015 noch überschreiten. Die Wissenschaft rechnet mit einem weiteren Anstieg der globalen Temperatur bis zum Ende des 21. Jahrhunderts von 0,9 °C bis 5,4 °C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau. Die Vorhersagen unterschieden sich in Abhängigkeit des verwendeten Emissionsszenarios. Die Höhe der Emissionen hängt von der jeweils angenommenen Entwicklung, z. B. bzgl. der Bevölkerung, der Technik und des Klimaschutzes, ab. Nur mit einer sehr ambitionierten Klimaschutzpolitik ließe sich der Temperaturanstieg bis zum Ende des Jahrhunderts auf 0,9–2,3 °C begrenzen.

Im Zuge der globalen Temperaturerhöhung verändern sich auch die Niederschläge. Dies wird sich regional und saisonal sehr unterschiedlich ausprägen. So haben die Niederschläge in Europa im letzten Jahrhundert um 6–8 % zugenommen. Besonders auffällig ist die regionale Zweiteilung. In Nordeuropa ist eine Zunahme der Niederschläge mit 20–40 % deutlich, während im Süden Europas die Winter trockener wurden.

Der globale Temperaturanstieg bewirkt ein Abschmelzen der Gletscher und Eisschilde. So verringerte sich bspw. die Eismasse Grönlands von 2002 bis 2011 jährlich um etwa 215 Mrd. t im Vergleich zu 34 Mrd. t jährlich in den 90iger Jahren. Das Abschmelzen der Gletscher und Eismassen sowie die Ausdehnung des Meeresswassers aufgrund höherer Temperaturen führten zu einem Anstieg des Meeresspiegels. Während der Meeresspiegel von 1901–2010 um durchschnittlich jährlich 1,7 mm zunahm, verdoppelte sich der

Abbildung 6

**Meeresspiegelanstieg an der Nordsee. Mittlerer Meeresspiegel am Pegel Cuxhaven 1843–2011**

Quelle: Universität Siegen, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Anstieg in den letzten 20 Jahren auf 3,2 mm im Jahr. Insgesamt ist der Meeresspiegel im vergangenen Jahrhundert bereits um 19 cm angestiegen. Die Wissenschaft erwartet für das 21. Jahrhundert einen weiteren Meeresspiegelanstieg um etwa 26 bis 55 cm – selbst bei beträchtlichen Anstrengungen im Klimaschutz. Ohne Beschränkungen der Emissionen wird der Meeresspiegel voraussichtlich um 45 bis 82 cm ansteigen.

Eine weitere direkte Folge der globalen Temperaturveränderung ist die Erhöhung der durchschnittlichen Wassertemperaturen der Ozeane. So ist z. B. in der oberen Schicht der Ozeane bis zu einer Wassertiefe von 75 Metern die Wassertemperatur um etwa 0,11 °C pro Dekade im Zeitraum von 1971–2010 angestiegen.

### 2.2.2 Klimaänderungen in Deutschland

Die Analyse von Klimaänderungen beruht auf der Auswertung von Messreihen aus der Vergangenheit. Mit Modellrechnungen wird der Blick in die Zukunft gerichtet. Messreihen für Temperatur und Niederschlag beginnen in Deutschland im Jahr 1881 und existieren somit seit 136 Jahren. Um klimatische Schwankungen, die von einem Jahr zum anderen auftreten können, von tatsächlichen Klimaänderungen zu unterscheiden,

werden nach Möglichkeit 30-Jahresperioden verglichen. Dabei ist der Abschnitt 1961–1990 als Referenz festgelegt. Vergleichende Auswertungen beziehen sich zumeist auf diese Periode. Um Aussagen über zukünftige Klimaänderungen in Deutschland zu erhalten, werden Informationen aus den globalen Klimamodellen mit regionalen Modellen auf kleinere Gebiete übertragen. Für die Abschätzung der Entwicklung des Klimas verwendet die Wissenschaft unterschiedliche Szenarien und Modelle, die in verschiedenen Rechenläufen betrieben werden. Im Ergebnis entsteht daher nicht nur ein Temperaturwert für die zukünftige Entwicklung sondern eine Spanne von Werten. Da alle Modellergebnisse gleich wahrscheinlich sind, ist es wichtig, mit dieser Spannweite weiterzuarbeiten. Dadurch ergeben sich für alle folgenden Größen, z. B. Niederschlag oder Abfluss, ebenfalls Spannweiten.

### 2.2.3 Veränderung der Temperatur

Untersuchungen belegen für Deutschland einen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur der Luft von 1,4 °C im Zeitraum 1881–2015. Der Vergleich von 30-Jahresperioden zeigt ebenfalls eine Erhöhung der mittleren Temperatur. Während der Referenzperiode (1961–1990) lag die Temperatur bei 8,2 °C und stieg auf 8,9 °C



in den 30 Jahren zwischen 1981 und 2010. Das Jahr 2014 war in Deutschland das wärmste Jahr seit Beginn<sup>11</sup> der Beobachtungen im Jahr 1881 (Abbildung 7).

Für Deutschland sagen die Modelle einen weiteren Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um 1,1 °C bis 3,8 °C bis zum Ende des Jahrhunderts hervor<sup>12</sup>.

#### 2.2.4 Veränderung der Niederschläge

Die Niederschläge schwanken je nach Region und Jahreszeit stark. Seit 1881 war 2002 das nasseste Jahr mit einem Jahresniederschlag von 1018 mm. Das trockenste Jahr hingegen war 1959 mit nur 551 mm Niederschlag. Innerhalb dieser starken Schwankungen haben die jährlichen Niederschläge in Deutschland seit 135 Jahren im Vergleich zur Referenzperiode (1961–1990) um 83 mm bzw. 11 % zugenommen (Abbildung 9). Während der Niederschlag in den Sommermonaten seit 1881 nahezu konstant blieb, stieg er in den Wintermonaten (Dezember, Januar, Februar) um 48 mm bzw. 27 % an.

Unterschiede gibt es auch zwischen einzelnen Regionen: Im Osten Deutschlands haben sich

die Jahresniederschläge seit 1881 kaum verändert. Die deutlichste Veränderung zeigte sich im Nordwesten: Dort nahm der mittlere Jahresniederschlag um 15 % und der Winterniederschlag um 31 % zu.

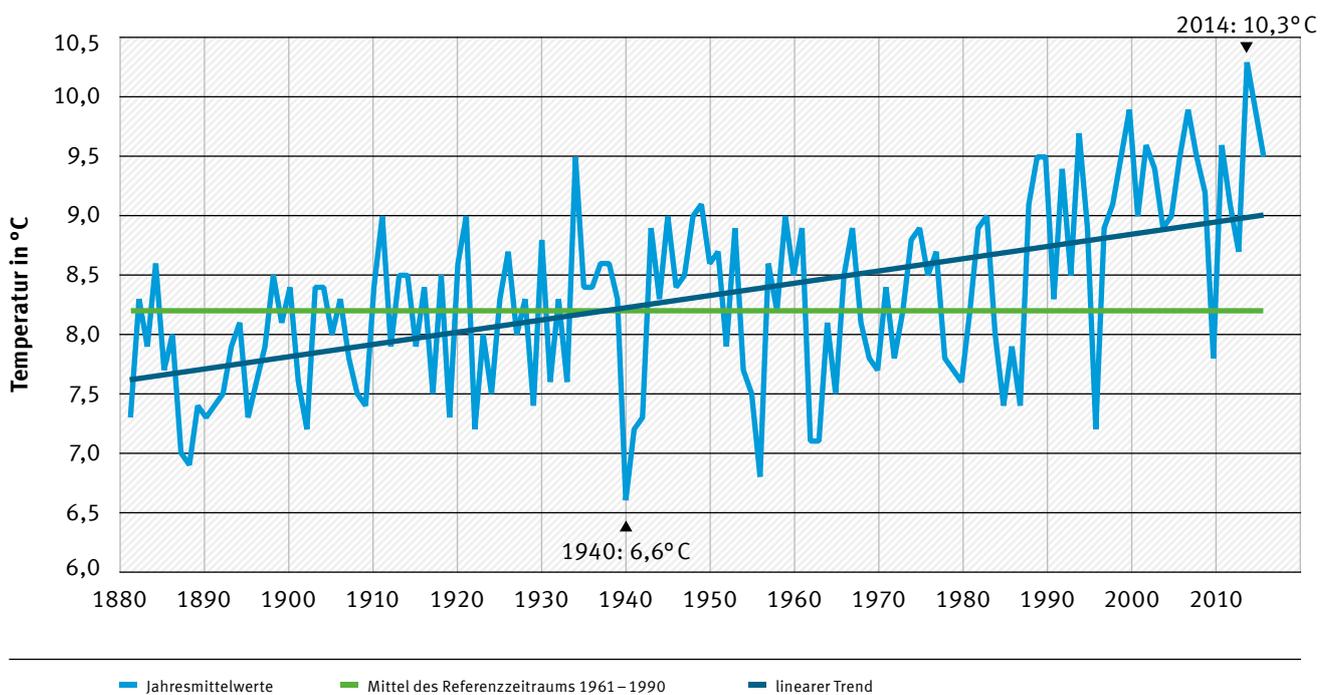
Auch in Zukunft werden sich die Niederschläge weiter verändern. So wird in Deutschland bis zum Ende des Jahrhunderts (2071–2100) eine Zunahme des Jahresniederschlags um 9 % im Vergleich zur Zeitspanne 1971–2000 erwartet. Dieser Anstieg wird sich gleichmäßig über alle Regionen verteilen. Bis zum Ende des Jahrhunderts können die Niederschläge der Wintermonate bis zu 17 % zunehmen und in den Sommermonate um 4 % bis 7 % abnehmen<sup>13</sup> (Abbildung 10).

Neben den mittleren Niederschlägen ändert sich auch die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Extremereignissen: Deutlich zunehmen werden laut Modellen die Tage mit Niederschlägen von mindestens 10 mm bis zu 20 mm und mehr täglich.<sup>14</sup>

Die Veränderungen von Lufttemperatur und Niederschlag wirken auf den Wasserhaushalt, z. B. auf die

Abbildung 7

### Jahresmittel der Temperatur in Deutschland (Flächenmittel aus Stationsmessungen in 2 m Höhe) von 1881–2016



Quelle: DWD, Deutscher Klimaatlas

Abbildung 8

### Jahreszeitliche Mittelwerte der Temperatur und erwartete Änderung



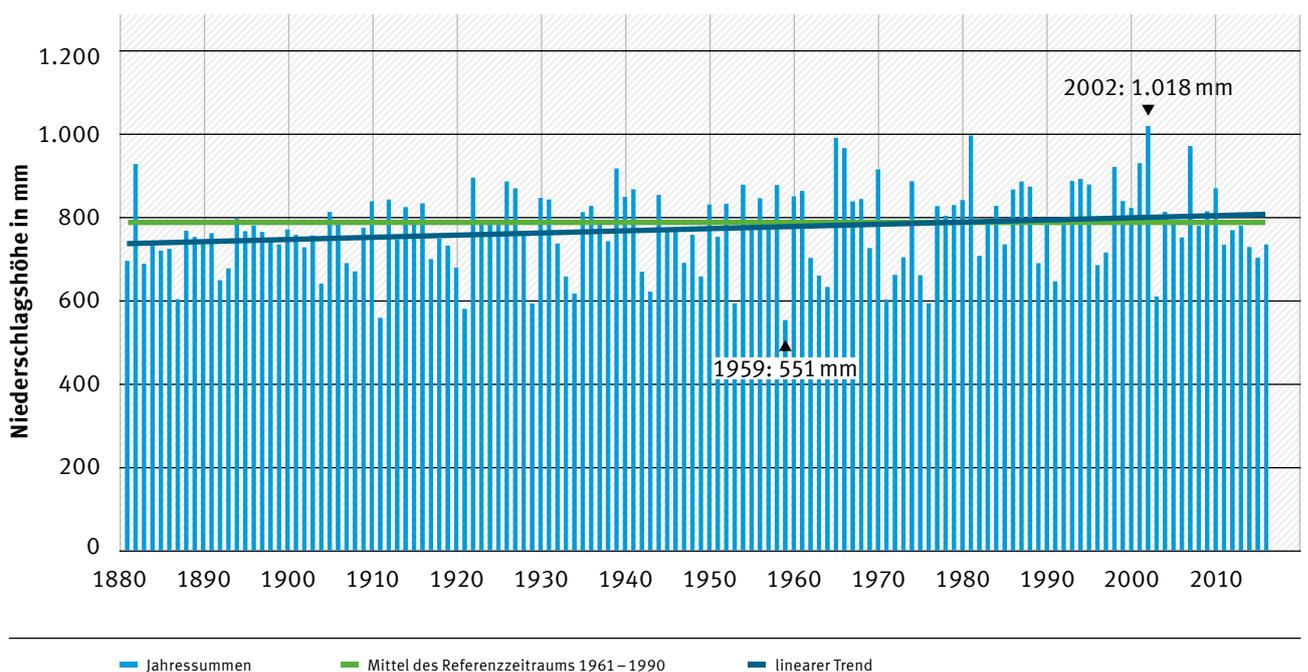
Jahreszeit	1961 – 1990	1971 – 2000	2021 – 2050 (RCP2.6)	2021 – 2050 (RCP8.5)	2071 – 2100 (RCP2.6)	2071 – 2100 (RCP8.5)
Frühjahr	7,7°C	8,1°C	+0,9°C	+1,1°C	+1,0°C	+3,2°C
Sommer	16,3°C	16,6°C	+1,1°C	+1,3°C	+1,1°C	+3,9°C
Herbst	8,8°C	8,7°C	+1,1°C	+1,6°C	+1,2°C	+4,1°C
Winter	0,3°C	0,8°C	+1,0°C	+1,4°C	+1,2°C	+4,1°C
Jahr	8,2°C	8,6°C	+1,0°C	+1,3°C	+1,1°C	+3,8°C

Hinweis: Als Bezugszeitraum dient die Zeitspanne 1971 bis 2000. RCP 2.6=„Klimaschutz-Szenario“, Szenario RCP 8.5=„Weiter-wie-bisher-Szenario“ (d. h. die Treibhausgasemissionen steigen weiter kontinuierlich an)

Quelle: DWD (2016): Nationaler Klimareport 2016

Abbildung 9

### Zeitreihe der Jahresniederschlagshöhen in Deutschland (Flächenmittel aus Stationsmessungen) von 1881 – 2016

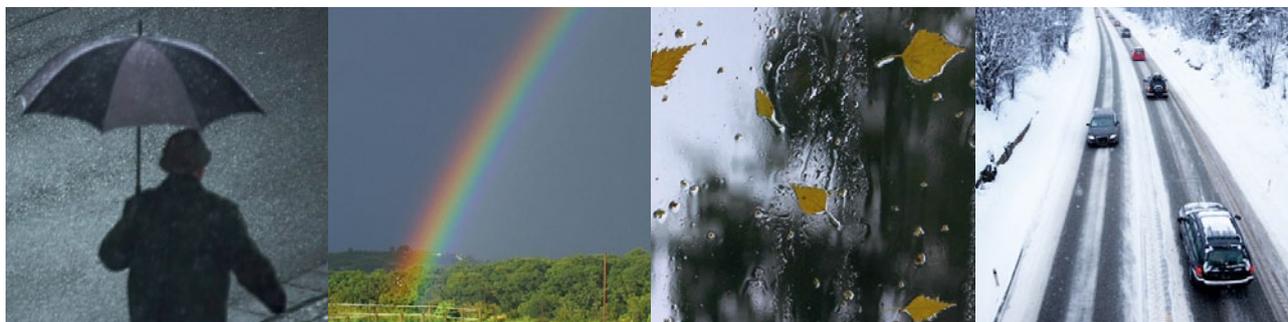


Quelle: DWD, Deutscher Klimaatlas



Abbildung 10

## Jahreszeitliche Mittelwerte der Niederschlagshöhe und erwartete Änderungen



Jahreszeit	1961 – 1990	1971 – 2000	2021 – 2050 (RCP2.6)	2021 – 2050 (RCP8.5)	2071 – 2100 (RCP2.6)	2071 – 2100 (RCP8.5)
Frühjahr	186 mm	179 mm	+5 %	+8 %	+3 %	+13 %
Sommer	239 mm	234 mm	-6 %	+7 %	-4 %	-7 %
Herbst	183 mm	191 mm	+3 %	+4 %	+1 %	+7 %
Winter	181 mm	183 mm	+7 %	+5 %	+4 %	+17 %
Jahr	789 mm	788 mm	+2 %	+5 %	+2 %	+9 %

Hinweis: Als Bezugszeitraum dient die Zeitspanne 1971 bis 2000. RCP 2.6 = „Klimaschutz-Szenario“, Szenario RCP 8.5 = „Weiter-wie-bisher-Szenario“ (d. h. die Treibhausgasemissionen steigen weiter kontinuierlich an)

DWD (2016): Nationaler Klimareport 2016

Abflüsse von Flüssen, die Grundwasserneubildung oder die Gewässertemperatur. Zur Modellierung dieser Veränderungen werden Modellketten entwickelt. Die Ergebnisse der regionalen Klimamodelle dienen als Eingangsgrößen für Fachmodelle, wie z. B. Wasserhaushaltsmodelle oder hydraulische Modelle der Fließgewässer.

### Veränderungen des Wasserhaushaltes

Die Neubildung von Grundwasser hängt von den Niederschlagsmengen und der Verdunstung, die durch die Temperatur beeinflusst wird, ab. Weitere Einflussgrößen sind die Bodenart, der geologische Aufbau und die Lage des Grundwasserleiters zu anderen Gewässern. Auch die Siedlungs- und Landnutzungsstruktur beeinflussen die Menge an Regenwasser, die versickern kann und zur Entstehung neuen Grundwassers beiträgt.

Wie sich die Grundwasserneubildung und damit auch das Grundwasserdargebot verändert, ist Aufgabe regionaler Untersuchung. Die Herausforderung ist, dabei den Einfluss der Nutzungen auf das Grundwasser von den möglichen Veränderungen des Grundwasserdargebotes durch den Klimawandel zu unterscheiden. Im Rahmen der WRRL-Gewässerbewirtschaftung wurde der gute mengenmäßige Zustand des Grundwassers – als ein Indikator für den Grundwasserstand

– ermittelt. Diese Messergebnisse zeigen bisher keine Beeinträchtigung des Grundwassers durch den Klimawandel, knapp 96 % der Grundwasserkörper in Deutschland sind in einem guten mengenmäßigen Zustand (vgl. Kap. 4.1.2).

Bereits heute bestehen regionale Unterschiede in der Grundwasserneubildung. Im Osten Deutschlands ist die Grundwasserneubildung geringer als in westlichen Regionen. Im Süden ist die Grundwasserneubildung besonders hoch. Unter Annahme eines „feuchten Szenarios“ wird sich die deutschlandweite Grundwasserneubildung bis zur Mitte dieses Jahrhunderts kaum ändern. Bei der Annahme eines eher „trockenen Szenarios“ werden allerdings moderate Abnahmen im Osten und Südosten Deutschlands sichtbar.<sup>15</sup>

### Veränderungen in Flussgebieten<sup>16</sup>

Im Flussgebiet des Rheins sind bis zur Mitte des Jahrhunderts (2021 – 2050) keine Veränderungen der mittleren Abflüsse zu erwarten. Allerdings nehmen die mittleren Abflüsse im Winter zu. In den Bereichen des Rheins, der durch das Schneeregime geprägt ist, steigen die Niedrigwasserabflüsse. Wo das Abflussregime durch winterliche Regenfälle geprägt ist, zeigt sich ein uneinheitliches Bild für die Abflüsse bei Niedrigwasser. Für die mittleren Hochwasserabflüsse

ergibt sich durch die zunehmenden Winterniederschläge vor allem im Einflussbereich der Mittelgebirge eine steigende Tendenz bis 20 %. Bis zum Ende Jahrhunderts werden die mittleren und die Niedrigwasserabflüsse in den Sommermonaten abnehmen. Im Winter werden die mittleren Abflüsse eher zunehmen. Die hochwasserkritischen Schwellenwerte werden bis zum Ende des Jahrhunderts häufiger überschritten.

Im Flussgebiet der Elbe wird es – entsprechend der Modellergebnisse – bis Mitte des Jahrhunderts im Sommerhalbjahr etwas trockener (-15 % bis +5 %). Für das Winterhalbjahr und im Jahresmittel lässt sich keine Tendenz feststellen. Die jährlichen Niedrigwasserabflüsse verhalten sich ebenfalls uneinheitlich. Zum Ende des Jahrhunderts werden laut Modellrechnungen der mittlere Jahresabfluss und die mittleren Abflüsse im Sommerhalbjahr abnehmen (-30 % bis +10 %). Im Winter ergibt sich auch in der fernen Zukunft kein einheitliches Bild. Für die Niedrigwasserabflüsse weitet sich die Spanne auf -35 % bis +10 %. Kritische Schwellenwerte werden häufiger unterschritten. Für die Hochwasserabflüsse ist wegen der starken Variabilität zwischen den Dekaden und aufgrund des großen Einflusses der Veränderungen der Wasserbewirtschaftung im Einzugsgebiet keine Aussage möglich.

Im Flussgebiet der Donau sind die Projektionen für die mittleren Abflüsse im Winter bis zur Mitte des Jahrhunderts uneinheitlich. Für den Inn und die Pegel unterhalb des Inn-Zuflusses wurden für die Abflüsse im Winter bereits für die nahe Zukunft eher steigende Abflüsse berechnet. Im Sommerhalbjahr nehmen die Abflüsse im Flussgebiet der Donau allgemein ab. Auch die Niedrigwasserabflüsse nehmen an der Donau tendenziell ab.

## 2.3 Demographie

Die Bundesrepublik Deutschland ist ein dicht besiedeltes Land in Mitteleuropa. 2015 lebten auf einer Fläche von 357.375,62 km<sup>2</sup> ca. 82,2 Millionen Einwohner. Mit einer Bevölkerungsdichte von 227 Personen je km<sup>2</sup> ist Deutschland dichter besiedelt als der europäische Durchschnitt mit 116 Personen je km<sup>2</sup>. Die Einwohnerdichten der Bundesländer unterscheiden sich erheblich. Am engsten besiedelt ist Berlin: Hier leben 3.891 Menschen je km<sup>2</sup>. In Mecklenburg-Vorpommern, dem

Bundesland mit der geringsten Einwohnerdichte, leben hingegen nur 69 Personen pro km<sup>2</sup>.

Trotz der dichten Besiedlung und der starken, meist räumlich konzentrierten Industrialisierung sind über vier Fünftel der Gesamtfläche Deutschlands land- und forstwirtschaftlich genutzt. Die Landwirtschaftsflächen betragen 51,6 %, Waldflächen 30,6 %. Die Siedlungs- und Verkehrsflächen haben einen Anteil von 13,7 %. Auf die Wasserflächen entfallen mit 2,4 % nur geringe Flächenanteile.

Mit dem demografischen Wandel verändern sich die Bevölkerungsdichte und -struktur in Deutschland. Für das Jahr 2023 wird eine Bevölkerung unter dem Stand von 2013 (80,8 Millionen Einwohner) berechnet. 2060 werden voraussichtlich je nach angenommener Zuwanderung zwischen 67,7 und 73,1 Millionen Menschen in Deutschland leben. Auch die Alterszusammensetzung der Bevölkerung unterliegt einem Wandel: Beträgt der Anteil der 20–64-jährigen heute (Stand 2013) mit 49 Millionen Menschen knapp über 60 %, wird er ab 2020 sinken und bis 2060 um 10 % zurückgehen. Dieser Gruppe werden dann nur noch etwa 34 bis 38 Millionen Menschen angehören. Gleichzeitig wird sich bis 2060 der Anteil der über 65-jährigen von etwa 20 % (2013) auf 32–33 % erhöhen und sich die Zahl der hochbetagten Menschen über 80 Jahren verdoppeln.

Die demografischen Veränderungen erfordern Anpassungen in der Wasserwirtschaft, insbesondere in der Siedlungswasserwirtschaft. In Reaktion auf sinkende Wassernutzungsmengen müssen beispielsweise Rohrleitungssysteme umgebaut werden, um Stagnationen bei der Trinkwasserversorgung oder Geruchsbildungen in der Kanalisation zu verhindern. Ein höherer Anteil älterer Menschen führt wahrscheinlich zu einem höheren Medikamentenverbrauch, der zu steigenden Anforderungen an die Abwasseraufbereitung führen kann.

## 2.4 Rechtliche Rahmenbedingungen

Wasser ist eine lebensnotwendige und begrenzte Ressource. Zur nachhaltigen Bewirtschaftung gibt es gesetzliche Vorschriften, die die Gewässer

- ▶ als Bestandteil des Naturhaushalts,
- ▶ als Lebensgrundlage für den Menschen,



*Internationale Übereinkommen für den Meeresschutz umfassen z. B. das Übereinkommen zum Schutz des Nordatlantiks einschließlich der Nordsee (OSPAR)*

- ▶ als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie
  - ▶ als nutzbares Gut
- schützen sollen<sup>17</sup>. Die Aufgaben der Wasserwirtschaft sind vielfältig und entsprechend umfangreich ist auch der Regulierungsrahmen.

#### **2.4.1 Internationales Wasserrecht**

Viele Umweltprobleme wie der Treibhauseffekt mit seinen Auswirkungen auf das Weltklima und den Wasserhaushalt, Klimaschutz- und -anpassungsmaßnahmen sowie der Schutz der Küsten-, Rand- und Weltmeere lassen sich nur im Rahmen internationaler Kooperationen lösen.

#### **Internationale Übereinkommen**

Deutschland kooperiert zum Schutz von Gewässern in zahlreichen internationalen Organisationen mit anderen Staaten und ist Vertragsstaat von diversen internationalen Umweltschutzverträgen. Dazu gehören Meeresschutzübereinkommen wie die Londoner Konvention zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Abfälle

und andere Einträge sowie das nachfolgende Protokoll von 1996, MARPOL zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe, das Übereinkommen zum Schutz des Nordatlantiks einschließlich der Nordsee (OSlo-PARis Übereinkommen – OSPAR), das Helsinki Übereinkommen zum Schutz der Ostsee (Helsinki Convention – HELCOM) (siehe Kap. 5.4) sowie die Übereinkommen für eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit in den Flusseinzugsgebieten Maas, Elbe, Rhein, Donau und Oder, die jeweils Kommissionen<sup>18</sup> zur gemeinsamen Klärung von Bewirtschaftungsfragen eingerichtet haben.

#### **UNECE-Wasserkonvention**

Das Übereinkommen der UNECE<sup>19</sup> zum Schutz und zur Nutzung grenzüberschreitender Wasserläufe und internationaler Seen (UNECE-Wasserkonvention) wurde 1992 abgeschlossen. In Deutschland ist das Übereinkommen seit 1996 in Kraft<sup>20</sup>. Derzeit sind 41 Staaten Vertragsparteien (Stand 2017).

Die Wasserkonvention dient der integrierten Gewässerbewirtschaftung in der UNECE Region, insbesondere dem Schutz grenzüberschreitender Gewässer durch Vermeidung, Kontrolle und Verringerung grenzüberschreitender Belastungen. Sie hat zudem die angemessene und ausgewogene Nutzung der Wasserressourcen sowie den Schutz und die Wiederherstellung von Ökosystemen zum Ziel. Die UNECE-Wasserkonvention enthält allgemeine Vorgaben zur Gewässerbewirtschaftung, zum Monitoring und zur Forschung. Außerdem regelt sie konkrete Anforderungen an Staaten, die sich Gewässer bzw. Einzugsgebiete teilen. Dazu gehören z. B. die Verpflichtung, Koordinierungsgremien einzurichten, sich bei Unfällen zu warnen oder sich bei geplanten Vorhaben über die Auswirkungen zu unterrichten. Einige Flussgebietskommissionen in Europa beruhen auf den Prinzipien dieser Konvention.

Seit ihrem Inkrafttreten hat sich die UNECE-Wasserkonvention zu einem aktiven Instrument der grenzüberschreitenden Bewirtschaftung von Gewässern entwickelt. Es bietet eine Plattform für den Erfahrungs- und Erkenntnisaustausch. So fanden beispielsweise 2009 und 2015 internationale Workshops mit Experten und Expertinnen aus verschiedenen UNECE-Staaten zu den Herausforderungen des Hochwasserrisikomanagements in grenzüberschreitenden Einzugsgebieten statt. Da die Auswahl und Lage von Hochwasserschutzmaßnahmen negative Auswirkungen auf andere Flusssanlieger haben kann, ist der Erfahrungs- und Erkenntnisaustausch zu wasserwirtschaftlichen Fragestellungen oft auch eine Basis für weitergehende Verständigungen in Flussgebieten, in denen es politische Spannungen gibt.

Vor dem Hintergrund aktueller Gefährdungen der Quantität und Qualität der Wasserressourcen (z. B. durch die Auswirkungen des Klimawandels) besteht an der Arbeit der Konvention stetig wachsendes Interesse, auch von Nicht-ECE-Staaten. Auf Grund dessen ist im Februar 2013 eine Öffnung der UNECE-Wasserkonvention in Kraft getreten. Seit dem 1. März 2016 können auch Nicht-UNECE-Mitglieder Vertragspartei der Konvention werden.

Wasserbedingte Krankheiten werden z. B. durch unzureichende Trinkwasserversorgung oder Abwasserentsorgung, schlechte Wasserbewirtschaftung oder durch mangelnde Qualität von Badegewässern und Badebeckenwasser oder aus nicht fachgerechter Verwendung von Klär-

schlamm in der Landwirtschaft verursacht. Das Protokoll über Wasser und Gesundheit ergänzt daher die UNECE-Wasserkonvention mit dem Ziel, den Schutz der öffentlichen Gesundheit vor wasserbedingten Krankheiten voranzubringen. Deutschland ist seit April 2007 Vertragspartei des Protokolls<sup>21</sup>.

Das Protokoll verpflichtet die Vertragsparteien, innerhalb von zwei Jahren, nachdem sie Vertragspartei geworden sind, konkrete, auf die nationalen Randbedingungen angepasste Ziele und Maßnahmen festzulegen, um künftig wasserbedingte Krankheiten besser zu verhüten, zu bekämpfen und zu verringern.

#### UN-Übereinkommens über das Recht der nichtschiffahrtlichen Nutzung internationaler Wasserläufe

Deutschland ist Vertragspartei des Übereinkommens der Vereinten Nationen über das Recht der nichtschiffahrtlichen Nutzung internationaler Wasserläufe<sup>22</sup>, das am 21. Mai 1997 verabschiedet wurde. Dieser erste globale Wasser-Vertrag ist am 17. August 2014, 17 Jahre nach seiner Verhandlung, in Kraft getreten. Deutschland hat das Abkommen bereits 2007 ratifiziert.

Das Übereinkommen soll die Zusammenarbeit und Rücksichtnahme zwischen den jeweiligen Flusssanrainern verbessern, vor allem auch zur Vermeidung und friedfertigen Lösung von zwischenstaatlichen Konflikten um die knappe Ressource Süßwasser beitragen.

#### 2.4.2 Einfluss des EU-Wasserrechts

Seit den 70er Jahren befasst sich die Europäische Union (EU) mit dem Gewässerschutz. Zentrales Instrument ist seit 2000 die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)<sup>23</sup>. Ihre materiellen und prozessualen Vorgaben geben den Mitgliedstaaten den rechtlichen Rahmen für die Bewirtschaftung der EU-Gewässer.

Der breite Schutzansatz der 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 Ressourcen-



schutzes. Dieser Gewässerschutz hat quantitative und qualitative Dimensionen und verknüpft einen ökologisch geprägten Ansatz mit einem wasserwirtschaftlichen quantitätsbezogenen Ansatz. Nutzungen und Schutzansprüche sollen so vernünftig gegeneinander abgewogen werden.

Die WRRL beinhaltet das Konzept des Flussgebietsmanagements als System länder-/staatenübergreifender Bewirtschaftung nach Flussgebietseinheiten (siehe Abbildung 1), welches die Mitgliedstaaten mit den Instrumenten des Maßnahmenprogramms und des Bewirtschaftungsplans umsetzen (siehe Kap. 5.1).

Die WRRL wird ergänzt durch ihre „Tochterrichtlinien“ (Grundwasserrichtlinie, Umweltqualitäts-Richtlinie). Weitere wichtige wasserbezogene Richtlinien sind u. a. die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (siehe Kap. 5.4), die Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (siehe Kap. 5.5), die Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (siehe Kap. 6.2.1), die Industrieemissionen-Richtlinie (siehe Kap. 6.4.1), die Richtlinie zum Schutz

der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (siehe Kap. 6.3.1) und die Badegewässerrichtlinie (siehe Kap. 6.8.2). Die Richtlinien der EU sind für die Mitgliedstaaten verbindlich und bedürfen der Umsetzung in das nationale Recht. Ist das nationale Recht nicht mit den Richtlinien vereinbar, muss es aufgehoben, verschärft oder entsprechend den Vorgaben der EU neu gestaltet werden.

Deutschland hat die Vorgaben der WRRL vollständig durch das Wasserhaushaltsgesetz, die Oberflächen- und die Grundwasserverordnung in nationales Recht umgesetzt. Für die Aufstellung der Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne sowie für den Vollzug der Regelungen sind die Länder zuständig. Innerstaatlich sind Bund und Länder gemeinsam für die Verwirklichung der Richtlinienziele verantwortlich, gegenüber der EU jedoch allein der Bund.

Abbildung 11 zeigt die wesentlichen Regelungen der Wasserwirtschaft auf EU-Ebene sowie die entsprechenden Regelungen auf Bundesebene.

Abbildung 11

### Wesentliche Regelungen im Bereich der Wasserwirtschaft

Ebene	Regelungen					
EU	Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	Kommunale Abwasser-Richtlinie	Trinkwasser-Richtlinie	Nitrat-Richtlinie	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL)	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)
	Grundwasserrichtlinie (GWRL)	Industrieemissionen-Richtlinie (IE-RL)				
	Umweltqualitätsnormenrichtlinie (UQN-RL)					
National	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	WHG	Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	Düngegesetz (DüngG)	WHG	WHG
	Grundwasserverordnung (GrwV)	Abwasserabgabengesetz (AbwAG)		Düngeverordnung (DüV)		
	Oberflächengewässerverordnung (OGewV)	Abwasserverordnung (AbwV)				
	Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AvSV)					
Länder	Landesrecht (Gesetze/Verordnungen, Genehmigungen, Bescheide, Überwachung)					

Quelle: Umweltbundesamt

### 2.4.3 Wasserhaushaltsgesetz und seine Verordnungen

Maßgebendes nationales Gesetz der Wasserwirtschaft ist das Wasserhaushaltsgesetz (WHG)<sup>24</sup>. Es hat zum Ziel, die rechtlichen Voraussetzungen für eine geordnete Bewirtschaftung des ober- und unterirdischen Wassers nach Menge und Beschaffenheit zu schaffen sowie die menschlichen Einwirkungen auf Gewässer zu steuern. Das WHG schreibt vor, die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern und so zu bewirtschaften, dass sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit diesem auch dem Nutzen Einzelner dienen. Vermeidbare Beeinträchtigungen ihrer ökologischen Funktionen sollen unterbleiben (Vorsorgegrundsatz). Insgesamt ist ein hohes Schutzniveau für die Umwelt zu gewährleisten.

Die Zielvorgaben und Bewirtschaftungsregeln der WRRL bilden ein zentrales Element des WHG. Die Details der „Tochtrichtlinien“ (UQN-RL, GWRL) wurden in Rechtsverordnungen (Oberflächengewässerverordnung (OGewV), Grundwasserverordnung (GrwV)) festgelegt. Eine umfassende Ermächtigungsgrundlage für die Bundesregierung, Rechtsverordnungen zur Gewässerbewirtschaftung nach Maßgabe der Bewirtschaftungsziele zu erlassen, findet sich im § 23 WHG. Diese Ermächtigung bietet die Möglichkeit, die im WHG schlank gehaltenen Regelungen detaillierter auszugestalten und dient der bundeseinheitlichen Umsetzung auch von EU-Recht.

Die Gewässer<sup>25</sup> werden grundsätzlich vom Staat bewirtschaftet. Gewässerbenutzungen, z. B. das Einleiten von Stoffen oder die Entnahme von Wasser, bedürfen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, einer behördlichen Zulassung. Damit sollen Beeinträchtigungen des Wasserhaushalts verhindert und ein vorsorgender Gewässerschutz durchgesetzt werden.

Die Zulassung steht grundsätzlich im Ermessen der zuständigen Wasserbehörde (Bewirtschaftungsermessen). Dieses Ermessen ist in bestimmten Fällen zum Schutz der Gewässer eingeschränkt. So darf z. B. eine Erlaubnis zur Abwassereinleitung nur erteilt werden, wenn bestimmte Mindestanforderungen eingehalten werden. Diese Mindestanforderungen sind, dem Stand der Technik entsprechend und nach Industrie- und Gewerbebranchen diffe-

renziert, in der Abwasserverordnung des Bundes näher konkretisiert (siehe Kap. 6.2.1).

Für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gelten besondere Regelungen, die, gestaffelt nach der Menge und Gefährlichkeit der Stoffe, sicherstellen sollen, dass die Anlagen so geplant, errichtet und betrieben werden, dass eine nachteilige Veränderung der Gewässereigenschaften nicht zu besorgen ist<sup>26</sup>. Die neue Bundesverordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) löst die bislang geltenden landesrechtlichen Vorschriften ab und konkretisiert die Anforderungen an diese Anlagen sowie das Verfahren zur Einstufung von wassergefährdenden Stoffen (siehe Kap. 6.4.4).

Wichtige Regelungen des WHG sind auch die Vorschriften über den Bau und Betrieb von Abwasseranlagen, den Gewässerschutzbeauftragten, den Ausbau von Gewässern, den vorbeugenden Hochwasserschutz sowie die Festsetzung von Wasserschutzgebieten im Interesse der Wasserversorgung.

Neben den Anforderungen der WRRL werden mit dem WHG auch die Inhalte der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) und der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) bundeseinheitlich in nationales Recht umgesetzt.

#### Oberflächengewässer

Das Bewirtschaftungskonzept der europäischen WRRL für Oberflächengewässer findet sich in den §§ 27–31, § 82 und § 83 WHG. Sie regeln die bei den oberirdischen Gewässern zu erreichenden Bewirtschaftungsziele, einschließlich der dabei einzuhaltenden Fristen sowie den zulässigen Ausnahmen von den vorgegebenen Zielen und Fristen (siehe Kap. 5.1).

Die Oberflächengewässerverordnung (OGewV)<sup>27</sup> gestaltet die gesetzlichen Bestimmungen näher aus. Sie dient der Umsetzung der Umweltqualitätsnormrichtlinie<sup>28</sup>, der Richtlinie zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse<sup>29</sup> und des Interkalibrierungsbeschlusses der EU<sup>30</sup>. Ziel der OGewV ist ein kohärenter und umfassender Vollzug der EU-rechtlichen Vorgaben zum Schutz der Oberflächengewässer.

Zum Verordnungsinhalt gehören u. a.:

- ▶ Bundesweite Regelung für ein gleichartiges Schutzniveau für die Oberflächengewässer in Deutschland,



- ▶ Anforderungen an die Eigenschaften der Oberflächengewässer mit einheitlichen Vorgaben zum chemischen Zustand (Übernahme der Umweltqualitätsnormrichtlinie) und ökologischen Zustand (Übernahme und Vervollständigung des Interkalibrierungsbeschlusses über die einheitlichen Ansprüche an die biologischen Qualitätskomponenten, Festlegung nationaler Umweltqualitätsnormen für die flussgebietsrelevanten Schadstoffe),
- ▶ Regelungen zur Kategorisierung, Typisierung und Abgrenzung von Oberflächenwasserkörpern und zur Festlegung von Referenzbestimmungen,
- ▶ Maßgaben zur Durchführung der Bestandsaufnahme und der Überwachungsprogramme, Anforderungen an die anzuwendenden Analysemethoden und Qualitätsmanagementsysteme.

### Grundwasser

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. Konkretere Festlegungen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele finden sich in der Grundwasserverordnung<sup>31</sup>, die die EU-Grundwasserrichtlinie<sup>32</sup> in deutsches Recht umsetzt.

Zum Verordnungsinhalt gehören u. a.:

- ▶ Kriterien für die Beschreibung, Einstufung und Überwachung des Grundwasserzustands sowie für die Ermittlung und Umkehrung signifikanter und anhaltend steigender Trends von Schadstoffkonzentrationen in Grundwasserkörpern,
- ▶ Festlegung von Schwellenwerte für die Bewertung des chemischen Zustands,
- ▶ das Ziel, den Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser zu verhindern und zu begrenzen und so eine Verschlechterung des Grundwasserzustands zu verhindern,
- ▶ Erhaltung oder Wiederherstellung eines guten mengenmäßigen und guten chemischen Zustands,
- ▶ Umkehrung des signifikanten Schadstofftrends.

### Küsten- und Meeresgewässer

In Anlehnung an die Vorschriften für Oberflächengewässer formuliert § 44 WHG Bewirtschaftungsziele für die Küstengewässer. Der Anwendungs-

bereich beschränkt sich jedoch auf die Teile der Küstengewässer, die nach § 7 Abs. 5 Satz 2 WHG einer für die oberirdischen Gewässer zu bildenden Flussgebietseinheit (Abbildung 2) zuzuordnen sind. Im Hinblick auf den chemischen Zustand ist der gesamte Meeresanteil bis zur 12 Seemeilen-Grenze umfasst.

Mit den §§ 45a bis 45 l WHG werden die Anforderungen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)<sup>33</sup> in nationales Recht umgesetzt. Die Bewirtschaftungsziele für Meeresgewässer werden in § 45a Abs. 1 WHG festgelegt. Demgemäß ist die weitere Verschlechterung des Zustands der Meeresgewässer zu vermeiden und der gute Zustand ist bis zum 31.12.2020 zu erreichen bzw. zu erhalten (siehe Kap. 5.4).

### Weiteres wasserbezogenes Recht

Eine wirksame Ordnung des Wasserhaushalts muss sich neben den Bestimmungen, die ausschließlich die Inanspruchnahme der Gewässer regeln, auch anderer, z. B. ökonomischer Mittel bedienen. Es sind im Laufe der Zeit zahlreiche Gesetze entstanden, die in ganz unterschiedlicher Weise ebenfalls die Fragen des Wasserhaushalts berühren:

#### Abwasserabgabengesetz

Das Abwasserabgabengesetz (AbwAG)<sup>34</sup> regelt die Erhebung einer Abgabe für das direkte Einleiten von Abwasser in ein Gewässer. Indem Direkteinleiter zumindest einen Teil der Kosten der Inanspruchnahme des Umweltmediums Wasser ausgleichen müssen, bringt das AbwAG das Verursacherprinzip in der Praxis zur Anwendung. Die Abgabe richtet sich nach der Menge und der Schädlichkeit bestimmter eingeleiteter Inhaltsstoffe<sup>35</sup> (siehe Kap. 6.2.1).

#### Bundeswasserstraßengesetz

Das Bundeswasserstraßengesetz<sup>36</sup> erfasst die Binnenwasserstraßen des Bundes, die dem allgemeinen Verkehr dienen und die Seewasserstraßen. Es enthält vor allem wasserstraßenrechtliche Vorgaben, aber auch einige wasserrechtliche Bezüge.

#### Wasch- und Reinigungsmittelgesetz

Das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz<sup>37</sup> stellt Anforderungen an das Abbauverhalten von gewässerbelastenden Wasch- und Reinigungsmitteln.

#### Wasserverbandsgesetz

Das Wasserverbandsgesetz<sup>38</sup> regelt die Organisation, der als Körperschaften des öffentlichen

Rechts gebildeten Verbände, denen für ein bestimmtes Gebiet wasserwirtschaftliche Aufgaben zur eigenverantwortlichen Wahrnehmung übertragen worden sind.

#### Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz

Das Umweltverträglichkeitsgesetz<sup>39</sup> erfasst wasserwirtschaftliche Vorhaben, z. B. große Kläranlagen oder Gewässerausbauten, die bei Neu- oder Ausbau der Umweltverträglichkeitsprüfung oder der Strategischen Umweltprüfung unterliegen.

#### Umweltschadensgesetz

Das Umweltschadensgesetz<sup>40</sup> erfasst Gewässerschäden nach Maßgabe des § 90 WHG (§ 2 Abs. 1b USchadG). Demgemäß ist grundsätzlich jeder Schaden mit erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf den Gewässerzustand eine Schädigung des Gewässers im Sinne des Umweltschadensgesetzes.

#### Strafgesetzbuch (StGB)

Das Strafgesetzbuch<sup>41</sup> regelt die Strafbarkeit von vorsätzlichen und fahrlässigen Gewässerverunreinigungen, § 324.

#### Gesetze mit gewässerschützender Wirkung

##### Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)<sup>42</sup>

Sowohl das Wasser- als auch das Naturschutzrecht verbindet ein übergreifender ökologischer Ansatz. Dies verdeutlichen bereits die Zielsetzungen von WHG und BNatSchG, die Begriffsbestimmungen und Regelungen in beiden Gesetzen. Die im WHG beschriebene Bewirtschaftung der Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts und des Lebensraums für Tiere und Pflanzen zeigt jedoch auch ein potenzielles Konfliktfeld zwischen Gewässer- und Naturschutz, vor allem mit Blick auf die Nutzungsinteressen an Gewässern, auf.

##### Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)<sup>43</sup>

Zwischen Boden und Gewässern besteht ein enger Zusammenhang. Maßnahmen zum Bodenschutz können mindestens mittelbar gewässerschützende Wirkung haben. Außerdem können Bodennutzungen die gewässerbezogenen Funktionen des Bodens (z. B. seine Filterfunktion) beeinträchtigen.

##### Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)<sup>44</sup>

Die vom KrWG gestellten Anforderungen an die Vermeidung, Verwertung und Entsorgung von

Abfällen kommen auch den Gewässern zugute, da sie sicherstellen, dass der Schadstoffeintrag in die Gewässer minimiert wird.

Es gibt darüber hinaus noch weitere Rechtsgebiete, die dazu beitragen, dass möglichen Gefahren für den Wasserhaushalt schon im Vorfeld des eigentlichen Wasserrechts begegnet werden kann. Dazu gehören das Immissionsschutzrecht, das Chemikalienrecht, das Raumordnungsrecht, das Strahlenschutzrecht, das umweltschutzbezogene Landwirtschaftsrecht (z. B. Düngerecht) und das Baurecht.

Die allgemeinen fach- und medienübergreifenden Umweltgesetze, wie z. B. das Umwelthaftungsgesetz, das Rechtsbehelfsgesetz und das Umweltinformationsgesetz spielen ebenfalls eine Rolle und tragen mit ihren Anforderungen zum Schutz der Gewässer bei.

Das Gebiet des Gesundheitsrechts betrifft mit dem Infektionsschutzgesetz und der darauf basierenden Trinkwasserverordnung ebenfalls in Teilen das Wasserrecht (siehe Kap. 6.1.1).

#### 2.4.4 Wasserrecht der Länder und Kommunen

Die wasserrechtlichen Regelungen der Länder (u.a. Landeswassergesetze (LWG)) ergänzen die bundesrechtlichen Vorschriften und führen diese aus. Von ihrem gemäß Art. 72 Abs.3 Grundgesetz (GG) eingeräumten Abweichungsrecht vom Bundesrecht (WHG) haben die Bundesländer unterschiedlich stark Gebrauch gemacht.

Auch die LWG werden durch untergesetzliche Regelwerke, d.h. Verordnungen und Verwaltungsvorschriften ergänzt. Die Kommunen können im Rahmen ihrer Satzungshoheit ebenfalls verbindlich Vorschriften erlassen. Beispiele für Regelungen im Rahmen der kommunalen Satzungshoheit sind solche zum Anschluss an kommunale Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen, zu Einleitungen in Abwasseranlagen, zur Erhebung kostendeckender Abgaben und zum Entgelt für Wasserentnahmen.



## 2.5 Strukturen und Zusammenarbeit in der Wasserwirtschaft

### 2.5.1 Organisation der Wasserwirtschaft in Deutschland

Der Gewässerschutz ist eine gemeinsame Aufgabe von Bund, Ländern und Kommunen. Nur durch sachbezogenes Zusammenwirken aller Ebenen kann ein fortschrittlicher Gewässerschutz verwirklicht werden. Wobei die Kommunen einerseits Teil der Länderebene sind, andererseits bei örtlichen Angelegenheiten aber auch einen eigenen Gestaltungsspielraum haben (Selbstverwaltungsrecht), der verfassungsrechtlich geschützt ist<sup>45</sup>.

Zu unterscheiden sind die Gesetzgebungsbefugnis, die Kompetenz zum Vollzug der Vorschriften sowie die Finanzverantwortung. Bund und Bundesländer tragen gesondert die Ausgaben, die sich aus der Wahrnehmung ihrer jeweiligen Aufgaben ergeben.

Auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft hat der Bund die konkurrierende Gesetzgebung<sup>46</sup>. Der Bund ist daher berechtigt, detaillierte wasserwirtschaftliche Regelungen wie im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) zu erlassen. Die Länder dürfen daneben Vorschriften nur erlassen, solange und soweit der Bund seine Gesetzgebungskompetenz nicht vollständig ausgeschöpft und Raum für landesrechtliche Regelungen belassen hat. Die Länder können von den Vorschriften des Wasserhaushaltsgesetzes, mit Ausnahme der stoff- und anlagenbezogenen Regelungen, abweichende Vorschriften erlassen<sup>47</sup>.

#### Organisation der Wasserwirtschaft innerhalb der Bundesregierung

Das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) ist zuständig für die Regelung der Grundsatzfragen der Wasserwirtschaft in der Bundesgesetzgebung in diesem Aufgabenfeld<sup>48</sup>. Außerdem vertritt es die deutschen Interessen nach außen, im Rahmen der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit oder bei der Erarbeitung von Gewässerschutzregelungen auf EU-Ebene.

Umweltpolitische Vorhaben, Programme und Stellungnahmen, insbesondere Gesetzgebungsinitiativen müssen zwischen den betroffenen Bundesministerien abgestimmt werden. Wich-

tigste Partner des BMU mit teilweise eigenständigen Aufgaben in der Wasserwirtschaft sind folgende Bundesministerien:

- ▶ **Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL):** Das BMEL fördert wasserwirtschaftliche Aufgaben im ländlichen Raum einschließlich der Maßnahmen zur Abflussregelung und des Hochwasserschutzes. Es ist für den Küstenschutz an Ost- und Nordsee im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Agrarstruktur und Küstenschutz“ sowie für das Recht der Wasser- und Bodenverbände zuständig und federführend für die Rechtsetzung im Düngemittel- und Pflanzenschutzrecht.
- ▶ **Bundesministerium für Gesundheit (BMG):** Das BMG ist für Fragen der Trinkwasserversorgung (Trinkwasserqualität als Teil der Gesundheitsvorsorge) und der Badebeckenwasserqualität verantwortlich. Es ist zudem zuständig für die Arzneimittelzulassung.
- ▶ **Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI):** Das BMVI verwaltet mit der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung die Bundeswasserstraßen. Es ist verantwortlich für alle Belange der Schifffahrt sowie Gefahrguttransporten auf See- und Binnenwasserstraßen. Gemeinsam mit den Küstenländern ist es zuständig für die Bekämpfung der Verschmutzung der Küstengewässer mit Öl und anderen Schadstoffen.
- ▶ **Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF):** Das BMBF koordiniert die Forschungsförderung der Bundesregierung, steuert die Grundlagenforschung, die anwenderorientierte Forschung, die technologische Entwicklung und die Innovation, auch im Bereich der Wasserforschung und Wassertechnologie.
- ▶ **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi):** Das BMWi ist für Rechtsbereiche zuständig, die wichtige Rahmenbedingungen u. a. für die Wasserwirtschaft darstellen, z. B. das Kartell- und Vergaberecht. Außerdem ist es verantwortlich für den Umbau der Energieversorgung hin zu erneuerbaren Energien einschließlich Wasserkraft.
- ▶ **Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ):** Das BMZ ist zuständig für Grundsatzfragen und die Koordinierung der gesamten bi- und multilateralen deutschen Entwicklungszusammenarbeit. Wasserwirtschaftliche Fragestellungen (z. B. sichere Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung) sind darin ein Hauptbestandteil.

Bei der Erfüllung ihrer wasserwirtschaftlichen Aufgaben werden die Ministerien durch folgende Bundesbehörden und Forschungseinrichtungen unterstützt.

Im Geschäftsbereich des BMU:

- ▶ Umweltbundesamt (UBA)
- ▶ Bundesamt für Naturschutz (BfN)
- ▶ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
- ▶ Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit

Im Geschäftsbereich des BMVI:

- ▶ Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- ▶ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- ▶ Bundesamt für Wasserbau (BAW)
- ▶ Deutscher Wetterdienst (DWD)

Im Geschäftsbereich des BMG:

- ▶ Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM)

Im Geschäftsbereich des BMEL:

- ▶ Johann Heinrich Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (TI)
- ▶ Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)
- ▶ Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

Im Geschäftsbereich des BMWi:

- ▶ Bundesanstalt für Geowissenschaften und

Rohstoffe (BGR)

- ▶ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

### Wasserwirtschaftsverwaltung der Länder

Der Vollzug wasserwirtschaftlicher Regelungen ist Aufgabe der Bundesländer und Kommunen<sup>49</sup>. Eine Ausnahme bilden Bundeswasserstraßen, deren Unterhaltung und Ausbau in Bezug auf die Verkehrsbelange alleine vom Bund geregelt und verwaltet werden. Einige Bundesländer haben einen zweistufigen Aufbau ohne Mittelinstanz. In den meisten Bundesländern ist die Wasserwirtschaftsverwaltung jedoch dreistufig aufgebaut (Abbildung 12).

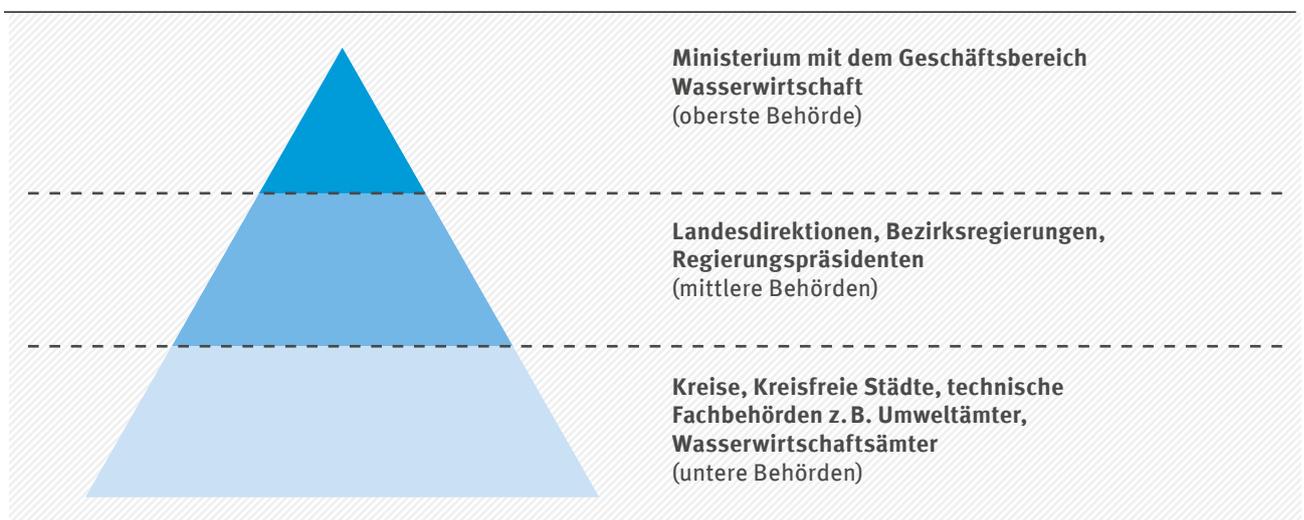
Die Aufgabenzuordnung ist dabei von Bundesland zu Bundesland verschieden. Grundsätzlich ist die Steuerung der Wasserwirtschaft und die Durchführung der übergeordneten Verwaltungsverfahren Aufgabe der Ministerien. Ihnen obliegen auch die Landesgesetzgebung und die Aufsicht gegenüber den mittleren und unteren Wasserbehörden. Die mittleren Behörden befassen sich mit der regionalen wasserwirtschaftlichen Planung und bedeutenden wasserrechtlichen Verfahren.

Die unteren Wasserbehörden sind zuständig für:

- ▶ Fachberatung,
- ▶ Überwachung von Gewässern,
- ▶ Genehmigung von Anlagen in und an Gewässern,
- ▶ Gestattung von Gewässerbenutzungen,

Abbildung 12

## Dreistufiger Verwaltungsaufbau in der Wasserwirtschaft



Quelle: Umweltbundesamt



- ▶ Zulassung zum Befahren nicht schiffbarer Gewässer,
- ▶ Genehmigung von Abwasseranlagen und die Überprüfung von Abwassereinleitungen,
- ▶ Bearbeitung von Anzeigen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen,
- ▶ Entgegennahme von Meldungen über Gewässerverunreinigungen,
- ▶ Durchführung von Gewässer- und Deichschauern,
- ▶ Anordnungen von Schutzarbeiten bei Hochwassergefahr,
- ▶ Bußgeld und Entschädigungsverfahren,
- ▶ Feststellung alter Rechte und Befugnisse,
- ▶ Regenwasserbewirtschaftung.

Für die umfangreichen Aufgaben der Wasserwirtschaft gibt es zudem die sogenannten Landeszentralbehörden, z. B. die Landesämter für Umweltschutz, für Wasserwirtschaft und für Wasser und Abfall. Ihnen obliegen fachliche Aufgaben, wie die Gewässerkunde, die Gewäs-

serüberwachung, die wasserwirtschaftliche Planung, die Fachberatung und die Erarbeitung technischer Leitlinien. Üblicherweise sind die Landeszentralbehörden den obersten Behörden, also den Ministerien, direkt unterstellt.

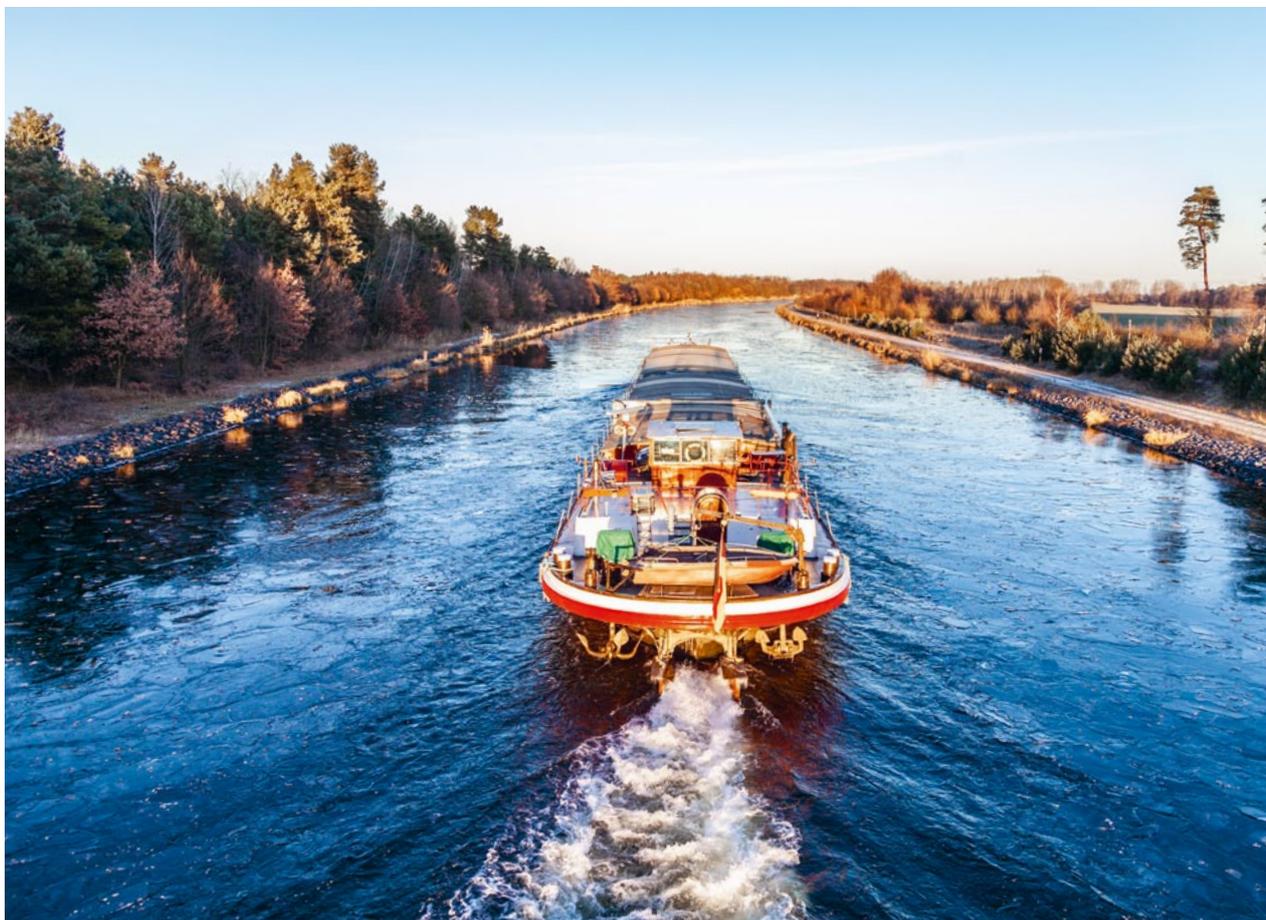
#### **Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser**

Für die Abstimmung gemeinsamer Fragen haben sich Bund und Bundesländer auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft zur Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) zusammengeschlossen. In der LAWA wird zu länderübergreifenden und gemeinsamen wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Fragen diskutiert und es werden Lösungen erarbeitet. Empfehlungen der LAWA dienen vor allem den Bundesländern als Umsetzungshilfe im Vollzug<sup>50</sup>.

#### **Wasserwirtschaft in den Kommunen**

Die Kommunen haben beim Vollzug der Umweltsetze von Bund und Ländern wichtige Aufgaben im Umweltschutz zu erfüllen. Sie gestalten

*Das BMVI ist verantwortlich für alle Belange der Schifffahrt sowie Gefahrguttransporte auf See- und Binnenwasserstraßen.*



mit ihren Entscheidungen die örtliche Lebenswelt der Bürger und Bürgerinnen. Die Daseinsvorsorge ist Teil der kommunalen Selbstverwaltung. Sie umfasst u. a. die Organisation der Wasserversorgung, also die Versorgung der Allgemeinheit mit Trink- und Brauchwasser sowie die Abwasserentsorgung. Zur Deckung der hierbei anfallenden Kosten erheben die Kommunen von den Benutzern Abgaben (Beiträge und Gebühren).

Zur eigenverantwortlichen und effektiven Durchführung der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung stehen den Kommunen verschiedene Betriebsformen zur Verfügung. In Deutschland ist deshalb eine stark differenzierte Versorgungsstruktur entstanden. Öffentlich-rechtliche Unternehmensformen wie Regiebetriebe, Eigenbetriebe, Anstalten des öffentlichen Rechts, Zweckverbände und Wasserversorgungsverbände sind am stärksten an der Aufgabenerfüllung beteiligt. Einige Landeswassergesetze sehen die Möglichkeit zur Übertragung der Aufgaben auf einen privaten Unternehmer vor. Es muss aber darauf geachtet werden, dass eine funktionstüchtige Wasserversorgung im Interesse des Wohls der Allgemeinheit gewährleistet werden kann.

Weitere wichtige Aufgaben der Kommunen sind die Unterhaltung von kleineren Gewässern und die Bauleitplanung. Im Rahmen der Bauleitplanung können die Kommunen entscheidende Beiträge z. B. zur Hochwasservorsorge leisten.

### Verbände und technische Vereinigungen

Eine besondere Rolle spielt in Deutschland die Zusammenarbeit von Gemeinden in Verbänden, um die Organisation von Wasserversorgung und Abwasserbehandlung sowie die Gewässerunterhaltung technisch, wirtschaftlich und effektiv zu gestalten. Die Verbände unterscheiden sich nach Aufgabe, regionaler Ausdehnung und Organisationsform:

- ▶ Zweckverbände als öffentlich-rechtliche Vereinigungen,
- ▶ Wasser- und Bodenverbände im Sinne des Wasserverbandsgesetzes,
- ▶ Wasserverbände für Flusseinzugsgebiete im rheinisch-westfälischen Industriegebiet auf der Grundlage von Sondergesetzen (z. B. Ruhrverband).

Darüber hinaus befassen sich technisch wissenschaftliche Vereinigungen mit den Zielen der Wasserwirtschaft. In diesen Vereinigungen sind

in der Regel sowohl die Wissenschaft, als auch die Verbände sowie die Politik (Bund, Länder, Gemeinden) vertreten. Aus der Arbeit dieser fachlichen Vereinigungen sind zahlreiche Regelwerke als technische Leitlinien hervorgegangen, die größtenteils als maßgebliche Regeln der Technik anerkannt sind und angewandt werden:

- ▶ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA),
- ▶ Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK),
- ▶ Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL),
- ▶ Deutsches Institut für Normung, vertreten durch den Fachnormenausschuss Wasserwesen (DIN/NAW),
- ▶ Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW).

Verbände in denen eine Vielzahl der Wasserversorger und Abwasserentsorger organisiert sind, sind:

- ▶ Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU),
- ▶ Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW),
- ▶ Allianz der öffentlichen Wasserversorger e. V. (AöW).

### Beteiligung der Öffentlichkeit

Die Öffentlichkeit kann zu größeren wasserwirtschaftlichen Vorhaben, wie beispielsweise Gewässerbauvorhaben, nach den wasser- und verwaltungsverfahrensrechtlichen Vorgaben in schriftlicher und mündlicher Form Stellung nehmen.

Bei der Umsetzung der WRRL sollen die zuständigen Behörden die aktive Beteiligung der Öffentlichkeit bei der wasserwirtschaftlichen Planung fördern. Die Öffentlichkeit hat zudem die Möglichkeit, zu drei Bearbeitungsschritten bei der Aufstellung der Bewirtschaftungspläne Stellung zu nehmen. Zu beteiligen ist die organisierte Öffentlichkeit, d. h. alle Umweltschutzorganisationen, sowie alle sonstigen Interessensvereinigungen (zum Beispiel aus den Bereichen Wirtschaft, Landwirtschaft, Schifffahrt und Tourismus) als auch jede/jeder Einzelne. Die HWRM-RL und die MSRL enthalten ähnliche Vorgaben für die Einbindung der Öffentlichkeit. National werden diese Beteiligungsmöglichkeiten durch die §§ 45 i, 79 und 85 WHG garantiert. Bei wasserwirtschaftlichen Vorhaben, die einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterzogen werden müssen, wird die von dem Vorhaben betroffenen Öffentlichkeit zudem im Rahmen dieses



Verfahrens angehört.

Beispiele aus der jüngsten Vergangenheit sind:

- ▶ Informations- und Netzwerkaktivitäten der Grünen Liga zur WRRL
- ▶ Begleitung und Informationen zum Bundesprogramm Blaues Band für Wasserstraßen

### Förderung von Umwelt- und Naturschutzverbänden

Ziel der Verbändeförderung durch BMU und UBA ist es, Umwelt- und Naturschutzverbände zu unterstützen, um umweltpolitische Belange in der Gesellschaft zu verankern. Die Projekte sollen das Bewusstsein und das Engagement für Umweltschutz und Naturschutz stärken. Gefördert werden vor allem Projekte zu wichtigen aktuellen Schwerpunktthemen, Kinder- und Jugendprojekte mit hoher Breitenwirkung, Projekte, die umwelt- und naturverträgliches Verhalten fördern und Maßnahmen der Umweltberatung und der Fortbildung. Verbände, die Gewässerschutzprojekte voranbringen, bilden dabei eine wichtige Zielgruppe<sup>51</sup>.

durch Naturschutzbund Deutschland e. V. (NABU)

- ▶ Jugendprojekt zur Umweltbildung gegen Plastikmüll in Meeren durch die Naturschutzjugend im NABU e. V.

### 2.5.2 Zusammenarbeit zwischen der Europäischen Union und den Mitgliedstaaten

Der Gewässerschutz stellt eine grenzüberschreitende Herausforderung dar, weshalb die Kooperation zwischen den Mitgliedstaaten und der Europäischen Union von herausragender Bedeutung ist. Hinzu kommt, dass Unterschiede in den Umweltstandards den freien Warenverkehr im europäischen Binnenmarkt erschweren können.

Deutschland beteiligt sich als Mitgliedstaat der EU an der Erarbeitung von EU-Recht und ist selber daran gebunden. Da die Institutionen der EU nicht über eigene Vollzugskompetenzen verfügen, obliegt den Mitgliedstaaten die Umsetzung des EU-Rechts in der Praxis. Innerhalb Deutschlands besteht erheblicher Koordinierungs- und Darstellungsbedarf, weil gegenüber der EU der

Bund für die Umsetzung des EU-Rechts zuständig ist, innerhalb Deutschlands aber die Bundesländer für den Vollzug die Verantwortung tragen.

Die Richtlinien der EU werden im Regelfall erst geltendes Recht, wenn sie in nationales Recht überführt sind. Da EU-Vorschriften oftmals nicht abschließend sind, können Mitgliedstaaten für den nicht geregelten Bereich eigene Regelungen treffen. Ferner können die Mitgliedstaaten in der Regel über die EU-Vorschriften hinausgehen, also für den Umweltschutz strengere Regelungen treffen, sofern ein Bereich nicht abschließend durch EU-Recht geregelt ist.

### 2.5.3 Internationale Zusammenarbeit

Deutschland kooperiert zum Schutz der Gewässer auch in zahlreichen internationalen Organisationen mit anderen Staaten und ist Vertragsstaat von verschiedenen internationalen Umweltschutzübereinkommen (siehe Kap. 1.4 und 2.4.1).

Die internationale Zusammenarbeit Deutschlands zu Themen der Wasserwirtschaft erfolgt mit anderen Staaten auch in Form politischer Dialoge, über Verwaltungspartnerschaften sowie durch verschiedene Arten der Projektzusammenarbeit. Für diese Zusammenarbeit nutzt das BMU neben verschiedenen EU-Instrumenten (Twinning<sup>52</sup>, Taix<sup>53</sup>) auch ein eigenes Beratungshilfeprogramm<sup>54</sup> oder die Exportinitiative Umwelttechnologien<sup>55</sup>. Partner und durchführende Organisationen der Projektzusammenarbeit sind Behörden, Unternehmen und Verbände der deutschen Wasserwirtschaft, z. B. die Initiative German Water Partnership, Umweltverbände sowie internationale Organisationen, wie UNECE, OECD und WHO.

### Zusammenarbeit mit den Staaten Mittel- und Osteuropas sowie mit den EECCA-Staaten<sup>56</sup>

Wasserwirtschaft und Gewässerschutz sind ein Schwerpunkt der internationalen Zusammenarbeit der Bundesrepublik mit den Staaten Mittel- und Osteuropas, des Kaukasus und Zentralasiens. In verschiedenen bi- und multilateralen Kontexten werden Wissen und Erfahrungen vermittelt, Technologieempfehlungen ausgesprochen und Umweltinvestitionen vorbereitet. Grundlage dieser Zusammenarbeit sind neben den internationalen Konventionen und deren Protokolle (siehe Kap. 1.4), EU-Verordnungen

und Richtlinien sowie bilaterale Regierungs- und Ressortabkommen mit Ländern dieser Region.

Darüber hinaus engagiert sich Deutschland in der EU-Wasserinitiative „EUWI-Water for Life“<sup>57</sup>. Diese Initiative verfolgt einen partnerschaftlichen Ansatz mit nationalen Regierungen, Gebern, der Wasserwirtschaft, Nichtregierungsorganisationen und weiteren Interessengruppen. Durch sogenannte nationale Politikdialoge (National Policy Dialogues) strebt die Initiative auch in den EECCA-Staaten (Eastern Europe, Caucasus, Central Asia: umfasst Armenien, Aserbaidschan, Belarus, Georgien, Kasachstan, Kirgisistan, Republik Moldau, Russland, Tadschikistan, Turkmenistan, Ukraine und Usbekistan) eine stärkere Koordination und Kooperation zwischen verschiedenen Akteuren an, um das Wassermanagement zu verbessern und eine effektivere Entwicklungszusammenarbeit im Wassersektor zu gewährleisten.

### German Water Partnership

Der Wassersektor ist ein internationaler Zukunftsmarkt. Der Investitionsbedarf für eine ordnungsgemäße Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Osteuropa, in den Schwellenländern Asiens sowie Mittel- und Südamerikas und nicht zuletzt in den Entwicklungsländern ist enorm. Darüber hinaus wird die Nachfrage nach innovativen Lösungen zur effizienten Nutzung knapper Wasserressourcen wie beispielsweise in der Industrie und in der Landwirtschaft weltweit zunehmen. Es geht dabei nicht allein um angepasste innovative Technik. Gleichzeitig ist die Zusammenarbeit bei der Lösung wasserwirtschaftlicher Herausforderungen einer der wesentlichen Schwerpunkte der deutschen Entwicklungszusammenarbeit.

Die deutsche Wasserwirtschaft verfügt über vielfältige Kompetenzen und technologische Lösungen. Seit Jahren besteht in der deutschen Wasserwirtschaft sowie in der politischen Diskussion über die Modernisierung der deutschen Wasserwirtschaft grundsätzlich Einvernehmen über die Notwendigkeit, den internationalen Auftritt der deutschen Wasserwirtschaft zu verbessern, ihr Profil zu schärfen und ihre vielfältigen Kompetenzen und Leistungsangebote besser zu bündeln.

Vor diesem Hintergrund haben engagierte Vertreter aus der deutschen Wasserwirtschaft und der Wasserforschung mit Unterstützung der Bun-

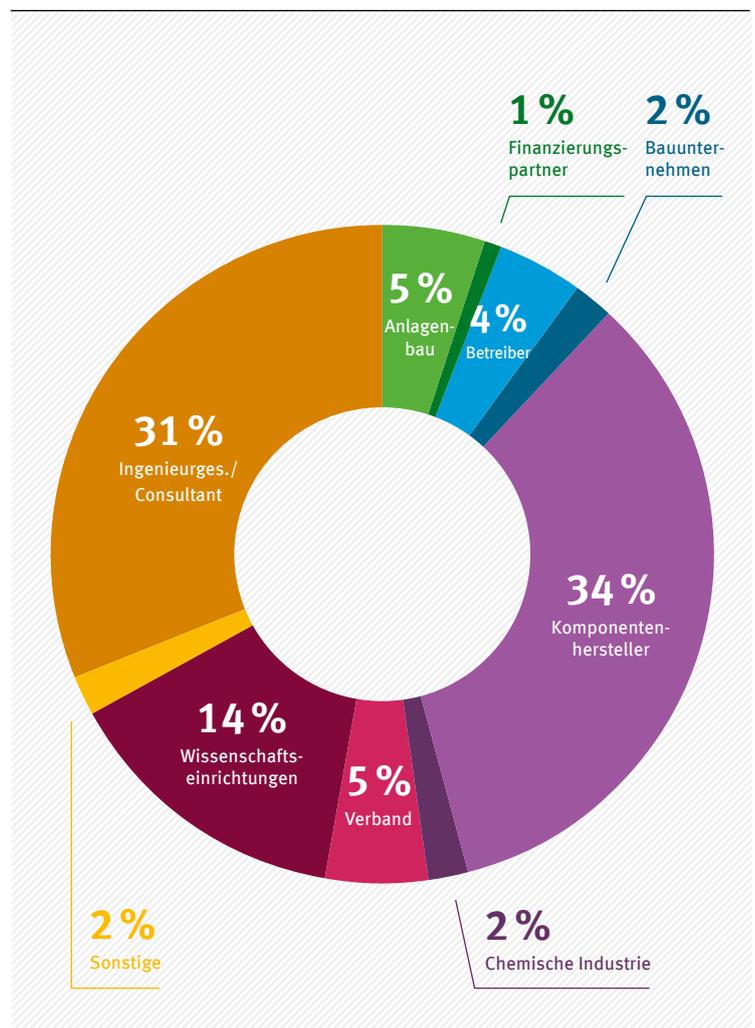
desregierung im April 2008 die German Water Partnership (GWP) als Verein gegründet.

GWP ist ein erfolgreiches innovatives Netzwerk mit zurzeit rund 350 Mitgliedern<sup>58</sup>, in dem sich private und öffentliche Unternehmen aus dem Wasserbereich, Fachverbände und Institutionen aus Wirtschaft und Forschung unter einem Dach zusammengeschlossen haben.

Der Verein bündelt die Aktivitäten, Informationen und Innovationen des deutschen Wassersektors, um die Wettbewerbssituation auf den internationalen Märkten zu stärken und mit integrierten und nachhaltigen Ansätzen zur Lösung wasserwirtschaftlicher Probleme weltweit beizutragen. In speziell eingerichteten Länderforen werden entsprechend den Anforderungen des jeweiligen Ziel-

Abbildung 13

### Zusammensetzung der Mitglieder von German Water Partnership



Quelle: <http://www.germanwaterpartnership.de> Stand 2016



landes individuell angepasste wasserwirtschaftliche Lösungen erarbeitet, Gemeinschaftsprojekte angestoßen und langfristige Kontakte aufgebaut. Zum Beispiel wurde in Neu-Delhi das erste energieautarke System zur dezentralen Trinkwasserversorgung von der Autarcon GmbH zusammen mit dem Partner SolarSpring errichtet<sup>59</sup>. Eine Vielzahl weiterer Beispiele werden von den jeweiligen Länderforen auf der Internetseite von GWP vorgestellt<sup>60</sup>. Damit ist die GWP zentraler Ansprechpartner der deutschen Wasserwirtschaft für Anfragen aus dem Ausland.

## 2.6 Organisation der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Deutschland

### 2.6.1 Wasserversorgung

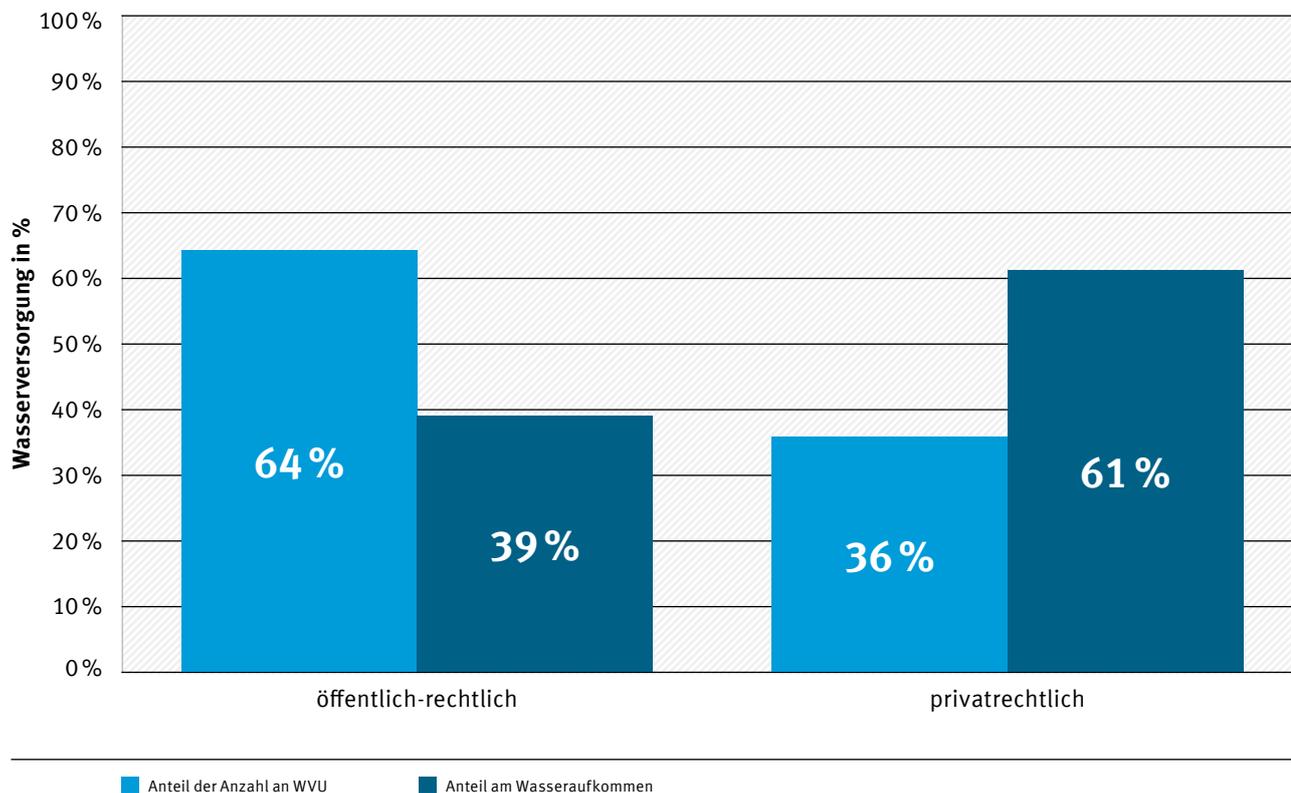
Die Trinkwasserversorgung fällt nach Maßgabe der jeweiligen Landesverfassungen und/oder Landeswassergesetze grundsätzlich in die Verantwortung der Gemeinden im Rahmen ihres Auftrages

zur Daseinsvorsorge gemäß Art. 28 GG. Die Städte und Kommunen können diese Pflicht hoheitlich wahrnehmen oder privatrechtlich organisierte Unternehmen mit der Durchführung beauftragen. Kleinere Städte und Gemeinden im ländlichen Raum haben häufig Zweckverbände gebildet, die oft die Wasserver- und Abwasserentsorgung zusammen wahrnehmen. Das Grundanliegen der Zweckverbände besteht darin, ausreichend große Betriebe zu schaffen und so günstigere betriebswirtschaftliche Voraussetzungen mit der notwendigen Fachkompetenz bei der Leitung und der Ausführung der Arbeiten zu verbinden. Die Verbände formulieren für die Wasserversorgungsunternehmen in ihrem Bereich Zielvorgaben und fungieren als Aufsichtsgremien. Es bleibt also bei der öffentlich-rechtlichen Verantwortung der Gemeinde (siehe auch Kap.6.1.1).

5.948 Betriebe und Unternehmen waren 2013 für die Wasserversorgung in Deutschland zuständig<sup>61</sup>. Auf Grundlage statistischer Erhebungen von 1.631 Unternehmen, die für rund 80 % der insgesamt von der öffentlichen

Abbildung 14

### Öffentlich-rechtliche und privatrechtliche Unternehmensformen der öffentlichen Wasserversorgung



Quelle: BDEW-Wasserstatistik 2015 (Basis: 1.631 Unternehmen) (Wasseraufkommen umfasst Wasserförderung plus Wasserbezug)

Wasserversorgung in Deutschland geförderten Wassermenge zuständig sind, waren 2015 64 % öffentlich-rechtlich und 36 % privatrechtlich organisiert<sup>62</sup>. Durch die privatrechtlichen Unternehmen wurden 61 % des Wasseraufkommens bereitgestellt (siehe Abbildung 14).

Die dominierende öffentlich-rechtliche Organisationsform besteht in Zweckverbänden (knapp 19 % bezogen auf das Wasseraufkommen) (Abbildung 15). Innerhalb der privatrechtlichen Organisationsformen sind die gemischt-öffentlich-privatrechtlichen Gesellschaften in Form einer AG/GmbH (18 % des Wasseraufkommens) am stärksten vertreten.

### 2.6.2 Abwasserentsorgung

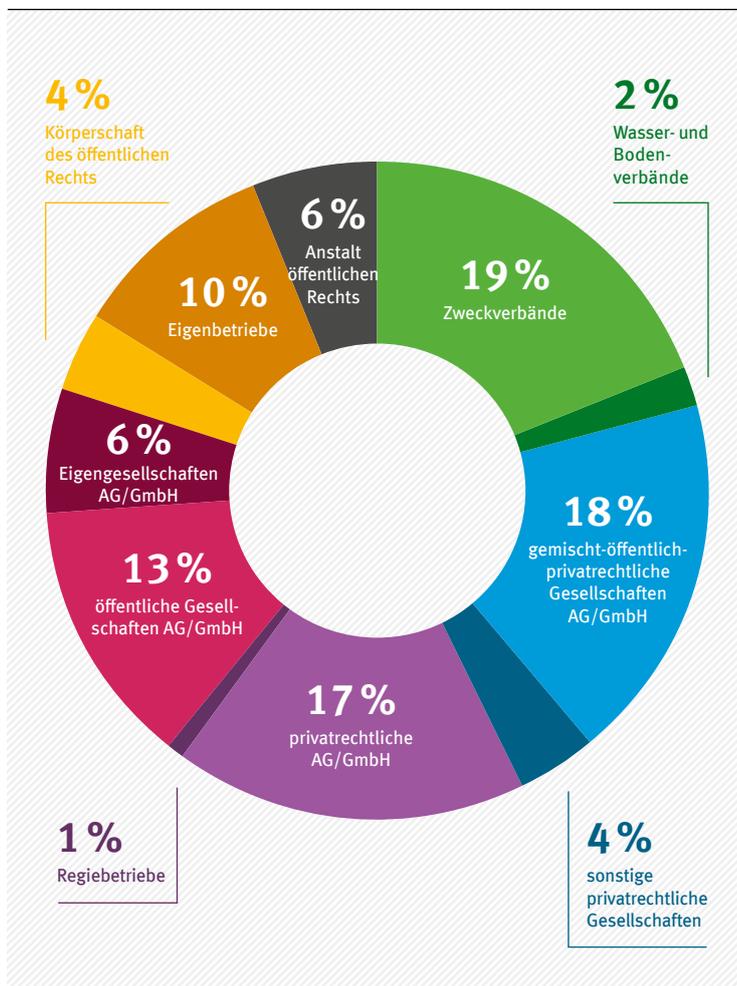
Die öffentliche Abwasserentsorgung in Deutschland ist eine hoheitliche Aufgabe, die von Gemeinden und Städten in kommunaler Trägerschaft wahrgenommen wird (siehe unter Kap. 2.4.4). Die deutsche Abwasserwirtschaft ist mit knapp 7000 kommunalen Abwasserentsorgungsunternehmen extrem kleinteilig organisiert<sup>63</sup>.

Die möglichen Betriebsformen unterscheiden sich wie folgt:

- ▶ Regiebetrieb: Betrieb durch Gemeinde im Rahmen der allgemeinen Gemeindeverwaltung.
- ▶ Eigenbetrieb: Betrieb durch Gemeinde als Sondervermögen mit eigenständiger Buchführung.
- ▶ Eigengesellschaft: Unternehmen in privater Rechtsform in der Hand der Gemeinde.
- ▶ Betreibermodell/Kooperationsmodell: Übertragung des Anlagebetriebes auf einen privaten Unternehmer, wobei die Verantwortung für die Aufgabenerfüllung bei der Gemeinde verbleibt. Eine besondere Rolle spielt die in Deutschland meist freiwillige, teilweise auch vom Land gesetzlich geregelte Zusammenarbeit von Gemeinden in Verbänden, um die Organisation von Wasserversorgung und Abwasserbehandlung sowie die Gewässerunterhaltung technisch, wirtschaftlich und auch im Hinblick auf den Gewässerschutz effizient zu gestalten. Diese Verbände unterscheiden sich nach Aufgabe, regionaler Ausdehnung und Organisationsform:
  - Zweckverbände als öffentlich-rechtliche Vereinigungen,
  - Wasserverbände im Sinne des Wasserverbandsgesetzes oder auf der Grundlage von Sondergesetzen (z. B. Ruhrverband).

Abbildung 15

### Unternehmensformen in der öffentlichen Wasserversorgung – Anteile bezogen auf das Wasseraufkommen



Quelle: BDEW-Wasserstatistik 2015 (Basis: 1.631 Unternehmen)

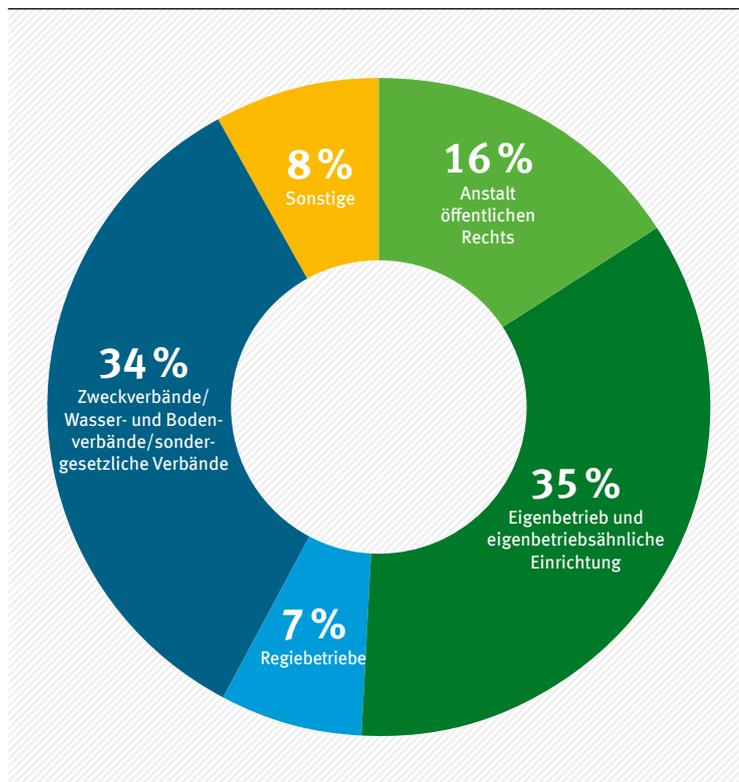
Die Abwasserentsorgung wird in Deutschland überwiegend durch öffentlich-rechtliche Unternehmen umgesetzt. Dabei dominieren kommunale Eigenbetriebe mit einem Anteil von 35 % sowie Zweck-/Wasserverbände mehrerer Kommunen (Zweckverband/ Abwasserverband) mit 34 % (bezogen auf die erfassten Einwohner). Ferner besitzen Anstalten des öffentlichen Rechts einen Anteil von 16 %. Diese beziehen sich im Wesentlichen auf die Städte Berlin und Hamburg<sup>64</sup>. Regiebetriebe machen einen Anteil von 7 % aus.

Abwasserentsorgung umfasst im wesentlichen zwei große Aufgaben: die Abwasserableitung über die Kanalnetze oder Abwasser-Pumpwagen (sog. rollender Kanal) und die Abwasserbehandlung in Kläranlagen. Beide Aufgaben können von den Kommunen an verschiedene Unternehmen vergeben werden.



Abbildung 16

## Organisationsformen der Abwasserentsorgung gewichtet nach Einwohnern



Quelle: DWA-Wirtschaftsdaten der Abwasserbeseitigung 2014 (In: Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2015)

### 2.7 Wassernutzung in Deutschland

In Deutschland steht im Mittel über viele Jahre ein potentielles Wasserdargebot von 188 Mrd. m<sup>3</sup> (siehe Kap. 2.1.4) zur Verfügung. Im Jahr 2013 betrug die gesamte entnommene Wassermenge 25,1 Mrd. m<sup>3</sup>. Die Wasserentnahmen werden statistisch in die Sektoren öffentliche Wasserversorgung, Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, Energiegewinnung und Landwirtschaft eingeteilt.

Die öffentliche Wasserversorgung bedient die privaten Haushalte aber auch Kleingewerbe, z. B. Arztpraxen, Bäckereien, Rechtsanwaltskanzleien, Friseure. Zusätzlich sind gewerbliche Abnehmer, wie der Handel sowie sonstige Abnehmer, z. B. Schulen, Kindergärten und Krankenhäuser an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen. Das Verarbeitende Gewerbe umfasst Betriebe zur Herstellung

von Waren jeder Art, z. B. Nahrungsmittel, Getränke, Bekleidung, Druckereien, die Pharmaindustrie, Metallindustrie, den Fahrzeugbau usw. Diese Betriebe gewinnen selbst Wasser, entnehmen aber auch Wasser aus dem öffentlichen Netz oder von anderen Betrieben. Die Energieversorgung entnimmt das benötigte Wasser überwiegend selbst. Als weiterer Sektor wird die Land- und Forstwirtschaft betrachtet. Industrie, Wirtschaft und private Haushalte nutzten 2013 insgesamt 13,3 % der erneuerbaren Wasserressourcen.

Die größte Menge Wasser entnahmen 2013 mit 13,6 Mrd.m<sup>3</sup> oder 7,2 % des Wasserdargebotes die Energieversorger. Die öffentliche Wasserversorgung, die Haushalte und Kleingewerbe mit Trinkwasser versorgt, nutzt mit rund 5 Mrd.m<sup>3</sup> weniger als 3 % des vorhandenen Wasserdargebotes. Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe entnahmen 6,1 Mrd. m<sup>3</sup> (3,2 %). Auf die landwirtschaftliche Beregnung entfielen 0,3 Mrd. m<sup>3</sup> (0,2 %). Andere Sektoren entnahmen deutlich weniger Wasser, so bspw. der Bereich Dienstleistung für Sport, Unterhaltung und Erholung mit weniger 0,02 Mrd.m<sup>3</sup>.

In den letzten 20 Jahren ging die entnommene Wassermenge in allen Bereichen spürbar zurück. Konkret sanken seit dem Jahr 1991 die Wasserentnahmen für Energie, Bergbau und verarbeitendes Gewerbe um 45 %.

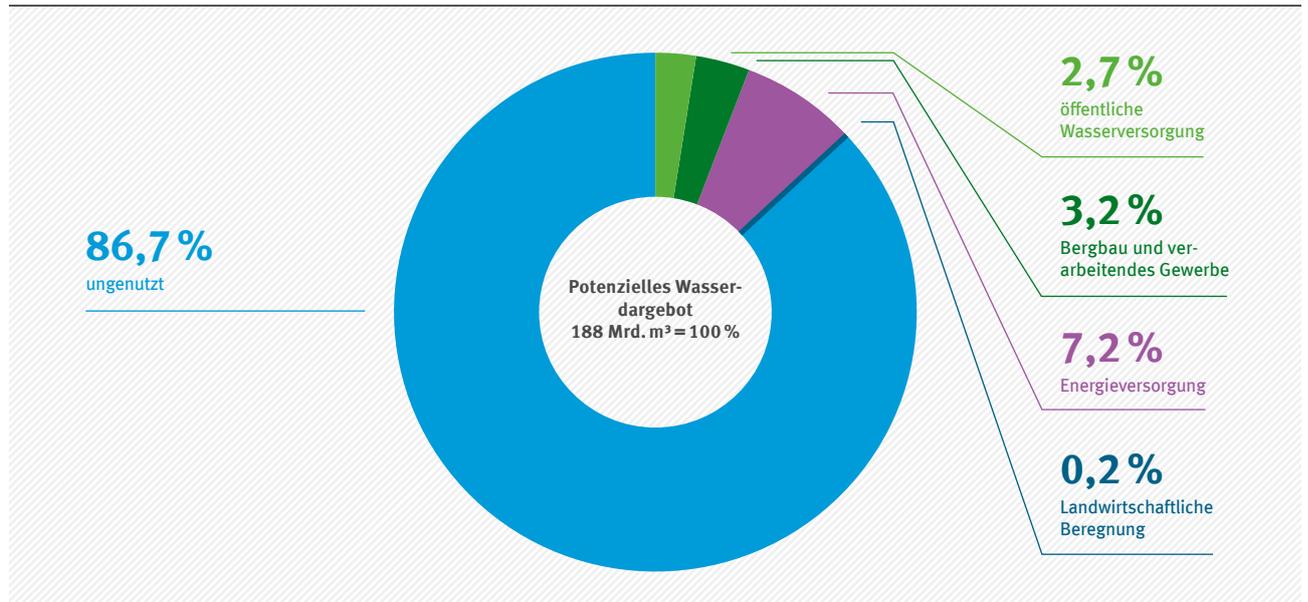
Zur vergleichbaren Bewertung der Wasserentnahmen eines Landes wird die Wasserentnahme für alle Sektoren mit den erneuerbaren Wasserressourcen ins Verhältnis gesetzt. Steigt der Nutzungsgrad der Wasserressourcen über 20 %, wird in internationalen Vergleichen<sup>66</sup> von „Wasserstress“ gesprochen. Eine zu starke Nutzung der Wasserressourcen kann nicht nur zu Konflikten zwischen einzelnen Sektoren führen, sie kann auch die Wasserverfügbarkeit für aquatische und wasserabhängige Lebensräume einschränken. Dies bedeutet eine starke Belastung der dort lebenden Tiere und Pflanzen. In Deutschland liegt der Wassernutzungs-Index seit 2004 unter 20 %. Von 2010 zu 2013 hat sich der Wert deutlich von 17,4 auf 13,3 % verringert und liegt damit aktuell weit unter dem kritischen Wassernutzungs-Index (Abbildung 18). Der größte Anteil an der Gesamtentnahme wird durch die Energieversorger verursacht. Dabei handelt es sich überwiegend um Kühl-

wasser (siehe Kap. 3.4.1), das mit nur geringen Verdunstungsverlusten an die Oberfläche- wasser zurückgegeben werden kann und dann erneut für die Nutzung zur Verfügung steht. Der Wassernutzungsindex für Deutschland

liegt deutlich unter 10 %, wenn der Kühlwas- seranteil heraus gerechnet wird. Damit ist Deutschland nicht von Wasserstress gefährdet.

Abbildung 17

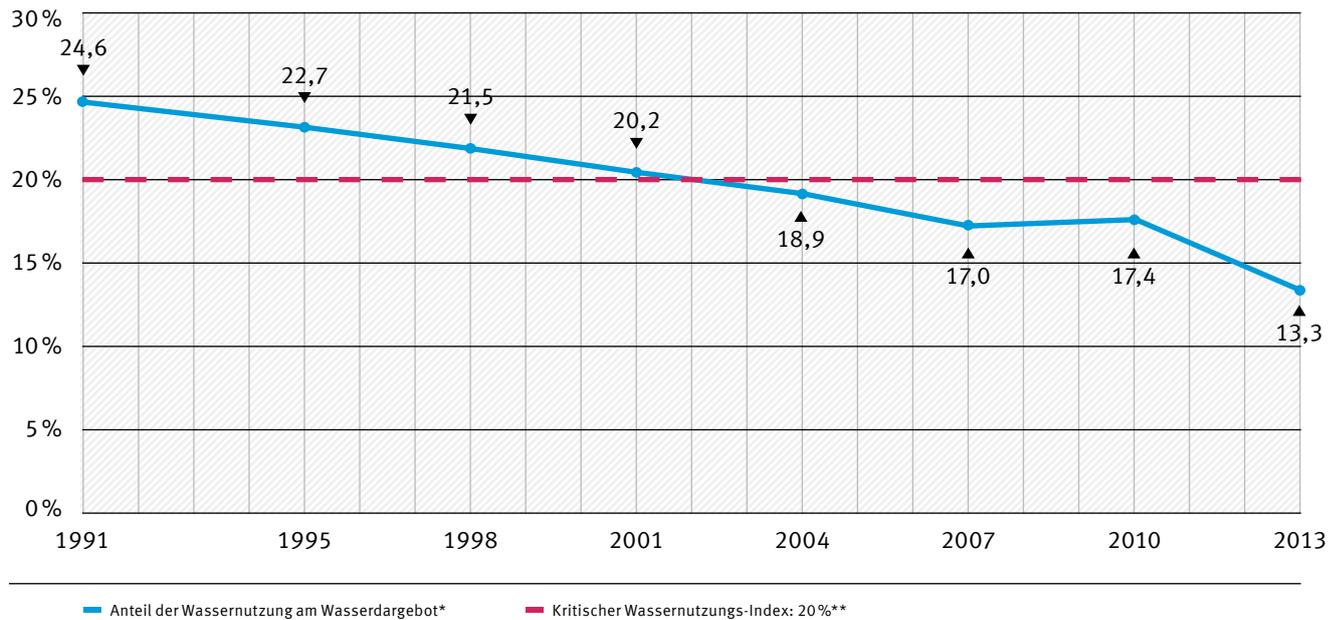
**Wasserdargebot und Wassernutzung in Deutschland 2013**



Quelle: UBA Daten zur Umwelt<sup>65</sup>; Daten: Statistisches Bundesamt (2015/2016) und Bundesanstalt für Gewässerkunde (2015)

Abbildung 18

**Wassernutzungs-Index Deutschland**



\* Der Wassernutzungs-Index wird gebildet aus dem Verhältnis der gesamten Wasser-Entnahme des betrachteten Jahres (seit 2007 inkl. der landwirtschaftlichen Beregnung) zum langjährigen Wasserdargebot in Deutschland (188 Mrd. m³).  
 \*\* Ein Wassernutzungs-Index von 20 % gilt als Schwelle zum Wasserstress.

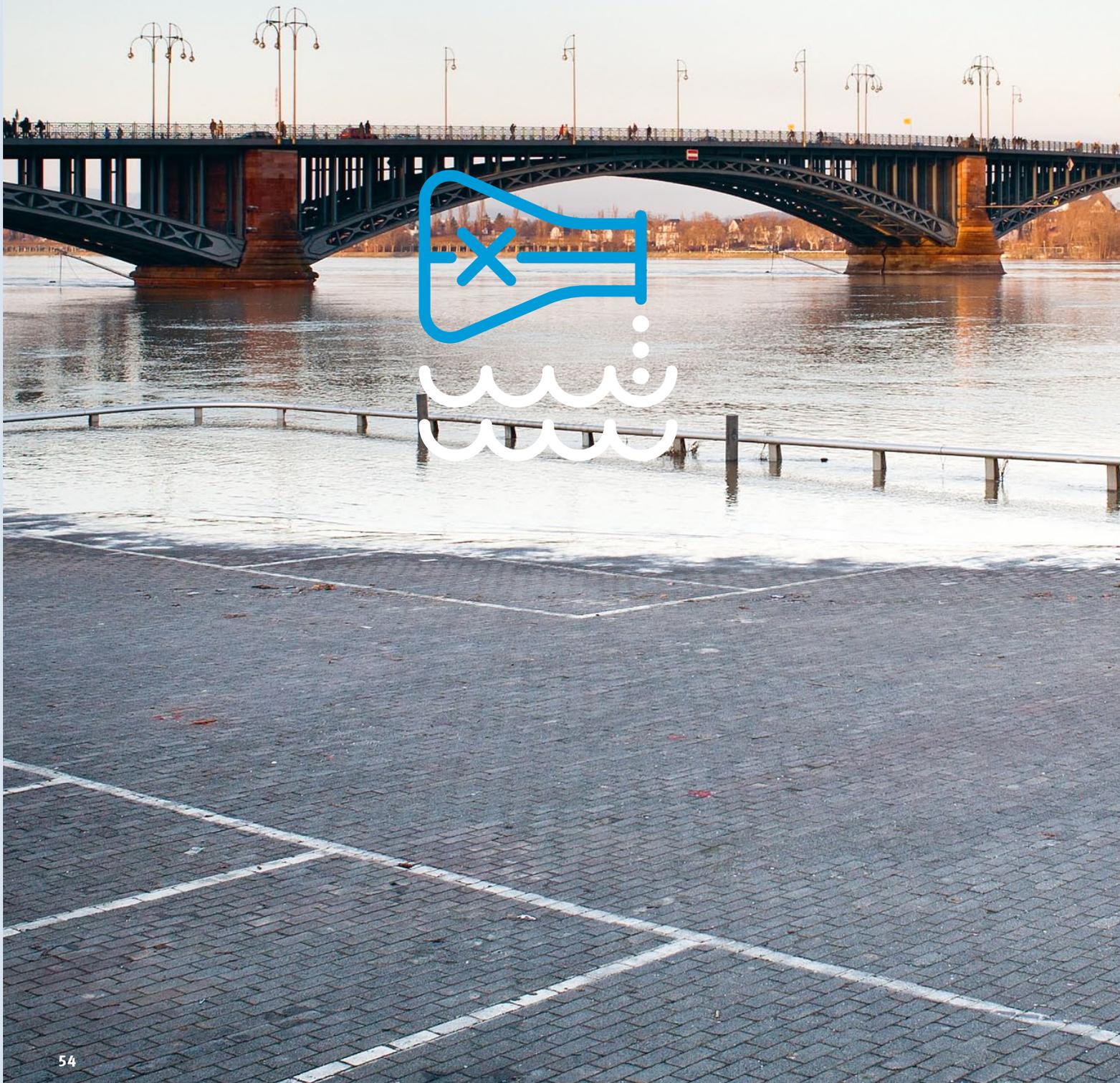
Quelle: UBA Daten zur Umwelt<sup>67</sup>; Daten: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, R. 2.1.1 und 2.2, Wiesbaden, verschiedene Jahrgänge; Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Mitteilung vom 09.12.2016



- <sup>5</sup> Siehe dazu Umweltbundesamt (2017): Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/170403\\_uba\\_fachbrochure\\_wasserwirtschaft\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/170403_uba_fachbrochure_wasserwirtschaft_bf.pdf)
- <sup>6</sup> [https://destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/StatistischesJahrbuch2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/StatistischesJahrbuch2015.pdf?__blob=publicationFile)
- <sup>7</sup> Details dazu siehe „Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung“ (März 2017) [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/170403\\_uba\\_fachbrochure\\_wasserwirtschaft\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/170403_uba_fachbrochure_wasserwirtschaft_bf.pdf)
- <sup>8</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser-als-ressource/wasserressourcen-ihre-nutzung>
- <sup>9</sup> Brandenburgisches Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung „Landschaftswasserhaushalt in Brandenburg – Kurzfassung“, 2003
- <sup>10</sup> Nach Auffassung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ist der menschliche Einfluss „äußerst wahrscheinlich“ die Ursache für die globale Klimaerwärmung. Siehe dazu IPCC 2014 „Klimaänderung 2014, Synthesebericht – Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger“ (dt. Übersetzung) [http://www.de-ipcc.de/\\_media/IPCC-AR5\\_SYR-SPM\\_vorlaufefige-Uebersetzung\\_Dez2015.pdf](http://www.de-ipcc.de/_media/IPCC-AR5_SYR-SPM_vorlaufefige-Uebersetzung_Dez2015.pdf)
- <sup>11</sup> DWD Pressemitteilung (12/2016): [http://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2016/20161229\\_deutschlandwetter\\_jahr2016.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2016/20161229_deutschlandwetter_jahr2016.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- <sup>12</sup> DWD (2016): Nationaler Klimareport 2016. 2. korrigierte Auflage, Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, Deutschland. Bezugszeitraum: 1971–2000
- <sup>13</sup> Durch die Verwendung der neuen globalen Emissionsszenarien (RCP-Szenarien) fällt die Änderung der Sommerniederschläge nicht mehr so deutlich aus, wie dies bei der Verwendung des A1B-SRES – Szenario der Fall war. RCP Szenarien: „Repräsentative Konzentrationspfade“ (Representative Concentration Pathways). SRES-Szenarien nach: „Special Report on Emissions Scenarios“. Die RCP-Szenarien lösten 2013/14 die SRES – Szenarien des IPCC ab.
- <sup>14</sup> Zur Einordnung: Ab einer Regenmenge  $\geq 10$  mm / 1 Std. oder  $\geq 20$  mm / 6 Std. warnt der Deutsche Wetterdienst (DWD) vor „markantem Wetter“, bei einer Regenmenge  $\geq 25$  mm / 1 Std. oder  $\geq 35$  mm / 6 Std. wird vor Unwetter gewarnt.
- <sup>15</sup> adelphi / PRC / EURAC (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umweltbundesamt. Climate Change 24/2015, Dessau-Roßlau. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vulnerabilitaet-deutschlands-gegenueber-dem>
- <sup>16</sup> KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt, Abschlussbericht des BMVI: Fachliche Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen des Forschungsprogramms KLIWAS, 2015 [https://bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/WS/kliwas-abschlussbericht-des-bmvi-2015-03-12.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/WS/kliwas-abschlussbericht-des-bmvi-2015-03-12.pdf?__blob=publicationFile)
- <sup>17</sup> Vgl. § 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- <sup>18</sup> Für nähere Informationen zur interessanten Arbeit der internationalen Flussgebietskommissionen, in denen Deutschland aktiv ist, siehe die Links zu diesen Kommissionen auf <http://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/fluess-und-seen/flussgebietskommissionen>
- <sup>19</sup> UNECE steht für United Nations Economic Commission for Europe (Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen)
- <sup>20</sup> Gesetz zu dem Übereinkommen vom 17. März 1992 zum Schutz und zur Nutzung grenzüberschreitender Wasserläufe und internationaler Seen vom 2. September 1994, BGBl. II S. 2333
- <sup>21</sup> Gesetz zu dem Protokoll vom 17. Juni 1999 über Wasser und Gesundheit zu dem Übereinkommen von 1992 zum Schutz und zur Nutzung grenzüberschreitender Wasserläufe und internationaler Seen vom 16. August 2006 (BGBl. II S. 763ff.)
- <sup>22</sup> Weitere Informationen unter: <https://www.unric.org/de/voelkerrecht/103>
- <sup>23</sup> Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik vom 23. Oktober 2000, ABl. EG L 327 S. 1, zuletzt geändert am 12. August 2013, ABl. EU L 226 S. 1
- <sup>24</sup> Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009, BGBl. I S. 2585, zuletzt geändert am 4. August 2016, BGBl. I S. 1972
- <sup>25</sup> Oberirdische Binnengewässer, Küstengewässer und Grundwasser
- <sup>26</sup> Besorgnisgrundsatz, vgl. u. a. § 62 Absatz 1 Satz 1 WHG
- <sup>27</sup> Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20. Juni 2016, BGBl. I S. 1373
- <sup>28</sup> Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik, ABl. EG L 348 S. 84, geändert am 12. August 2013, ABl. EU L 226 S. 1, 6
- <sup>29</sup> Richtlinie 2009/90/EG der Kommission vom 31. Juli 2009 zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustands gemäß der Richtlinie 2000/60/EG, ABl. L 201 vom 1.8.2009, S. 36
- <sup>30</sup> Beschluss 2013/480/EU der Kommission vom 20. September 2013 zur Festlegung der Werte für die Einstufungen des Überwachungssystems des jeweiligen Mitgliedsstaates als Ergebnis der Interkalibrierung gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Entscheidung 2008/915/EG (Abl. Nr. L266 vom 8.10.2013 S.1, ber. 2014 L 102 S. 22)
- <sup>31</sup> Verordnung zum Schutz des Grundwasser vom 9. November 2010, BGBl. I S. 1513, zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044)
- <sup>32</sup> Richtlinie 2006/118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung vom 12. Dezember 2006, ABl. L 372 S. 19, geändert am 20. Juni 2014, ABl. L 182 S. 52
- <sup>33</sup> Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt vom 17. Juni 2008, ABl. EG L 164 S. 19.
- <sup>34</sup> Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer vom 18. Januar 2005 (BGBl. I S. 114), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 1. Juni 2016 (BGBl. I S. 1290)
- <sup>35</sup> Anlage zu § 3 AbwAG
- <sup>36</sup> Bundeswasserstraßengesetz vom 23. Mai 2007 (BGBl. I S. 962; 2008 I S. 1980), geändert durch Artikel 4 Absatz 118 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 8 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808)

- <sup>37</sup> Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmitteln vom 17. Juli 2013 (BGBl. I S. 2538), geändert durch Artikel 4 Absatz 71 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666)
- <sup>38</sup> Gesetz über Wasser- und Bodenverbände vom 12. Februar 1991 (BGBl. I S. 405), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Mai 2002 (BGBl. I S. 1578), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2774)
- <sup>39</sup> Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 24. Februar 2010, BGBl. I S. 94, zuletzt geändert am 21. Dezember 2015, BGBl. I S. 2490, 2491
- <sup>40</sup> Gesetz über die Vermeidung und Sanierung von Umweltschäden vom 10. Mai 2007, BGBl. I S. 666, zuletzt geändert am 4. August 2016, BGBl. I S. 1972, 1975
- <sup>41</sup> Strafgesetzbuch vom 13. November 1998 (BGBl. I S. 3322), geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1818), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2442)
- <sup>42</sup> Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. Juli 2009, BGBl. I S. 2542, geändert am 4. August 2016, BGBl. I S. 1972, 1974, zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2193)
- <sup>43</sup> Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen vom 17. März 1998, BGBl. I S. 502, geändert am 31. August 2015, BGBl. I S. 1474, 1491, zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 5 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808)
- <sup>44</sup> Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und zur Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen vom 24. Februar 2012, BGBl. I S. 212, geändert am 4. April 2016, BGBl. I S. 569, 584, zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 9 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808)
- <sup>45</sup> Art. 28 Abs. 2 Grundgesetz (GG)
- <sup>46</sup> Art. 74 Abs. 1 Nr. 32 Grundgesetz (GG)
- <sup>47</sup> Art. 72 Abs. 3 Nr. 5 Grundgesetz (GG)
- <sup>48</sup> Z.B. Wasserhaushaltsgesetz, Abwasserabgabengesetz, Wasch- und Reinigungsmittelgesetz, Bundesboden- und Bundesnaturschutzgesetz
- <sup>49</sup> Vgl. Art. 30 Grundgesetz (GG)
- <sup>50</sup> Zu den Aufgaben der LAWA siehe: [www.lawa.de](http://www.lawa.de)
- <sup>51</sup> Weitere Informationen und Antragsunterlagen unter: <http://www.umweltbundesamt.de/das-uba/was-wir-tun/foerdern-beraten/verbaendefoerderung>
- <sup>52</sup> Mehr Informationen zu Twinning unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/kooperation-in-mittel-osteuropa-dem-kaukasus/twinning-instrument-der-eu>
- <sup>53</sup> Taix= Programm zur technischen Unterstützung und zum Informationsaustausch
- <sup>54</sup> Mehr Informationen zum Beratungshilfeprogramm unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/kooperation-in-mittel-osteuropa-dem-kaukasus/beratungshilfeprogramm-des-bmu>
- <sup>55</sup> <https://www.bmu.de/themen/wirtschaft-produkte-ressourcen-tourismus/wirtschaft-und-umwelt/>
- <sup>56</sup> Eastern Europe, Caucasus and Central Asia-Staaten-die Nachfolgestaaten der Sowjetunion ohne die drei baltischen Staaten
- <sup>57</sup> <http://www.oecd.org/env/outreach/partnership-eu-water-initiative-euwi.htm>
- <sup>58</sup> Stand September 2016
- <sup>59</sup> <http://www.germanwaterpartnership.de/de/gewp-allgemein/laenderforen/indien/projekte/sicheres-trinkwasser-fuer-hope-project-in-neu-delhi/index.htm>
- <sup>60</sup> <http://www.germanwaterpartnership.de/de/gewp-allgemein/laenderforen/index.htm>
- <sup>61</sup> Statistisches Bundesamt (2016), Fachserie 19, Reihe 2.1.1, 2013; Z\_2
- <sup>62</sup> BDEW-Wasserstatistik 2015
- <sup>63</sup> Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2015  
<https://www.bdew.de/internet.nsf/id/branchenbild-der-deutschen-wasserwirtschaft-2015-de>
- <sup>64</sup> Aufgrund des fast vollständigen Erfassungsgrades ist die Anstalt öffentlichen Rechts in der ATV/BGW-Umfrage überrepräsentiert, so dass dieser Anteil hinsichtlich Trägerschaft und Durchführung der Abwasserentsorgung nicht generell auf das Bundesgebiet übertragen werden kann
- <sup>65</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser-als-ressource/wasserressourcen-ihre-nutzung>
- <sup>66</sup> <http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=25> Andere Quellen gehen ab 1700 m<sup>3</sup> (etwa 4600 Liter) Wasserverfügbarkeit pro Person und Jahr von Knappheit (Scarcity) und ab 1.000 m<sup>3</sup> (etwa 2700 Liter) Wasserverfügbarkeit pro Person und Jahr von Wasserstress aus – vgl. <http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml>
- <sup>67</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser-als-ressource/wasserressourcen-ihre-nutzung#textpart-4>

# 3 Gewässerbelastungen und Herausforderungen





Menschen verändern Gewässer auf vielfältige Weise: Sie tragen Chemikalien und Nährstoffe ein, verändern Gewässerstrukturen und entnehmen Wasser. Diese Eingriffe wirken direkt auf die Gewässer. Außerdem erzeugen sie zuweilen Nutzungskonflikte um die knappe Ressource Wasser.

Die Abwasseraufbereitung in kommunalen Kläranlagen leistet einen wesentlichen Beitrag zum Gewässerschutz und reduziert Einträge von Chemikalien und Nährstoffen in die Gewässer. Doch auch nach der dem derzeitigen Stand der Technik entsprechenden Behandlung gelangen Rückstände schwer abbaubarer Stoffe als Mikroverunreinigungen in die Gewässer. Die Entfernung von beispielsweise Arzneimitteln, Bioziden oder Pflegeprodukten und deren Transformationsprodukten ist eine aktuelle Herausforderung für die Abwasseraufbereitung (siehe Kap. 3.1.4, 3.1.5).

Ausgangspunkt der Wassernutzung für Privathaushalte und Gewerbe ist zumeist die kommunale Wasserversorgung (siehe Kap. 3.1.1). Weitere Wasserentnahmen (siehe Kap. 2.7) erfolgen für die Industrie (siehe Kap. 3.3), die Energiegewinnung (siehe Kap. 3.4) und die Landwirtschaft (siehe Kap. 3.2.1). Die Aufbereitung der Wasserressourcen zu Trinkwasser (siehe Kap. 3.1.2) als einwandfreies, sauberes Lebensmittel erfordert je nach Gewässerbelastung und Grad der Verschmutzung aufwendige Verfahren.

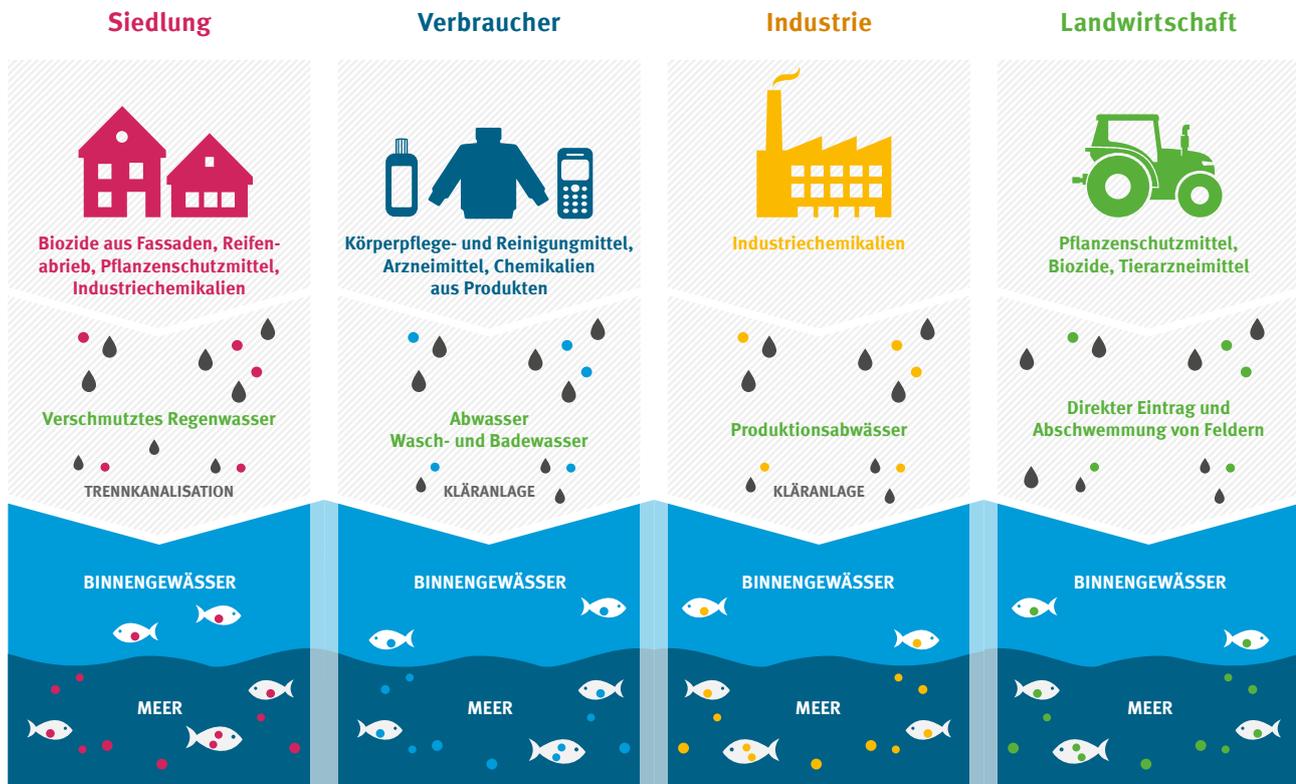
Schadstoffe können, neben den kommunalen Kläranlagen, durch Landwirtschaft (siehe Kap. 3.2.2), Industrie (siehe Kap. 3.3.1), Energiegewinnung (siehe Kap. 3.4), Transport (siehe Kap. 3.5), Fischerei und Aquakultur eingetragen werden (siehe Kap. 3.6). Auch Freizeitaktivitäten in und an Gewässern (siehe Kap. 3.7) oder die Anwendung von schwer abbaubaren Stoffen im Haushalt (siehe Kap. 3.1.4) können den Gewässerzustand nachteilig beeinträchtigen. Chemikalien und Kunststoffe aus Haushaltsprodukten oder Abfällen belasten bei Langlebigkeit die Gewässer und ihre Lebewesen.

Morphologische Veränderungen sind vor allem durch Schifffahrt (siehe Kap. 3.5.1) und Wasserkraftnutzung (siehe Kap. 3.4.7) bedingt. Weitere Belastungen entstehen durch Lärm (z. B. durch Schifffahrt) oder eine Erwärmung der Wassertemperatur (z. B. durch Kühlwassereinleitungen, Kap. 3.4.1).



Abbildung 19

## Mögliche Eintragswege von Schadstoffen



Quelle: UBA „Brassen – die Trendmacher, Schadstoffmonitoring mit Fischen in der Umweltprobenbank“<sup>468</sup>, 2016

Durch Beeinträchtigungen und Veränderungen an Gewässern ergeben sich gesellschaftliche Herausforderungen. Hochwasser sind natürliche Ereignisse, die aufgrund von Eingriffen in die Gewässerstruktur Mensch und Gesellschaft gefährden können (siehe Kap. 3.9). Der Klimawandel belastet die Gewässer direkt und hat gesellschaftliche Folgen, z. B. durch ein erhöhtes Auftreten von Extremereignissen (siehe Kap. 3.10).

Durch die Einfuhr von wasserintensiven Produkten aus dem Ausland trägt Deutschland auch zu erhöhtem Wasserbedarf und zu Belastungen der Wasserressourcen im Ausland bei – dies wird durch das Konzept des Wasserfußabdrucks illustriert (siehe Kap. 3.1.1).

### 3.1 Kommunale Wasserwirtschaft und Haushalte

Sauberes Trinkwasser ist essentiell für die menschliche Gesundheit und den Alltag – nicht

nur zum Trinken und zur Essenzubereitung, sondern auch bei der Körperhygiene oder beim Waschen ist der Mensch auf einwandfreies Trinkwasser angewiesen.

#### 3.1.1 Wasserversorgung

Nahezu alle Haushalte in Deutschland sind an das Verteilungssystem eines öffentlichen Wasserversorgers (siehe auch Kap. 2.6.1) angeschlossen: 99,2 % der Bevölkerung werden auf diesem Wege mit Trinkwasser beliefert. Eine Eigenversorgung, etwa über Hausbrunnen, ist im privaten Bereich selten.

Die Trinkwasserversorgung wird in Deutschland zu fast 70 % aus Grund- und Quellwasser gedeckt. Etwa 30 % des Trinkwassers werden aus Oberflächengewässern, d. h. aus See- und Talsperren, entnommen oder über Grundwasseranreicherung und Uferfiltration gewonnen. Insgesamt entnehmen die kommunalen Versorger im Jahr 2013 etwa 5 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser.

Rund 3,5 Mrd. m<sup>3</sup> haben die Wasserversorger

an private Haushalte und Kleingewerbe abgegeben. Die restlichen ca. 1,5 Mrd. m<sup>3</sup> verteilen sich auf größere Gewerbeunternehmen, öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Krankenhäuser und den Eigenverbrauch der Wasserwerke.

1991 benötigten die Wasserversorgungsunternehmen noch mehr als 6,5 Mrd. m<sup>3</sup>, um den Trinkwasserbedarf zu decken. Dieser Rückgang hat zwei Ursachen: Die Wasserversorgungsunternehmen senkten Wasserverluste – etwa indem sie Rohrbrüche und Undichtigkeiten beseitigten. Den Hauptanteil hat jedoch der gesunkene individuelle Wasserverbrauch. Der tägliche Wasserverbrauch von 144 Litern pro Einwohner im Jahr 1991 ging durch verändertes Verbraucherverhalten sowie den Einsatz wassersparender Haushaltsgeräte und Armaturen auf heute 121 Liter zurück (Abbildung 21).

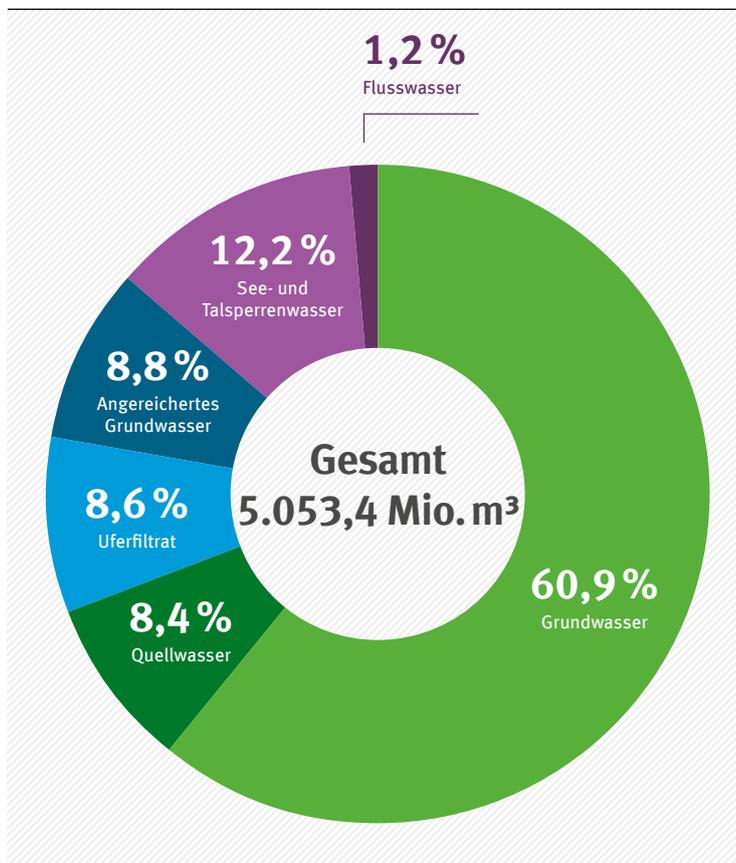
Allerdings variiert der durchschnittliche Verbrauch der privaten Haushalte stark zwischen den Bundesländern. In Nordrhein-Westfalen, Hamburg, Bayern und Schleswig-Holstein nutzte eine Person im Schnitt 130 Liter und mehr täglich, in Sachsen nur 86 Liter (Abbildung 22).

Im Haushalt wird durchschnittlich der höchste Wasseranteil für die Körperpflege (Baden, Duschen) genutzt (36 %). Die Toilettenspülung beansprucht 27 % und Wäsche waschen 12 % (Abbildung 23).

Die Versorger verfügen über eine technische Infrastruktur, die die Versorgungssicherheit in ausreichender Wasserqualität und Menge garantiert. So können Wassermangelgebiete mit nur geringen nutzbaren Grundwasservorkommen, die es trotz eines insgesamt ausreichenden Wasserangebots auch in Deutschland gibt, beliefert werden. Vor allem in Ballungsgebieten übersteigt der Wasserbedarf das Dargebot. Mit Fernversorgungsleitungen wird für den Ausgleich zwischen Mangel- und Überschussgebieten gesorgt. Fernwasserleitungen gibt es vor allem in Bayern, Baden-Württemberg, Niedersachsen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen, im Ruhrgebiet und im Raum Frankfurt/Main. Beispielsweise wird in Baden-Württemberg Trinkwasser vom Bodensee bis in den Stuttgarter Raum transportiert. Außerdem kann Trinkwasser aus 311 deutschen Talsperren gewonnen werden. Diese haben zudem wichtige Funktionen für den Hochwasserschutz und die Niedrigwassererhöhung sowie die Energieerzeugung.

Abbildung 20

### Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung nach Wasserarten\* 2013



\*Einschließlich der Wassermenge, die durch Unternehmen gewonnen wird, die Wasser ausschließlich weiterverteilen

Quelle: UBA Daten zur Umwelt<sup>69</sup>; Daten: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 2.1.1, 2015

#### 3.1.2 Trinkwasseraufbereitung

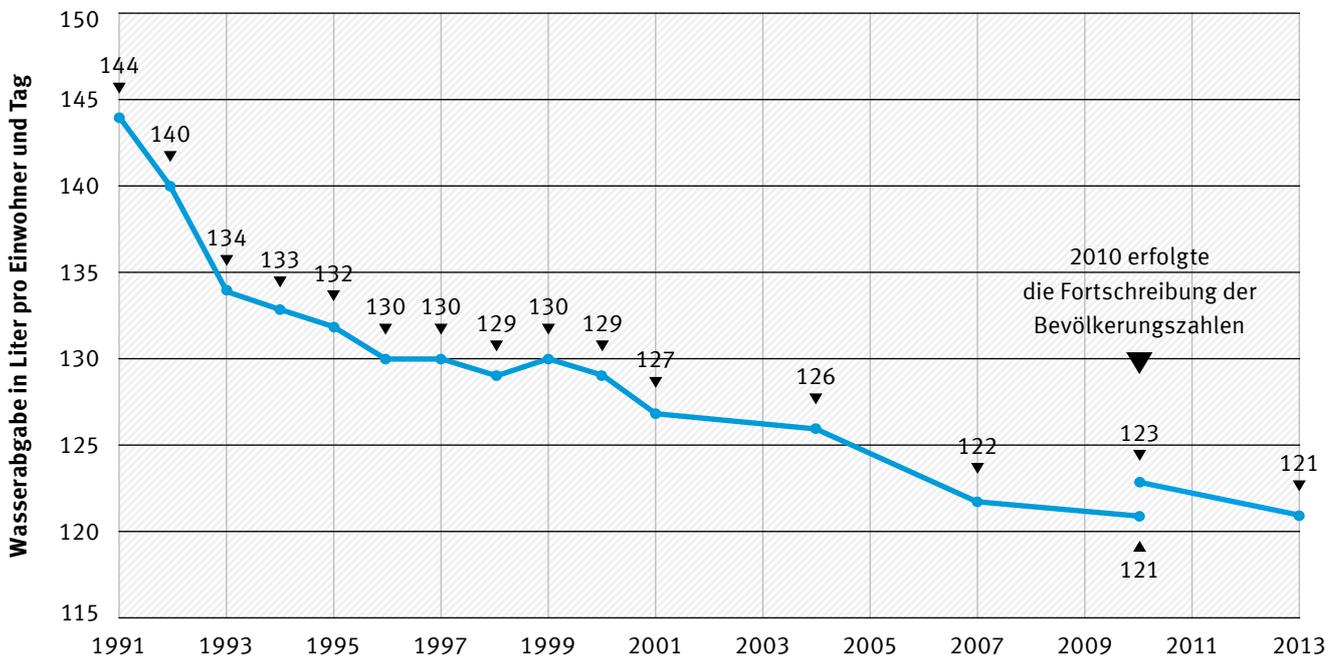
Die Anforderungen an die Trinkwassergüte sind in der deutschen Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001)<sup>70</sup> und der EU-Trinkwasserrichtlinie<sup>71</sup> geregelt (siehe Kap. 6.1.1). Sie orientieren sich an den Leitsätzen der DIN 2000 und der DIN 2001. Als Rohwasser eignet sich insbesondere Grundwasser. Das Grundwasser sollte aus genügender Tiefe und nach Passage durch ausreichend filtrierende Schichten aus dem natürlichen Wasserkreislauf entnommen werden und darf in keiner Weise beeinträchtigt sein. Trinkwasser soll appetitlich sein und zum Genuss anregen. Es muss farblos, klar, kühl, sowie geruchlich und geschmacklich einwandfrei ebenso wie keimarm sein.

Rohwasser, welches die Anforderungen an Trinkwasser nicht erfüllt, ist so weit zu reinigen, dass es bei einem lebenslangen Genuss die menschliche Gesundheit in keiner Weise beeinträchtigt. Wei-



Abbildung 21

## Öffentliche Wasserversorgung – Wasserabgabe an Haushalte



Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 Reihe 2.1.1 Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserbeseitigung – Öffentliche Wasserversorgung 2015

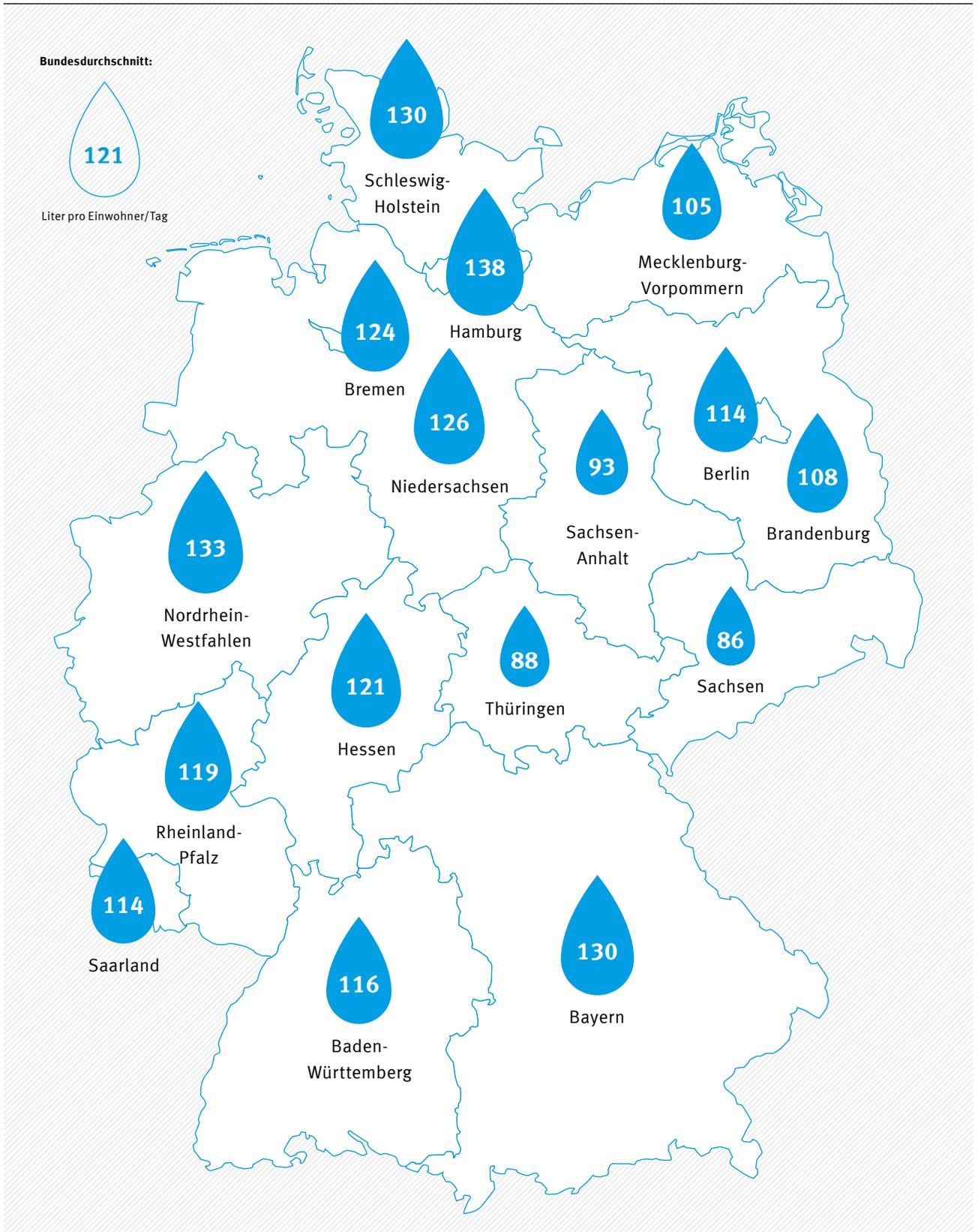
terhin kann es notwendig werden, Trinkwasser derart aufzubereiten, dass es auf seinem Transportweg vom Wasserwerk zum Verbraucher keine nachteiligen Veränderungen erfährt. Diese Veränderungen beziehen sich sowohl auf die Qualität des Trinkwassers an sich als auch auf mögliche Veränderungen durch die Materialien, mit denen es im Verteilungsnetz des Versorgers und in der Hausinstallation des Verbrauchers in Berührung kommt. Grundsätzlich muss das Leitungsmaterial dem Lebensmittel Trinkwasser angepasst werden und nicht umgekehrt. Deshalb sind die Materialien und Werkstoffe, die in Kontakt mit Trinkwasser kommen auf ihre Eignung zu prüfen und zu bewerten. Es dürfen nur die Materialien und Werkstoffe verwendet werden, die für die jeweilige Trinkwasserzusammensetzung geeignet sind. Der Gesetzgeber hat dem Umweltbundesamt in der Trinkwasserverordnung einen Bewertungsauftrag zu der Eignung von Materialien und Werkstoffen, die in Kontakt mit Trinkwasser kommen, erteilt.

Eine zentrale öffentliche Trinkwasserversorgung bietet nach derzeitigem Wissensstand die größte Sicherheit für die Bereitstellung von einwandfreiem Trinkwasser in ausreichender Menge und mit dem technisch notwendigen Druck. Die Anforderungen an die Aufbereitungstechnik haben sich im Laufe der Zeit den veränderten Bedingungen angepasst. Höhere Anforderungen ergeben sich unter anderem aus größer werdenden Verteilungsnetzen und damit längeren Aufenthaltszeiten des aufbereiteten Trinkwassers vom Wasserwerk zum Verbraucher.

Für den Gesundheitsschutz wird zwischen mikrobiologischen Krankheitserregern und toxischen chemischen Stoffen im Trinkwasser unterschieden. Die Vermeidung einer mikrobiologischen Verunreinigung des Rohwassers erfolgt zuerst durch Auswahl und Schutz des Rohwassers, dann, soweit erforderlich, durch eine geeignete Aufbereitung sowie durch eine Desinfektion, bei Bedarf auch im Verteilungsnetz.

Abbildung 22

**Wasserabgabe zum Letztgebrauch an Haushalte pro Einwohner/Tag nach Bundesländern**



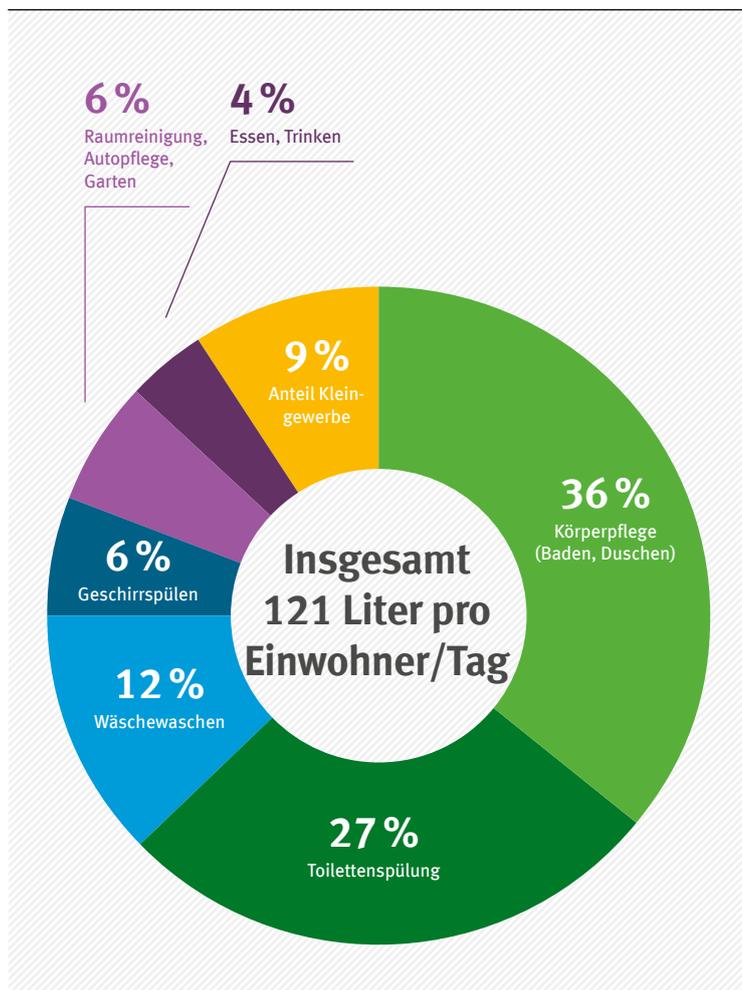
■ Wasserabgabe in Liter pro Einwohner und Tag

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 Reihe 2.1.1 Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserbeseitigung – Öffentliche Wasserversorgung 2015



Abbildung 23

## Durchschnittlicher Wasserverbrauch und Wasserverwendung in Haushalten und Kleingewerbe



Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 Reihe 2.1.1 Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserbeseitigung – Öffentliche Wasserversorgung 2015; BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. 2013

Unter ästhetischen Aspekten wird die Verbesserung der Genussstauglichkeit und Akzeptanz des Trinkwassers verstanden. Die Beeinträchtigungen von Geruch, Geschmack und Aussehen des Trinkwassers stellen, wenn auch u. U. gesundheitlich unbedenklich, stets einen Mangel dar, der mit einer geeigneten Aufbereitungstechnik in Verbindung mit Ressourcenschutz oder letztendlich durch Ausweichen auf anderes Rohwasser behoben werden muss.

Das Trinkwasser erfährt durch die Verteilung (siehe Kap. 3.1.3) an die Verbraucher und Verbraucherinnen auf festen Leitungswegen eine mehr oder weniger starke Veränderung seiner Zusammensetzung. Diese Veränderung der Wasserzusammensetzung nach der Aufbereitung beruht auf Wechselwirkungen mit wasserberührten Oberflächen, wie z. B. Rohrmaterialien, sowohl in den öffentlichen Verteilungsnetzen (Probleme: Eisen, Asbestzement, Biofilme) als auch in der privaten Hausinstallation (Probleme: Blei, Kupfer, Nickel, Kunststoffe, Biofilme). Auch die Innenflächen von Trinkwasserspeicherbehältern in der Wasserversorgung oder auch von Warmwassererzeugern im Haushalt können Ursache für eine nachteilige Veränderung des Wassers sein. In den folgenden Aufstellungen (Tabelle 3, Tabelle 4) sind die wichtigsten Aufbereitungsziele und eingesetzten Verfahren dargestellt.

Es bietet sich nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik eine Vielzahl von technischen Möglichkeiten an, diese Aufbereitungs-

Tabelle 3

### Aufbereitungsziele und Gegenstände konkreter Maßnahmen

Aufbereitungsziel	Hauptgegenstände konkreter Maßnahmen
Entfernung geogener Stoffe	Eisen, Mangan, Trübung, Geruch, Geschmack Arsen, Nickel, Fluorid, Uran
Entfernung anthropogener Stoffe	Nitrat, gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), Mikrobiologie, Pflanzenschutzmittel, Spurenstoffe
Schutz des Verteilungsnetzes	Korrosionshemmung; Vermeidung von Ablagerungen; Vermeidung von Bakterienwachstum
Technische Verwendbarkeit	Enthärtung; Mischbarkeit unterschiedlicher Wässer; Aufhärtung nach Anwendung von Membranverfahren
Technische Funktionsfähigkeit der Wasserverteilung erhalten	Leckagesuche

Quelle: Umweltbundesamt

Tabelle 4

**Zusammenstellung der eingesetzten Verfahren und der Aufbereitungsziele**

Prinzip	Verfahren	geeignete Ziele/Parameter
A	Ionenaustausch	Calcium, Magnesium, Nitrat, Schwermetalle, Uran
A	Adsorption	DOC, organische Stoffe
A, D	Korrosionshemmung	pH-Wert
B	Bioreaktoren	Eisen, Mangan, Nitrat
BS	UV-Bestrahlung	Mikrobiologie
D	Belüftung	Sauerstoffkonzentration, pH-Wert
D	Oxidation	DOC, Mikrobiologie
D	Reduktion	Chlorüberschuss
D	Inhibierung/Stabilisierung	Steinablagerung (Verkalkung), Korrosion
F	Fällung	Phosphat, Arsen
F	Flockung	Trübstoffe, Mikrobiologie
S	Flotation	Trübstoffe
S	Verdampfung	Entsalzung
S	Umkehrosmose	alle Ziele
S	Entgasen/Strippen	Methan, Schwefelwasserstoff, flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
S, B	Langsandsandfiltration	DOC, Mikrobiologie
S, D	Enthärtung/Aufhärtung	Calcium, Magnesium

A=Austausch an Grenzflächen; F=Fällung/Flockung; S=Separation; B=Biologische Verfahren; D=Dosierung von Stoffen; BS=Bestrahlung

Quelle: Umweltbundesamt

ziele zu erreichen. Man unterscheidet prinzipiell die Verfahren nach ihrer Wirkung in

- ▶ Filtration bzw. Separationsverfahren,
- ▶ Fällungs- und Flockungsverfahren,
- ▶ Biologische Verfahren,
- ▶ Stoffaustausch an Grenzflächen,
- ▶ Dosierung von Zusatzstoffen,
- ▶ Bestrahlungsverfahren.

Bei der Aufbereitung von Rohwasser zu Trinkwasser kann durch die Zugabe von Aufbereitungschemikalien (welche nie ganz frei von Verunreinigungen sind) dem erwünschten Aufbereitungsziel auch eine Konzentrationserhöhung von Belastungsstoffen im Trinkwasser folgen. In der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001<sup>72</sup>) wird gefordert, dass nur solche Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren zum Einsatz kommen, die in einer vom Umweltbundesamt geführten Positivliste aufgeführt sind. Durch diese Positivliste ist sichergestellt, dass

während der Trinkwasseraufbereitung eine eventuelle zusätzliche Erhöhung von Schadstoffen weniger als 10 % des Trinkwasser-Grenzwertes eines gesundheitlich relevanten Parameters beträgt und damit ein in Europa vorbildliches Qualitätsziel erreicht wird.

Neben der Aufbereitung des Rohwassers durch den Zusatz von Chemikalien gibt es noch die Möglichkeit, das Rohwasser mit naturnahen Methoden (z. B. Uferfiltration, Langsandsandfiltration und künstliche Grundwasseranreicherung) zu reinigen. Dabei werden im Wasser vorhandene Schadstoffe oder Krankheitserreger (z. B. Viren oder Bakterien) durch sandige Filtersysteme entfernt. Die Reinigungsleistung dieser Filtersysteme ist sehr variabel und hängt neben der Art des Schadstoffes/des Krankheitserregers stark von den Sandeigenschaften, der Fließgeschwindigkeit des Wassers sowie der chemischen Beschaffenheit des Wassers ab.



### Bleirohr der Trinkwasser- Installation



Abbildung 24

#### 3.1.3 Trinkwasserverteilung

Das im Wasserwerk aufbereitete Trinkwasser gelangt über ein teilweise sehr aufwändiges Wasserverteilungssystem zum Wasserhahn des Verbrauchers. Auf diesem Transportweg kommt das Wasser mit einer Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffen und Bauteilen in Kontakt. Diese können Stoffe ins Trinkwasser abgeben, die den Geruch oder Geschmack des Trinkwassers verändern, eine gesundheitliche Relevanz haben oder zu einer Vermehrung von Mikroorganismen und damit eventuell auch von Krankheitserregern führen. Die mögliche Stoffabgabe hängt von der Intensität dieses Kontaktes ab. Lange Kontakt- oder Stagnationszeiten führen zu erhöhten Stoffabgaben ins Trinkwasser. Bei Wasserleitungen mit einem größeren Durchmesser ist ein großes Wasservolumen mit relativ wenig Oberfläche in Kontakt. Bei kleineren Rohrdurchmessern, die vor allem in der Trinkwasser-Installation in Gebäuden zu finden sind, ist dagegen der Kontakt mit den Werkstoffen intensiver. Ob und wie stark die Wasserqualität bei der Wasserverteilung verändert wird, hängt natürlich auch von den verwendeten Werkstoffen selbst und bei einigen Werkstoffen zusätzlich von der Wasserbeschaffenheit (z. B. die Korrosion bei Metallen) sowie der Temperatur ab.

Grundsätzlich ist bei der Wasserverteilung zwischen dem Verteilungssystem der Wasserversorgungsunternehmen mit den großdimensionierten Rohren unterhalb der Straße und der Trinkwasser-Installation in Gebäuden zu unterscheiden. Die Übergabestelle stellt der Wasser-

zähler dar. Danach trägt der Hausbesitzer die Verantwortung für die einwandfreie Trinkwasserbeschaffenheit. Das vom Wasserversorgungsunternehmen gelieferte Trinkwasser ist in Deutschland fast durchweg von einwandfreier Qualität. In der Trinkwasser-Installation in Gebäuden kann jedoch die Wasserqualität bis zum Wasserhahn noch entscheidend verändert werden. Aufgrund des intensiveren Kontaktes in den kleineren Rohrleitungen, den häufigen und längeren Stagnationszeiten des Trinkwassers und den höheren Umgebungstemperaturen können Stoffe in höheren Konzentrationen ins Trinkwasser gelangen. Dadurch werden in Proben, die am Wasserhahn entnommen werden, häufiger Parameter der Trinkwasserverordnung überschritten als in Proben aus dem Wasserwerk oder von Entnahmestellen im Verteilungsnetz der Wasserversorger.

Die größten Probleme stellen derzeit das Wachstum von Legionellen und leider immer noch erhöhte Bleikonzentrationen im Trinkwasser in alten Gebäuden mit Bleirohren (Abbildung 24) dar.

Legionellen sind Umweltkeime, welche in geringer Konzentration überall in der Umwelt vorkommen. In warmem Wasser können sie sich ab ca. 25 °C bis unterhalb von bis zu 60 °C rasch vermehren. Insbesondere für ältere Menschen, immungeschwächte Personen und Raucher ist Legionella pneumophila als Erreger schwerer Lungenentzündungen besonders gefährlich. Legionellenwachstum kann nur

sicher vermieden werden, wenn das warme Wasser überall im Leitungssystem immer eine Temperatur von mindestens 55 °C aufweist.

Blei war Ende des 19. Jahrhunderts/Anfang des 20. Jahrhunderts als Werkstoff für die Trinkwasserinstallation auf Grund seiner hervorragenden technischen Eigenschaften sehr beliebt. Noch bis in die 1970er Jahre wurden im Norden Deutschlands teilweise Bleileitungen verbaut. Blei ist jedoch eine Kontamination des Trinkwassers mit bedeutender toxikologischer Relevanz. Als Nerven- und Blutgift ist Blei vor allem für Schwangere, Ungeborene, Säuglinge und Kleinkinder besonders schädlich. Ein Austausch alter Bleileitungen ist daher unerlässlich. Mit der Absenkung des Bleigrenzwertes der Trinkwasserverordnung im Jahr 2013 auf 10 µg/l sollte ein vollständiger Austausch ermöglicht werden, da Trinkwasser, welches durch Bleileitungen fließt, diesen Grenzwert in der Regel nicht einhält. Nähere Informationen zu diesem Thema finden Sie unter anderem im Flyer des Umweltbundesamts „Trinkwasser wird bleifrei“<sup>73</sup>.

Die Trinkwasserverordnung regelt die Beschaffenheit des Trinkwassers. Sie enthält auch Anforderungen an die Materialien und Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser. Zur Konkretisierung dieser Anforderungen legt das Umweltbundesamt Bewertungsgrundlagen fest. Die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen kann durch einen für den Trinkwasserbereich akkreditierten Zertifizierer nach entsprechenden Untersuchungen und Prüfungen bestätigt werden. Nur entsprechend gekennzeichnete Produkte sollten für den Kontakt mit Trinkwasser verwendet werden.

Nähere Informationen zu diesem Thema hat das Umweltbundesamt in den Broschüren „Trinkwasser – Trinkwasser aus den Hahn“ und „Rund um das Trinkwasser“ zusammengestellt<sup>74</sup>.

### 3.1.4 Stoffeinträge aus Haushalten

Durch die Verwendung von Alltagsprodukten im Haushalt werden verschiedene Chemikalien in das kommunale Abwassernetz eingetragen. Bei Anwendung im Außenbereich können diese über das Niederschlagswasser in die Kanalisation transportiert werden oder versickern.

Relevante Produktgruppen sind Arzneimittel, Haushaltschemikalien wie Wasch-, Reinigungsmit-

tel und Kosmetika, Biozide zur Bekämpfung von Schädlingen und Lästlingen (z. B. Insekten, Mäuse, Ratten, oder auch Algen, Pilze oder Bakterien). Dazu kommen Pflanzenschutzmittel, die im Garten oder in Außenanlagen eingesetzt werden.

#### Arzneimittel

Der Jahresverbrauch von Humanarzneimitteln wird in Deutschland pro Jahr auf 30.000 t geschätzt, von denen ca. 8100 t potenziell umweltrelevant sind<sup>75</sup>. Sie gelangen aus Krankenhäusern und Gesundheitseinrichtungen sowie privaten Haushalten über die Ausscheidung in das kommunale Abwassersystem. Aus Haushalten tragen unsachgemäße Entsorgung über Toilette oder Spüle sowie Duschen oder Baden nach äußerlicher Anwendung von Medikamenten (z. B. Salben) zu Einträgen bei. Auch eine unsachgemäße Entsorgung von Tierarzneimitteln, die in Privathaushalten eingesetzt werden, kann zum Umwelteintrag beitragen.

#### Biozide

In Deutschland gibt es mehr als 30.000 Biozidprodukte auf dem Markt, die in vielen Bereichen des privaten oder beruflichen Lebens eingesetzt werden: In antibakteriellen Putz- und Desinfektionsmitteln, Materialschutzmitteln, Fassaden- oder Bootsanstrichen (siehe Kap. 3.5.1), in Mückenspray und Ameisengift. Bei der Anwendung durch Privatpersonen, gewerbliche oder industrielle Verwendung gelangen die Wirkstoffe auf verschiedenen Wegen in die Umwelt.

Durch direkte und indirekte Einträge können Oberflächengewässer, Sedimente, Meerestwasser, Böden, Grundwasser, Atmosphäre und auch Organismen Bioziden ausgesetzt werden.

#### Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel werden nicht nur in der Landwirtschaft (siehe Kap. 3.2.2), sondern auch auf öffentlichen Grünflächen und in privaten Gärten ausgebracht und können über Abschwemmungen und Versickerung in die Gewässer gelangen. In Deutschland sind aktuell ca. 776 Pflanzenschutzmittel mit insgesamt ca. 277 Wirkstoffen zugelassen. 2015 sind 109.344 Tonnen Pflanzenschutzmittel (ohne inerte Gase) abgegeben worden<sup>76</sup>.

#### Wasch- und Reinigungsmittel, Kosmetika

In Deutschland werden jährlich etwa 1,3 Mio. Tonnen Wasch- und Reinigungsmittel in privaten



Haushalten verbraucht. Durchschnittlich gelangen dadurch 630.000 t Waschmittel, 220.000 t Weichspüler und 500.000 t Reinigungs- und Pflegemittel, davon ca. 260.000 t Geschirrspülmittel in das Abwasser. Wasch- und Reinigungsmittel enthalten eine große Palette chemischer Substanzen. Der Grad der Umweltbeeinträchtigung ist abhängig vom Stand der Abwasserreinigung und von der Art der Inhaltsstoffe. Je nach Anwendungsbereich sind meist Tenside, Komplexbildner, Alkalien oder Säuren, Enzyme, optische Aufheller, Duftstoffe, Konservierungsmittel, Desinfektionsmittel und/oder organische Lösemittel in Wasch- und Reinigungsmitteln enthalten. Duftstoffe werden Wasch-, Pflege- und Reinigungsmitteln

zugewetzt, um dem Anwender durch einen angenehmen Geruch ein Gefühl von Sauberkeit und Frische zu vermitteln. Die Inhaltsstoffe gelangen trotz bestimmungsgemäßen Gebrauchs in nicht unerheblichen Mengen in die Gewässer. Manche davon sind schwer abbaubar und können sich dort und in Organismen anreichern.

Ebenso wird in Kosmetika, Hygiene- und Reinigungsprodukten Mikroplastik eingesetzt, z. B. bei Peelingprodukten. Das primäre Mikroplastik, welches direkt in mikroskopischer Größe hergestellt wird, kann in Kläranlagen teilweise nicht entfernt werden und gelangt so in die Gewässer. Mikroorganismen sind nicht in der Lage, Kunst-

Tabelle 5

### In öffentlichen Kläranlagen behandelte Abwassermenge in Millionen Kubikmetern

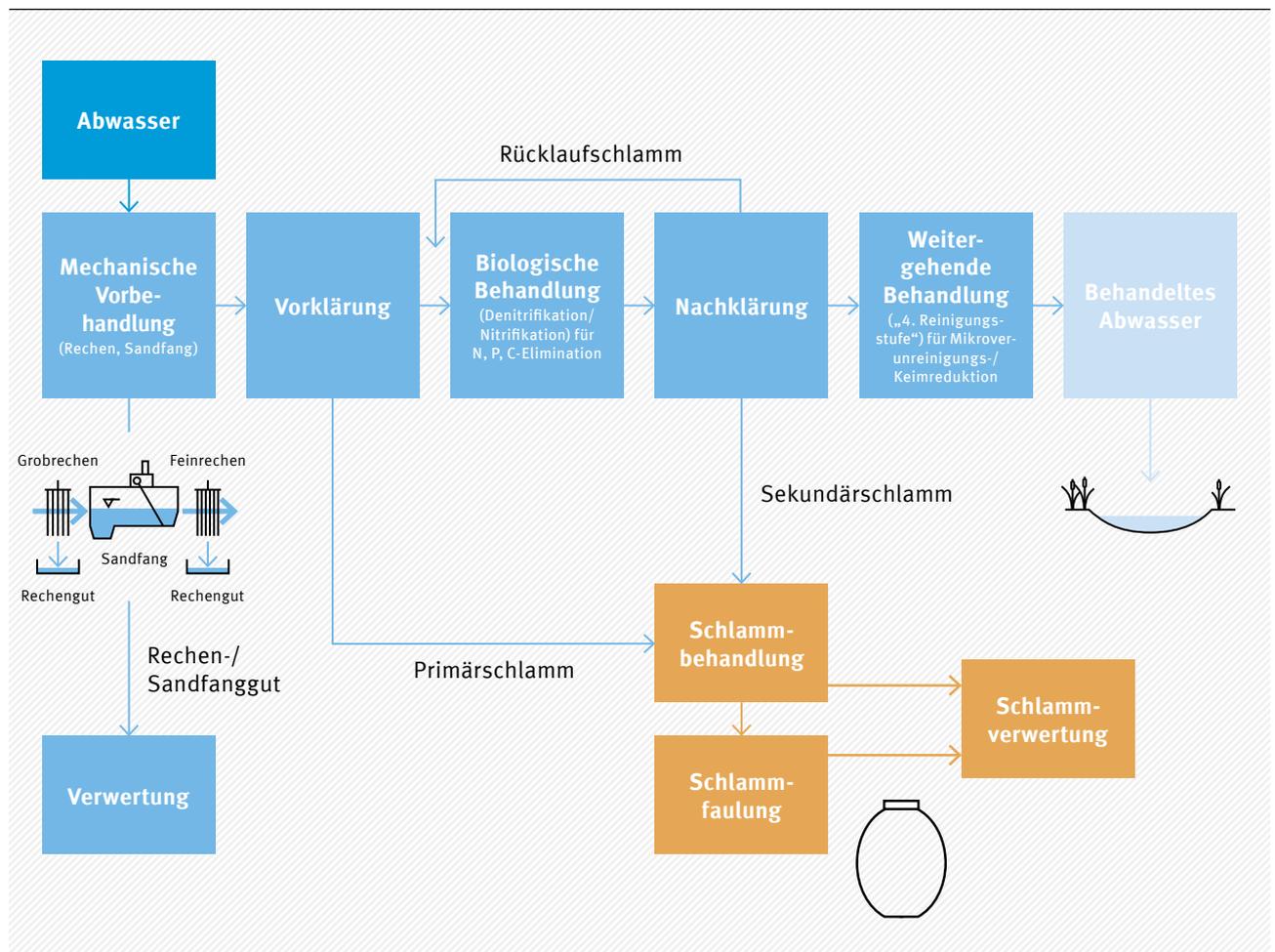
	1991	1995	1998	2001	2004	2007	2010	2013
<b>Zu behandelnde Jahresabwassermenge insgesamt</b>	8.512	9.847	9.640	10.473	9.410	10.071	9.988	9.825
davon Schmutzwasser	5.158	4.854	4.905	5.254	5.204	5.213	5.013	5.021
davon Fremd- und Niederschlagwasser	3.354	4.993	4.734	5.219	4.206	4.857	4.976	4.804
<b>Biologisch behandelte Abwassermenge</b>	7.911	9.518	9.566	10.458	9.404	10.064	9.985	9.824
<b>Biologisch behandelte Abwassermenge mit zusätzlichen Verfahrensstufen*</b>	4.617	8.062	8.900	9.916	9.083	9.834	9.791	9.653
davon Nitrifikation	–	–	7.660	9.477	8.887	9.767	9.756	9.631
davon Denitrifikation	–	–	6.555	8.840	8.472	9.534	9.524	9.443
davon Phosphorentfernung	–	–	8.134	9.242	8.465	9.152	9.168	9.009
davon Filtration	–	–	1.234	1.572	1.504	1.537	1.516	1.674
davon Denitrifikation und Phosphorentfernung	–	–	6.110	8.336	8.025	9.014	9.040	8.939
<b>Darunter in mechanischen Kläranlagen</b>	582	319	75	16	–	7	3	1

– in der Statistik nicht ausgewiesen  
 Schmutzwasser: durch Gebrauch verändertes Wasser  
 Fremdwasser: der unerwünschte Abfluss in einem Entwässerungssystem  
 \* Mehrfachnennungen möglich

Quelle: UBA Daten zur Umwelt <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasserwirtschaft/oeffentliche-abwasserentsorgung>  
 Daten: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 2.1.2, verschiedene Jahrgänge

Abbildung 25

## Schematische Darstellung – Behandlung des Abwassers



Quelle: Umweltbundesamt

stoffe vollständig zu zersetzen. Der Abbau benötigt bis zu Jahrhunderten (siehe Kap. 3.8).

### Weitere Chemikalien und Nährstoffe

Auch in Privathaushalten werden weitere Chemikalien eingesetzt, z. B. Lösungsmittel, Tenside, Flammschutzmittel, Klebstoffe und Farbstoffe beim Bauen und Renovieren. Bei der Anwendung oder im Laufe des „Produktlebens“ können sie freigesetzt (z. B. Flammschutzmittel) und indirekt über das Abwasser oder das Regenwasser in die Gewässer eingetragen werden.

Mit kommunalen Einleitungen werden auch Nährstoffe eingetragen, vor allem Phosphor- und Stickstoffverbindungen, die zu einer Massentwicklung von Algen (Algenblüte) führen. Insbesondere Cyanobakterien (früher Blaualgen genannt) bilden Toxine und Allergene, die bei Badenden Hautausschläge, seltener auch Vergiftungen, verursachen können.

### Auswirkungen auf die Gewässer

Besonders besorgniserregend für den Wasserkreislauf sind Stoffe mit humantoxischen oder ökotoxischen Effekten, Chemikalien mit persistenten, bioakkumulierenden und toxischen (PBT) oder sehr persistenten und sehr bioakkumulierenden Eigenschaften (vPvB) oder Stoffe, die auf das Hormonsystem von Menschen und Tieren wirken (Endokrine Disruptoren). Auch langlebige Stoffe, die im Wasserkreislauf mobil und toxisch sind, sind als kritisch zu bewerten. Diese Stoffe können in Kläranlagen häufig nicht vollständig entfernt werden (siehe Kap. 3.1.5) und gelangen auf diesem Weg oder durch Niederschlagswasser (siehe Kap. 3.1.6) in die Gewässer. Möglichkeiten zur Reduktion dieser Einträge werden in Kap. 6.2.2 thematisiert.



### 3.1.5 Kommunale Abwasserentsorgung

Die kommunale Abwasserentsorgung ist ein wichtiger Baustein für den Gewässerschutz in Deutschland und trägt wesentlich zur Erreichung des guten Gewässerzustands bei. In den letzten vierzig Jahren wurde viel in die Steigerung der Effizienz der Abwasserbehandlung investiert. So wurden wesentliche Probleme wie der Eintrag von sauerstoffzehrenden Stoffen und Nährstoffen in die Gewässer deutlich reduziert. Dies hat zu einer erheblichen Verbesserung des Gewässerzustands geführt.

Ende des 19. Jahrhunderts war es dringend geboten, durch infrastrukturelle Maßnahmen den hygienischen Grundstatus in Siedlungsgebieten zu verbessern, vorrangig zur Vermeidung von Seuchen in Ballungsgebieten. Erste technische Maßnahmen waren eine gezielte Abwasserableitung und eine mechanische Behandlung. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit galt es, eine Verlagerung erkannter Einträge (vor allem von Krankheitserregern) in das Oberflächenwasser und letztlich in das Trinkwasser zu unterbinden. Seitdem wurde die technische Abwasserbehandlung kontinuierlich weiterentwickelt. Die Kernaufgabe der kommunalen Abwasserwirtschaft ist bis heute der Schutz der menschlichen Gesundheit, der Gewässer und deren Lebensgemeinschaften. Klimawandel, demographische Veränderun-

gen und ein ständig steigendes Spektrum an Schadstoffen anthropogenen Ursprungs (z. B. Kosmetika, Arzneimittel, Hormone und Nanomaterialien) stellen die Abwasserbehandlung vor neue Herausforderungen.

Die ersten Schritte der kommunalen Abwasserentsorgung sind das Sammeln und Ableiten des Abwassers über öffentliche Kanalsysteme in zentrale Behandlungsanlagen. Konventionelle Kläranlagen verfügen über eine dreistufige Abwasserbehandlungstechnik: mechanische, biologische und chemische Behandlung. Die biologische Abwasserbehandlung dient der Nitrifikation und Denitrifikation und stellt in Deutschland für mehr als 95 % des behandelten Abwassers den Stand der Technik dar (siehe Tabelle 5). Bei der weitergehenden chemischen Behandlung werden Chemikalien zur Fällung, Flockung oder Neutralisation eingesetzt (siehe Abbildung 25). Nach der Behandlung wird das Abwasser in ein Gewässer eingeleitet.

Bei der Behandlung von Abwasser fallen in Deutschland ca. 2 Mio. Tonnen Klärschlamm (Trockensubstanz) an. In diesem Klärschlamm finden sich Nährstoffe (wie Phosphor und Nitrat) aber auch Schadstoffe wie Schwermetalle und Medikamentenrückstände, die bei der Abwasserbehandlung über den Klärschlamm abgetrennt werden.

Tabelle 8

### Anteil des behandelten Schmutzwassers aufgeteilt nach den Größenklassen der öffentlichen Kläranlagen in Deutschland

Größen-klasse	Ausbaugröße EW	Anzahl Anlagen	Anlagenkapazität/ Ausbaugröße (EW)	Anteil (%) des behandelten Schmutzwassers
5	>100.000	232	80.823.334	52
4	10.001 bis 100.000	1.908	61.970.739	38
Davon: 4a	50.001 bis 100.000	305	23.007.180	14
Davon: 4b	10.001 bis 50.000	1.603	38.963.559	24
3	5.001 bis 10.000	870	6.686.511	4
2, 1	50 bis 5.000	6.468	7.283.708	6

Quelle: Datenlieferung der Bundesrepublik Deutschland an die EU-Kommission zur Umsetzung der Kommunalwasserrichtlinie (2014)

Die Haushalte in Deutschland sind nahezu flächendeckend (96,9 %) an die öffentliche Kanalisation und an Kläranlagen angeschlossen. Laut der wasserwirtschaftlichen Erhebung des Statistischen Bundesamtes wurden 2013 rund 10 Mrd. m<sup>3</sup> Abwasser in mehr als 9.300 öffentlichen Kläranlagen (ab mindestens 50 Einwohnerwerten<sup>77</sup>) behandelt<sup>78</sup>. Von diesen gehörten etwa 2.100 zur Größenklasse (GK) 4 und 5 mit einer Ausbaugröße von mehr als 10.000 Einwohnerwerten (EW) (Tabelle 1).

Rund 99,5 % der über die öffentliche Kanalisation abgeleiteten Abwassermenge wurden 2013 in öffentlichen zentralen oder dezentralen Kläranlagen behandelt. 2,5 Mio. Einwohner entsorgen ihr Abwasser entweder über Kleinkläranlagen (ca. 2 Mio. Einwohner) oder über abflusslose Gruben (0,5 Mio. Einwohner)<sup>78</sup>.

Die Abwasserableitung in Deutschland erfolgt über Trenn- oder Mischsysteme. Im Trennsystem werden Schmutz- und Niederschlagswasser getrennt, im Mischsystem gemeinsam abgeleitet. Von den vorhandenen 575.580 km Kanalnetz sind 242.866 km Mischwasser-, 206.234 km Schmutzwasser- und 126.480 km Regenwasserkänäle<sup>80</sup>. Das im Jahr 2013 angefallene Abwasser bestand zu ca. 51 % aus Schmutzwasser aus Haushalten und Kleingewerbe, zu 26 % aus Niederschlagswasser und zu 23 % aus Fremdwasser. Als Fremdwasser wird Wasser bezeichnet, das beispielsweise durch undichte Stellen (s. unten) in die Kanalisation eindringt<sup>81</sup>.

Das kommunale Abwassersystem ist ein Sammelbecken für eine Vielzahl von Stoffen. Diese stammen aus Haushalten (siehe Kap. 3.1.4), aus gewerblichen und industriellen Betrieben (Indirekteinleiter) oder werden über das Regenwasser (z. B. Eintrag von versiegelten Flächen durch Abspülung) eingebracht (s. unten).

Die dreistufige Abwasserbehandlung ist für die Reduzierung von Nährstoffen optimiert worden, weshalb schwer abbaubare Schadstoffe (z. B. Schwermetalle, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und organische Mikroverunreinigungen) nicht vollständig eliminiert werden. Kommunale Kläranlagen sind ein wesentlicher Eintragspfad für diese Stoffe in die Gewässer. Eine deutschlandweite Abschätzung der Stoffeinträge über kommunale Kläranlagen

### Herausforderungen durch Mikroverunreinigungen in Gewässern

Als Mikroverunreinigungen werden allgemein Stoffe anthropogenen Ursprungs zusammengefasst, die unterschiedlichen Stoffgruppen und Verwendungsbereichen angehören und höchstens in Spurenkonzentrationen (ng/l bis µg/l) in der Umwelt vorkommen, oft nahe oder unterhalb der analytischen Nachweisgrenze. In wissenschaftlichen Untersuchungen wurden Rückstände verschiedener Stoffe in diesem Konzentrationsbereich in deutschen Flüssen, Seen und Meeren sowie vereinzelt sogar im Grund- oder Trinkwasser nachgewiesen.

Über kommunale Kläranlagen gelangen ca. 80 % der Mikroverunreinigungen in die Gewässer. Je nach Verwendungsmuster erfolgt der Eintrag auch über weitere punktuelle und diffuse Eintragspfade, z. B. durch Oberflächenabfluss, Regenwasserüberlauf, Grundwasserabfluss und Depositionen.

Besonders relevant für den Wasserkreislauf sind Stoffe mit humantoxischen oder ökotoxischen Effekten, Stoffe mit persistenten, bioakkumulierenden und toxischen Eigenschaften (PBT-Stoffe), sehr persistenten und sehr bioakkumulierenden Eigenschaften (vPvB-Stoffe) oder Endokrine Disruptoren, also hormonaktive Substanzen. Darüber hinaus sind auch langlebige Stoffe, die im Wasserkreislauf mobil und toxisch sind, als kritisch zu bewerten, wenn sie in das Rohwasser, welches für die Trinkwasserherstellung genutzt wird, gelangen.

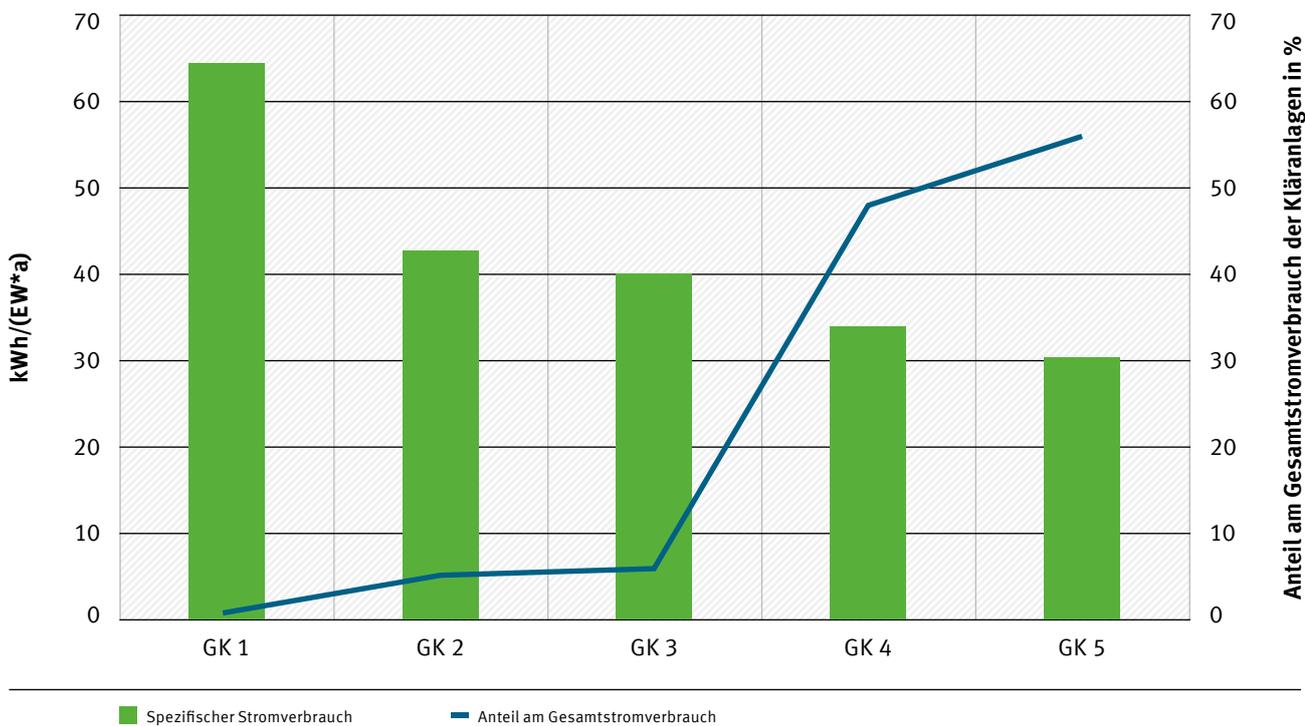
Nachgewiesen wurden z. B. nachteilige Wirkungen auf das empfindliche Fortpflanzungssystem von Wasser- und Bodentieren durch den Hormonwirkstoff der „Pille“ und einiger Wechseljahrpräparate – 17β-Ethinylestradiol. Laborfische, die man diesem Wirkstoff in durchaus umweltrelevanten Konzentrationen von nur 4 ng/L aussetzte, pflanzten sich deutlich weniger erfolgreich fort. Diclofenac, das in Schmerz- und Rheumamitteln eingesetzt und häufig in erhöhten Konzentrationen von > 0,1 µg/L in Gewässern gemessen wird, führte bei Laborstudien zu gefährlicher Schädigung der Nieren von Fischen.

Eine wesentliche Problematik bei der Betrachtung von Mikroverunreinigungen besteht darin, dass die Eigenschaften und Wirkungen der Stoffe und deren Transformationsprodukten nicht immer bekannt sind. Ebenso bestehen Unkenntnisse und Unsicherheiten über Kurz- und Langzeiteffekte und Interaktionen aus Stoffgemischen.



Abbildung 26

## Stromverbrauch kommunaler Kläranlagen 2015



Quelle: DWA Leistungsvergleich 2015, Umweltbundesamt

ist allerdings nur für wenige Stoffe möglich, die in Routineprogrammen überwacht werden. Daher ist eine Bilanzierung der Einträge in die Gewässer über mittlere Stoffkonzentrationen im Ablauf der Kläranlagen sinnvoll, die u. a. auf Basis von Messungen aus Sondermessprogrammen abgeleitet werden. In Verbindung mit Modellrechnungen<sup>82</sup> wurden Schwermetalleinträge über kommunale Abwasserbehandlungsanlagen in Gewässer zwischen knapp 2 % (Quecksilber) bis 14 % (Nickel) der Gesamteinträge ermittelt. Für PAK werden ca. 6 % der Gesamteinträge (ca. 950 kg) über kommunale Kläranlagen in die Gewässer eingetragen. Dementsprechend besteht die Herausforderung, mit wirksamen, kostengünstigen, energieeffizienten Maßnahmen die effektive Elimination von beispielsweise Mikroverunreinigungen und Nanomaterialien in der Kläranlage zu verbessern (siehe Kap. 6.2.2).

### Stromverbrauch kommunaler Kläranlagen

Abwassertechnische Anlagen haben einen hohen Strombedarf und gehören damit zu den Großverbrauchern. Mit 20 % des Stroms verbrauchen Kläranlagen und Pumpwerke im kommunalen Bereich deutlich mehr als Schulen, Krankenhäuser, Verwaltungsgebäude und andere

kommunale Einrichtungen<sup>83</sup>. Pro Jahr werden etwa 4.200 Gigawattstunden<sup>84</sup> Strom verbraucht – diese Strommenge entspricht der Kapazität eines modernen Steinkohlekraftwerkes. Die durch kommunale Kläranlagen verbrauchte Strommenge führt zur Emission von rund 2,1 Mio. t CO<sub>2</sub> jährlich<sup>85</sup>.

Der spezifische Stromverbrauch ist stark abhängig von der Größe der Kläranlage. Kläranlagen der GK 4 und 5 haben einen deutlich geringeren spezifischen Stromverbrauch als kleinere Anlagen (Abbildung 26). Die rund 1.900 Kläranlagen der GK 4 und 5, die am 28. DWA-Leistungsvergleich<sup>86</sup> teilnahmen, behandeln etwa 92 % des gesamten Abwassers in Deutschland. Hierfür benötigen sie etwa 90 % des für die Abwasserbehandlung erforderlichen Gesamtstroms. Die Daten der Abbildung basieren auf Zahlen des 28. Leistungsvergleichs kommunaler Kläranlagen 2015.

### Kanalisation

Der Erhalt des 575.580 km langen Kanalnetzes ist eine große Herausforderung und für deutsche Städte und Kommunen eine dauerhafte Aufgabe. Kanäle werden mit zunehmendem Alter schadhaft. Ist ein Kanal undicht oder seine Funktions-

fähigkeit beeinträchtigt, ist eine Sanierung oder komplette Erneuerung des Kanals erforderlich. Laut einer Umfrage der DWA<sup>87</sup> sind rund 20 % aller öffentlichen Kanalhaltungen<sup>88</sup> kurz- oder mittelfristig sanierungsbedürftig.

Notwendige Sanierungen können oft aus finanziellen Gründen nicht durchgeführt werden. Dies kann sich negativ auf die Stabilität der Systeme auswirken. Ökologische Auswirkungen durch Undichtigkeiten sind durch Infiltrationen und Exfiltrationen möglich. Bei der Infiltration dringt Niederschlagswasser oder Grundwasser<sup>89</sup> in den Kanal ein, führt zu Überlastungen der Kanäle, zu vermehrten Mischwasserüberläufen und zu einer erhöhten hydraulischen Belastung der Kläranlagen. Die Eliminationsleistung nimmt ab und der Stoffeintrag in die Gewässer wird erhöht. Bei der Exfiltration tritt Abwasser aus einem Kanal aus. Damit können auch Stoffe in Boden und Grundwasser eingetragen werden.

Das private Kanalnetz, das Grundstücksentwässerungsleitungen für häusliches Abwasser und Leitungen industrieller und gewerblicher Standorte umfasst, ist etwa doppelt so lang wie das öffentliche Kanalnetz. Der Kenntnisstand über den Zustand der privaten Kanalisation ist gering.

Es ist davon auszugehen, dass auch hier ein erhöhter Sanierungsbedarf besteht<sup>90</sup>. Undichte Kanäle bei industriellen und gewerblichen Standorten bedeuten ein hohes Gefährdungspotential, wenn mit Chemikalien umgegangen wird und diese über Leckagen des betriebsinternen Kanalnetzes oder der öffentlichen Kanalisation in den Untergrund gelangen.

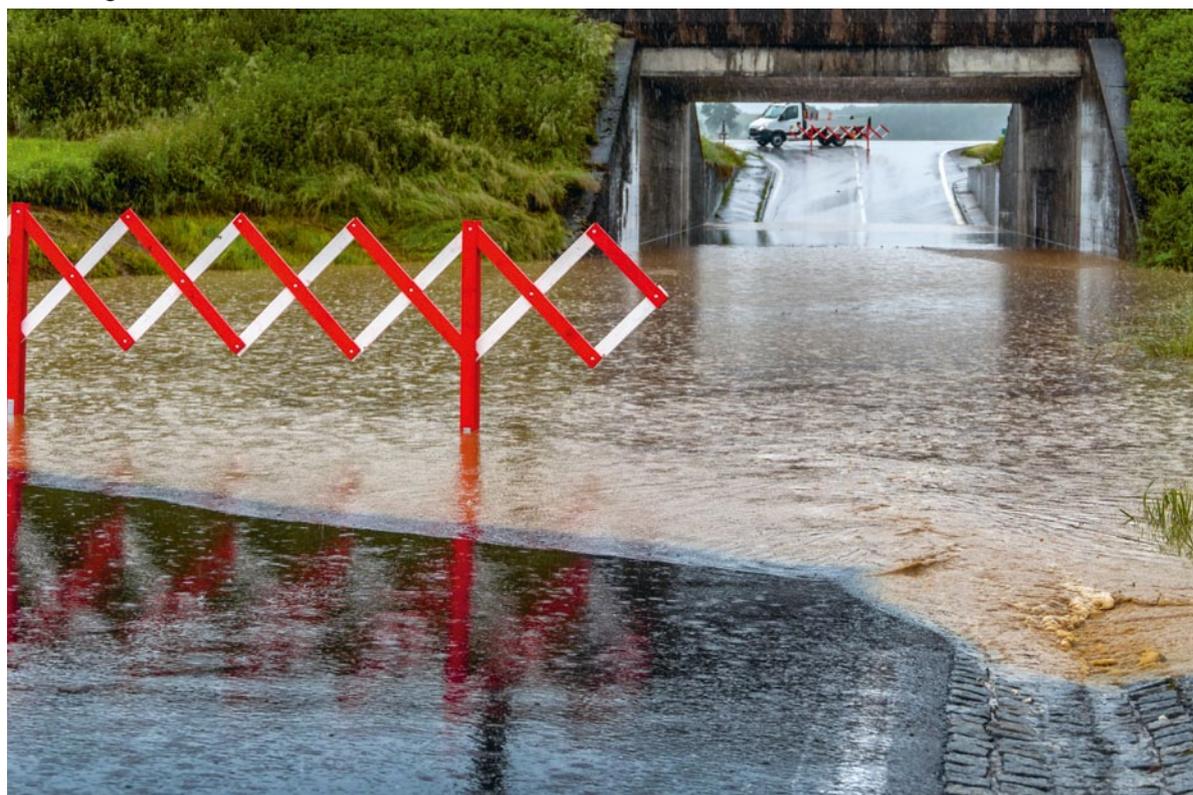
Lösungsansätze bei der Abwasseraufbereitung finden sich in Kapitel 6.2.2. Informationen zu neuartigen Sanitärsystemen sind in Kapitel 6.2.3, Ansätze zur Sanierung der Kanalisation in Kapitel 6.2.4 beschrieben.

### 3.1.6 Niederschlagswasser

Niederschlagswasser versickert normalerweise an Ort und Stelle in den Untergrund. Ein Großteil wird von der Vegetation aufgenommen und gelangt über die Verdunstung wieder in den natürlichen Wasserkreislauf. Je nach Landnutzung passiert der Rest beim Versickern verschiedene Bodenschichten und sammelt sich in der grundwassergesättigten Bodenzone, dem Grundwasser. Dies führt zur Grundwasserneubildung. In stark versiegelten Gebieten wird Niederschlagswasser dagegen weitgehend über die Kanalisation abgeleitet. Zusätzlich ist die Ver-

*Starkregen –  
Überflutung einer  
Unterführung*

Abbildung 27





dunstung deutlich reduziert. Das wenig belastete Niederschlagswasser nimmt beim Abfließen von verunreinigten Flächen verschiedene Stoffe auf und wird zu Abwasser. Je nach Art und Nutzung der versiegelten Fläche kann es z. B. Staub, Laub, Straßen- und Reifenabrieb, Benzin, Öl und Tierkot enthalten. Wie aktuelle Untersuchungen zeigen, können Regenwasserabflüsse im urbanen Raum auch Quelle für Mikroverunreinigungen sein, so zum Beispiel Biozide von Hausfassaden und PAKs<sup>91</sup>.

Erfolgt die Entwässerung über die Trennkanalisation, also die Ableitung von Schmutz- und Niederschlagswasser über getrennte Kanäle, so wird der Niederschlag entweder direkt, nach einer Zwischenspeicherung oder nach einer Behandlung in Regenklärbecken in ein Gewässer eingeleitet. Bei Ableitung in der Mischkanalisation, also der gemeinsamen Ableitung von Niederschlagswasser mit Schmutzwasser, muss die Kläranlage bei Niederschlägen eine größere Abwassermenge behandeln. Bei heftigen Regenfällen kommen die Kanalisation und Pumpwerke vielfach an ihre Kapazitätsgrenzen, so dass mit Regen verdünntes Schmutzwasser direkt in die Gewässer abgeleitet wird. Die Folge ist eine hohe Belastung der Gewässer durch Nähr- und Schadstoffe, bis hin zum Fischsterben aufgrund des verursachten Sauerstoffmangels. Der Bau von Rückhalte- und Behandlungsanlagen hat in den letzten Jahrzehnten in beiden Kanalsystemen die Gewässerbelastung durch Stoffeinträge aus Niederschlagswasser reduziert. Dennoch verschlechtern Niederschlagswassereinleitungen aus der Trennkanalisation und Überläufe aus dem Mischsystem weiterhin die Gewässerqualität erheblich. Neben der stofflichen Belastung von Gewässern führen die aufgrund des Klimawandels zunehmenden Starkregenereignisse sowie die Zunahme der Flächenversiegelung vielerorts zu Überflutungen von Straßen und unterirdischen Bauwerken wie Tiefgaragen, Kellern und U-Bahnhöfen. Die kurzfristig anfallenden hohen Wassermassen können von den Gullys nicht mehr aufgenommen werden, weil die Kanalisation für derartige Regenmengen nicht ausgelegt ist.

Modellrechnungen<sup>92</sup> für Deutschland ermitteln den Anteil der Nährstoffeinträge durch Mischwasserüberläufe für Stickstoff mit 2,2 % (10.500 t/a) und für Phosphor mit 8 % (1.800 t/a). Der Anteil der Stickstoff- und Phosphoreinträge über die Trennkanalisation

(Regenwasser) liegt, bezogen auf den Gesamteintrag, bei knapp 2 % (9.200 t/a) für Stickstoff und 7,5 % (1.700 t/a) für Phosphor. Die Schwermetalleinträge durch Mischwasserüberläufe reichen von 2 % (Chrom) bis 14 % (Kupfer, Quecksilber), durch Trennkanalisation von 3 % (Chrom) bis 22 % (Kupfer). Bei Schadstoffen wie PAK können über Mischwasserüberläufe und Trennkanalisation 15 % bzw. 30 % der Einträge in die Gewässer gelangen.

Auch Biozide, die z. B. in Fassadenanstrichen zum Schutz von Pilz- und Algenbewuchs und bei Dachabdichtungen als chemischer Durchwurzelungsschutz eingesetzt werden, können mit dem Regen in die Kanalisation eingetragen werden und die Gewässer belasten. Modellrechnungen<sup>93</sup> zeigen beispielhaft, dass 2008 deutschlandweit ca. 700 kg Diuron insgesamt über Kanalisationssysteme in die Oberflächengewässer eingetragen wurden. Für kommunale Kläranlagen wurde ein Eintrag von ca. 640 kg bilanziert.

Möglichkeiten der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung werden in Kapitel 6.2.5 dargestellt. Für Maßnahmen zum Umgang mit Starkregen siehe Kapitel 6.10.2.

## 3.2 Landwirtschaft

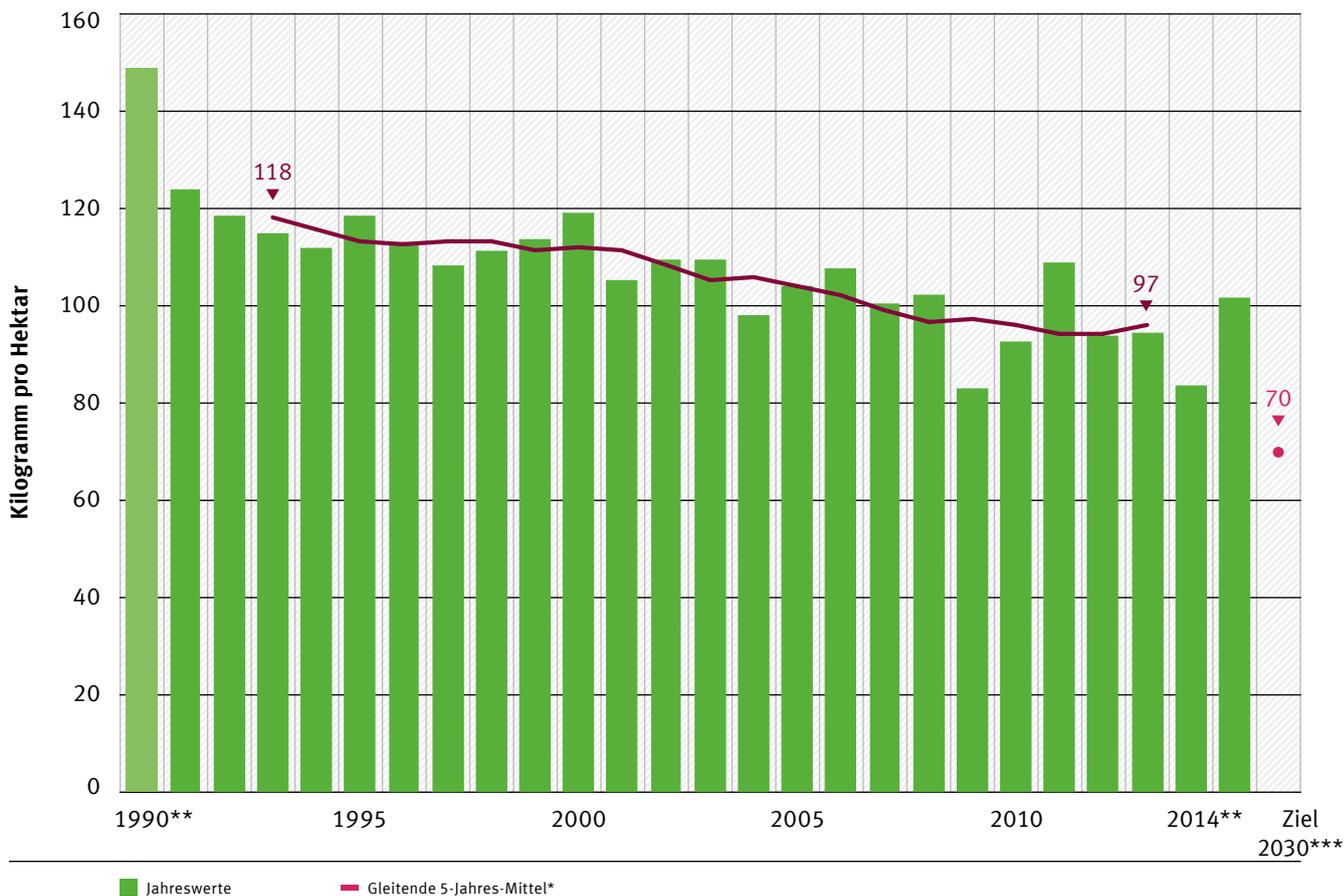
Knapp 52 % der Fläche Deutschlands wird landwirtschaftlich genutzt. Dadurch ergeben sich Auswirkungen auf Umwelt und Landschaft. Im Gegensatz zu anderen europäischen Staaten spielt die landwirtschaftliche Bewässerung in Deutschland eine untergeordnete Rolle. Hingegen belastet die Landwirtschaft die Gewässer durch Stoffeinträge und morphologische Veränderungen. Zu hohe Nährstoffeinträge in die Gewässer aus der landwirtschaftlichen Düngung sind maßgeblich<sup>94</sup> für Nitratbelastungen des Grundwassers und die Nährstoffüberversorgung (Eutrophierung) von Flüssen, Seen und Meeren verantwortlich.

### 3.2.1 Bewässerung

Im Vergleich zum europäischen Jahresdurchschnitt von 36 %<sup>95</sup> und bis zu 60 % in den Sommermonaten verursacht die landwirtschaftliche Bewässerung in Deutschland nur einen geringen Anteil von 1,5 % (0,3 Mrd. m<sup>3</sup>) der Gesamtwasserentnahmen (vgl. Kap. 2.7). Weltweit werden

Abbildung 28

### Saldo der landwirtschaftlichen Stickstoff-Gesamtbilanz in Bezug auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche\*



\* jährlicher Überschuss bezogen auf das mittlere Jahr des 5-Jahres-Zeitraums  
 \*\* 1990: Daten zum Teil unsicher, nur eingeschränkt vergleichbar mit Folgejahren, 2015 vorläufige Daten  
 \*\*\* Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, bezogen auf das 5-Jahres-Mittel, d. h. auf den Zeitraum 2028 bis 2032

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2017, Nährstoffbilanz insgesamt von 1990 bis 2015 (MBT-0111260-0000)

20 % der gesamten Anbaufläche bewässert, diese Flächen produzieren 40 % der Nahrungsmittel<sup>96</sup>.

Deutschlandweit waren 2012 691.300 ha<sup>97</sup> landwirtschaftliche Fläche mit Bewässerungsanlagen ausgestattet; davon wurden etwas mehr als die Hälfte (365.600 ha) tatsächlich bewässert – überwiegend durch Beregnungsanlagen. Dies entspricht 2,2 % der landwirtschaftlichen Fläche. Mit knapp 86,5 %<sup>98</sup> wurde das in Deutschland zur Bewässerung genutzte Wasser mehrheitlich aus Grundwasser (inklusive Quellwasser und Uferfiltrat) bezogen.

Das Bundesland mit der größten bewässerten Fläche (206.900 ha in 2012) ist Niedersachsen. Neben Standorten im Osten Niedersachsens (z. B. Lüneburger Heide), befinden sich Beregnungs-

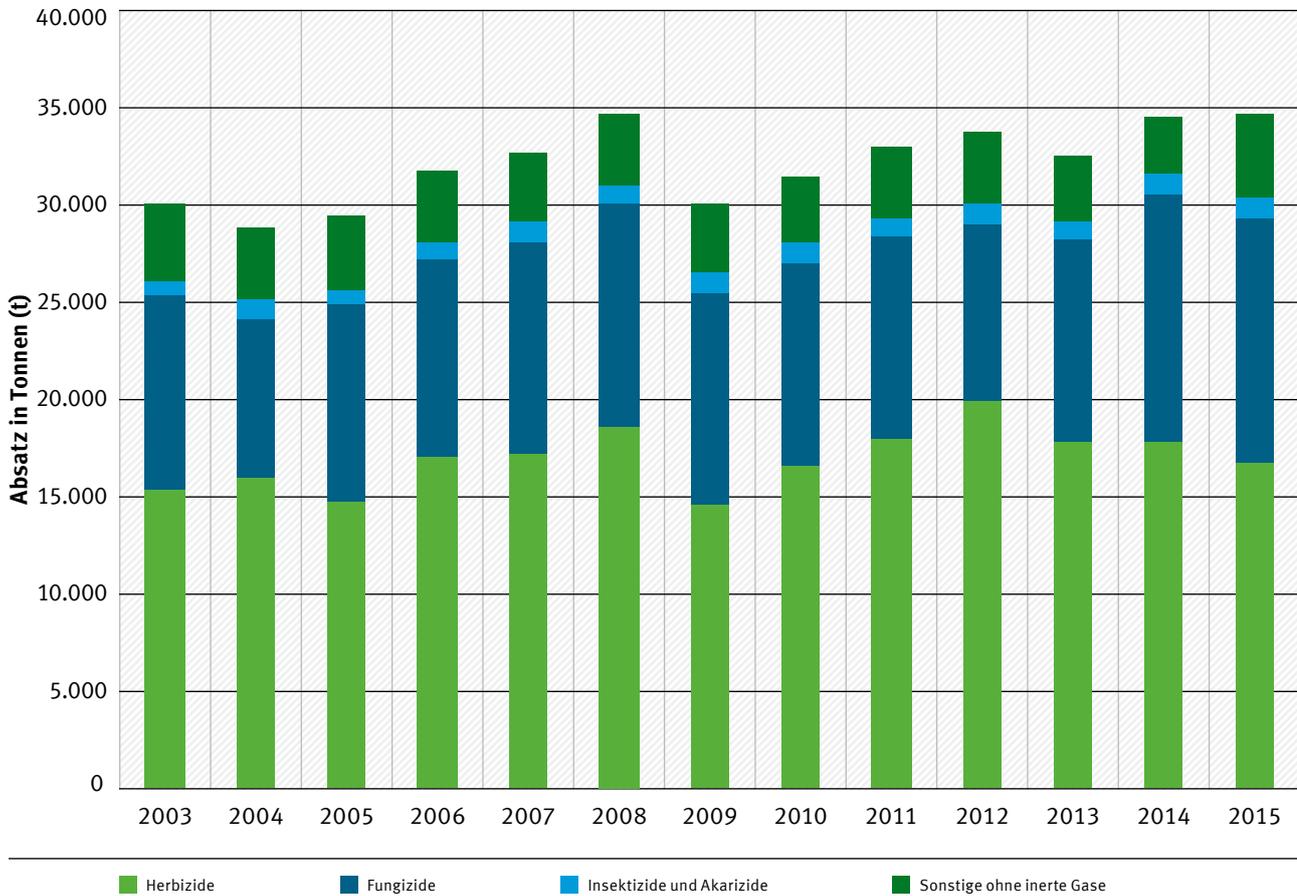
gebiete im westlichen Nordrhein-Westfalen, in Sachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Die bewässerten Flächen werden vorwiegend intensiv bewirtschaftet bei vergleichsweise geringem Niederschlag (< 600 mm Niederschlag) und meist leichten Böden. Bewässerte Kulturen sind u. A. Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben und Sonderkulturen wie Zierpflanzen, Obst und Gemüse<sup>99</sup>.

Durch den Import landwirtschaftlicher Erzeugnisse nach Deutschland wird auch ein Teil des im Ausland zur Bewässerung eingesetzten Wassers importiert (siehe Kap. 3.11 zum Wasserfußabdruck). 2010 wurden 65,7 Millionen Tonnen an landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Ernährungsgütern nach Deutschland eingeführt. Das dafür aufgewandte Bewässerungswasser (auch „blaues Wasser“ genannt) entfiel zu etwa 77 %



Abbildung 29

## Inlandsabsatz von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen (ohne inerte Gase) in Deutschland für den Zeitraum von 2003 bis 2015



Quelle: Umweltbundesamt nach Industrieverband Agrar e. V., BMELV, Statistisches Bundesamt u. a.

auf Importe pflanzlicher Erzeugnisse und zu 23 % auf Importe tierischer Erzeugnisse<sup>100</sup>. Die wesentlichen Länder, in denen die Produkte für Deutschland angebaut und bewässert werden, sind Spanien, Frankreich, die Vereinigten Staaten und Italien. Zum Beispiel exportierte Deutschland 2013 etwa 180.000 Tonnen Tomaten allein aus Spanien<sup>101</sup>. Das entspricht einer virtuellen Wassermenge von knapp 15 Mm<sup>3</sup> pro Jahr<sup>102</sup>.

Die Mehrheit der nach Deutschland eingeführten landwirtschaftlichen Erzeugnisse wächst im Anbaugebiet allerdings vorwiegend durch natürlichen Niederschlag.

### 3.2.2 Einträge aus der Landwirtschaft

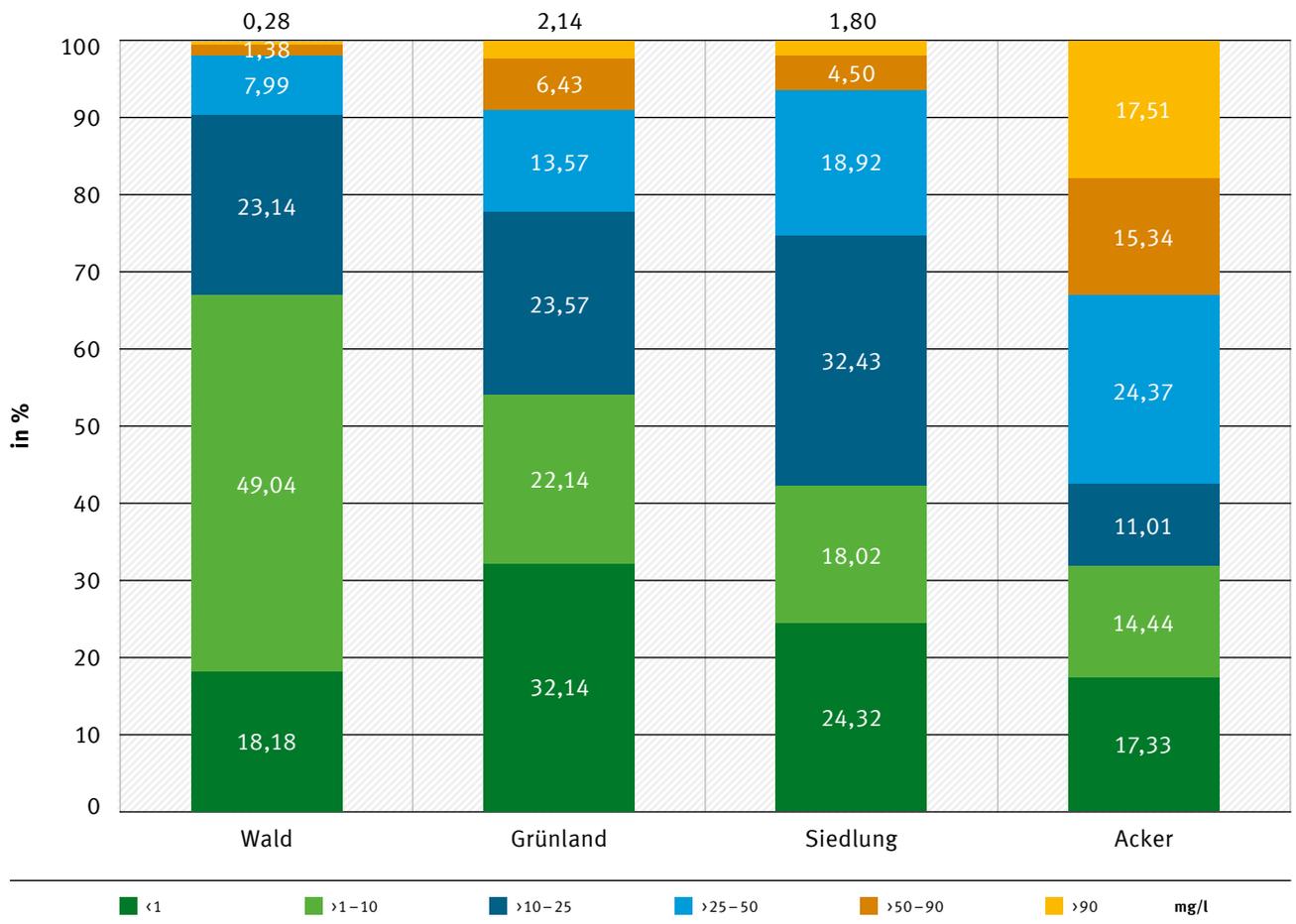
Einträge von Phosphor-Stickstoffverbindungen und Pestiziden belasten in Deutschland und Europa schon seit vielen Jahrzehnten Grundwasser, Bäche, Flüsse, Seen, Küstengewässer und Meere. Bisherige Minderungsmaßnahmen wie

das Atrazinverbot (1991), die Novellierungen des Pflanzenschutzgesetzes (1996) und der Düngeverordnung (1996, verschärft 2007, aktuelle Fassung 2017) haben nur partiell Wirkung gezeigt.

Die Nitratbelastungen wurden verglichen mit dem Beginn der 1990er Jahre gesenkt (vgl. Nitratberichte). In den letzten Jahren ist dieser Abwärtstrend allerdings zum Erliegen gekommen. Regional sind steigende Trends zu verzeichnen. Der prozentuale Anteil der landwirtschaftlich verursachten Gewässerbelastungen ist erheblich gestiegen, da Kommunen und Industrie in den vergangenen Jahren ihre Einträge (mit zum Teil teuren Maßnahmen) deutlich senken konnten.

Stickstoff ist ein wertvoller Nährstoff für Pflanzen und gelangt in Form von mineralischem Stickstoff, Jauche und Gülle sowie mit Gärresten auf den Boden<sup>103</sup>. Stickstoff, der nicht von Pflanzen aufgenommen oder im Boden festgelegt

Abbildung 30

**Nitratbelastungen im Grundwasser unter Wald, Grünland, Siedlungen und Acker**

Quelle: Umweltbundesamt

wird, kann ins Grundwasser oder in die Oberflächengewässer verlagert werden.

Eine Maßzahl für die potenziellen Stickstoffinträge in Grundwasser, Oberflächengewässer und die Luft ist der aus einer Stickstoffgesamtbilanz ermittelte Stickstoffüberschuss (Abbildung 28). Die Stickstoffgesamtbilanz berechnet sich aus der Differenz zwischen Stickstoffflüssen in die Landwirtschaft und Stickstoffflüssen, die aus ihr herausgehen. Der errechnete Überschuss ist ein Mittelwert für Deutschland. Regional und betriebsspezifisch ergeben sich sehr starke Unterschiede, welche vornehmlich auf unterschiedliche Viehbesatzdichten zurückzuführen sind. Um durch Witterung und Düngerepreis verursachte jährliche Schwankungen auszugleichen, wird ein gleitendes 5-Jahresmittel für das jeweils mittlere Jahr angegeben. Die Ergebnisse der Bilanzierung zeigen, dass trotz eines tendenziellen Rückgangs auch

heute noch zu hohe Stickstoffüberschüsse entstehen (siehe Abbildung 28). Von 1993 bis 2012 ist der Stickstoffüberschuss im gleitenden 5-Jahresmittel von 117 kg/ha und Jahr (kg/ha\*a) auf 95 kg/ha\*a gesunken. Das entspricht einem Rückgang des jährlichen Überschusses seit 1992 um etwa 20 %. Ziel der Bundesregierung ist es, den Stickstoffüberschusses bis 2030 auf 70 kg/ha und Jahr zu reduzieren<sup>104</sup>. Um die Gewässerschutzziele (z. B. das Einhalten des Grundwasserschwellenwertes von 50 mg Nitrat je Liter), aber auch die Ziele zur Luftreinhaltung zu erreichen, werden von der Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt (KLU) sogar noch geringere Gesamtbilanzüberschüsse von max. 50 kg/ha\*a gefordert.

Das Bild beim Phosphor ist etwas besser: Die Phosphorgehalte der Böden waren wegen regelmäßiger Phosphorüberschüsse in den



vergangenen Jahrzehnten erheblich gestiegen. Inzwischen sind viele Böden übertersorgt, jedoch haben die Landwirte darauf reagiert und düngen zumindest mineralisch nur noch wenig. Die Phosphorüberschüsse sind inzwischen nahe Null. Als Problem verbleiben übertersorgte Böden, auf die z. B. in viehstarken Regionen weiterhin durch das Ausbringen von Gülle und Mist Phosphor aufgebracht werden darf.

Durch Gülle und Mist können zudem auch Tierarzneimittelwirkstoffe aufgebracht werden, die dann je nach Beschaffenheit des Bodens in das Grundwasser versickern oder durch Abschwemmung bei Starkregenereignissen in Oberflächengewässer gelangen können. Ergebnisse aus einem Forschungsvorhaben<sup>105</sup> zeigen jedoch, dass Tierarzneimittelinträge in das Grundwasser bisher nur in Ausnahmefällen nachgewiesen werden konnten.

Auch der Eintrag von Pflanzenschutzmitteln belastet die Gewässer: Pflanzenschutzmittel (PSM) sind hochwirksame chemische und biologische Stoffe, die zum Schutz von Kulturpflanzen vor Schädlingen oder der Konkurrenz durch Wildkräuter in großen Mengen (ca. 110.000 t Inlandsabgabe im Jahr 2015) direkt in die Umwelt ausgebracht werden. Durch die Novellierung des Pflanzenschutzgesetzes und die Veränderung der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln wurden in den letzten Jahrzehnten viele Mittel verboten oder nur mit Beschränkungen zugelassen. Dadurch hat sich zwar das Wirkungsspektrum geändert und die Belastung der Gewässer insgesamt deutlich verringert, die Verkaufsmengen der Wirkstoffe blieben jedoch im Zeitraum von 2003 bis 2015 nahezu unverändert (Abbildung 29).

### Belastungen des Grundwassers

Die flächenhaft größte Belastung des Grundwassers wird durch hohe Stickstoffeinträge verursacht. Wenn der Stickstoffüberschuss verursacht, dass der Grenzwert der Grundwasserverordnung von 50 mg/l Nitrat überschritten wird, kann dieses Grundwasser nicht mehr unmittelbar für die Trinkwassergewinnung genutzt werden.

Eindeutige Hinweise auf die Nitratquellen ergeben sich bei der Untersuchung der Landnutzungen. Messstellen im Einzugsbereich von Ackerland zeigen signifikant höhere Nitratkonzentrationen im Grundwasser als Messstellen, deren Einzugsgebiet vorwiegend durch Wälder geprägt ist

(Abbildung 30). Unter Waldflächen wird die Nitratkonzentration von 50 mg/l bei 1,7 % der Messstellen überschritten. An Messstellen, in deren Einzugsgebiet Grünland bzw. Siedlungen dominieren, beträgt dieser Anteil 8,3 bzw. 6,3 %. In Regionen in denen vorwiegend Ackerflächen bzw. Sonderkulturen vorliegen, wird der Schwellenwert der Grundwasserverordnung mit Nitratgehalten von mehr als 50 mg/l bei einem Drittel (32,8 %) der Messstellen überschritten.

Detaillierte Angaben zum Zustand des Grundwassers einschließlich der Funde von PSM und deren Metaboliten finden sich in Kapitel 4.1.3.

### Belastungen von Flüssen, Seen und Meeren

Während in den 80er-Jahren Stickstoff meist aus Punktquellen, vorrangig aus Kläranlagen, stammte, sind seit Mitte der 90er-Jahre Zuflüsse aus der Landwirtschaft über das Grundwasser die Haupteintragsquelle von Stickstoff in Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen.

2012 – 2014 wurden etwa 50 % des Stickstoffs über das Grundwasser in Oberflächengewässer eingetragen<sup>107</sup>. Zusammen mit Einträgen aus Oberflächenabfluss, Dränagen und Erosion dominieren Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft mit ca. 75 % den Stickstoffeintrag in Oberflächengewässern.

Zum Vergleich: In dem gleichen Zeitraum betrug der Anteil der Stickstoffeinträge aus Punktquellen (kommunale Kläranlagen und industrielle Direkt-einleiter) 19 % des Gesamteintrags.

Doch Gewässer haben ein langes Gedächtnis. Die bisher erzielte Reduktion der Stickstoffüberschüsse macht sich zwar in deutschen Flüssen bemerkbar, allerdings reagieren diese auf die Belastungsänderungen mit starker Verzögerung. Experten schätzen, dass beim Rhein eine Belastungsreduktion nach zwei bis zehn Jahren, bei der Elbe erst nach 20 bis 30 Jahren spürbar wird<sup>108</sup>.

Phosphor gelangte im gleichen Zeitraum etwa zu 50 % aus der Landwirtschaft in die Flüsse und Seen. Bei sauren, sauerstofffreien oder extrem sandigen Böden wird der zunächst unlösliche Phosphor in das Grundwasser ausgetragen. Daher trägt das Grundwasser mit 21 % zur Phosphorbelastung der Flüsse und Seen bei. Der Anteil von Bodenerosion ist mit 16 % ähnlich hoch. Phosphoreinträge aus Oberflächenabfluss

und Dränagen tragen etwa 10 % bei. Einträge aus Punktquellen stellen 2012 – 2014 mit 34 % der Gesamteinträge einen weiteren wesentlichen Eintragspfad dar.

Im Bereich der Nord- und Ostseeküste gehören Nährstoffeinträge zu den Hauptursachen für ein Verfehlen des guten Gewässerzustands (siehe Kap. 4.3.2). Auch hier stellen Einträge aus der Landwirtschaft den Hauptanteil der diffusen Quellen dar.

2012 – 2014 stammten 86 % der wasserbürtigen Stickstoffeinträge und 64 % der Phosphoreinträge in die Oberflächengewässer im deutschen Ostsee-Einzugsgebiet (Flussgebiete Warnow/Peene, Schlei/Trave und Oder) aus der Landwirtschaft.

Im gleichen Zeitraum gelangten 80 % der Stickstoffeinträge und 65 % der Phosphoreinträge aus diffusen Quellen in die Nordsee, wobei die Landwirtschaft daran einen Anteil von 70 % für Stickstoff und 48 % für Phosphor hatte.

Die zu hohen Nährstoffeinträge haben negative Auswirkungen auf die Mikro- und Großalgen, auf Blütenpflanzen (z. B. Seegräser) und auf wirbellose Bodentiere.

Nicht nur Nährstoffe, auch Schwermetalle und Pflanzenschutzmittel schädigen die Gewässer. Hohe Anteile der Schwermetalleinträge in die Oberflächengewässer stammen aus Erosion oder Oberflächen- und Drainageabflüssen landwirtschaftlicher Flächen. Durch Erosion werden vor allem Chrom (74 %) und Blei (62 %) in die Gewässer eingetragen.

Andere Schadstoffquellen, vor allem aus der Industrie, wurden erheblich reduziert, so dass der relative Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtbelastung gestiegen ist.

Pflanzenschutzmittelbelastungen stammen überwiegend aus der Landwirtschaft: Aus der Anwendung auf dem Feld, aber ebenso viel aus der Reinigung von Spritzmaschinen und anderen Geräten. Zwischen 2006–2015 zeigen 3-Jahresbetrachtungen an 15 bis 25 % der repräsentativen Überblicksmessstellen für die Fließgewässer in Deutschland, die vorrangig an größeren Flüssen liegen, dass die Jahresmittelwerte mindestens eines Pflanzenschutzmittels höher als die Umweltqualitätsnorm der Oberflächengewässer-

verordnung waren. An 55 bis 70 % derjenigen Messstellen, in deren Einzugsgebieten Trinkwasser aus Oberflächengewässern gewonnen wird, traten im gleichen Zeitraum Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes von 0,1 µg/l auf. An 15 bis 35 % dieser Messstellen überschritt die Summe aller Pflanzenschutzmittelreste sogar zeitweise den Summengrenzwert von 0,5 µg/l. Diese Überschreitungen wurden jeweils durch etwa 20 von über 60 regelmäßig geprüften Mitteln bedingt. Bei einigen nicht mehr zugelassenen oder verbotenen Substanzen (z. B. Atrazin) ist seit den 90er Jahren ein Abklingen der Belastungen erkennbar.

Darüber hinaus tragen morphologische Veränderungen für die Landwirtschaft, z. B. Dränagen, zu einer Verringerung der Fließgewässervielfalt bei. Für Ausbau, Unterhaltung und Nutzung wurden Bäche und Gräben verschmälert, begradigt, verkürzt, die Sohle eingeeengt und vertieft. Oft reicht die landwirtschaftliche Nutzung bis zur Böschungsoberkante.

Maßnahmen zur Reduktion der landwirtschaftlich bedingten Gewässerbelastungen sind in Kapitel 6.3 dargelegt.



### 3.3 Industrie und Rohstoffgewinnung

#### 3.3.1 Gewässerrelevante Einträge aus Betrieben

Für Informationen zu gewässerrelevanten Einträgen aus Betrieben steht der Öffentlichkeit seit 2009 das frei zugängliche, internetbasierte Webportal [www.thru.de](http://www.thru.de) zur Verfügung. Dort können Informationen zu Freisetzungen in Luft, Wasser und Böden sowie zur Verbringung von in Abwasser enthaltenen Schadstoffen und Entsorgung von gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen abgerufen werden.

Ziel des Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister PRTR ist es, der Öffentlichkeit, Industrie, Wissenschaft, Nichtregierungsorganisationen und anderen Entscheidungsträgern einen transparenten Zugang zu Umweltinformationen zu ermöglichen.

Der Aufbau und Betrieb des PRTRs basiert auf einem internationalen Abkommen der UN-Wirtschaftskommission für Europa (UN-ECE), dem



sog. PRTR-Protokoll, sowie der EU-PRTR-Verordnung über die Schaffung eines Europäischen Registers<sup>109</sup>. Deutschland hat diese EU-Verordnung in nationales Recht umgesetzt<sup>110</sup>. Betriebe müssen nicht über jeden Ausstoß und jede Entsorgung berichten, sondern nur dann, wenn der Schadstoffausstoß einen bestimmten Schwellenwert oder der Abfall eine gewisse Mengenschwelle überschreitet<sup>111</sup>.

Von 2007, dem ersten Berichtsjahr, bis zum Berichtsjahr 2014 ist die Zahl der berichtspflichtigen Betriebe kontinuierlich von 4.496 auf 5.307 angestiegen. Für das Berichtsjahr 2015 ist erstmals ein leichter Rückgang berichtspflichtiger Betriebe festzustellen.

Wie zu erwarten, haben das bevölkerungsreichste Bundesland Nordrhein-Westfalen (NW) und die flächenmäßig größten Bundesländer Bayern (BY) und Niedersachsen (NI) die meisten berichtspflichtigen PRTR-Betriebe gemeldet (siehe Summary Report der neuen PRTR-Daten 2014).

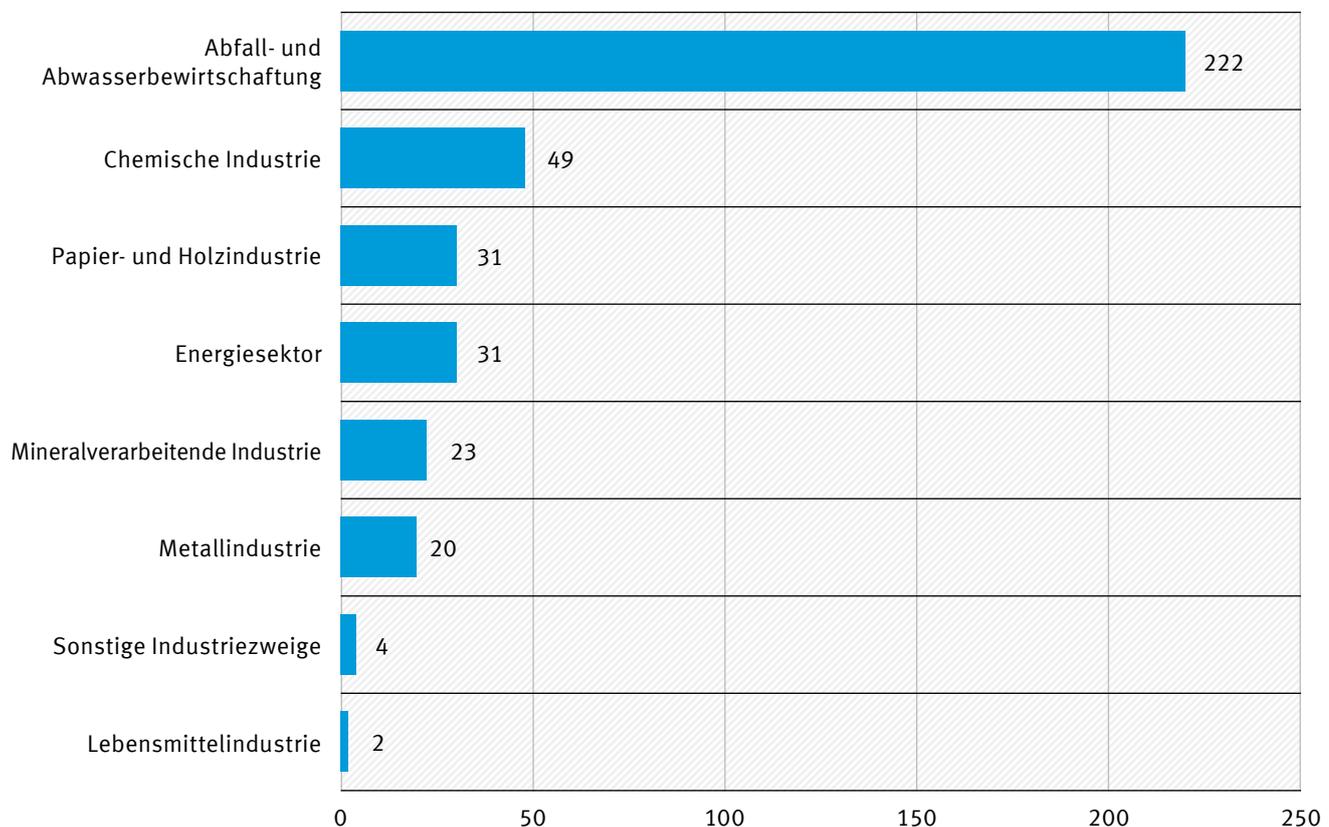
Die meisten nach PRTR berichtspflichtigen Betriebe stammen aus der Abfallwirtschaft und machen einen Anteil von 80 % bis 84 % vom Gesamtanteil berichtspflichtiger PRTR-Betriebe aus. Schadstoffeinträge in die Luft werden von 30 % der PRTR-Betriebe angegeben.

Die Anzahl der Betriebe mit Schadstoffeinträgen in externe Abwasserbehandlungsanlagen (z. B. kommunale Kläranlagen) überwiegt leicht gegenüber der Anzahl der Betriebe mit direkten Schadstoffeinträgen in die Gewässer. Die Terminologie „Verbringung von in Abwasser enthaltenen Schadstoffen zur Abwasserbehandlung außerhalb des Standortes“ geht über die Indirekteinleiter-Regelung hinaus. Hierunter werden auch Meldungen über mobile Verbringungs- bzw. Transportmöglichkeiten, z. B. mittels Tankwagen oder Behälter erfasst.

Der Anteil berichtspflichtiger PRTR-Betriebe liegt für beide Kompartimente jeweils knapp unter 10 %.

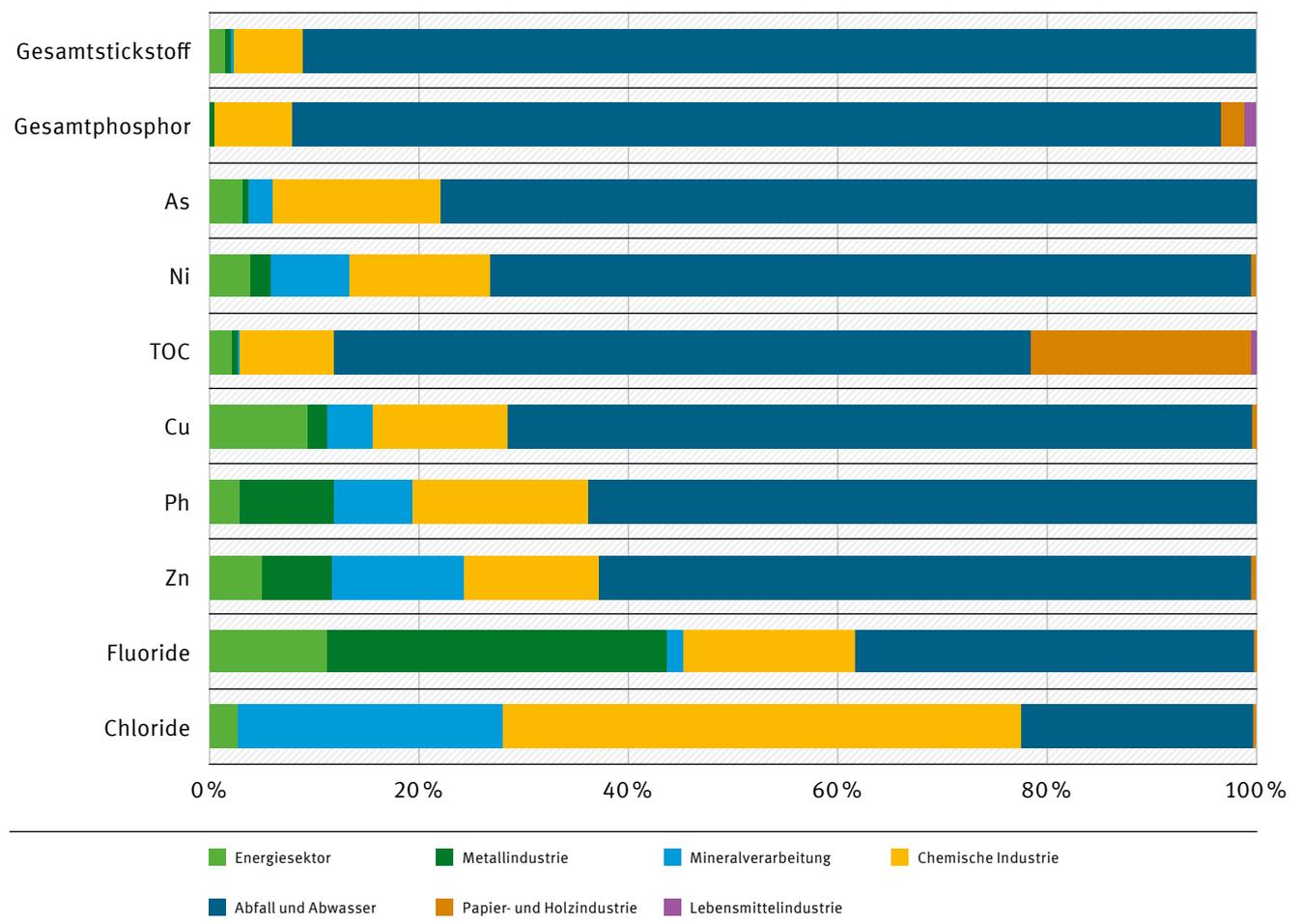
Abbildung 31

### Anzahl PRTR-Betriebe nach Branche für Freisetzung in Wasser 2015



Quelle: [www.thru.de](http://www.thru.de) Umweltbundesamt, Berichtsjahr 2015

Abbildung 32

**Branchenanteile TOP 10 Schadstoffe – Freisetzung in Wasser 2015**

Quelle: www.thru.de Umweltbundesamt, Berichtsjahr 2015

Viele Betriebe melden sowohl Schadstoffeinträge als auch die Entsorgung von Abfallmengen, weshalb die Addition der angegebenen Prozentzahlen über 100 % liegt.

Für das Berichtsjahr 2015 haben insgesamt 382 PRTR-Betriebe Freisetzungen in das Wasser gemeldet. Damit sind ausschließlich die Emissionen aus Direkteinleitungen gemeint. Davon sind 222 PRTR-Betriebe (58 %) der Branche „Abfall- und Abwasser“ zuzuordnen. Innerhalb dieser Branche machen die „Kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen mit einer Leistung von 100.000 Einwohnerequivalenten (EW)“ mit 208 gemeldeten PRTR-Betrieben den Hauptanteil berichtspflichtiger PRTR-Betriebe aus (Abbildung 31). Die restlichen 14 PRTR-Betriebe werden anderen PRTR-Tätigkeiten (v.a. aus dem Abfallbereich) zugeordnet.

Die Branchen „Chemische Industrie“, „Papier- und Holzindustrie“ und „Energiesektor“ stehen

mit einer geringen Anzahl von 49 bzw. 31 gemeldeter PRTR-Betrieben an zweiter bzw. dritter Position. Abbildung 32 zeigt die zehn Schadstoffe mit den größten Eintragsmengen in das Wasser und verdeutlicht, welches für 2015 die hauptverursachenden Branchen sind.

Hauptverantwortlich für die hohen Eintragsmengen der Schadstoffe Gesamtorganischer Kohlenstoff (TOC), Zink (Zn), Arsen (As), Nickel (Ni), Gesamtstickstoff, Kupfer (Cu), Gesamtphosphor und Blei (Pb) in Wasser ist mit erheblichem Abstand die Branche „Abfall- und Abwasser“ und hierbei im Wesentlichen die „Kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen mit einer Leistung von größer 100.000 Einwohnerequivalenten (EW)“.

Chloride stammen zum großen Teil aus der „Chemischen Industrie“ und der „Mineralverarbeitenden Industrie“. Chloride werden aber auch



*Unfälle beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen oder JGS-Anlagen können zu Fischsterben führen*

zu einem nicht geringen Teil aus der Branche „Abfall- und Abwasser“ gemeldet, allen voran aus den kommunalen Kläranlagen.

An der Freisetzung von Fluoriden in Wasser sind zu fast gleichen Anteilen die Branchen „Metallindustrie“ und „Abfall- und Abwasser“ beteiligt.

Der Öffentlichkeit steht nach nun acht PRTR-Berichtsjahren eine gut dokumentierte und qualitätsgeprüfte Berichtszeitreihe mit umfassenden Informationen zu aktuellen und bestehenden Umweltproblemen zur Verfügung. Die Daten werden inzwischen von zahlreichen Verbänden (u.a. vom Verband der Chemischen Industrie VCI) oder wissenschaftlichen Einrichtungen für Auswertungen, Diplomarbeiten, Trendanalysen etc. genutzt.

Ausführliche Informationen zu den PRTR-Betrieben und den berichteten Daten stehen unter [www.thru.de](http://www.thru.de) zur Verfügung. Dort können im Bereich „Suche“ gezielt einzelne Betriebe gesucht oder nach Branchen oder Schadstoffen recherchiert werden. Mit der Kartensuche lassen sich Betriebe in einer bestimmten Region einfach finden. Damit stellt das PRTR einen wichtigen Schritt in Richtung

„gläsernes Abwasserrohr“ dar.

Für ausführliche Auswertungen steht ein Download der Datenbank zur Verfügung (<http://www.thru.de/thrude/downloads/>).

Anforderungen an industrielles Abwasser im Rahmen der Industrieemissions-Richtlinie sowie Maßnahmen zur Vermeidung industriellen Abwassers und dessen Rückgewinnung werden in Kapitel 6.4.1, 6.4.2 und 6.4.3 beschrieben.

### **3.3.2 Unfälle beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Anlagen**

Im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen kommt es trotz der an die Anlagen und deren Sicherheitseinrichtung gestellten Anforderungen (siehe Kap. 6.4.4) immer wieder zu Unfällen. Der Austritt von wassergefährdenden Stoffen in die Umwelt (z. B. oberirdische Gewässer, Boden etc.) sind nach entsprechenden Vorgaben unverzüglich der zuständigen Behörde oder der nächsten Polizeidienststelle zu melden. Gleiches gilt, wenn aus sonstigen Gründen eine Verunreinigung der unmittelbaren Umgebung (Gewässer, Boden) durch wassergefährdende Stoffe nicht auszuschließen ist. Die aufgrund

von gemeldeten Ereignissen erarbeiteten Anzeigen werden jährlich vom Statistischen Bundesamt<sup>112</sup> ausgewertet. Die Basis für diese Auswertung bildet das Umweltstatistikgesetz.

Die hier aufgeführten Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2015. Danach wurden 786 Unfälle beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Anlagen von gewerblichen Betrieben und privaten Haushalten gezählt, wovon 92 Unfälle auf Jauche, Gülle, Silage (JGS) Anlagen entfallen. Die gesamte durch diese Unfälle freigesetzte Schadstoffmenge beläuft sich auf 14,9 Millionen m<sup>3</sup>. Davon stammen 9,6 Millionen m<sup>3</sup> (64 %) aus JGS-Anlagen, deren Inhalte zwar keiner Wassergefährdungskategorie zugeordnet sind, aber dennoch als allgemein wassergefährdend betrachtet werden und in entsprechender Menge in der Lage sind, Umweltschäden hervorzurufen. Zu diesen gehört insbesondere Fischsterben in benachbarten Fließgewässern oder Seen (durch Sauerstoffzehrung). Im Vergleich zu 2014 hat der Austritt aus JGS-Anlagen um 41 % zugenommen.

Betrachtet man die Hauptursachen der Unfälle in den JGS-Anlagen so fällt auf, dass 60 % der Fälle auf menschliches Fehlverhalten und nur 22 % auf Materialmängel zurückzuführen sind.

Von der insgesamt durch Unfälle in Anlagen von gewerblichen Betrieben und privaten Haushalten freigesetzten Stoffmenge konnten 38 % (5,8 Millionen m<sup>3</sup>) durch organisatorische und technische Maßnahmen wiedergewonnen werden. Die speziell auf die JGS-Anlagen bezogenen Werte belaufen sich auf 41 % (3,9 Millionen m<sup>3</sup>).

Zu Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen auf Straße, Schiene und Wasserstraße sowie zu deren Transport in Fernleitungen siehe Kapitel 3.5.3. Anlagenbezogener Gewässerschutz wird in Kapitel 6.4.4 thematisiert.

### 3.3.3 Oberirdischer Bergbau

Bergbauaktivitäten können während der aktiven Phase, aber auch noch lange nach Ende des Abbaus zu erheblichen Auswirkungen auf Oberflächengewässer und Grundwasser führen. Bergbau bringt in vielen Fällen drastische Eingriffe in den natürlichen Wasserkreislauf mit sich. Besonders bei Tagebauen sind Absenkungen des Grundwasserspiegels erforderlich, die gravierende Auswirkungen auf angrenzende aquatische und terrestrische Ökosys-

teme haben können. Da Braunkohle in den deutschen Revieren teilweise schon seit mehr als 100 Jahren gewonnen wird, wird es auch nach Einstellung der Arbeiten noch Jahrzehnte dauern, bis sich der natürliche Grundwasserstand wieder eingestellt hat. Grundwasserabsenkungen im Zusammenhang mit dem Braunkohlebergbau sind auch der Grund dafür, dass in Teilen der Flussgebiete Maas, Rhein, Elbe und Oder das Grundwasser in einem schlechten mengenmäßigen Zustand ist.

Der Steinkohlebergbau hat in Teilen des Ruhrgebiets zu großflächigen Bergsenkungen geführt. Würde der Grundwasserspiegel wieder seinen natürlichen Stand erreichen, würden große Flächen unter Wasser stehen. Daher sind kontinuierliche Grundwasserabsenkungen (Sümpfungen) erforderlich, um das Grundwasser ausreichend tief unterhalb der Geländeoberfläche zu halten (Polderung). Außerdem sind zum Beispiel die Umlegung oder Eindeichung von Gewässerläufen, Abflussregulierungen durch Querbauwerke und der Bau und Betrieb von Pumpwerken notwendig.

In der Flussgebietseinheit Weser wird Kalisalz abgebaut. Ein Teil des dabei anfallenden Salzwassers wird bislang in den Untergrund versenkt, ein anderer Teil direkt in die Werra eingeleitet. Untersuchungen haben ergeben, dass natürlich vorhandenes Formationswasser mit Anteilen von versenktem Salzwasser in höhere Grundwasserstockwerke oder an die Oberfläche gelangt. Zum Teil fließt es dann als diffuser Eintrag in die Werra. Zudem besteht die Sorge, dass durch Salzintrusionen Grundwasserleiter verunreinigt werden.

Eine weitere Herausforderung besteht in der Belastung durch Schwermetalle. Zwar wurde der Erzbergbau in der Flussgebietseinheit Weser schon 1930 weitgehend eingestellt und die letzte Mine 1992 geschlossen, dennoch stellt der immer noch bestehende diffuse Schwermetalleintrag eine signifikante Gewässerbelastung dar. Ursache hierfür sind Austräge aus Abraummalden, von belasteten Auenböden und aus metallhaltigen Flusssedimenten.

Nach der Stilllegung von Bergbaugebieten stellt sich oftmals die Frage, was mit den großflächig und stark überformten Landschaften geschehen soll. Die „Folgelandschaften“ des Lausitzer und



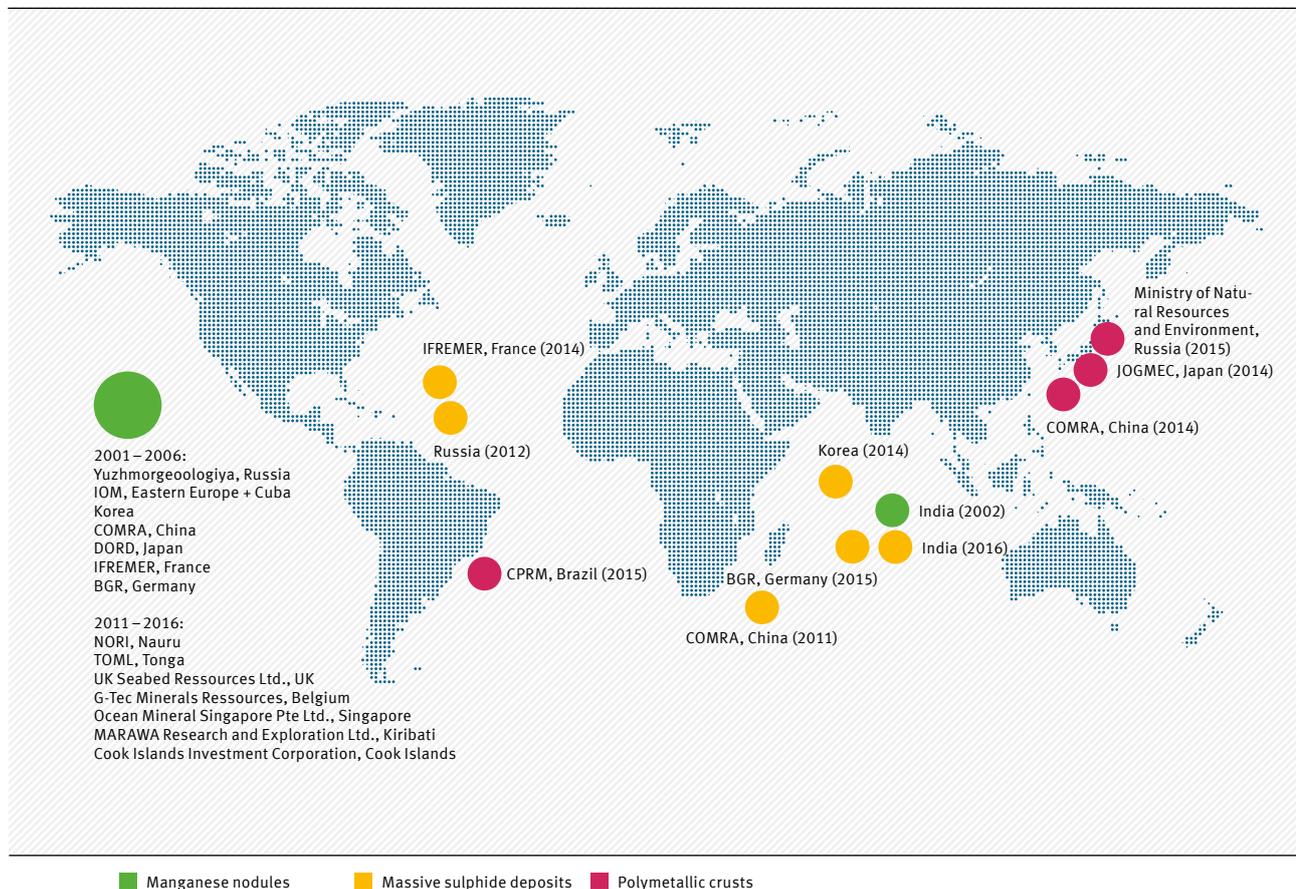
Mitteldeutschen Reviers werden in eine künstliche Seenlandschaft mit 46 Seen und einer Wasserfläche von rund 25.000 ha umgestaltet und als Erholungsgebiet genutzt. Dafür müssen die Tagebaurestlöcher schnell und konstant mit Flusswasser gefüllt werden. Bei einer Füllung mit Grundwasser entstehen meistens saure Seen. Dies muss durch Überwiegen der Füllung aus Oberflächenwasser verhindert werden. Das wiederum zieht große Wassermengen aus den Oberflächengewässern ab. Zudem enthalten die Abraumhalden oft schwefelhaltige Minerale, wie z. B. Pyrit und Markasit, die in Kontakt mit Wasser stark sauer reagieren. Die Folge sind häufig extrem niedrige pH-Werte (2 bis 4) der Seen, die dadurch von jeglicher Nutzung ausgeschlossen sind. Dennoch gelang es, viele Naherholungsgebiete und wertvolle Refugien für seltene Tier- und Pflanzenarten in ehemaligen Tagebauegebieten zu schaffen.

### 3.3.4 Tiefseebodenbergbau

Am Boden der Tiefsee finden sich zahlreiche mineralische Rohstoffe, wie beispielsweise Manganknollen (polymineralische Knollen), kobaltreiche Eisen- und Mangankrusten und polymineralische Massivsulfide. Diese wecken zunehmend Begehrlichkeiten hinsichtlich ihrer Ausbeutung: Manganknollen aufgrund ihres vergleichsweise hohen Gehalts an Kupfer, Nickel und Kobalt; Massivsulfide wegen Buntmetallen wie Kupfer, Zink und Blei aber auch den Edelmetallen Gold und Silber sowie Spurenmetallen wie Indium, Tellur, Germanium, Wismut, Kobalt und Selen. Seit 2001 werden 26 Erkundungsvorhaben im Gebiet der „Hohen See“ durchgeführt – für Manganknollen 16, für Eisen- und Mangankrusten vier und für Massivsulfide sechs. Auch die deutsche Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ist an der Erkundung beteiligt. Explorationslizenzen bestehen seit 2006 für Manganknollen im Pazifi-

Abbildung 33

## Explorationslizenzen, Lizenzanträge sowie Vorerkundungen für marine metallische Rohstoffe in internationalen Gewässern (Stand 2017)



Quelle: UBA, Daten: International Seabed Authority, ISA

schen Ozean und seit 2015 für Massivsulfide im Indischen Ozean (Abbildung 33).

Das UN-Seerechtsübereinkommen (SRÜ) erklärt den Tiefseeboden zum „Gemeinsamen Erbe der Menschheit“. Die 1994 gegründete International Seabed Authority (ISA; dt. Internationale Meeresboden-Behörde) mit Sitz in Kingston (Jamaika) ist für die Vergabe von Explorations- und Abbaulizenzen zuständig und überwacht die Tiefseebergbauvorhaben außerhalb nationaler Jurisdiktion.

Abbauvorhaben am Tiefseeboden können erhebliche Auswirkungen auf die ozeanischen Lebensräume und Lebensgemeinschaften haben:

- ▶ Umweltschäden auf und im Meeresboden durch den Einsatz der Abbaugeräte: Lebensgemeinschaften werden zusammen mit den Knollen komplett aus dem Lebensraum entfernt. Eine Wiederbesiedlung ist nicht möglich, da die Knollen als Substrat fehlen.
- ▶ Ausbildung von Trübungswolken, die sich durch die beim Einsatz der Abbaugeräte direkt aufgewirbelten Sedimente bilden, im bodennahen Bereich verdriften und weiter in Strömungsrichtung sedimentieren. Dabei können den Boden besiedelnde Organismen, zum Beispiel Schwämme, durch plötzliche Sedimentation zugedeckt werden.
- ▶ Entstehung von zusätzlichen Trübungswolken an der Oberfläche oder in einer mittleren Wassertiefe durch Rückleitung des mit den Manganknollen geförderten feinkörnigen Transportwassers (Tailings). Diese Sedimente und darin enthaltene Schadstoffe werden im Ozean verteilt und können sich in Abhängigkeit ihrer Stoffeigenschaften im Nahrungsnetz anreichern. Es kann zur Beeinträchtigung des Phytoplanktons durch die Trübung kommen.
- ▶ Die Gefährdung oder Auslöschung einzelner Arten und Artengemeinschaften ist zu befürchten

Besonders problematisch ist die große Unkenntnis über die betroffenen Ökosysteme. Die konkreten Umweltfolgen lassen sich kaum prognostizieren, etwa ob ganze Arten ausgelöscht werden. Auch die Folgen für das jeweilige Ökosystem sind kaum vorherzusehen. Für mögliche Ansätze zum Umgang mit Tiefseebodenbergbau siehe Kapitel 6.4.6.

## 3.4 Energie

### 3.4.1 Kühlwasser

Kühlwasser ist in vielen Produktionsprozessen und bei der Energiegewinnung erforderlich. Für einen möglichst hohen Wirkungsgrad bei der Energiegewinnung ist es notwendig, die entstehende Wärme durch Kühlwasser dem Prozess zu entziehen. Nach Veröffentlichungen des Statistischen Bundesamtes wurden im Jahr 2013 insgesamt rund 17,6 Mrd. m<sup>3</sup> Frischwasser zur Kühlung von Produktionsprozessen und für die Energieversorgung eingesetzt<sup>13</sup>. 2010 wurden noch rund 25,2 Milliarden Kubikmetern zu Kühlzwecken in nichtöffentlichen Betrieben verwendet. Dies entspricht einem Rückgang um 30,1 % oder 7,6 Milliarden Kubikmeter. Die Energieversorgung benötigt mit 13,1 Mrd. m<sup>3</sup> knapp 75 % und damit den größten Anteil des eingesetzten Kühlwassers.

Das Wasser wird dabei zum überwiegenden Teil aus Flüssen, Seen und Talsperren sowie aus Uferfiltrat und Grundwasser entnommen. Im Anschluss an die Kühlung wird das genutzte Wasser mit erhöhter Temperatur in die Gewässer zurückgeleitet. Ein gewisser Anteil des Kühlwassers verdunstet während der Nutzung (bei der Energieversorgung im Jahr 2013 rund 4 %).

Die Gewässertemperatur hat eine entscheidende Bedeutung für die Lebensbedingungen der naturraumtypischen Gewässerlebewesen. Die meisten Gewässerorganismen besitzen keine eigene Regelung ihrer Körpertemperatur, d. h. alle physiologischen Prozesse hängen von der Umgebungstemperatur ab. Die direkten negativen Auswirkungen erhöhter Gewässertemperaturen reichen von Störungen bei der Nahrungsaufnahme, über Verschiebungen der Laichzeiten bis hin zur Schädigung von Organen und schließlich dem Hitzetod. Steigen die Gewässertemperaturen, nimmt die Löslichkeit von Sauerstoff ab. Bei hoher organischer Vorbelastung des Gewässers kann eine Temperaturerhöhung zu kritischen Sauerstoffkonzentrationen und möglicherweise zu Fischsterben führen. Darüber hinaus kann die Einleitung von Abwärme aus Kraftwerken eine Reihe von indirekten Wirkungen auslösen, wie die Veränderungen des Artenspektrums oder die Förderung von typfremden Arten. Auch die Abwanderung von Arten ist möglich.

Somit ist die Entnahme von Kühlwasser immer mit einer ökologischen Belastung für das Gewäs-



ser verbunden, deren Ausprägung entsprechend der Abflussverhältnisse und Gewässerregion variiert. Ansätze um diese Belastungen zu reduzieren, sind in Kapitel 6.5.1 beschrieben.

Durch Veränderungen der Lufttemperaturen im Zuge des Klimawandels ist ein Ansteigen der Gewässertemperaturen zu erwarten (siehe Kap. 2.2). Dies bedeutet, dass die ökologischen Probleme der Kühlwassernutzung weiter zunehmen werden. In Niedrigwassersituationen kann die Energieversorgung beeinträchtigt werden. Zum einen ist das Wasserdargebot verringert, d. h. es steht nicht ausreichend Wasser zur Verfügung. Zum anderen können die Gewässertemperaturen bereits so hoch sein, dass eine weitere Erwärmung durch die Nutzung als Kühlwasser nicht mehr zulässig ist.

### 3.4.2 Geothermie

Geothermische Energie ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde<sup>114</sup>. Synonyme sind Erdwärme oder auch Geothermie<sup>115</sup>.

Geothermische Energiepotenziale werden zur Strom- und Wärmeengewinnung sowie zur Kühlung genutzt. Gerade bei der Versorgung mit Wärme und Kälte, auf die gegenwärtig in Deutschland etwa die Hälfte des Endenergieverbrauchs entfällt, kann Geothermie zukünftig eine wesentliche Rolle spielen und als erneuerbare Energiequelle durch Substitution fossiler Erzeugungskapazitäten zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen beitragen. Noch ist der Anteil der Geothermie an der Wärmeversorgung in Deutschland mit ca. 6 TWh/a bzw. 0,5 % jedoch gering.<sup>116</sup>

Die Art und der Umfang geothermischer Nutzungen sind abhängig von der jeweiligen Tiefenlage. Unterhalb des durch Sonneneinstrahlung und Niederschläge beeinflussten Bereichs – ca. 10 bis 20 Meter unter der Erdoberfläche beträgt die Temperatur in unseren Breiten im Mittel ca. 10 °C – nimmt die Temperatur mit der Tiefe um durchschnittlich 3 °C pro 100 m zu. In bevorzugten Gebieten Deutschlands beträgt die Zunahme, Temperaturgradient genannt, aber auch 5 °C und mehr. Unterirdische Gesteinsschichten und Aquifere (Grundwasserleiter) lassen sich zudem als thermische Speicher nutzen. Zur Charakterisierung geothermischer Nutzungen und den davon ausgehenden Risiken bietet es sich an, zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie zu unterscheiden.

### Oberflächennahe Geothermie

Als oberflächennahe Geothermie wird die Nutzung geothermischer Energie bis in 400 m Tiefe bezeichnet, wobei in der Praxis 150 m selten unterschritten werden<sup>117</sup>. In der Regel erfolgt der Wärmeentzug indirekt mit sogenannten geschlossenen Systemen, bei denen eine Wärmeträgerflüssigkeit in Kunststoffrohren zirkuliert. Das in Deutschland am weitesten verbreitete System stellen Erdwärmesonden mit vertikalen, gegen den umliegenden Untergrund und das Grundwasser abgedichteten Bohrlöchern dar. Nur in etwa 15 % der Fälle wird die Wärme des mittels Brunnen gewonnenen Grundwassers direkt genutzt. Zur Anhebung der Temperatur auf das benötigte Niveau, z. B. zur Versorgung mit Raumwärme und Warmwasser werden Wärmepumpen eingesetzt. In Deutschland existieren bereits über 330.000 geothermisch betriebene Heiz- (und Kühl-)Anlagen<sup>118</sup>. Auf oberflächennahe Geothermie entfällt derzeit der Großteil der geothermischen Wärmeerzeugung (über 80 %), wobei meist eine geringe, im Gebäudemaßstab ansetzende Anlagenleistung (10 bis 20 kW) vorliegt.

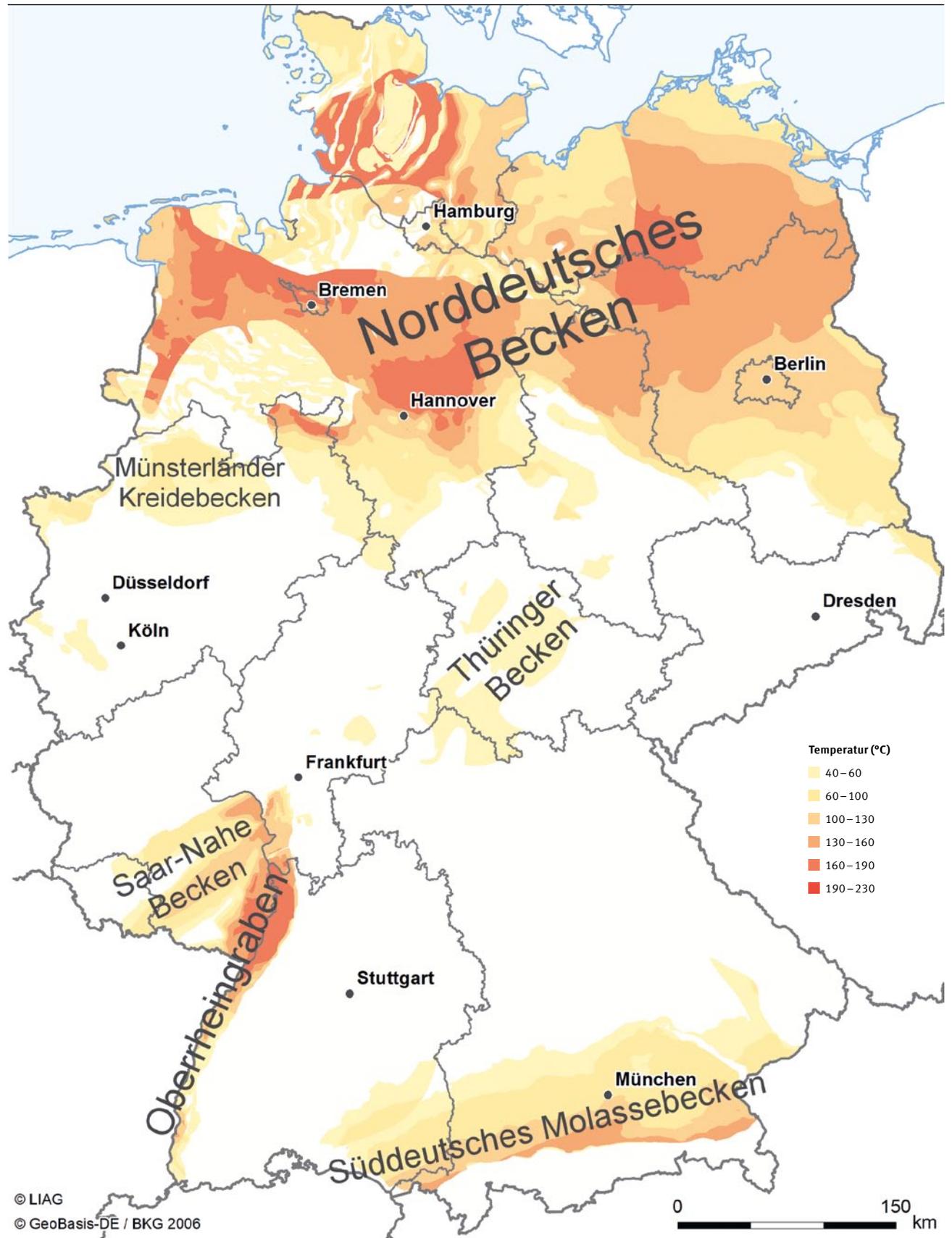
Mit wachsender Zahl an Eingriffen in den Untergrund steigt jedoch das Risiko für das Ökosystem Grundwasser und die Nutzung von Grundwasser zu Trinkwasserzwecken. Die größte Gefahr besteht bei der Bohrung selbst, Schäden ergeben sich oftmals aus mangelnder Kenntnis der Untergrundverhältnisse und nicht angepasster Technik insbesondere im Bereich Bohrtechnik. Bislang aufgetretene Schadensfälle betreffen vornehmlich den oberflächennahen Bereich, einige typische Schäden sind:

- ▶ Hydraulische Kurzschlüsse, d. h. die ungewollte Verbindung voneinander getrennter Grundwasserleiter und dadurch eine mögliche Verschleppung von Schadstoffen,
- ▶ Setzungs- oder Hebungsschäden benachbarter Infrastruktur,
- ▶ Aufstieg von höher mineralisierten Grundwässern.

Risiken ergeben sich auch aus Veränderungen der Temperatur in Boden und Grundwasser, die einen entscheidenden Einfluss auf Stoffwechselforgänge von Organismen im Untergrund und auf chemische und physikalische Vorgänge hat. Mikroorganismen und Kleinstlebewesen sind an bestimmte Temperaturbereiche angepasst. Erhebliche Temperaturveränderungen führen zu Veränderungen der Lebensgemeinschaften und

Abbildung 34

Regionen mit Eignung zur hydrogeothermalen Nutzung und zugehörige Temperaturbereiche

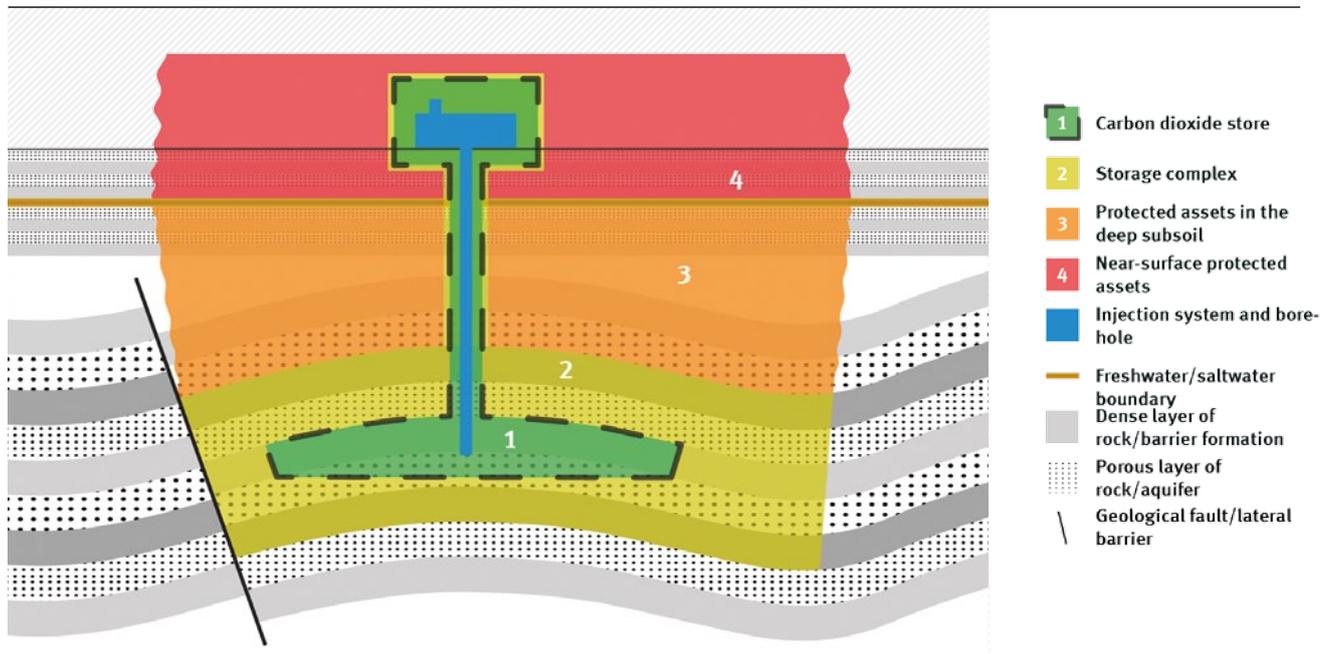


Quelle: Suchi et al. (2014)<sup>121</sup>



Abbildung 35

## Schemazeichnung einer Anlage zur CO<sub>2</sub> Speicherung im Untergrund



Quelle: eigene Darstellung, Umweltbundesamt

damit verbunden zu einer möglichen Verschlechterung der Selbstreinigungsprozesse. Die direkte Gefährdung der Grundwasserqualität durch Sondenleckagen und den Austritt wassergefährdender Stoffe beschreiben Griebler et al. (2015)<sup>119</sup> als nachrangig. Die Dunkelziffer an realen Leckagen ist allerdings nicht bekannt.

### Tiefe Geothermie

In der tiefen Geothermie wird zur Energiegewinnung Wasser als Wärmeträger mittels tiefen Bohrungen zwischen Oberfläche und Untergrund zirkuliert. Bei typischen Bohrlochtliefen von mehr als 1.500 m werden in Deutschland Temperaturen von über 60 °C angetroffen. Die geförderte Energie wird entweder direkt in Form von Wärme oder zur Stromerzeugung genutzt. Entsprechende Heizkraftwerke erreichen eine thermische Leistung von einigen 10er MW, das genügt, um einige Tausend Haushalte zu beheizen. In der tiefen Geothermie werden hydrothermale und petrothermale Systeme unterschieden<sup>120</sup>. Bei hydrothermalen Systemen wird in der Tiefe vorhandenes Grundwasser gefördert, diese Systeme sind auf Vorkommen mit entsprechender Temperatur angewiesen (Abbildung 34). Demgegenüber wird bei petrothermalen Systemen überwiegend die im Gestein gespeicherte Energie genutzt. Mit Ausnahme von tiefen Erdwärmesonden sind pet-

rothermale Systeme in Deutschland noch in der Entwicklung. Zur technischen Nutzbarmachung petrothormaler Lagerstätten, das heißt um eine ausreichende Wasserzirkulation zu erreichen, werden die im Reservoirgestein auch in großer Tiefe noch natürlich vorhandenen Klüfte und Risse mit Stimulationsmaßnahmen (hydraulische Stimulation/Fracking) erweitert oder durch Bildung künstlicher Risse neue Wasserwegsamkeiten geschaffen.

Als mögliche Umweltauswirkungen bei der Erschließung der tiefen Geothermie wird neben induzierter Seismizität eine mögliche Beeinträchtigung oberflächennaher Grundwasserleiter diskutiert. Dies betrifft alle geothermischen Systeme und Bohrungen, vor allem aber petrothermale Erschließungsmethoden mit Einsatz hydraulischer Stimulation. Im Gegensatz zur Gewinnung von Erdöl- und Erdgas, wird bei der hydraulischen Stimulation in der tiefen Geothermie nur Wasser ohne weitere chemische Additive verwendet. Allenfalls die natürlichen Tiefengrundwässer in dem geothermischen Reservoir bergen ein gewisses Risikopotential<sup>122</sup>. So kann bei der Erschließung von Erdwärme je nach Region Tiefenwasser mit hohem Salzgehalt und weiteren trinkwasserhygienisch relevanten Spurenstoffen mitgefördert werden. Allerdings

ist das Risiko vergleichsweise gering, da bei Tiefbohrungen in Deutschland anspruchsvolle Standards bestehen und bei Störfällen in der tiefen Geothermie lediglich reversible lokale Auswirkungen auf das Grundwasser zu besorgen sind<sup>123</sup>. Darüber hinaus kann in der Errichtungsphase belastetes Bohrklein und in geringen Mengen belastetes Tiefenwasser anfallen. Beim Betrieb selbst handelt es sich um einen obertägig geschlossenen Wasserkreislauf, zu entsorgendes Lagerstättenwasser fällt dabei nicht an.

Für Maßnahmen im Bereich der Geothermie siehe Kapitel 6.5.2.

### 3.4.3 Kohlendioxidspeicherung (CCS)

Die dauerhafte Speicherung von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) im Untergrund – kurz CCS vom englischen Carbon Capture and Storage – soll Emissionen von Treibhausgasen in die Atmosphäre verringern. Das zu speichernde CO<sub>2</sub> kann entweder aus Energieversorgungs- oder Industrieanlagen stammen. Potentiell geeignete Speicherstätten sind entleerte Gas- und Ölfelder sowie salzwasserführende Gesteinsschichten (saline Aquifere) im terrestrischen oder marinen Untergrund (Abbildung 35). Die Speicherung in die Wassersäule der Meere ist durch internationale Verträge ausgeschlossen.

Bei der Speicherung von CO<sub>2</sub> ergeben sich verschiedene Umweltrisiken: Prinzipiell sind dabei ähnliche Wirkpfade wie beim im Folgenden beschriebenen Fracking (siehe Kap. 3.4.4 zu berücksichtigen). Aufgrund des Auftriebs des eingespeicherten CO<sub>2</sub> kommt jedoch der diffusen Freisetzung durch Barrieren und Störungen eine größere Bedeutung zu. Im Falle von Leckagen kann es zu schädlichen Wirkungen auf das Grundwasser und den Boden kommen. Diskutiert wird, in welchem Umfang entweichendes CO<sub>2</sub> zu einer Versauerung oberflächennahen Grundwassers führen, Schadstoffe im Untergrund freisetzen sowie salzhaltiges Grundwasser aus tiefen Aquifere verdrängen kann. Unter ungünstigen Bedingungen können diese salzhaltigen Grundwässer bis in oberflächennahe süßwasserführende Schichten und an die Erdoberfläche gelangen. Dort können sie zu Schäden (Versalzungen) im Grundwasser, in Böden und Oberflächengewässern führen. Darüber hinaus konkurriert CCS, das einen sehr hohen unterirdischen Raumbedarf hat, mit anderen Nutzungen des Untergrundes bzw. des Grundwassers. Bei der Verbringung von

CO<sub>2</sub> in den Meeresuntergrund besteht das Risiko des Austritts von CO<sub>2</sub> und Nebenbestandteilen aus den Speicherformationen, wodurch es zu einer Versauerung der lokalen Meeresumwelt und sonstigen Verunreinigungen kommen kann. Zusätzlich können durch CCS toxische Stoffe wie Schwermetalle oder radioaktive Substanzen in der Speicherformation mobilisiert werden. Dies kann die besonders empfindliche Biosphäre des Meeresbodens beeinträchtigen. Festzuhalten ist, dass bei der Speicherung in salinen Aquifere eine Verdrängung von salzhaltigem Grundwasser aus dem Speicher mit den entsprechenden Risiken für das Grundwasser bereits bei bestimmungsgemäßen Betrieb erfolgt und nicht erst beim Auftreten von Leckagen und dem Austritt von CO<sub>2</sub> aus dem Speicher.

Auch für den Menschen direkt birgt CCS ein gewisses Risiko: Durch Verdrängung des Luftsauerstoffs kann CO<sub>2</sub> in Abhängigkeit von der jeweiligen Konzentration beim Menschen Symptome hervorrufen, die von Kopfschmerzen, Müdigkeit, Konzentrationsschwächen über Bewusstlosigkeit bis zum Tod reichen können. Trotz der im Kohlendioxidspeichergesetz (KSpG)<sup>1</sup> für die Speicherzulassung verlangten Langzeitsicherheit bleibt ein Restrisiko für diffuse CO<sub>2</sub>-Austritte z. B. durch geologische Störungen, Altbohrungen oder infolge von Unfällen sowie durch unkontrolliertes Ausströmen (Blowouts). Das Gas kann bodennah in tiefer gelegene Bereiche abfließen oder sich in luftaustauscharmen Zonen (z. B. Senken bei Windstille, Keller, geschlossene Räume) sammeln. Für etwaige CCS-Zulassungsverfahren empfiehlt das UBA, das bestehende Restrisiko für die menschliche Gesundheit zu verringern, indem unterirdische Kohlendioxidspeicher nicht unter Siedlungen geplant und zugelassen werden.

Weitere Maßnahmen sind in Kapitel 6.5.3 beschrieben.

### 3.4.4 Fracking

Hydraulic Fracturing – kurz Fracking – wird zur Gewinnung von Kohlenwasserstoffen sowie zur Erschließung der Tiefengeothermie (siehe Kap. 3.4.2) eingesetzt. Beim Fracking werden durch das Einpressen einer Flüssigkeit (Frac-Fluid) in tiefe Gesteinsschichten Risse erzeugt oder vorhandene Risse und Öffnungen erweitert. Bei der Gewinnung von Erdgas mittels Fracking werden Fluidgemische verwendet, die aus einem Trägermedium (z. B. Wasser), Chemikalien und einem



Abbildung 36

### Übersicht der Potenzialgebiete: Gebiete mit Schieferöl- (grüne Flächen) und Schiefergaspotential (rote Flächen) mit Angabe der jeweiligen Tongesteinsinformation



Quelle: BGR 2016<sup>126</sup>

sogenannten Stützmittel (z. B. Sand) bestehen. Wegen möglicher Auswirkungen auf die Umwelt ist das Verfahren umstritten.

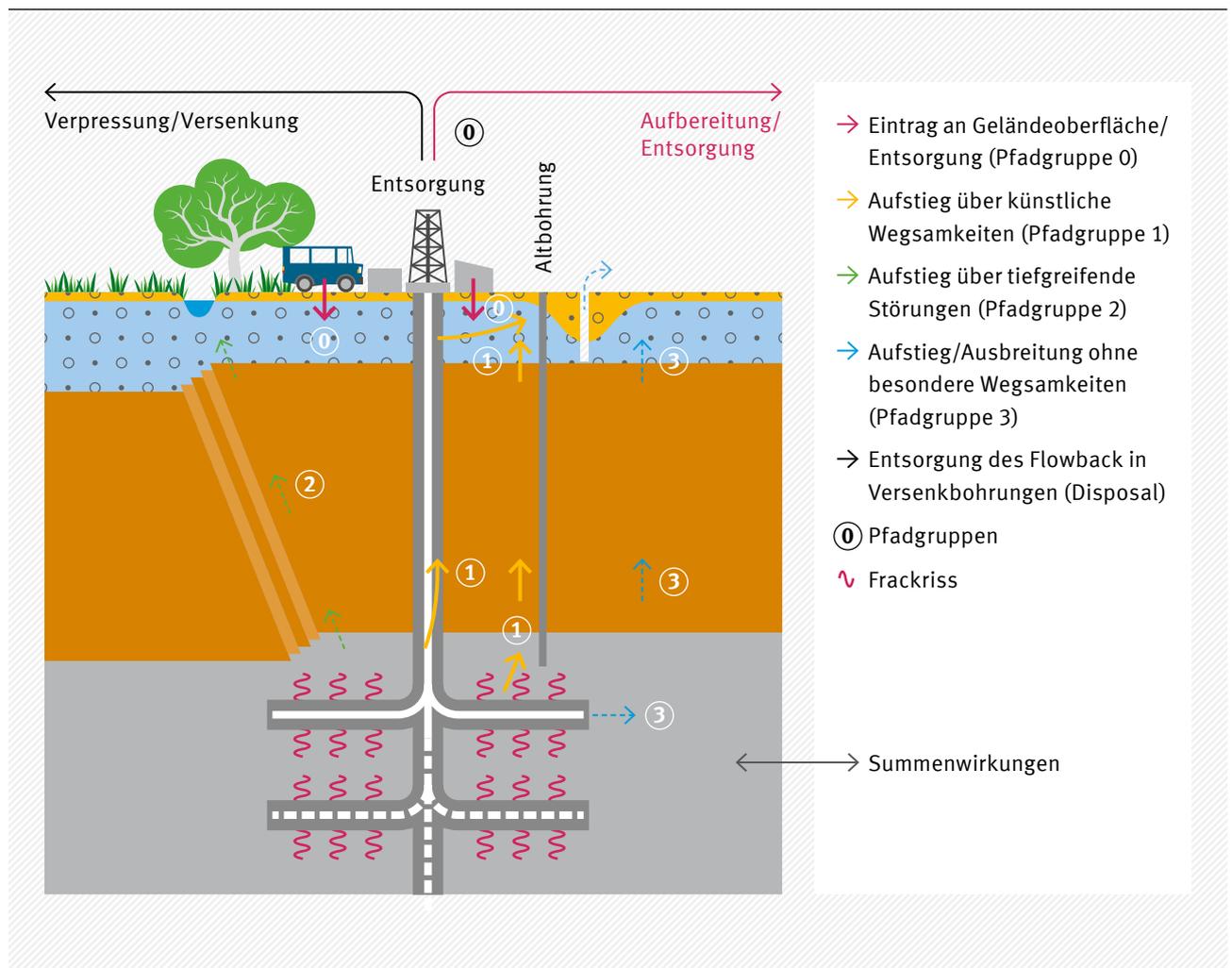
In Deutschland finden sich unkonventionelle Erdgasvorkommen, die mittels Hydraulic Fracturing erschließbar sind, in dichten Tongesteinen (Schiefergas), Kohleflözen (Kohleflözgas) und dichten Sand- und Kalksteinen (Tightgas). Abbildung 36 zeigt die Gebiete mit möglichem Schieferöl- oder Schiefergaspotential in Deutschland. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)<sup>125</sup> geht für Deutschland im Mittel von einem technisch förderbaren Schiefergasvolumen von 940 Milliarden m<sup>3</sup> aus – zum Vergleich: der jährliche Erdgasbedarf Deutsch-

lands liegt bei rund 90 Milliarden m<sup>3</sup>.

Risiken für oberflächennahes Grundwasser bestehen durch einen potentiellen Eintrag von Methan, Frac-Fluiden, Flowback (Frac-Fluid-Rückfluss) und Lagerstättenwasser. Ober- und unterirdische Prozesse, die zu einer Migration von Gasen und Fluiden und damit zu einer möglichen Grundwasserkontamination führen können, sind vielfältig. Zu unterscheiden ist dabei zwischen künstlichen technischen Pfaden (z. B. Bohrungen) und natürlichen geologischen Pfaden (z. B. Störungen und Klüfte). Die potenziellen Wirkungspfade sind im Hinblick auf eine Verunreinigung oberflächennahen Grundwassers sowohl singularär als auch in ihrer summarischen Wirkung zu betrachten. Da viele Fließvorgänge

Abbildung 37

### Schematische Darstellung potenzieller Eintragungspfade unerwünschter Substanzen in oberflächennahe Grundwasserleiter



Quelle: UBA 2017 nach ahu AG 2014<sup>129</sup>



im tiefen Untergrund sehr langsam ablaufen, sind in diesem Zusammenhang die Langzeitwirkungen abzuschätzen. Mögliche Eintragspfade unerwünschter Substanzen in das oberflächennahe Grundwasser sind (siehe Abbildung 37)<sup>127</sup>:

- ▶ Eintrag von der Oberfläche (Pfadgruppe 0): Unbemerkte Leckagen von Leitungen oder Havarien auf dem Bohrplatz können zu Einträgen von Frac-Additiven, Flowback und Lagerstättenwasser und damit zu Verunreinigungen oberflächennahen Grundwassers führen. Die Risiken aus Übertageaktivitäten sind vergleichbar mit denen vieler anderer oberirdischer Industrieprozesse.
- ▶ Eintrag entlang von Bohrungen (Pfadgruppe 1): Der Grund für mögliche Grundwasserverunreinigungen sind Schäden entlang von Aufsuchungs- und Gewinnungsbohrungen, zum Beispiel durch mangelhafte Zementation oder undichte Verrohrung.
- ▶ Eintrag über geologische Wegsamkeiten (Pfadgruppen 2 und 3): Das Risiko einer Grundwasserverunreinigung über Störungszonen und Risse wird in den zu Deutschland vorliegenden Studien als gering eingestuft. Begründet wird dies mit dem Vorhandensein zahlreicher

mächtiger Barrieregesteinsformationen und – im Gegensatz zu den nordamerikanischen Verhältnissen – mit dem großen Abstand der unkonventionellen Erdgaslagerstätten von oberflächennahen Grundwasserleitern.

- ▶ Eintrag von Lagerstättenwasser aus Verpressformationen (Pfadgruppe Disposal): Das Wasser, das nach dem Frac-Vorgang zusammen mit Erdgas an die Oberfläche gelangt, setzt sich im Wesentlichen zusammen aus rückgefördertem Frac-Fluid (Flowback), Lagerstättenwasser und übertägig kondensiertem Wasserdampf<sup>128</sup>.

Erfahrungen aus den USA zeigen, dass neben den Einträgen von Übertage, Leckagen der Bohrungen die häufigste Ursache für Grundwasserverunreinigungen im Zusammenhang mit Fracking sind<sup>130</sup>.

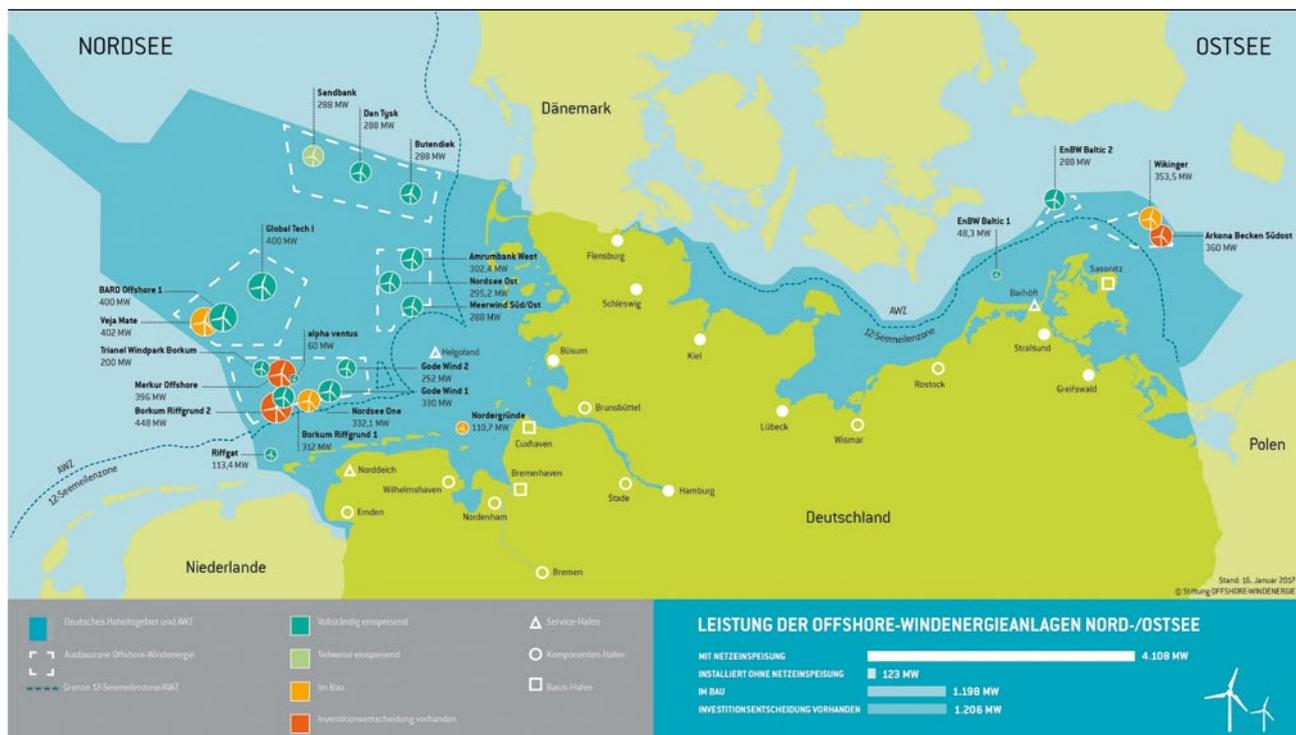
Für Maßnahmen im Bereich Fracking siehe Kapitel 6.5.4.

### 3.4.5 Offshore Windenergie

Ein wesentlicher Stützpfeiler einer nachhaltigen nationalen Energieversorgung ist die Offshore-

Abbildung 43

## Offshore-Windenergieanlagen in der Nord- und Ostsee



Quelle: Stiftung Offshore-Windenergie (2016), <http://www.offshore-stiftung.de/dokumente>

Windenergie. Die konstanten und verlässlich hohen Windgeschwindigkeiten auf dem Meer lassen die Offshore-Windenergie eine bedeutende Rolle bei der Transformation des Energiesystems einnehmen. Im Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017 (EEG) ist als Ziel verankert, die installierte Leistung der Offshore-Windenergie bis 2030 auf 15 GW zu erhöhen<sup>131</sup>. Derzeit (Stand 30.06.2016) sind rund 800 Windenergieanlagen mit einer Leistung von rund 3,5 GW installiert, die in das Netz einspeisen. 90% der Gesamtleistung befindet sich in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der Nordsee. Abbildung 38 gibt einen Überblick über die bereits einspeisenden und im Bau befindlichen Offshore-Windparks in der Nord- und Ostsee.<sup>132</sup>

### Zentrale Umweltauswirkungen

Als Grundlage für die Beurteilung der Umweltwirkungen durch die Offshore-Windenergie dienen breit angelegte Untersuchungsprogramme, wie beispielsweise das Umweltmonitoring im Testfeld Alpha Ventus in der Nordsee. Als besonders relevant gelten folgende Auswirkungen:

- ▶ Kollisionsgefahr mit Vögeln und Barrierewirkung von Anlagen sowie Verlust von Rast- und Nahrungsgebieten bei Vögeln;
- ▶ Schädigung des Gehörs, Verhaltensänderungen sowie weitläufige temporäre Vertreibung mariner Säugetiere wie Schweinswale durch Lärm beim Rammen der Anlagenfundamente;
- ▶ Veränderung von Boden-Lebensgemeinschaften im Nahbereich der Fundamente der Anlagen.

Maßnahmen zum Schutz der Vögel und der Meeressäuger werden in Kapitel 6.5.5 beschrieben.

#### 3.4.6 Erdöl- und Erdgasförderung im Meer

Nachdem in den 1960er und 1970er Jahren in der Nordsee Erdöl und Erdgas entdeckt wurden, entwickelte sich hier eines der größten Investitionsvorhaben der Industriegeschichte. Heute gehört die Nordsee weltweit zu den größten Fördergebieten der Offshore-Industrie.

Während die Erdölförderung hauptsächlich in britischen und norwegischen Gewässern stattfindet, wird Erdgas auch aus den Flachwasserbereichen vor der niederländischen und dänischen Küste gewonnen. Im OSPAR Vertragsgebiet (Nordostatlantik und Nordsee) gibt es derzeit ca. 1750 Installationen aus dem Bereich der Öl- und Gasförderung, von denen über die Hälfte unterseeisch sind. Des Weiteren werden derzeit ca. 70 Bohrplattformen in dieser Region eingesetzt.

Dies kann in Abhängigkeit vom Ölpreis jedoch stark schwanken.

Im Vergleich zu der Situation in der Nordsee gestaltet sich die Anzahl der Erdölplattformen in der Ostsee überschaubar. Dort sind nur drei Erdölplattformen installiert.

In der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) und im Küstenmeer Deutschlands werden ebenfalls Erdöl und Erdgas gefördert, zudem bestehen auf großen Flächen Explorationsrechte. Derzeit gibt es im deutschen Bereich der Nordsee zwei in Betrieb befindliche Offshore-Anlagen: Die Öl-Förderinsel Mittelplate (Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer) und die Gasförderplattform A6-A in der AWZ. Im deutschen Bereich der Ostsee gibt es derzeit keine Offshore Öl- und Gasförderung.

Die Suche, die Förderung und der Transport von Öl aus der Nordsee bleiben nicht ohne Folgen für das Meer. Konflikte bestehen hinsichtlich der Erkundung (Exploration) und Förderung (Produktion) sowie der Trassenführung der Pipelines vor allem mit dem Natur- und Umweltschutz, mit der Fischerei und den zukünftigen Übertragungsnetzen für Strom aus Offshore-Windenergie-Anlagen (OWEA) sowie den Windparks selbst. Ökologisch relevant sind das erhöhte Umweltrisiko durch Unfälle und die Belastungen durch die Erkundung, durch die Installation und den Betrieb der Plattformen sowie der dazugehörigen Rohrleitungen, beispielsweise durch Schadstoffeinträge ins Meer.

Öl aus der Ölförderung kann auf vier Wegen ins Meer gelangen:

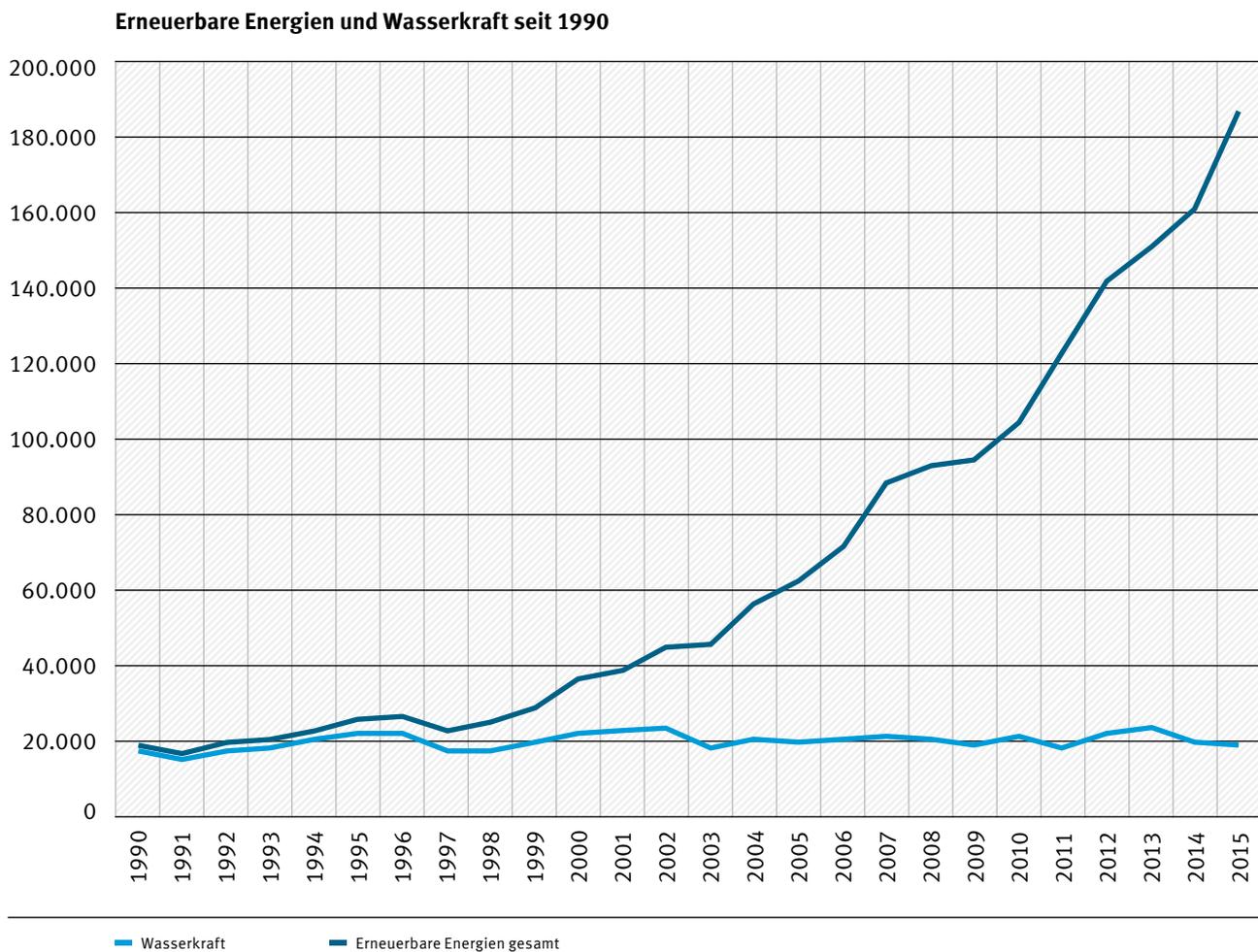
- ▶ durch Unfälle und Leckagen,
- ▶ durch betriebsbedingtes Einleiten von Produktionswasser<sup>133</sup>,
- ▶ durch Bohrklein<sup>134</sup> und schließlich
- ▶ durch das Abfackeln von Öl bei Testbohrungen (Bohrungen, bei denen die Produktivität einer potenziellen Lagerstätte geprüft wird).

Die Erkundung der Rohstoffvorkommen im Untergrund dieser Gebiete erfolgt mit Hilfe seismischer Untersuchungen. Der Einsatz von Airguns (Luftkanonen) und anderen akustischen Messverfahren gefährdet aufgrund der akustischen sowie zeitlichen und räumlichen Charakteristika die Kommunikation von marinen Säugetieren untereinander



Abbildung 38

## Bruttostromerzeugung aus den erneuerbaren Energien und Wasserkraft zwischen 1990 und 2015



und behindert deren akustische Wahrnehmung ihrer marinen Umwelt. Weiterhin können die oben beschriebenen Methoden eine verhaltensbiologische oder physische Beeinträchtigung bis hin zu Schädigung und Tod nach sich ziehen. Meeressäuger nehmen die von Druckluftkanonen produzierten Frequenzen von über 500 Hz selbst in einer Entfernung von mehr als 10 Kilometern wahr.

Zu Maßnahmen im Bereich der Offshore Erdöl- und Erdgasförderung siehe Kapitel 6.5.6.

### 3.4.7 Wasserkraft

Erneuerbare Energie aus Wasserkraft wird aus Laufwasser-, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken<sup>135</sup> gewonnen. Die Wasserkraftnutzung ist sowohl von den natürlichen Gefälleverhältnissen als auch von der Abflusshöhe abhängig. Im europäischen Vergleich weist Deutschland eher ungüns-

tige naturräumliche Voraussetzungen für die Nutzung der Wasserkraft auf. In Deutschland gibt es derzeit rund 7.700 Wasserkraftanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von etwa 5590 Megawatt (MW) (inklusive Pumpspeicherkraftwerke)<sup>136</sup>. 406 dieser Anlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von 3400 MW werden aufgrund ihrer Ausbauleistung von mehr als einem Megawatt als große Wasserkraftanlagen bezeichnet. Diese produzieren gemessen am gesamten Regelarbeitsvermögen der Wasserkraft, das 20,9 Terrawattstunden (TWh) beträgt, über 84 % des elektrischen Stroms aus Wasserkraft und sind damit für den Beitrag der Wasserkraftnutzung im Reigen der erneuerbaren Energien maßgeblich<sup>137</sup>. Im Jahr 2015 wurden laut BMWi 19.000 GWh Strom durch die Wasserkraft bereitgestellt (Abbildung 39). Dies entspricht einem Anteil an der Bruttostromerzeugung in Deutschland von 3,2 %. Abhängig ist dieser Wert

von den hydrologischen Bedingungen und variiert zwischen 3 und 5 %. Über 80 % der Energiemenge wird in den niederschlagsreichen Mittelgebirgsregionen Bayerns und Baden-Württembergs erzeugt. Zur Bruttostromerzeugung aller Erneuerbarer Energien steuerte die Wasserkraft 2015 etwa 10 % bei. Das unter Berücksichtigung technischer, ökologischer, infrastruktureller und anderer Belange nutzbare Potential des Energieträgers Wasser beträgt in Deutschland etwa 26 TWh und ist bereits zu ca. 80 % erschlossen. Ein Zuwachs an Leistung ist in erster Linie durch den Ersatzneubau, die Modernisierung oder die Reaktivierung von Wasserkraftanlagen an bereits bestehenden Stauhaltungen in größeren Gewässern möglich (4 TWh). In kleineren und mittelgroßen Gewässern besteht ein wesentlich geringfügigeres Zubaupotenzial (1 TWh)<sup>138</sup>.

Neben dem Vorteil der weitgehend emissionsfreien Energieerzeugung gegenüber fossilen Energieträgern hat jedoch der mit der Wasserkraftnutzung verbundene Gewässerausbau erhebliche nachteilige Folgen für das Gewässerökosystem. Die wesentliche Beeinträchtigung der Struktur und Funktion der wasserabhängigen Ökosysteme durch die Wasserkraftnutzung besteht in dem Aufstau der Gewässer, in der Unterbrechung der Durchgängigkeit und in der direkten Schädigung und Tötung von Organismen durch den Turbinenbetrieb sowie am Kraftwerksrechen bei der flussabwärts gerichteten Wanderung. In aufeinanderfolgenden Anlagen wirkt diese Schädigung kumulativ und kann zur Gefährdung von Fischpopulationen führen. In den Stauhaltungen für Wasserkraft stellen sich untypisch geringe Fließgeschwindigkeiten ein, die zu Verschlammung, Sauerstoffmangel und Umstellen der typischen Fließgewässer- auf degradierte Seebiozöten führen. Auch die Prädationsraten nehmen zu. Durch Eindeichungen und vereinheitlicht hohe oder unnatürlich schwankende Wasserstände geht der Kontakt zu den Auen verloren und deren Wasserhaushalt wird gestört. Die Sedimentation im Stau führt unterhalb des Wehrs zu Wiederaufnahme von Geschiebe aus der Gewässersohle und in der Folge zu Vertiefung des Flussbettes und zu Grundwasserabsenkung in den Auen. Auf Grund dieser vielfältigen Auswirkungen stellt der Gesetzgeber im Wasserhaushaltsgesetz und in den Fischereigesetzen der Bundesländer hohe Anforderungen an den Bau und Betrieb dieser Anlagen (siehe Kap. 6.5.7).

### 3.4.8 Bioenergienutzung

Biomasse wird in Deutschland zur Energiebereitstellung in allen Sektoren eingesetzt. Während 1995 Bioenergie gut 1 % der deutschen Energie bereitstellte, waren es 2015 knapp 9 % (8,5 % des Bruttostromverbrauchs, 11,6 % des Endenergieverbrauchs der Wärme, 4,6 % des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor<sup>140</sup>).

Zur Stromproduktion dienen vor allem Biogas, das durch die Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen, Gülle und anderen organischen Rest- und Abfallstoffen produziert wird, sowie feste Brennstoffe, größtenteils Holz. Von 1995 bis 2015 stieg die Bruttostromerzeugung aus Biogas von 18 GWh auf 31.550 GWh an. Dieses schnelle Wachstum wurde durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz ausgelöst, das von 2004 bis 2012 den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in Biogasanlagen besonders förderte. Das am häufigsten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen eingesetzte Substrat ist Mais, da dieser besonders hohe Energieerträge pro Hektar aufweist. Von 1995 bis 2015 nahm die Maisanbaufläche in Deutschland um gut 70 % auf 2,6 Mio. ha der 11,8 Mio. ha Ackerfläche zu.

In Deutschland werden derzeit auf über 17 % der Ackerfläche Energiepflanzen angebaut. Besonders für die beiden dominierenden Kulturen Raps (als Rohstoff für Biotreibstoffe) und Mais (als Substrat für die Biogaserzeugung) ist eine erhebliche Flächenausdehnung zu beobachten. In geringen Anteilen werden mehrjährige Energiepflanzen wie durchwachsende Silphie zur Biogasproduktion, Pappeln und Weiden in Kurzumtriebsplantagen oder Miscanthus zur Nutzung als Festbrennstoff angebaut.

Biokraftstoffe machen zwar nur einen relativ kleinen Anteil des gesamten Kraftstoffverbrauchs aus, doch aufgrund der geringen Kraftstoffträge pro Hektar stieg auch die Anbaufläche von Raps, dem Hauptrohstoff für die Biodieselproduktion, in Deutschland an. Während 1995 auf 8 % der deutschen Ackerfläche Raps angebaut wurde, waren es 2015 11 % (jedoch mit großen regionalen Unterschieden).

Die steigende Nachfrage nach Biomasse für die energetische Nutzung hat Auswirkungen auf Böden und Gewässer – sowohl über die Flächennutzung als auch über die Energiebereitstellung selbst. Der steigende Anteil an Mais und Raps hat



negative Folgen für Grund- und Oberflächenwasser, da diese intensiv bewirtschafteten Kulturen u. a. eine erhöhte Erosionsgefahr (Mais) und starke Stickstoffverluste (Raps) mit sich bringen. Der steigende Bedarf an Biomasse hat auch abseits der Mais- und Rapsäcker Konsequenzen für die Gewässer, da die Produktivität der Flächen weiter erhöht werden muss oder humusbildende Reststoffe von den Flächen abgefahren werden. Die Verdrängung der landwirtschaftlichen Produktion und die damit verbundene, indirekte Landnutzungsänderung können zudem zur Wassergefährdung in anderen Regionen führen.

Neben der Produktion kann auch die Nutzung der Biomasse Gewässer beeinträchtigen. Bei der Biogasproduktion können z. B. bei unsachgemäßer Lagerung der Silage über Silage-Sickersäfte Ammoniak, sauerstoffzehrende Stoffe und Phosphor in Oberflächengewässer eingetragen werden. Auch aus der Lagerung der Gärreste kann Stickstoff in die Umgebung und Gewässer gelangen. Zwar werden bei der Düngung mit Gärresten die Nährstoffe auf den Acker zurückgeführt, jedoch kann dies, wie die Düngung mit Wirtschaftsdüngern (siehe Kap. 3.2.2), zu Nährstoffeinträgen in Grund- und Oberflächengewässer führen, wenn die Düngung nicht dem Pflanzenbedarf angepasst ist.

Maßnahmen zum nachhaltigen Umgang mit Bioenergie sind in Kapitel 6.5.8 dargestellt.

## 3.5 Transport

### 3.5.1 Binnenschifffahrt

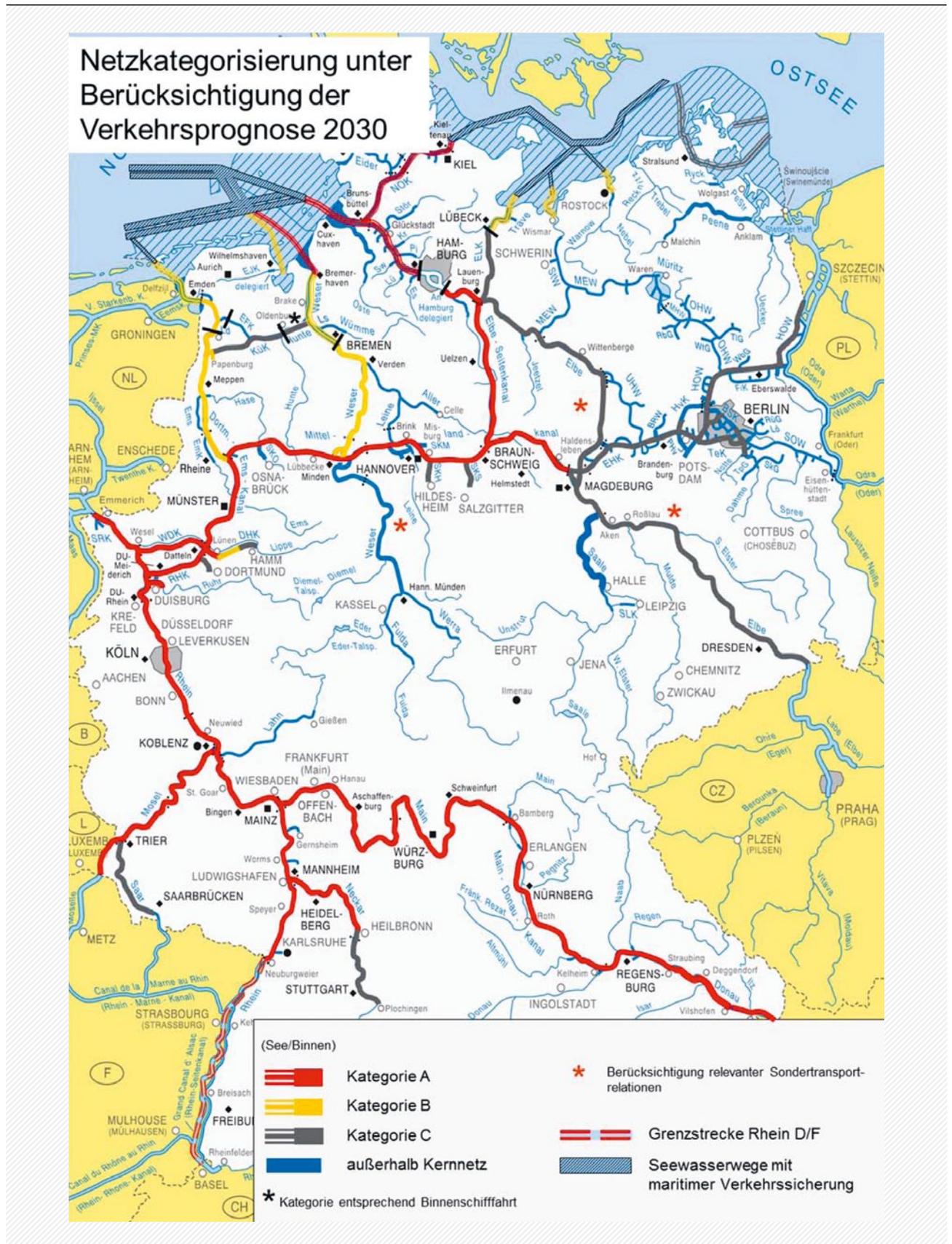
Im europäischen Vergleich verfügt Deutschland mit 7.300 Kilometern Länge über das umfangreichste und am intensivsten ausgebaute Binnenwasserstraßennetz mit dem höchsten Verkehrsaufkommen. Die Bundeswasserstraßen verbinden die großen Seehäfen mit Wirtschaftszentren im In- und Ausland und bedeutende Industriezentren untereinander. Auf ihnen wurden im Jahr 2015 rund 221 Millionen Tonnen Güter von Schiffen transportiert<sup>141</sup>. Das sind allerdings nur 5,5 % (2014) aller Gütermengen in Deutschland. Die durchschnittliche Transportentfernung einer Tonne Schiffsladung liegt bei 259 km<sup>142</sup>. Das Kernnetz der Wasserstraßen, das in verschiedene Kategorien unterteilt wird (Abbildung 40), hat die größte schifffahrtliche Bedeutung. Auf diesen

Bereich konzentrieren sich die Investitionen für den Ausbau und den Erhalt der Infrastruktur. Die Nebenwasserstraßen weisen demgegenüber nur noch einen geringen (unter 600.000 t/a) oder gar keinen Güterverkehr auf. Der Schwerpunkt der deutschen und auch mitteleuropäischen Binnenschifffahrt liegt im Rheinkorridor. In diesem Gebiet werden rund 88 % der Verkehrsleistung der Binnengüterschifffahrt erbracht. Andere Binnenschifffahrtsstraßen, wie Oder, Ems, Donau, Elbe und Weser erreichen diesen Ausbaustandard nicht und bieten weniger günstige natürliche Bedingungen als der Rhein. Alle Wasserstraßen werden zudem für den Wassertourismus, den Wassersport, für die Fischerei und die Angelei und zu Erholungszwecken genutzt.

Die Bundeswasserstraßen sind die großen Flüsse Deutschlands und tragen wichtige ökologische Funktionen für das Gewässernetz. Sie sind in Verbindung mit ihren Auen Lebensraum für zahlreiche Arten und bilden sogenannte hotspots der Biodiversität. Zudem sind sie Wanderrouten für viele Fischarten wie beispielsweise Aal, Lachs und Meerforelle. Große Teile der Bundeswasserstraßen liegen in Schutzgebieten nach nationalem und europäischem Naturschutzrecht. Auf Grund der erheblichen Nutzungsintensität der Bundeswasserstraßen z. B. zu Zwecken der Schifffahrt, der Wasserkraftnutzung, der Urbanisierung und aus Hochwasserschutzgründen können sie diese Funktionen in der Regel nicht mehr erfüllen. Um die genannten Nutzungen zu ermöglichen, sind die ursprünglichen Fluss- und Auenlandschaften tiefgreifend verändert worden. Die Flüsse wurden begradigt und mittels Buhnen und Längsbauwerken, die aus massiven Steinschüttungen bestehen, in einen festgelegten Lauf gezwungen. Die daraus folgende Tiefenerosion und Hochwasserschutzmaßnahmen haben die Auen von den Flüssen entkoppelt und größtenteils von dem Überflutungsgeschehen des Flusses abgeschnitten. Diese Flächen werden heute landwirtschaftlich genutzt. Nur 6 % der Bundeswasserstraßen weisen eine Struktur- oder Lebensraumausstattung auf, die als „unverändert bis mäßig verändert“ und daher noch als naturnah bezeichnet werden kann. Der überwiegende Teil ist unabhängig von der Wasserstraßenkategorie (Abbildung 40) als naturfern zu charakterisieren. Im Vergleich aller Fließgewässer Deutschlands stellt sich der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial der Bundeswasserstraßen daher wesentlich schlechter dar. Von den natürlichen Streckenabschnitten

Abbildung 39

Netzkategorisierung unter Berücksichtigung der Verkehrsprognose 2030

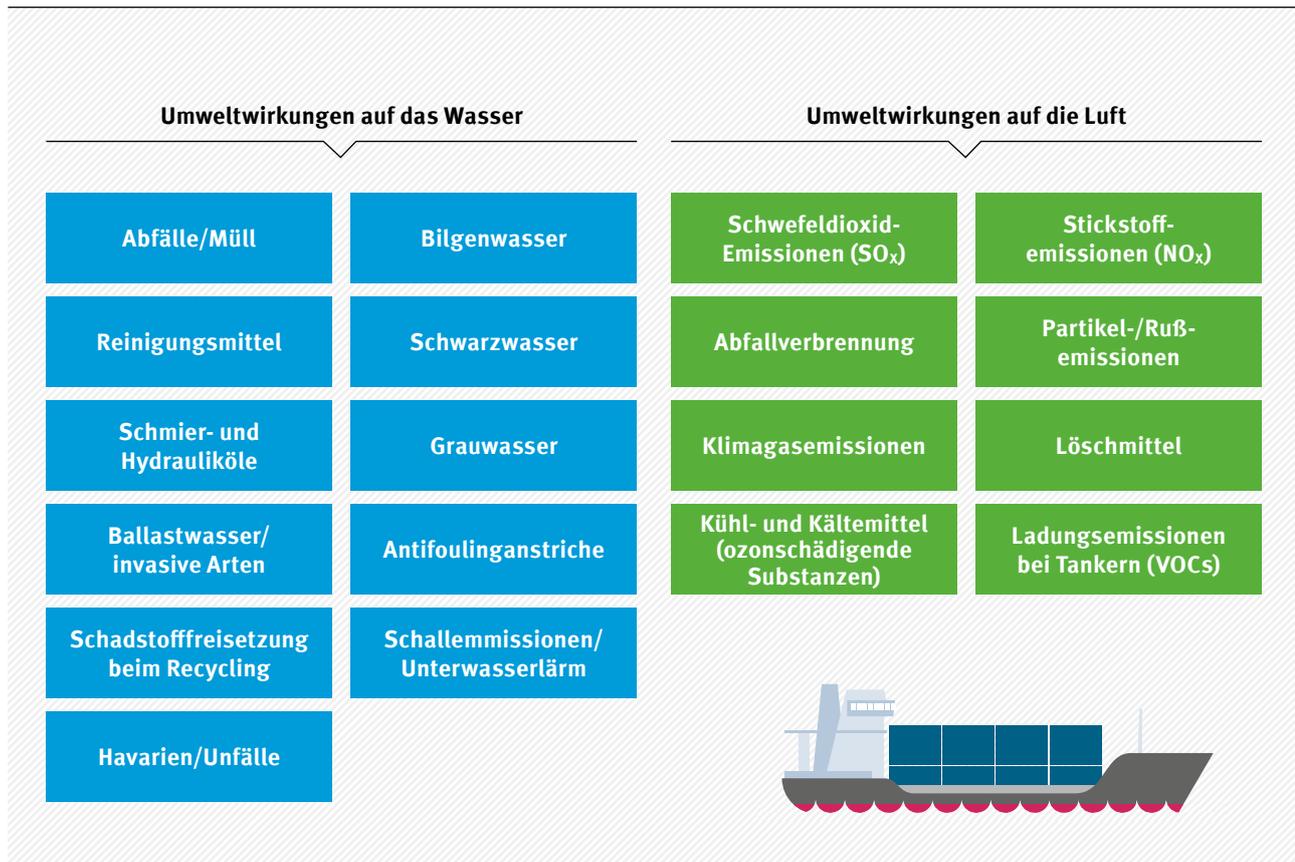


Quelle: BMVI, 2016<sup>44</sup>



Abbildung 40

## Umweltwirkungen eines Seeschiffes



VOC: flüchtige organische Verbindungen, Bilgenwasser: im untersten Raum des Schiffs (Bilge) sammelt sich das in den Schiffsrumpf eingedrungene Wasser

Quelle: Umweltbundesamt

(ca. 1400 km) sind nur 40 km ökologisch intakt. Der überwiegende Teil (71 %) dieser Abschnitte ist in einem „unbefriedigenden“ bis „schlechten“ ökologischen Zustand. Auf Grund der erheblichen Nutzungsintensität der Bundeswasserstraßen sind sie in der Regel (68 %) als „erheblich verändert“ ausgewiesen. In diesen Gewässern sollte laut Wasserrahmenrichtlinie ein gutes ökologisches Potenzial erreicht werden. Gegenwärtig ist das ökologische Potenzial der Bundeswasserstraßen nur „mäßig“ bis „schlecht“, wobei die Klasse „unbefriedigend“ mit 51 % deutlich überwiegt. Der Bedarf an Renaturierungsmaßnahmen im gesamten Bundeswasserstraßennetz ist daher hoch und verlangt ein koordiniertes Vorgehen der Wasserwirtschaftsbehörden der Länder in Abstimmung mit Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur<sup>143</sup>.

Maßnahmen in der Binnenschifffahrt sind in Kapitel 6.6.1 beschrieben.

### 3.5.2 Seeschifffahrt

Weltweit ist der Seeverkehr in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen. 90 % des EU-Außenhandels und über 40 % des EU-Binnenhandels erfolgen auf dem Seeweg. Bis 2020 wird eine jährliche Zunahme von 2 bis 3 % erwartet. Weltweit betrachtet liegt bei etwa einem Drittel der Schiffsbewegungen der Ziel- oder Abfahrts-hafen in der EU. Dadurch gehören die Nord- und Ostsee zu den am häufigsten und dichtesten befahrenen Meeren der Welt. Über 30.000 Schiffe durchqueren pro Jahr den Nord-Ostsee-Kanal; etwa 2.000 Schiffe befinden sich zu jedem Zeitpunkt in der Ostsee. An der deutschen Küste konzentriert sich der Schiffsverkehr in der Nordsee auf die südliche Deutsche Bucht und in der Ostsee auf die Kadetrinne. Deutschland besitzt mit den Nordseehäfen Hamburg, Wilhelmshaven und Bremen/Bremerhaven drei der bedeutendsten europäischen Häfen. In der Ostsee zählen Lübeck, Kiel und Rostock zu den wichtigen Fährhäfen und sind mehr und mehr Anlaufpunkt für

Kreuzfahrtschiffe. Auch die Durchgangsverkehre zu den russischen Ölhäfen machen einen maßgeblichen Anteil der Schiffsbewegungen in der Ostsee aus<sup>145</sup>.

Die Seeschifffahrt belastet die Meeresumwelt erheblich. Umweltgefährliche Chemikalien im Schiffsanstrich, das Einschleppen von standortfremden Organismen mit dem Ballastwasser, das Einbringen von Abwasser und Abfällen ins Meer, Unterwasserlärm durch Schiffsmaschinen sowie Luftschadstoffe aus Abgasen oder Ölverunreinigungen beeinträchtigen den Zustand der Meeresumwelt.

Von den Umweltverschmutzungen sind besonders die Küstengewässer, die Küsten selbst sowie die Hafenstädte betroffen, da die Schiffe die meiste Zeit küstennah fahren. Etwa 70 % der Schiffsfahrtenbewegungen erfolgen innerhalb der 200 Seemeilenzone, 36 % innerhalb einer 25-Meilen-Zone.

Der internationale Seeschiffsverkehr auf den Weltmeeren ist schon heute für über 2 % der klimaschädlichen globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. 2012 waren dies ca. 940 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>. Das sind mehr als die gesamten Emissionen Deutschlands im Jahr 2012 in Höhe von 926 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>.

Die oben dargestellten Auswirkungen der Schifffahrt auf die Meeresumwelt werden auch durch einzelne Deskriptoren der EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) reflektiert. Deskriptor 10 in Anhang I der MSRL beschäftigt sich mit dem Eintrag von Abfällen in die Meere (siehe auch Kap. 3.8.1), Deskriptor 11 adressiert die Einleitung von Energie inklusive Unterwasserschall, Deskriptor 8 befasst sich mit Schadstoffen, Deskriptor 5 mit Eutrophierung und Deskriptor 2 mit nicht-einheimische Arten (siehe Kap. 4.3.1).

### Ölverschmutzungen

In der Seeschifffahrt werden überwiegend Schweröle (Heavy fuel oil – HFO) als Kraftstoffe eingesetzt. Diese werden aus den Rückständen der Raffinerien gewonnen. Schweröl muss an Bord aufbereitet werden, damit es überhaupt verwendet werden kann. Dabei fallen Reststoffe (Sludge) an, die im Hafen entsorgt werden müssen, teilweise aber immer noch illegal ins Meer gelangen. In der Ostsee ging in den letzten Jahren die illegale Ölverschmutzung zurück,

obwohl die Zahl der Schiffsbewegungen, aber auch die Anzahl der Überwachungsflüge gestiegen ist – somit ein positiver Trend.

Ölunfälle bedeuten ökologische Katastrophen mit langanhaltenden Folgen. Auch Nutzungen wie Fischerei, Tourismus und Küstenschutz sind davon betroffen. Im Nordostatlantik ereignete sich die letzte größere Havarie 2002, als der Tanker PRESTIGE vor der Nordwestküste Spaniens sank. Die Ostsee ist von vergleichbaren Unfällen glücklicherweise bislang verschont.

### Schiffsmüll

Müll im Meer ist ein ernstes Umweltproblem (siehe Kap. 3.8.1). Die Schifffahrt trägt einen nicht unerheblichen Anteil bei, auch wenn eine eindeutige Zuordnung der Herkunft der Abfälle meist schwierig ist.

### Schiffsabwässer

Schiffsabwässer enthalten Nähr- und Schadstoffe, die in der Meeresumwelt, insbesondere in sensiblen Gebieten oder Bereichen mit wenig Wasseraustausch zu Eutrophierung und Zunahme der Schadstoffbelastung führen. Das Wasser an Bord wird unterteilt in Schwarz-, Grau- und Bilgenwasser. Schwarzwasser stammt aus dem Toilettenbereich, den Abläufen aus dem Sanitätsbereich oder aus Räumen, in denen Tiere befördert werden. Zum Grauwasser zählt Abwasser aus Küchen, Bädern und Duschen sowie der Schiffsreinigung. Große Abwassermengen entstehen v. a. auf Passagierschiffen, d. h. Fähren und Kreuzfahrtschiffen. Auf einem Kreuzfahrtschiff fallen pro Passagier und Tag ca. 32 Liter Schwarz- und ca. 250 Liter Grauwasser an; bei einer Schiffsgröße von 3.000 Passagieren (inklusive Besatzung) ergeben sich in einer Woche 627 m<sup>3</sup> Schwarz- und 5.250 m<sup>3</sup> Grauwasser. Das entspricht 4.478 bzw. 37.500 Badewannen von 140 Litern Fassungsvermögen.

Auch wenn internationale und regionale Einleitungsverbote bestehen (siehe Kap. 6.6.2), gelangen immer noch große Mengen an belastetem Abwasser ins Meer.

Im Maschinenraum fällt durch den Betrieb zudem Bilgenwasser an. Dieses ölhaltige Wasser darf – unter Einhaltung eines Grenzwertes (15 ppm) – eingeleitet werden.



Die Seeschifffahrt belastet die Meeresumwelt erheblich.

### Einschleppen nicht einheimischer Arten durch Schiffe

Durch den zunehmenden Schiffsverkehr werden weltweit Organismen unabsichtlich transportiert. Ein Vehikel ist das Ballastwasser, das Schiffe zur Stabilisierung ihrer Lage im Wasser benötigen. Hierzu wird Meer- oder Hafenwasser in spezielle Tanks – bei großen Schiffen mit bis zu 100.000 Tonnen Volumen – gepumpt, um unterschiedliche Ladungsmengen auszugleichen. Bei Aufnahme neuer Fracht im nächsten Hafen wird es ganz oder in Teilen abgelassen. So werden weltweit jährlich etwa 10 Mrd. Tonnen Ballastwasser transportiert – und mit ihm verschiedenste Organismen.

Allein in der Nordsee sind mehr als 200 nicht-einheimische Arten nachgewiesen worden, die meist auf der Schiffshaut oder durch Ballastwasser eingeschleppt wurden. Finden die eingeschleppten Organismen passende Lebensbedingungen vor, können sie negative Auswirkungen haben, also einheimische Arten verdrängen und unter Umständen bestehende Ökosysteme verändern. Zu den bekanntesten invasiven Arten in Nord- und Ostsee zählen die Riffbildende Pazifische Felsenauster, die Meerwalnuss (eine Rippenqualle) und die bis in die Flusssysteme vordringende Wollhandkrabbe.

Das Anheften von Organismen auf der Schiffshaut („Fouling“) ist – neben der Gefahr des Einschleppens fremder Arten – auch schlecht für den Wasserwiderstand des Schiffes. Dieser erhöht sich und führt zu verlangsamerter Fahrt oder zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch.

Um den Bewuchs mit Organismen, wie Seepocken oder Muscheln zu verhindern, werden „Antifouling“-Anstriche oder -Beschichtungen verwendet. Am gebräuchlichsten sind biozidhaltige Beschichtungen, aus denen die Wirkstoffe permanent ins Wasser freigesetzt werden. Heutzutage basiert die Wirkung von Antifouling-Beschichtungen meist auf Kupferverbindungen und/oder organischen Bioziden (siehe auch UBA-Themenseite ‚Biozide‘<sup>146</sup>), die auch Organismen in der Meeresumwelt schädigen können.

### Luftschadstoffemissionen

Der Ausstoß an Luftschadstoffen ist bei Seeschiffen deutlich höher als im Landverkehr, da die verwendeten Kraftstoffe an Bord einen höheren Schadstoffgehalt aufweisen. Das überwiegend verwendete Schweröl enthält hohe Schwefelmengen (erlaubt sind bis zu 3,5 %, dies entspricht dem 3.500fachen des im europäischen Straßenverkehr zulässigen Schwefelgehalts). Weiterhin sind höhere Mengen polyzyklisch aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) und Schwermetalle enthalten, die durch die Abgase ebenfalls in die Umwelt gelangen. Beim Verbrennungsprozess entstehen zudem Stickoxide (NOx) und Feinstaub (Particular Matter: PM), die Umwelt und Gesundheit schädigen. Studien zeigen, dass ohne weitere Maßnahmen, die Schwefel- und Stickoxidemissionen aus der Seeschifffahrt 2020 die gesamten landseitigen Emissionen übersteigen werden.

### Lärmquelle Schifffahrt

Unterwasserlärm kann ein Stressfaktor für Meeresbewohner sein. Insbesondere der Schiffsverkehr

hat den Hintergrundscharallpegel in den Meeren kontinuierlich steigen lassen. Die Weltmeere sind heute von hoch frequentierten Schiffsrouen durchzogen, in denen etwa doppelt so viele Schiffe wie noch in den 1960er Jahren fahren. Dadurch hat sich der chronische Hintergrundleärm pro Dekade durchschnittlich verdoppelt.

In wissenschaftlichen Studien konnte nachgewiesen werden, dass Larven von Seehasen, einer gehäuselosen Schneckenart, unter Einfluss von Schiffslärm eine erhöhte Sterblichkeit aufweisen können. Schiffslärm kann junge Riffbarsche derart stressen, dass sie doppelt so häufig Opfer von Raubfischen werden wie in einer vergleichsweise ruhigen Situation. Bei Schweinswalen hat man beobachtet, dass sie die Passage von Schiffen unter Wasser abwarten, was sie täglich für lange Phasen an lebensnotwendigen Aktivitäten hindern könnte. Akustischer Störschall kann darüber hinaus Umgebungssignale maskieren. Werden Schallsignale aus der Umgebung überdeckt, verkleinert sich sozusagen das „Sehfeld“ von marinen Säugetieren, die ihre Umgebung in erster Linie akustisch wahrnehmen. Das kann die biologische Fitness verschlechtern.

Für Maßnahmen in der Seeschifffahrt siehe Kapitel 6.6.2.

### 3.5.3 Transport wassergefährdender Stoffe

Güter werden in großen Mengen durch Deutschland transportiert: Im Jahr 2014 wurden im Güterverkehr rund 3 Milliarden Tonnen mit Straßenfahrzeugen transportiert; auf den Eisenbahnverkehr entfielen im gleichen Zeitraum rund 365 Millionen Tonnen und auf die Binnenschifffahrt 229 Millionen Tonnen. Der innerdeutsche Verkehr machte im Straßenverkehr rund 96 % des Aufkommens aus, im Eisenbahnverkehr rund 65 % und in der Binnenschifffahrt rund 24 %<sup>147</sup>.

Einige Güter weisen wassergefährdende Eigenschaften auf, können also einer der drei im deutschen Wasserrecht verankerten Wassergefährdungsklassen (siehe auch Kap. 6.4.4) zugeordnet werden. Gefahrgüter können gleichzeitig wassergefährdende Stoffe sein, jedoch ist nicht jeder wassergefährdende Stoff Gefahrgut (z. B. Betriebsstoffe aus Fahrzeugtanks, die in der Statistik zu Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen allerdings miterfasst werden).

2014 wurden rund 140 Millionen Tonnen gefährlicher Güter im Straßenverkehr, rund 66 Millionen Tonnen im Eisenbahnverkehr und 47 Millionen Tonnen mit Binnenschiffen transportiert. Im Straßenverkehr wurde 2014 folglich sowohl die größte Menge aller Güter als auch die größte Menge aller gefährlichen Güter transportiert. Mit 18 % und rund 21 % war der Anteil gefährlicher Güter am Gesamtaufkommen in Eisenbahnverkehr und Binnenschifffahrt im Vergleich zu rund 5 % im Straßenverkehr allerdings deutlich höher.

Die Erhebung des Statistischen Bundesamts<sup>148</sup> für das Jahr 2014 ergab 1.709 Unfälle beim Transport wassergefährdender Stoffe auf Straße, Schiene und Wasserstraße, wobei insgesamt rund 730.000 l dieser Schadstoffe freigesetzt wurden (einschließlich Wassergefährdungsklasse „unbekannt“). Von dieser Gesamtmenge waren 113.000 l ebenfalls Gefahrgut, davon rund 85.000 l „entzündbare flüssige Stoffe“ der Klasse 3. Etwa 300.000 l der Gesamtmenge (rund 42 %) konnten nicht wiedergewonnen werden. Rund 94 % aller Unfälle ereigneten sich mit Straßenfahrzeugen (1.614 Unfälle). Hierbei allein wurden rund 600.000 l Schadstoffe freigesetzt, von denen rund 200.000 l (32 %) nicht wiedergewonnen wurden. Zu den hierbei berücksichtigten Schadstoffen zählen auch Betriebsstoffe aus Fahrzeugtanks. Rund 27 % der hier betrachteten Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen beim Transport erfolgten in besonders schutzwürdigen Gebieten

Tabelle 6

## Unfälle beim Transport von wassergefährdenden Stoffen in 2014

Beförderungsmittel	Anzahl Unfälle	Anteil an Gesamtunfallzahl	Freigesetzte Menge [m <sup>3</sup> ]	Wiedergewonnene Menge [m <sup>3</sup> ]	Wiedergewinnungsquote [m <sup>3</sup> ]
Straßenfahrzeug	1.614	94,4 %	606,4	412,1	68,0 %
Eisenbahnwagen	32	1,9 %	72,1	4,0	5,6 %
Binnenschiff	63	3,7 %	52,9	10,9	20,6 %

Quelle: Statistisches Bundesamt 2015, Fachserie 19 Reihe 2.3 (9B.1)



wie Wasserschutzgebieten und Überschwemmungsgebieten. Bei etwa der Hälfte der Unfälle im Rahmen der Beförderung wassergefährdender Stoffe war menschliches Fehlverhalten die Hauptursache. Rund 22 % ließen sich auf Materialmängel an Fahrzeugen, Sicherheitseinrichtungen und Armaturen oder an Behältern und Verpackungen zurückführen. Bei den restlichen Unfällen wurde keine Angabe zur Unfallursache gemacht oder die Unfallursache beruhte weder auf einem Materialfehler noch auf menschlichem Fehlverhalten. Unfälle bei der Beförderung mit den genannten Verkehrsträgern machten 2014 rund zwei Drittel aller erfassten Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen aus, waren aber nur für ein Sechzehntel der freigesetzten Gesamtmenge ursächlich. Der Anteil an freigesetzten Stoffen der Wassergefährdungsklasse 2, zu denen auch Heizöl für Privathaushalte und Diesel zählen, war beim Unfallrahmen „Transport“ mit rund 32 % im Vergleich zu 9 % beim Unfallrahmen „Umgang“ allerdings besonders hoch.

### Beförderung wassergefährdender Stoffe in Fernleitungen

In Deutschland besteht ein Fernleitungsnetz zum Befördern wassergefährdender Stoffe, insbesondere Rohöl und Mineralölprodukte, mit einer Gesamtlänge von rund 3.000 km. Darüber hinaus gibt es für Mineralölprodukte ein weitverzweigtes Fernleitungsnetz zur militärischen Nutzung. Fernleitungen sind zwar im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern hinsichtlich Schadstoffemission, Lärm und Energieeinsatz relativ umweltfreundlich, können aber im Schadensfall zu erheblichen Gefährdungen von Boden und Gewässer führen.

Laut Statischem Bundesamt (2015) ereigneten sich 2014 neun Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen in Rohrfernleitungen, bei denen 230,9 m<sup>3</sup> freigesetzt wurden. Davon konnten 150,6 m<sup>3</sup> wiedergewonnen werden. Für weitere Informationen zum sicheren Transport von wassergefährdenden Stoffen siehe Kapitel 6.6.3.

## 3.6 Fischerei und Aquakultur

### 3.6.1 Fischerei im Meer und ihre Auswirkungen

Über Jahrzehnte war die europäische Seefischerei von kurzfristigem Ertragsdenken bestimmt.

Im Rahmen einer Gemeinsamen europäischen Fischereipolitik (GFP)<sup>149</sup> mit europäisch abgestimmten Fangquoten entwickelte sich diese Nutzung der Meere zu einem der gravierendsten Belastungsfaktoren für die Meere und Ozeane. Die Methoden der Fischerei sind dabei ein ganz entscheidender Faktor. Vornehmlich Fischereigeräte verursachen strukturelle Schäden an Lebensräumen am Meeresboden, wie zum Beispiel der OSPAR-Zustandsbericht im Jahr 2010 für die Nordsee darstellte<sup>150</sup>.

In Europa und weltweit gelten heute mehr als ein Drittel der regulierten Fischbestände als überfischt<sup>151</sup>. Das bedeutet, dass so viele Fische einer Art in einer Region aus dem Meer genommen werden, dass sich die übrigen nicht ausreichend vermehren können, um die ursprüngliche Anzahl der Fische wiederherzustellen. Einzelne Fischarten, wie der Europäische Aal oder der Südliche Blauflossenthun, sind akut vom Aussterben bedroht und werden trotzdem gefischt. Aale und Flundern zählen zu den nicht quotierten Arten und unterliegen somit keinen Fangbeschränkungen der GFP. Vor allem Raubfische fehlen inzwischen im marinen Nahrungsnetz, da diese besonders interessant für den Absatzmarkt von Meeresfisch als Lebensmittel waren und weiterhin sind. Die EU gilt weltweit als größter Importeur von Fisch und Fischereiprodukten. Im Jahr 2014 wurden laut der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) die Importe mit 28 Milliarden US Dollar beziffert, was 20 % der weltweiten Importe entsprach<sup>152</sup>.

Bedenklich ist auch, dass jahrzehntelang etwa 40 % des weltweiten Fischfangs als „Rückwürfe“ ungenutzt wieder über Bord gegeben wurden. Gründe für das Überbordgeben waren meist die zu geringe Größe der Fische oder auch die bereits ausgefischte Quote einer bestimmten Fischart. Obwohl sowohl die Größenvorgaben als auch die Fischfang-Quoten eigentlich regulierende Maßnahmen zur Verhinderung der Überfischung bestimmter Arten sind, führten sie in der Vergangenheit dazu, dass mehrere Millionen Tonnen Fisch jährlich ungenutzt zurückgeworfen wurden. Entscheidend für die Menge der sinnlos als Beifang getöteten Fische ist dabei die Art und Weise, wie gefischt wird.

Auch Seevögel, Meeresschildkröten und Säugetiere verenden als ungewollter Beifang in Fischernetzen oder Langleinen. Entsprechend

der Angaben der Internationalen Walfangkommission werden etwa 650.000 Robben und Wale pro Jahr durch Fischereigeräte so stark verletzt, dass sie daran sterben. Die Nutzung von Treibnetzen ist inzwischen weitgehend verboten. Fischereinetze, die nicht wieder aufgenommen wurden, bilden jedoch als treibende „Geisternetze“ oftmals über viele Jahre tödliche Fallen für Meerestiere.

Frankreich, Italien, Spanien und das Vereinigte Königreich betreiben in der EU die größten Fischereifloten<sup>153</sup>. Die deutsche Fischereiflotte zählt zu den zehn kleinsten Flotten in der Europäischen Union. Sie bestand laut dem Portal des Bundes und der Länder zu Fischerei in Deutschland<sup>154</sup> zum 31. Dezember 2014 aus etwa 1.500 Fahrzeugen mit einer Tonnage von insgesamt 59.970 BRZ (Bruttoreaumzahl) und einer Gesamtmotorleistung von 138.770 kW; dies entspricht etwa 4 bzw. 2 % der EU-Fischereiflotte. Sieben Fahrzeuge der deutschen Flotte sind der Großen Hochseefischerei zugeordnet. Des Weiteren sind 47 Muschel- und Spezialfahrzeuge aktiv. Den Kern der deutschen Flotte bildet jedoch die Kutter- und Küstenfischerei mit 300 Fahrzeugen, wobei der größte Anteil auf die Baumkurren-Kutter entfällt. Diese Baumkurren sind mit Kufen versehene, spezielle beutelartige Grundschleppnetze für den Fang von Nordseegarnelen und Plattfischen und werden dafür im Wattenmeer direkt am Meeresboden eingesetzt. Die Kleine Küstenfischerei mit passivem Fanggerät, wie Stellnetzen und Reusen, wird fast ausschließlich an der Ostseeküste betrieben und hat einen Anteil von etwa 1.100 Fahrzeugen.

Die Größe und Leistung der Fischereifloten hat zudem einen indirekten Effekt auf die Meeresumwelt. Heutzutage erfolgt die Ortung von Fischschwärmen mit Hilfe eines Echolots, das mit Ultraschallwellen arbeitet. Die meisten Echolote arbeiten mit einer Frequenz von 50 kHz bis 200 kHz. Die Schallwellen breiten sich im Wasser mit einer Geschwindigkeit von 1500 m/s aus. Trifft eine ausgesandte Schallwelle zum Beispiel auf den Meeresboden oder auf Fischschwärme, wird ein Teil der Welle zum Sender zurückgesandt. Die Verlärmung der Meere durch Fischerei-Echolote und deren direkte Auswirkungen auf die Meeresumwelt ist bisher kaum erfasst und untersucht.

Zu nachhaltiger Fischerei im Meer siehe Kapitel 6.7.1.

### 3.6.2 Aquakultur im Meer

Die Aquakultur, also die kontrollierte Aufzucht von Fischen, Muscheln, Krebsen und anderen Meereslebewesen, ist mit Steigerungsraten von durchschnittlich 9 % pro Jahr seit 1970 der am schnellsten wachsende Zweig in der weltweiten Ernährungswirtschaft. 2014 wurden fast 74 Mio. Tonnen Fisch und Meeresfrüchte in Süßwasser- und Meereszuchten<sup>155</sup> erzeugt. 2014 war der Beitrag der Aquakultur zur menschlichen Ernährung erstmals höher als der der Fischerei.

Die intensive Zucht von Fischen und Krustentieren ist allerdings vielerorts mit erheblichen Umweltproblemen behaftet. Nur die Einhaltung von Standards gewährleistet nachhaltige Aquakultur.

In Deutschland wird Marikultur fast ausschließlich als Muschelkultur betrieben. Problematisch sind vor allem die umfangreiche Entnahme von Saatmuscheln aus Wildbänken und die Einschleppung fremder Zuchtorganismen aus anderen Regionen. So hat beispielsweise die Zucht der pazifischen Auster *Crassostrea gigas* in niederländischen Gebieten und an der Küste Sylts dazu geführt, dass sich die Art im Wattenmeer angesiedelt hat und mit den heimischen Miesmuscheln um den Lebensraum konkurriert.

Maßnahmen im Bereich der Aquakultur werden in Kapitel 6.7.2 dargelegt.

## 3.7 Freizeitnutzung und Tourismus

Die Möglichkeiten der Freizeitgestaltung in und an Gewässern sind vielfältig, so z. B. Schwimmen, Segeln, Sportangeln, Rudern, Paddeln oder Kitesurfen. Die Freizeitnutzung am und im Gewässer braucht eine gesunde Umwelt, ist jedoch auch direkter und indirekter Auslöser von Gewässerbelastungen.

- ▶ Antifouling-Schutzanstriche an Booten (siehe auch Kap. 3.5.1), die zur Reinigung und zum Schutz vor Algenbewuchs angewandt werden, gefährden durch den Eintrag ihrer bioziden Wirkstoffe die natürliche Flora und Fauna von Gewässern<sup>156</sup>.
- ▶ Bootsmotoren tragen durch Abgase und Gemischschmierungen zu Gewässerbelastungen bei.
- ▶ Das intensive Befahren und Begehen von



Uferandbereichen sowie der von Motorbooten und anderen motorbetriebenen Sportgeräten ausgehende Wellenschlag und Lärm führen zu einer Beeinträchtigung der Ufervegetation und zu einer Störung der dort lebenden und brütenden Tiere.

- ▶ Die infrastrukturelle Erschließung von Uferbereichen für Badestellen inkl. Parkplätzen und den Bootsverkehr, Einrichtung von Marinas sowie die Ein- und Aussatzstellen für Kanus stören die sensible Ufervegetation und die dort befindlichen Lebensräume.
- ▶ Baden kann mikrobiologische Belastungen und erhöhte Nährstoffeinträge zur Folge haben.

### Spezielle Herausforderung durch Wassernutzung im Urlaub

Die Wassernutzung im Urlaub kann, vor allem in ariden und semi-ariden Urlaubsregionen, negative Auswirkungen für die lokalen Wasserressourcen mit sich bringen.

Je nach Reiseziel und Beherbergungsart gibt es erhebliche Unterschiede im Wasserbedarf von Reisenden. So benötigen kleine Pensionen oder Campingplätze meist weniger Wasser je Gast als große Hotelanlagen. Eine Untersuchung<sup>157</sup> von 2015 zeigt eine Bandbreite zwischen 84 und 2.424 Liter für den täglichen Wasserbedarf pro Reisendem allein in der Unterkunft. Zusätzlich entsteht ein hoher Wasserbedarf für die Bewässerung von Hotelanlagen und Golfplätzen.

Im Ausland herrschende Wasserknappheit aufgrund der klimatischen Gegebenheiten ebenso wie Wasserknappheit bedingt durch fehlende Infrastruktur kann Nutzungskonflikte insbesondere mit der lokalen Bevölkerung und der Landwirtschaft hervorrufen.

Vielfach muss Trinkwasser im ariden Ausland aufwändig und kostenintensiv mit Tankschiffen oder Tankwagen herangefahren oder aus Meerwasser gewonnen werden. In einigen Reiseregionen ist der Tourismus von einer starken Saisonalität geprägt (insbesondere Küsten- und Bergregionen). Für einen kurzen Zeitraum während der Hochsaison von zwei bis drei Monaten werden teilweise mehr als zehn Gäste auf einen Einwohner gezählt – dies stellt die Wasserversorgung und -entsorgung vor eine große Herausforderung. Leitungsnetze und Kläranlagen müssen auf diese sehr unterschiedlichen Anforderungen ausgelegt werden.

In Bezug auf den Winterurlaub führen die Anlage von Skipisten und die häufig damit einhergehende Planierung zu wasserwirtschaftlichen Problemen. Die flächenhafte Störung des Oberbodens verändert das Abflussverhalten und begünstigt Erosion.

Besondere Belastungen entstehen durch den Kreuzfahrttourismus (siehe Kap. 3.5.2). Ansätze zu Nachhaltigkeit in der Freizeitnutzung und im Tourismus sowie Maßnahmen für sicheres Baden finden sich in Kapitel 6.8.

## 3.8 Einträge von Kunststoffen in die Umwelt

### 3.8.1 Kunststoffe im Meer

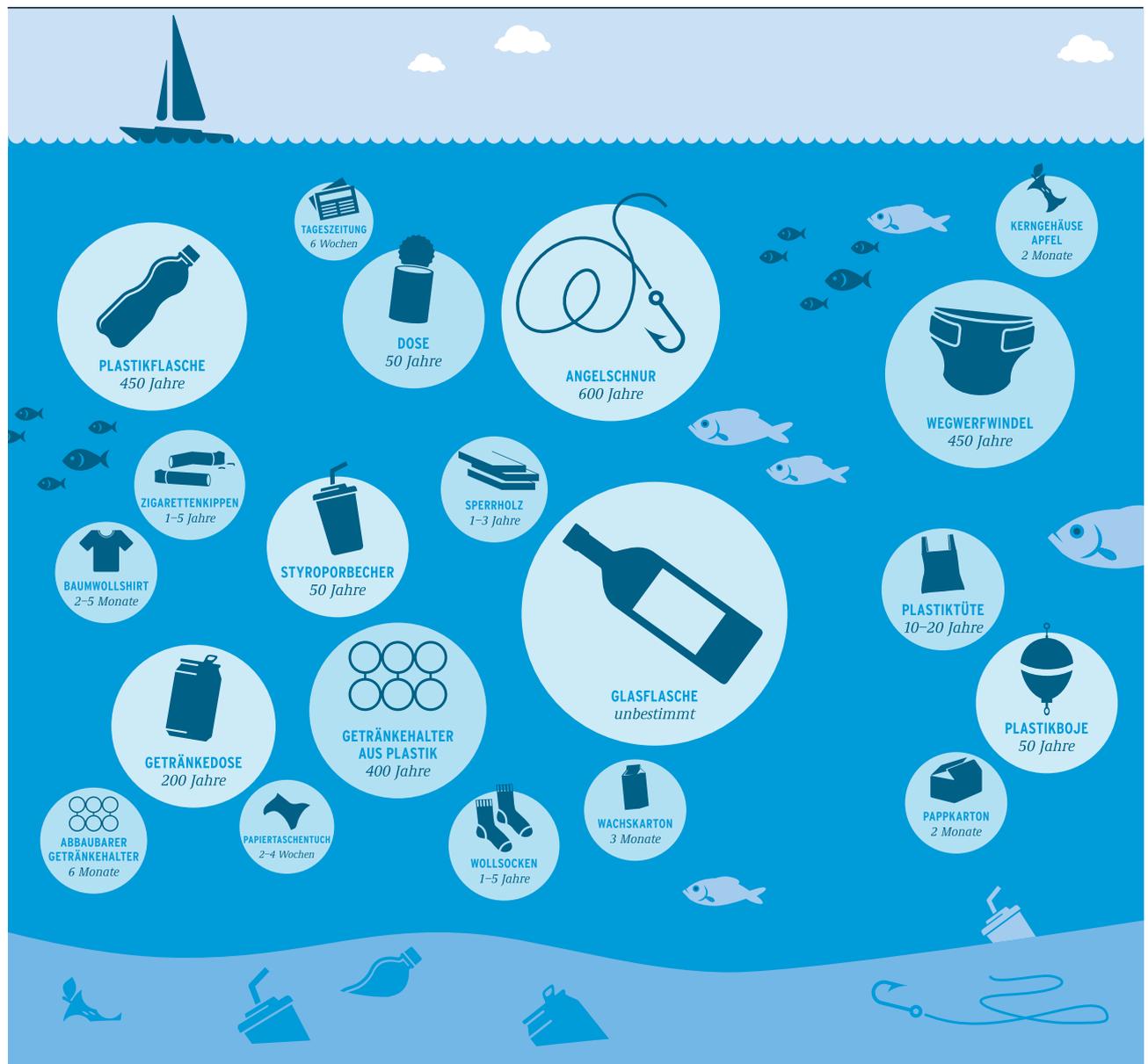
Heutzutage sind Abfälle in allen Meeres- und Küstenhabitaten zu finden. Selbst in entlegenen und teilweise unbewohnten Regionen pazifischer Archipele finden sich Überreste unserer Konsumgesellschaft.

Als Abfälle im Meer werden alle langlebigen, gefertigten oder verarbeiteten beständigen Materialien bezeichnet, die durch Wegwerfen oder als herrenloses Gut in die Meeresumwelt gelangen<sup>157</sup>. Dort stellen sie eine potenzielle Bedrohung für Tiere und Habitate dar und mindern den Erholungswert unserer Küsten.

Die Herkunft der verschiedenen Abfälle in den Meeren ist so vielfältig wie die Produkte selbst. Meeresmüll entsteht zum einen durch seeseitige Quellen wie die Schifffahrt (siehe Kap. 3.5.2) oder die Fischerei (siehe Kap. 3.6.1), und zum anderen durch landseitige Einträge durch unzureichendes Abfallmanagement oder das Verhalten Einzelner, wie zum Beispiel durch Littering (das achtlose Wegwerfen von Abfällen im öffentlichen Raum). Dabei ist es nicht entscheidend, ob die Einträge dicht am Meer liegen, denn der im Landesinneren angefallene Abfall kann über Flüsse, Einleitungen und Winde in die Meere gelangen. Obwohl einige grundlegende Daten über die Herkunft von Meeresmüll vorhanden sind, steht eine umfassende Bestandsaufnahme über Quellen und Eintragswege noch aus. Global betrachtet stammen 80 % der Müleinträge aus landseitigen Quellen, dieses Verhältnis variiert jedoch je nach Meeresregion. Im Nordost-Atlan-

Abbildung 41

## Dauer des Abbaus von Meeresmüll



Quelle: UBA-Schwerpunkte 2013

Die meisten meeresbasierten Tätigkeiten wie die Schifffahrt, Fischerei und Offshore-Aktivitäten sind für 80 % des Mülleintrages verantwortlich. In der Ostsee dominieren landseitige Eintragsquellen wie Freizeit- und Tourismusaktivitäten. Die Ostsee wird auch durch Einträge aus der Fischerei, zum Beispiel durch Geisternetze, also verlorene oder absichtlich entsorgte Netze, belastet. In beide Meere gelangen Abfälle aus Industrie- oder Kläranlagen aufgrund unzureichender Reinigungsleistung sowie unbehandelte Niederschlagseinleitungen nach Starkregenereignissen.

Der im Meer zu findende Abfall besteht hauptsächlich aus Kunststoff. Es wird davon ausgegangen, dass 10 % der jährlichen Plastikproduktion von 315 Millionen Tonnen als Meeresmüll in der Meeresumwelt endet.<sup>159</sup> Eine Auswertung von Müll auf dem Meeresboden in der südlichen Nordsee ergab, dass pro Quadratkilometer elf Kilogramm Abfälle abgelagert sind. Mit durchschnittlich 75 % dominiert Kunststoff auch die Müllfunde an Europas Stränden. Neben großformatigen Abfällen, wie Plastikflaschen oder -tüten, wird weltweit eine Zunahme von Mikroplastik



in den Meereswirbeln, den Sedimenten und an den Stränden beobachtet. Als Mikroplastik werden Kunststoffteile kleiner als fünf Millimeter bezeichnet. Dabei handelt es sich zum einen um sekundäre Fragmente, die durch das Zermahlen und die Zersetzung von Makroplastikteilen wie Verpackungsmaterial oder Textilien entstehen. Zum anderen handelt es sich um primäres Mikroplastik, welches direkt in mikroskopischer Größe hergestellt und z. B. als Granulate in Kosmetika, Hygiene- und Reinigungsprodukten oder Basispellets zur weiteren Produktion eingesetzt wird. Der Abbau von Kunststoffen benötigt Jahrhunderte, wobei Mikroorganismen nicht in der Lage sind, Kunststoffe vollständig zu zersetzen.

Von ungefähr 800 Arten ist bekannt, dass sie negativ von diesem Müll betroffen sind. Mehr als die Hälfte dieser Arten nimmt Kunststoffabfälle auf oder verfängt sich in ihnen. Auch Mikropartikel können dabei – je nach Größe des Lebewesens – genauso wie größere Kunststoffteile zu Verletzungen des Verdauungstraktes führen, die Verdauung behindern sowie die Nahrungsaufnahme blockieren. Kunststoffpartikel können zudem als Transportmittel fungieren, an dem sich Schadstoffe, invasive Arten und Krankheitserreger anlagern.

Insbesondere die ausführlich dokumentierten Folgen durch Verheddern in und Verschlucken von Abfällen können sich negativ auf die körperliche Verfassung betroffener Tiere auswirken und zum Tod führen. Vom Verheddern mit Meeresabfällen waren laut einer Untersuchung 2015 alle Meeresschildkrötenarten sowie 67 % der Seehund-, 31 % der Wal- und 25 % der Seevogelarten betroffen.<sup>160</sup>

Meeresmüll stellt auch ein ästhetisches und sozioökonomisches Problem dar. Strände und Tauchreviere werden durch Abfälle verschandelt. Gefahr für die menschliche Gesundheit und Sicherheit besteht, wenn sich Taucher oder Schiffsschrauben in Resten von Fischernetzen, Tauen oder Ähnlichem verfangen. Die Auswirkungen auf verschiedene Wirtschaftssektoren und den öffentlichen Raum verursachen direkte Kosten für die Industrie, lokale Behörden und Regierungen in Relation zu Ökosystemleistungen einer intakten Meeresumwelt. Beispielhaft ist die kostspielige Entsorgung von Strandabfällen an vielgenutzten Stränden. So entstehen Küstengemeinden jährliche Kosten für die Strand säuberung und Entsorgung zwischen 3.083 Euro und 65.000 Euro pro Kilometer.<sup>161</sup>

Gegenwärtig existieren keine hinreichenden Bewertungssysteme für die ökologischen Wirkungen von Abfällen im Meer. Deskriptor 10 der EU-Meeresstrategierahmenrichtlinie besagt, dass der gute Umweltzustand erreicht ist, wenn Arten und Mengen von Abfällen und deren Zersetzungsprodukte keine schädlichen Auswirkungen auf die Meereslebewesen und Lebensräume haben (siehe Kap. 5.4). Im Rahmen des OSPAR-Übereinkommens werden kleine Plastikmüllteile an der Meeresoberfläche durch das OSPAR-Ecological Quality Objective (ökologisches Qualitätsziel) „Plastikmüll in den Mägen von Eissturmvögeln“ quantifiziert. Ein Guter Umweltzustand für deutsche Nordseegebiete wäre demnach erreicht, wenn weniger als 10 % der als Indikatoren genutzten Nördlichen Eissturmvögel weniger als 0,1 Gramm Plastikpartikel in ihren Mägen aufweisen. Studien zeigen jedoch, dass in fast allen der untersuchten Mägen Plastikmüll auftrat.<sup>162</sup>

Zu Maßnahmen gegen den Eintrag von Kunststoffen in die Meere siehe Kapitel 6.9.

### 3.8.2 Kunststoffe in Binnengewässern

Vor fünf Jahren haben Schweizer und deutsche Wissenschaftler mikroskopisch kleine Plastikpartikeln in Flüssen und Seen nachgewiesen. Solche Ergebnisse kannte man bislang nur aus den Meeren. Dort ist Plastikmüll schon länger als Problem identifiziert. Dagegen stehen wir bei der Erkundung der Plastikpartikel in Binnengewässern vielerorts noch am Anfang. Mittlerweile stellen Bürgerinnen und Bürger Fragen zu den möglichen Umweltrisiken. Auch in den Medien ist das Thema angekommen. Um Antworten zu finden, fördern Bund und Länder Forschungsprojekte. Dabei steht im Vordergrund, die Messungen auf solide Füße zu stellen und dadurch besser zu verstehen, wieviel Plastik in unseren Gewässern vorkommt, was die Quellen sind und wie wir die Einträge vermeiden können.

Bund und Länder haben 2016 einen ersten Sachstand zu Plastik in Binnengewässern ermittelt. Dazu haben das Umweltbundesamt (UBA) und das Landesamt für Umwelt in Bayern einen Workshop organisiert. Dabei kam heraus, dass bislang nur Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und in geringem Umfang auch Hessen) Mikro- und größere Plastikpartikel in Binnengewässern untersuchen. Den meisten Bundesländern stehen

demnach gegenwärtig keine Daten zu Kunststofffrachten in den Gewässern zur Verfügung. Es fehlen auch Daten zu dem Eintrag von Kunststoffen aus Binnengewässern in die Meere. So ist es nicht verwunderlich, dass Fachleute das Gefährdungspotenzial bislang nicht adäquat beurteilen können. Neben Umweltdaten fehlen dazu auch Bewertungsansätze für mögliche Wirkungen in Umweltorganismen und die Anreicherung in Nahrungsnetzen.

Ein ganz ähnliches Bild ergibt sich aus einer europäischen Konferenz zu Plastik in Binnengewässern, die UBA und die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) im Auftrag des Bundesumweltministeriums ausgerichtet haben: Erstmals haben sich 2016 in Berlin internationale Fachleute eigens zu diesem Thema in Berlin getroffen<sup>163</sup>.

Die Konferenz zeigte, dass es mehr Fragen als Antworten gibt: Bislang sind nur vereinzelte Flüsse und Seen auf Plastik untersucht worden. Es gibt daher keine schlüssigen Informationen zu der räumlichen Belastung der Gewässer mit

Plastik. Die größten Lücken gibt es in Süd- und Osteuropa. Deutschland ist gemeinsam mit der Schweiz, Österreich und den Niederlanden der Motor in der Untersuchung von Plastik in Binnengewässern. Auch in diesen Ländern wurde lediglich in einzelnen Jahren gemessen. Ob es Trends gibt und die Plastikmenge in den Gewässern zu- oder abnimmt, ist gänzlich unbekannt. Bisher fehlt es an abgestimmten Methoden für die Probenahme und den analytischen Nachweis der Plastikpartikel. Daher sind die ohnehin schon wenigen Ergebnisse häufig nicht miteinander vergleichbar.

### 3.9 Hochwasser – Ursachen und Entstehung

Hochwasser sind natürliche Ereignisse. Sie treten regelmäßig auf und sind charakteristisch für das Abflussverhalten von Flüssen. Die Lebensgemeinschaft im Fluss und der Aue ist an den wechselnden Wasserstand angepasst.

*Die Erkundung von Plastikpartikeln in Binnengewässern steht vielerorts noch am Anfang.*





Die Entstehung von Hochwasser hängt von der Stärke des Niederschlags, den Eigenschaften des Einzugsgebietes und den Besonderheiten des jeweiligen Flusses ab. Die Größe des Flussbettes bestimmt dabei, welche Wassermenge das Gewässer aufnehmen kann. Erst wenn dieses Volumen ausgeschöpft ist, tritt der Fluss über die Ufer. Im Winter ist die Ursache für Hochwasser meistens ein Temperaturanstieg, der zur Schneeschmelze führt. Fällt dann zusätzlich Regen auf gefrorenen Boden, kann dieser nicht versickern und verschärft die Hochwassergefahr. Im Sommer ist der Auslöser meist eine sogenannte Vb-Wetterlage. Dies sind außergewöhnliche Tiefdruckgebiete, die über dem nördlichen Mittelmeer entstehen. In unseren Breiten sorgen sie für heftige Niederschläge, die, sobald der Boden gesättigt ist, Flüsse und Bäche zu reißenden Strömen verwandeln können. Örtlich begrenzte Starkregen – oft in der Kombination mit Gewittern – führen häufig in kleinen Flusseinzugsgebieten dazu, dass kleine Flüsse und Bäche in kurzer Zeit über die Ufer treten. Aufgrund der nach derzeitigem Wissensstand angenommenen Klimaveränderungen muss in Zukunft neben einer Temperaturerhöhung sowohl mit einer deutlichen innerjährlichen Verschiebung des Niederschlagsregimes als auch mit einer zunehmenden Variabilität im Bereich von Starkniederschlägen gerechnet werden. Dies kann zu einer Zunahme von Extremereignissen, sowohl Hochwasser als auch Niedrigwasser, führen. Dabei fallen die simulierten Hochwassertrends regional unterschiedlich aus. Obwohl die Berechnungen mit Unsicherheiten behaftet sind, zeigt ihre überwiegende Mehrheit zunehmende Hochwasserereignisse an den Westseiten der Mittelgebirge, am Fuß der Alpen und in Ostdeutschland.

Der Mensch verstärkt die Entstehung, den Verlauf und die Auswirkungen von Hochwasser. Die Gewinnung von Flächen für Siedlungen, Wirtschaft und eine veränderte Landnutzung führten zum Verlust wichtiger Überschwemmungsflächen sowie des Wasserrückhalts in der Fläche. Vor allem in kleinen Flusseinzugsgebieten und bei kleinen Hochwassern können Flächenversiegelung, Bodenverdichtung und Entwässerungsanlagen wie Dränagen und Kanalisationen die Hochwassersituation verschärfen. Zusätzlich wurden durch den Deichbau und andere Flussausbaumaßnahmen natürliche Überschwemmungsgebiete

verkleinert oder gingen ganz verloren. Deutschlandweit können bei großen Hochwasserereignissen aktuell nur etwa ein Drittel der ehemaligen Überschwemmungsflächen für den Hochwasserrückhalt genutzt werden. In den großen Flusseinzugsgebieten wie Rhein, Elbe, Donau, Oder sind in einigen Abschnitten sogar nur noch 10 %–20 % der ehemaligen Auen vorhanden<sup>164</sup>. Außerdem sind die Flussläufe durch Begradigung verkürzt worden. So wurde beispielsweise die Fließstrecke des Rheins um mehr als 100 Kilometer verkürzt. Dadurch hat die Fließgeschwindigkeit zugenommen. Die Abflüsse vieler Zuflüsse konzentrieren sich schneller in einem Flussbett, wodurch die Hochwasserwelle steiler ist und schneller abläuft – damit steigt auch die Gefahr von Hochwasserschäden.

Gleichzeitig zu den beschriebenen strukturellen Veränderungen hat das Schadenspotenzial in den hochwassergefährdeten Bereichen erheblich zugenommen, beispielsweise weist der Rheintalraum für das gesamte Rheingebiet ein Schadenspotenzial von 165 Milliarden Euro aus. Dies liegt daran, dass Menschen Werte – Gebäude nebst Inneneinrichtung, Industrieanlagen, Verkehrsinfrastruktur, Fahrzeuge – in der Vergangenheit zunehmend auch in den Gebieten anhäuften, die ehemals den Flüssen als Überschwemmungsflächen zur Verfügung standen.

Ausführungen zur Hochwasserrisikobewertung und –management sind in Kapitel 5.5 dargestellt.

### 3.10 Auswirkungen von Klimaänderungen (Klimafolgen)

In Kapitel 2.1 und 2.2 sind die natürlichen Rahmenbedingungen in Deutschland, wie die im Allgemeinen ausreichenden Wasservorräte, aber auch die hohe räumliche Variabilität der Niederschläge, dargestellt. Zusätzlich sind die bekannten Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland sowie in den großen Flussgebieten umrissen. Für die Ermittlung der Klimafolgen für Gewässer werden die Ergebnisse der regionalen Klimamodellierung, insbesondere des Niederschlags, in Wasserhaushalts- und Abflussmodelle eingespeist. Damit sind Prognosen für zukünftige Entwicklungen, zum Beispiel für den Hochwasserabfluss, das mögliche Ausmaß von

Hochwasserereignissen, sowie den mittleren Abfluss, den Niedrigwasserabfluss aber auch die Grundwasserneubildung möglich.

Neben den Auswirkungen des Klimawandels spielen die Besiedlungsdichte, die demografische Entwicklung der Gesellschaft (vgl. Kap. 2.3) sowie die Landnutzung – auch unter sich ändernden klimatischen Bedingungen – eine wichtige Rolle für den Wasserbedarf einer Region.

Wie sich das Auftreten von Hochwasserereignissen, aber auch Niedrigwassersituationen aufgrund der veränderten Niederschlagsverhältnisse im Einzelnen ändert, hängt von den Bedingungen im Einzugsgebiet eines Flusses ab und muss daher für jedes Flussgebiet gesondert untersucht werden.

Folgende grundsätzliche Auswirkungen von Klimaänderungen können aufgrund physikalischer Zusammenhänge abgeschätzt und z. T. bereits beobachtet werden (vgl. Kap. 2.2):

- ▶ Veränderte Niederschlagsmengen, z. B. weniger Schnee, aber mehr Regen in den Gebirgen, sowie Veränderungen der saisonalen Verteilung der Niederschläge beeinflussen die Abflüsse in Flusseinzugsgebieten mit Schneeregime, z. B. des Oberlaufs des Rheins, der Donau oder auch der Iller. Wird aufgrund höherer Wintertemperaturen weniger Schnee während der Wintermonate in den Bergen zurückgehalten, verringert sich die Spitze des Schmelzwasserabflusses im Frühjahr. Durch höhere Temperaturen setzt die Frühjahrschneeschnmelze zeitiger im Jahr ein – dies führt zu einer Verschiebung der Abflussspitze. Niedrigwasserabflüsse im Sommer werden weniger gut ausgeglichen. Trifft allerdings ein erhöhter Abfluss im Winter, da weniger Niederschlag als Schnee gespeichert werden kann, mit Winterniederschlägen, die aufgrund höherer Temperaturen als Regen fallen, zusammen, könnte dies die Gefahr eines Hochwassers verstärken.
- ▶ Durch veränderte Niederschläge (insbesondere bei Niederschlagsabnahme im Sommer) können anhaltende Niedrigwassersituationen mit negativen Folgen für die Schifffahrt und den Gütertransport zunehmen.
- ▶ Lokal ausgeprägte Überschwemmungen – hervorgerufen durch heftige Niederschlagsereignisse (Starkregen) – werden voraussichtlich zunehmen. Insbesondere aus den daraus resultierenden hohen Nähr- und Schadstoffeinträgen aus der Mischwasserkanalisation ergibt sich eine zusätzliche Gewässerbelastung.
- ▶ Die zunehmende Erwärmung der unteren Luftschichten führt zu einer Erhöhung der Wasser- und Bodentemperaturen. Dies kann – vor allem bei Niedrigwasserabflüssen – eine Änderung des chemischen und biologischen Zustands der Gewässer verursachen, mit Auswirkungen auf die darin lebende Flora und Fauna. Beispielsweise verringert sich die Löslichkeit von Sauerstoff im Gewässer bei höheren Temperaturen und kann damit eine mögliche Schädigung der Fauna bedingen. Eine längerfristige Erwärmung des Wassers kann auch zu Verschiebungen im Artenspektrum führen. Erhöhte Wassertemperaturen, insbesondere an Fließgewässern, beeinträchtigen deren Nutzung als Kühlwasser (siehe Kap. 3.4.1).
- ▶ Durch erhöhte Lufttemperaturen steigt zudem die Verdunstung. Das kann, einhergehend mit weniger Regenfällen überwiegend in den Sommermonaten, zu Beeinträchtigungen von Feuchtgebieten, bis hin zu deren Trockenfall, führen.
- ▶ Niedrige Wasserstände in den Flüssen verringern die Rückzugsräume für Lebewesen. Dies bedeutet Stress für die aquatischen Lebensgemeinschaften und kann insgesamt eine Schädigung des aquatischen Ökosystems zur Folge haben.
- ▶ Bei Seen ist neben der direkten Wirkung der Wassertemperatur auf die Organismen eine Veränderung der Eisbedeckung und des Mischungsregimes von besonderer Bedeutung. Diese Prozesse sind für die Verteilung von Sauerstoff und Nährstoffen sowie für die Lichtintensität in stehenden Gewässern verantwortlich. Dadurch beeinflussen sie die Wasserqualität von Seen und auch die Eignung als Badegewässer. Höhere Temperaturen können z. B. die Keimbelastung oder das Wachstum von Blaualgen in Badegewässern begünstigen.
- ▶ In Gebieten mit gut durchlässigen Böden kann die Grundwasserneubildung aufgrund höherer Winterniederschläge zunehmen. Dies kann trotz geringerer Niederschläge im Sommer und einer erhöhten potentiellen Verdunstung zu einem höheren Grundwasserdargebot führen. Daneben wird es aber Regionen in Deutschland geben, in denen die Grundwasserneubildung zurückgehen kann.



- ▶ Nicht nur durch die höhere Verdunstung im Sommer sondern auch durch die Verlängerung der Vegetationsperiode kann ein erhöhter Bedarf an Bewässerungswasser entstehen, der in Regionen mit zurückgehender Grundwasserneubildung eine zusätzliche Belastung für das Grundwasser bedeuten würde.
- ▶ Sowohl fallende als auch steigende Grundwasserstände können weitere Auswirkungen, z. B. auf die Stabilität von Gebäuden in betroffenen Gebieten, haben.
- ▶ Der Anstieg des Meeresspiegels an Nord- und Ostsee ist u. a. auch für die Zunahme der Gefahr von Sturmfluten bedeutsam. Zusätzlich kann sich die Brackwassergrenze verschieben und damit negative Auswirkungen für küstennahe Grundwasservorkommen verursachen.

Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel werden in Kapitel 6.9 aufgezeigt.

### 3.11 Wasserfußabdruck

Neben den Wasserentnahmen in Deutschland (siehe Kap. 2.7) – der direkten Wassernutzung – wird auch im Ausland Wasser für von uns eingeführte Produkte und Güter eingesetzt. Damit nutzen wir indirekt Wasser im Ausland. Der Wasserfußabdruck führt die direkte und indirekte Wassernutzung zusammen und bildet die gesamte Wassernutzung ab. Das indirekt genutzte Wasser wird häufig auch als „virtuelles Wasser“ bezeichnet.

Der Wasserfußabdruck berechnet die gesamte Wassermenge, die – je nach Betrachtung – von einer Nation, von einem Unternehmen oder für die Herstellung eines bestimmten Produkts in Anspruch genommen wird. Das Besondere an diesem Konzept ist, dass es unseren Konsum mit der Wassernutzung in den Herstellerregionen verbindet, indem es zeigt, dass wir mit Produkten und Gütern immer auch Wasser ein- beziehungsweise ausführen und sich somit unser täglicher Konsum in Deutschland auf Wasserressourcen weltweit auswirkt.

Es gibt verschiedene Ansätze zur Berechnung des Wasserfußabdrucks<sup>165</sup>. Eine Differenzierung des genutzten Wassers in unterschiedliche Kategorien ist für eine Bewertung des Wasserfußabdrucks hilfreich. „Grünes Wasser“ ist das natürlich vorkommende Boden- und Regenwasser, welches von Pflanzen aufgenommen und verdunstet wird. Es ist somit vor allem für landwirtschaftliche Produkte relevant. „Blaues Wasser“ ist Grund- oder Oberflächenwasser, das zur Herstellung eines Produktes genutzt wird und nicht mehr in ein Gewässer zurückgeführt wird. In der Landwirtschaft ist es das Wasser zur Bewässerung, das von den Pflanzen aufgenommen und verdunstet wird. Weniger verbreitet ist die Berücksichtigung des grauen Wasserbedarfs. „Graues Wasser“ ist die Wassermenge, die während des Herstellungsprozesses verschmutzt wird. Neben der industriellen fällt auch bei der landwirtschaftlichen Produktion graues Wasser an, indem durch den Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln Schadstoffe in Boden und Gewässer gelangen. Eine andere Möglichkeit ist, das graue Wasser über die Wassermenge abzubil-

Tabelle 7

#### Definition und Beispiele für die drei Kategorien grünes, blaues und graues Wasser

Wassertyp	Definition
grün	Menge an Regenwasser, die im Boden gespeichert ist und im Laufe des Wachstumsprozesses von den Pflanzen aufgenommen wird und verdunstet.
blau	Menge an Grundwasser oder Wasser aus Flüssen und Seen, die zur Herstellung eines Produkts genutzt wird. Bei der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion ist dies die eingesetzte Menge an zusätzlicher Bewässerung.
grau	Wassermenge, die während des Herstellungsprozesses verschmutzt wird oder die erforderlich wäre, um verschmutztes Wasser so weit zu verdünnen, dass gültige Qualitätsziele wieder eingehalten werden.

Quelle: Umweltbundesamt

den, die notwendig wäre, um das verschmutzte Wasser so zu verdünnen, dass relevante Grenzwerte eingehalten werden.

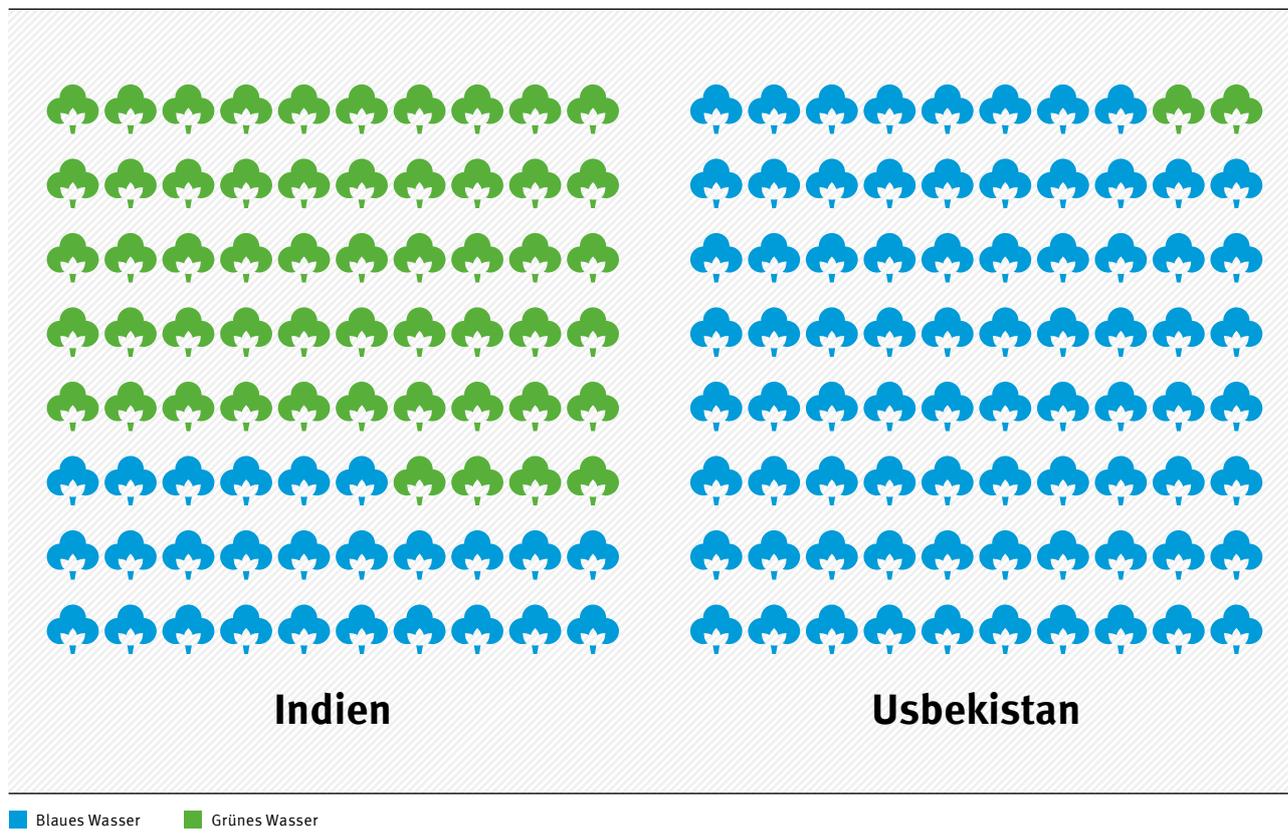
**Wasserfußabdruck landwirtschaftlicher Erzeugnisse**

Berechnungen des Wasserfußabdrucks liegen vor allem für landwirtschaftliche Produkte vor. Nach Angaben von Hoekstra et al.<sup>166</sup> wird für eine Tasse Kaffee beispielsweise weltweit ein durchschnittlicher Wasserfußabdruck von 130l pro Tasse angegeben. Dieser besteht zu 96 % aus grünem, zu 1 % aus blauem und zu 3 % aus grauem Wasser. Für ein Kilo Rindfleisch wird der durchschnittliche Wasserfußabdruck auf 15.400 Liter beziffert, mit einem Anteil von 94 % an grünem Wasser. Für ein Baumwoll-shirt (ca. 250 Gramm) wird ein Wasserfußabdruck von 2.500 Liter errechnet. Dabei ist der Anteil von blauem Wasser mit 33 % deutlich höher als bei den zuvor genannten Produkten. 54 % entstehen durch grünes-, 13 % durch graues Wasser. Die Angabe von globalen Durchschnittswerten hat allerdings nur eine begrenzte Aussagekraft für die

Einschätzung der ökologischen Auswirkungen. Eine differenzierte Betrachtung je nach Anbauregion zeigt, dass sich nicht nur der Wasserbedarf für die Herstellung sondern auch die Anteile von blauem und grünem Wasser für ein Produkt stark unterscheiden können. Beispielsweise wird Baumwolle in Indien überwiegend mit Niederschlagswasser („grünem Wasser“) bewässert, während es sich in Usbekistan fast ausschließlich um Bewässerungswasser („blaues Wasser“) handelt<sup>167</sup>. Starke Bewässerung kann zu wesentlichen Umweltbelastungen führen, vor allem wenn die Entnahmen aus Oberflächen- oder Grundwasser die natürliche Regeneration übersteigen oder in Konkurrenz mit dem Wasserbedarf für die Trinkwasserversorgung oder für Ökosysteme stehen. Ein bekanntes Beispiel für eine ökologische Katastrophe ist das Austrocknen des Aralsees. Der einstmals viertgrößte Binnensee der Erde mit einer Flächenausdehnung von 68.000 km<sup>2</sup> verlor bis 2007 aufgrund gigantischer Wasserentnahmen für den Baumwollanbau 90 % seines Wasservolumens bei einem gleichzeitigen Anstieg des Salzgehalts.

Abbildung 42

**Wasserherkunft beim Baumwollanbau**



Quelle: Statistisches Bundesamt 2013



## Der Wasserfußabdruck von Deutschland

Der Wasserfußabdruck kann auch für ein Land bestimmt werden. Deutschlands gesamter Wasserfußabdruck beträgt rund 117 Mrd. m<sup>3</sup> pro Jahr<sup>168</sup>.

Diese Menge reflektiert den Bedarf an grünem, blauem und grauem Wasser, das für die Herstellung von den Produkten, die in Deutschland konsumiert werden, im In- und Ausland nötig ist. Diese Wassermenge ist knapp der zweieinhalbfache Inhalt des Bodensees und entspricht täglich 3.900 Litern (jährlich 1.426 m<sup>3</sup> pro Person). Dabei entfallen nur rund 5 Mrd. m<sup>3</sup> pro Jahr auf die öffentliche Wasserversorgung. Der Wasserfußabdruck Deutschlands liegt über dem globalen Durchschnitt von jährlich 1.243 m<sup>3</sup> pro Person. Aber Deutschland exportiert auch Wasser – rund 64 Mrd. m<sup>3</sup> virtuelles Wasser verlassen das Land pro Jahr.

## Das Konzept des Wasserfußabdrucks – Ein Instrument zur Bewertung des Wasserverbrauchs?

Der Wasserfußabdruck ist ein Indikator für die Inanspruchnahme der Ressource Wasser. In dem Konzept beschreiben der grüne und der blaue Wasserfußabdruck quantitative Aspekte, der graue Wasserfußabdruck stellt einen Indikator für die Wasserqualität dar. Darüber hinausgehende Aussagen zu ökologischen und sozialen Auswirkungen der Wassernutzung am Produktionsort, wie z. B. Konflikte mit der Trinkwasserversorgung, können durch den Wasserfußabdrucks nicht abgebildet werden. Auch beschränkt sich das Konzept auf die Nutzung von Süßwasserres-

sourcen; Auswirkungen auf die Ozeane werden hingegen nicht betrachtet.

Bislang zielt die Kommunikation des Wasserfußabdrucks in der Öffentlichkeit weitgehend darauf, die Dimension der durch Alltagsprodukte bedingten Wassernutzung zu verdeutlichen. Für eine Bewertung der direkten und indirekten Wassernutzung ist jedoch die lokale Wasserverfügbarkeit entscheidend. Ein hoher Wasserfußabdruck in wasserreichen Regionen kann weniger problematisch sein als ein kleinerer Wasserfußabdruck in ariden oder semiariden Regionen. Der Kenntnis eines (zu) hohen Wasserfußabdrucks müssen Maßnahmen folgen. Zum einen können Maßnahmen am Produktionsort zu einer Reduzierung des Wasserbedarfs führen, z. B. durch eine effizientere Bewässerungstechnik. In einigen multinationalen Unternehmen wächst das Bewusstsein für eine Berücksichtigung des Wasserfußabdrucks in der Produktionskette. Die ISO Norm 14046 gibt dahingehend Empfehlungen für eine konsistente Ermittlung und Berichterstattung des Wasserfußabdrucks von Produkten, Prozessen oder Organisationen im Rahmen des Umweltmanagements von Unternehmen.

Eine andere Option ist eine gezielte Anpassung des Verbrauchsverhaltens. Dies ist aber erst möglich, wenn genügend Produktinformationen vorliegen, die einen gezielten Verzicht auf Produkte ermöglichen, die am Produktionsstandort wegen ihres hohen Wasserverbrauchs erhebliche Folgen für Mensch und Umwelt haben.

<sup>68</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/brassen-die-trendmacher>

<sup>69</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/daten/wasserwirtschaft/oeffentliche-wasserversorgung>

<sup>70</sup> Verordnung über die Qualität des Wassers für den menschlichen Gebrauch, neugefasst durch Bekanntmachung vom 10. März 2016, BGBl. S. 459, geändert am 18. Juli 2016, BGBl. S. 1666, 1668, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2615)

<sup>71</sup> Richtlinie 98/83/EG des Rates über die Qualität des Wassers für den menschlichen Gebrauch vom 3. November 1998, ABl. EG L 330 S. 32, geändert am 7. Oktober 2015, ABl. L 260 S. 6.

<sup>72</sup> Verordnung über die Qualität des Wassers für den menschlichen Gebrauch, neugefasst durch Bekanntmachung vom 10. März 2016, BGBl. S. 459, geändert am 18. Juli 2016, BGBl. S. 1666, 1668, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2615)

<sup>73</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/flyer-trinkwasser-wird-bleifrei>

<sup>74</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ratgeber-trink-was-trinkwasser-aus-hahn>  
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rund-um-trinkwasser>

<sup>75</sup> IMS Health Verbrauchsdaten, Stand 2012

<sup>76</sup> Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) 2015, Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland [http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04\\_Pflanzenschutzmittel/meld\\_par\\_64\\_2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/meld_par_64_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2)

<sup>77</sup> Vergleichswert für die in Abwässern enthaltenen Schmutzfrachten

<sup>78</sup> Statistisches Bundesamt (2015), Fachserie 19, Reihe 2.1.2, Strukturdaten zur Wasserwirtschaft 2013

<sup>79</sup> Statistisches Bundesamt (2015), Fachserie 19, Reihe 2.1.2, Strukturdaten zur Wasserwirtschaft 2013

<sup>80</sup> Statistisches Bundesamt (2015), Fachserie 19, Reihe 2.1.3, Strukturdaten zur Wasserwirtschaft 2013

- <sup>81</sup> Statistisches Bundesamt (2015), Fachserie 19, Reihe 2.1.2, Strukturdaten zur Wasserwirtschaft 2013
- <sup>82</sup> Ergebnisse der bundesweiten Stoffeintragsmodellierung mit dem Modell MoRE (Modelling of regionalized Emissions); Mittelwert für den Zeitraum 2012-2014
- <sup>83</sup> Haberkern, B., Maier, W., Schneider, U. und Fricke, K. (2008): Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen, Dessau-Roßlau <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/steigerung-energieeffizienz-auf-kommunalen>
- <sup>84</sup> DWA-Positionen 2011, „Positionen zur Energie- und Wasserwirtschaft“, [http://de.dwa.de/tl\\_files/\\_media/content/PDFs/Abteilung\\_WaBo/Energie-und-Wasserwirtschaft\\_Positionen.pdf](http://de.dwa.de/tl_files/_media/content/PDFs/Abteilung_WaBo/Energie-und-Wasserwirtschaft_Positionen.pdf)
- <sup>85</sup> Icha, P. (2016) Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2015, Climate Change 26/2016
- <sup>86</sup> KA Abwasser, Abfall, 63 (10); s. 867–870; 28. Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen 2015 [http://de.dwa.de/tl\\_files/\\_media/content/PDFs/1\\_Aktuelles/leistungsvergleich\\_2015.PDF](http://de.dwa.de/tl_files/_media/content/PDFs/1_Aktuelles/leistungsvergleich_2015.PDF)
- <sup>87</sup> Berger, C., Falk, C., Hetzel, F., Pinnekamp, J., Roder, S., Ruppelt, J. (2016): Zustand der Kanalisation in Deutschland – Ergebnisse der DWA-Umfrage 2015. KA Abwasser, Abfall, 63 (6)
- <sup>88</sup> Eine Kanalhaltung ist die Strecke zwischen zwei Schächten
- <sup>89</sup> Bei hohem Grundwasserspiegel wird häufig auch Drainagewasser bewusst in die Kanäle geleitet.
- <sup>90</sup> Berger, C., Falk, C., Hetzel, F., Pinnekamp, J., Roder, S., Ruppelt, J. (2016): Zustand der Kanalisation in Deutschland – Ergebnisse der DWA-Umfrage 2015. KA Abwasser, Abfall, 63 (6)
- <sup>91</sup> Wicke, D., Matzinger, A., Rouault, P.; OgRe – Relevanz organischer Spurenstoffe im Regenwasserabfluss Berlins, Berlin 2016, [http://www.kompetenzwasser.de/fileadmin/user\\_upload/pdf/forschung/OgRe/Abschlussbericht\\_OgRe\\_final\\_rev2.pdf](http://www.kompetenzwasser.de/fileadmin/user_upload/pdf/forschung/OgRe/Abschlussbericht_OgRe_final_rev2.pdf)
- <sup>92</sup> Ergebnisse der bundesweiten Stoffeintragsmodellierung mit dem Modell MoRE (Modelling of Regionalized Emissions); Mittelwert für den Zeitraum 2012–2014
- <sup>93</sup> Ergebnisse der bundesweiten Stoffeintragsmodellierung mit dem Modell MoRE (Modelling of Regionalized Emissions); Bestandsaufnahme der Emissionen, Einträge und Verluste (prioritäre Stoffe) nach EU-Richtlinie 2008/105/EG, Diuron Datenstand 2008
- <sup>94</sup> UBA (2016): Die Wasserrahmenrichtlinie-Deutschlands Gewässer 2015. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/die-wasserrahmenrichtlinie-deutschlandsgewaesser>
- <sup>95</sup> EEA 2016: <http://www.eea.europa.eu/highlights/world-water-day-is-europe>
- <sup>96</sup> FAO 2014: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/didyouknow/index3.stm>
- <sup>97</sup> Statistisches Bundesamt; Land- und Forstwirtschaft, Fischerei | Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben/ Agrarstrukturerhebung 2013; erschienen 2014. Daten von 2012.
- <sup>98</sup> Statistisches Bundesamt, FS 19 Umwelt, R. 2.2 Nichtöffentliche Wasserversorgung, verschiedene Jahrgänge
- <sup>99</sup> Seis et al. 2016, Rahmenbedingungen für die umweltgerechte Nutzung von behandeltem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung, UBA Texte 34/2016 <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rahmenbedingungen-fuer-die-umweltgerechte-nutzung>
- <sup>100</sup> Destatis 2012, Wasserfußabdruck von Ernährungsgütern 2000–2010 [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Wasserfussabdruck5851301129004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Wasserfussabdruck5851301129004.pdf?__blob=publicationFile)
- <sup>101</sup> WWF – [http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Wasserrisiko\\_Fallbeispiel\\_Tomaten\\_aus\\_Spanien.pdf](http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Wasserrisiko_Fallbeispiel_Tomaten_aus_Spanien.pdf)
- <sup>102</sup> Auf Grundlage von Berechnungen von A. K. Chapagain, S. Orr, Journal of Environmental Management 90 (2009) 1219–1228, [http://waterfootprint.org/media/downloads/Chapagain-and-Orr-2009\\_1.pdf](http://waterfootprint.org/media/downloads/Chapagain-and-Orr-2009_1.pdf)
- <sup>103</sup> Es kommt auch immer wieder zu Unfällen aus Jauche, Gülle, Silage (JGS) Anlagen (siehe Kap. 3.3.2)
- <sup>104</sup> Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Neuauflage 2016, [https://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/2017-01-11-nachhaltigkeitsstrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=12](https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/2017-01-11-nachhaltigkeitsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=12)
- <sup>105</sup> UBA Texte 54/2016, Hannapel et al., 2016, Aufklärung der Ursachen von Tierarzneimittelfunden im Grundwasser – Untersuchung eintragsgefährdeter Standorte in Norddeutschland <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aufklaerung-der-ursachen-von-tierarzneimittelfunden>
- <sup>106</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltschutz-in-der-landwirtschaft>
- <sup>107</sup> Die Daten für Nährstoff- und Schwermetalleinträge basieren auf Eintragsmodellierungen mit dem Bilanzierungsmodell MoRE (Modelling of Regionalized Emissions)
- <sup>108</sup> Bei der Elbe ist diese Verzögerung größer als beim Rhein, da das Elbeinzugsgebiet eine wesentlich geringere mittlere Abflussspende (ca. 5 l/s/km<sup>2</sup>, bei Neu Dachau) als der Rhein (14 l/s x km<sup>2</sup>, bei Emmerich) aufweist und ihr Lockergesteinanteil deutlich höher ist.
- <sup>109</sup> Verordnung EG Nr.166/2006 vom 18. Januar 2006, (ABl. EU Nr. L33 S. 1) zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Juni 2009 (ABl. L. 188 S. 14)
- <sup>110</sup> Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister vom 21. Mai 2003 sowie zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 166/2006 (SchadRegProtAG) am 6. Juni 2007, (BGBl. I S. 1002)
- <sup>111</sup> vgl. Anhang II der europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister -Verordnung [http://www.thru.de/fileadmin/SITE\\_MASTER/content/Dokumente/Downloads/E\\_PRTR\\_VO\\_Anhang\\_II.pdf](http://www.thru.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/E_PRTR_VO_Anhang_II.pdf)
- <sup>112</sup> Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen (2015), Fachserie 19 Reihe 2.3, Statistisches Bundesamt [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/UnfallwassergefaehrdenderStoff2190230157004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/UnfallwassergefaehrdenderStoff2190230157004.pdf?__blob=publicationFile)
- <sup>113</sup> Statistisches Bundesamt „Wassernutzung nach Einsatzbereichen der nichtöffentlichen Wasserversorgung 2013“, Fachserie 19 Reihe 2.2, Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2013, Wiesbaden 2016
- <sup>114</sup> VDI 4640: Thermische Nutzung des Untergrundes, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, Juni 2010.
- <sup>115</sup> Stober I., Fritzer, T. Obst, K. Agemar, T. und Schulz, R. (2016): Tiefe Geothermie – Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland, Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG), Hannover
- <sup>116</sup> Datenstand 2015, Umweltbundesamt – Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)



- 117 Empfehlungen Oberflächennahe Geothermie des Arbeitskreises „Geothermie“ der DGG-Fachsektion Hydrogeologie und Ingenieurgeologie/Geotechnik
- 118 Datenstand 2015, Umweltbundesamt – Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)
- 119 Griebler C., Kellermann C., Kuntz D., Walker-Hertkorn S., Stumpp C., Hegler F. (2015) Auswirkungen thermischer Veränderungen infolge der Nutzung oberflächennaher Geothermie auf die Beschaffenheit des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften – Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung, Texte 54/2015, Umweltbundesamt [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte\\_54\\_2015\\_auswirkungen\\_thermischer\\_veraenderungen\\_infolge\\_der\\_nutzung\\_obenflaechennaher\\_geothermie\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_54_2015_auswirkungen_thermischer_veraenderungen_infolge_der_nutzung_obenflaechennaher_geothermie_0.pdf)
- 120 Bauer M, Freeden W, Jacobi H, Neu T, (HRSG.) (2014): Handbuch Tiefe Geothermie – Prospektion, Exploration, Realisierung, Nutzung, Springer. Berlin Heidelberg
- 121 Suchi, E., Dittmann, J., Knopf, S., Müller, C. und Schulz, R. (2014): Geothermie-Atlas zur Darstellung möglicher Nutzungskonkurrenzen zwischen CO<sub>2</sub>-Einlagerung (CCS) und Tiefer Geothermie in Deutschland, Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 165 (3), September 2014, S. 439–453
- 122 Plenefisch T., Brückner L., Ceranna L., Gestermann N., Houben G., Tischner T., Wegler U., Wellbrink M., Bönnemann C. (2015): Tiefe Geothermie – mögliche Umweltauswirkungen infolge hydraulischer und chemischer Stimulationen, Texte 104/2015, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte\\_104\\_2015\\_tiefe\\_geothermie.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_104_2015_tiefe_geothermie.pdf)
- 123 Frick, S., Schröder, G., Rychtyk, M., Bohnenschäfer W., Kaltschmitt, M. (2007): Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung – Analyse und Bewertung der klein- und großräumigen Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung, Forschungsprojekt FKZ 205 42 110 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Abschlussbericht, Institut für Energetik und Umwelt Leipzig
- 124 Gesetz zur Demonstration und Anwendung von Technologien zur Abscheidung, zum Transport und zur dauerhaften Speicherung von Kohlendioxid vom 17. August 2012, zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 10 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808)
- 125 BGR (2016): Schieferöl und Schiefergas in Deutschland – Potenziale und Umweltaspekte, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover. [http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Abschlussbericht\\_13MB\\_Schieferoelgaspotenzial\\_Deutschland\\_2016.pdf](http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Abschlussbericht_13MB_Schieferoelgaspotenzial_Deutschland_2016.pdf)
- 126 BGR (2016): Schieferöl und Schiefergas in Deutschland – Potenziale und Umweltaspekte, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover. [http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Abschlussbericht\\_13MB\\_Schieferoelgaspotenzial\\_Deutschland\\_2016.pdf](http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Abschlussbericht_13MB_Schieferoelgaspotenzial_Deutschland_2016.pdf)
- 127 Meiners, H. G., Denneborg, M., Müller, F., Bergmann, A., Weber, F.A., Dopp, E., Hansen, C., Schüth, C., Gaßner, H., Buchholz, G., Sass, I., Homuth, S., Priebes, R. et al. (2012): Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten -Risikobewertung, Handlungsempfehlungen und Evaluierung bestehender rechtlicher Regelungen und Verwaltungsstrukturen – Teil 1; Texte 61/2012, Umweltbundesamt <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4346.pdf>
- 128 Dannwolf, U., Heckelsmüller, A., Steiner, N., Rink, C., Weichgrebe, D., Kayser, K., Zwafink, R., Rosenwinkel, K. H., Fritsche U. Fingermaier, K, Hunt, S., Rüter, H., Donat, A., Bauer, S., Runge, K., Heinrich, S. et al. (2014): Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas insbesondere aus Schiefergaslagerstätten – Teil 2; Texte 53/2014, Umweltbundesamt [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte\\_53\\_2014\\_umweltauswirkungen\\_von\\_fracking\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_53_2014_umweltauswirkungen_von_fracking_0.pdf)
- 129 Meiners, H. G., Denneborg, M., Müller, F., Bergmann, A., Weber, F.A., Dopp, E., Hansen, C., Schüth, C., Gaßner, H., Buchholz, G., Sass, I., Homuth, S., Priebes, R. et al. (2012): Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten -Risikobewertung, Handlungsempfehlungen und Evaluierung bestehender rechtlicher Regelungen und Verwaltungsstrukturen – Teil 1; Texte 61/2012, Umweltbundesamt <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltauswirkungen-von-fracking-bei-aufsuchung>
- 130 US-EPA (2015): Assessment of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing for Oil and Gas on Drinking Water Resources, External Review Draft, EPA/600/R-15/047a.
- 131 Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), durch Artikel 2 des Gesetzes vom 22. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3106) geändert, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2532)
- 132 Deutsche Windguard (2016): Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland. 1. Halbjahr 2016 [http://www.windguard.de/\\_Resources/Persistent/73e9b20264513bfff07ee44b637997d8b36733e6/Factsheet-Status-Offshore-Windenergieausbau-Halbjahr-2016.pdf](http://www.windguard.de/_Resources/Persistent/73e9b20264513bfff07ee44b637997d8b36733e6/Factsheet-Status-Offshore-Windenergieausbau-Halbjahr-2016.pdf)
- 133 Lagerstättenwasser, dass auf der Förderplattform separiert wurde (Abtrennung von Ölbestandteilen)
- 134 Bohrklein ist Bohrabrieb (Gesteinsbruchstücke), das mittels der eingesetzten Bohrspülung zutage gefördert wird
- 135 Laufwasserkraftwerke gewinnen Strom aus dem unmittelbar zur Verfügung stehendem Wasser eines Flusses, während in Speicherkraftwerken das zuströmende Wasser über längere Zeiträume in einem Reservoir zurückgehalten werden kann (z. B. Talsperren) und erst bei Bedarf über die Turbinen geleitet wird. In Pumpspeicherkraftwerken wird Wasser auf eine höhere Ebene gepumpt bevor es beim Zurückfließen zur Stromerzeugung genutzt werden kann.
- 136 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2016): Erneuerbare Energien in Zahlen [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html)
- 137 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [Hrsg.] (2010): Potenzialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland als Grundlage für die Entwicklung einer geeigneten Ausbaustrategie [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/schlussbericht-potentialermittlung-wasserkraftnutzung-kurzfassung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/schlussbericht-potentialermittlung-wasserkraftnutzung-kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=5)
- 138 ebd.
- 139 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Erneuerbare Energien in Zahlen. [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html)
- 140 AGEE-Stat 2016, Datenstand 2015, Umweltbundesamt – Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen?sprungmarke=quartalsberichte#quartalsberichte>
- 141 Statistisches Bundesamt (2016): Binnenschifffahrt 2015: 3,1 % weniger Güter. Pressemitteilung vom 4. April 2016 – 116/16. <https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/04/>

- PD16\_116\_463pdf.pdf?\_\_blob=publicationFile
- <sup>142</sup> Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) (2016): Verkehr in Zahlen 2015/2016. 44. Jahrgang. Herausgeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/K/verkehr-in-zahlen-2015-2016.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/K/verkehr-in-zahlen-2015-2016.pdf?__blob=publicationFile)
- <sup>143</sup> Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2016): Fachliche Grundlagen zum Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“. Fachbericht von Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Bundesanstalt für Wasserbau, Bundesamt für Naturschutz, Umweltbundesamt, unveröffentlichter Bericht.
- <sup>144</sup> Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2016b): Bundesverkehrswegeplan 2030. [http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/bundesverkehrswegeplan-2030-gesamtplan.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/bundesverkehrswegeplan-2030-gesamtplan.pdf?__blob=publicationFile)
- <sup>145</sup> Video zum Automatischen Identifikationssystem – HELCOM „Baltic Sea shipping visualized through HELCOM data“ <http://www.helcom.fi/action-areas/shipping/ais-and-e-navigation/ais-video> [Englisch]
- <sup>146</sup> Siehe auch <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/biozide>
- <sup>147</sup> DESTATIS 2015 Fachserie 8 Reihe 1.1
- <sup>148</sup> DESTATIS 2015 Fachserie 19 Reihe 2.3
- <sup>149</sup> [http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/index_de.htm)
- <sup>150</sup> OSPAR Quality Status Report (2010), <http://qsr2010.ospar.org/en/index.html>
- <sup>151</sup> SRU (2011) „Fischbestände nachhaltig bewirtschaften“. Aktuelle Stellungnahme Nr. 16, S. 3./Europäische Kommission (2013): Mitteilung der Kommission. Konsultation zu den Fangmöglichkeiten. KOM(2013) 319 final. Brüssel: Europäische Kommission, S.11 Tabelle 2./ FAO Infographik „The state of world fisheries and aquaculture“: <http://www.fao.org/assets/infographics/FAO-infographic-SOFIA-2014-en.pdf>
- <sup>152</sup> FAO 2016 „The State of World Fisheries and Aquaculture 2016“: <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>
- <sup>153</sup> Vgl. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Fishery\\_statistics/de](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Fishery_statistics/de)
- <sup>154</sup> <http://www.portal-fischerei.de/bund/fischereiflotte>
- <sup>155</sup> FAO (2016): The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp. <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>
- <sup>156</sup> UBA 2014, „Wie viel Antifouling vertragen unsere Gewässer?“ <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wie-viel-antifouling-vertragen-unsere-gewaesser>
- <sup>157</sup> Thomas Cook AG (2015): Water Management Manual. [http://www.thomascook.info/fileadmin/media/img/Unternehmen/Nachhaltigkeit/Water\\_Management\\_Manual\\_final.pdf](http://www.thomascook.info/fileadmin/media/img/Unternehmen/Nachhaltigkeit/Water_Management_Manual_final.pdf)
- <sup>158</sup> JRC 2010, Marine Strategy Framework Directive, Task Group 10 report Marine litter, EUR 24340 EN-2010 <http://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/9-Task-Group-10.pdf>
- <sup>159</sup> Jambeck et al, 2015, Plastic waste input from land in the ocean, Science 347, 768–771
- <sup>160</sup> Kühn, S. et al., Deleterious Effects of Litter on Marine Life, Marine Anthropogenic Litter in: Marine Anthropocentric Litter (Hrsg.: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M.)
- <sup>161</sup> Holzhauer, A., Sozioökonomische Auswirkungen von Meeresmüll auf Küstengemeinden an der deutschen Nord- und Ostsee, Bachelorarbeit 2016 TH Bingen (In einigen der angegebenen Kosten sind jedoch auch die Entsorgung von natürlichem Material enthalten)
- <sup>162</sup> Van Franeker et al, Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar Fulmarus glacialis in the North Sea, Environmental Pollution 159, 2609–2615
- <sup>163</sup> European Conference on Plastics in Freshwater Environments 2016: <http://www.umweltbundesamt.de/en/plastics-conference-2016>
- <sup>164</sup> BfN „Auenzustandsbericht – Flussauen in Deutschland“ Bonn, 2009 <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/wasser/Auenzustandsbericht.pdf>
- <sup>165</sup> Die grundlegenden Ansätze zu virtuellem Wasser finden sich in einer Veröffentlichung von John Antony Allan „Watersheds and problemsheds: Explaining the absence of Armed Conflict over water in the Middle East“. Middle East Review of International Affairs, 2 (1), 1998. Hoekstra et al haben erste Berechnungen durchgeführt und im Internet unter <http://waterfootprint.org> bereitgestellt.
- <sup>166</sup> <http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery>
- <sup>167</sup> Statistisches Bundesamt, 2013, T-Shirts, Jeans und Blusen: So viel Wasser steckt in unserer Kleidung [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/STATmagazin/Umwelt/2013\\_06/UGR2013\\_06.html](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/STATmagazin/Umwelt/2013_06/UGR2013_06.html)
- <sup>168</sup> Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A.Y. (2011): National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands

# 4 Gewässerbeschaffenheit und Auswirkungen





## 4.1 Zustand des Grundwassers

In Deutschland bestehen – abgesehen von regionalen Ausnahmen – keine Probleme mit der Grundwassermenge. Anders sieht es mit der Grundwasserqualität aus. Grundwasser galt in der Vergangenheit im Vergleich zu oberirdischen Gewässern als gut vor anthropogenen Verunreinigungen geschützt. Doch Reinigungs- und Rückhaltevermögen der überlagernden Bodenschichten wurden überschätzt. Die systematische Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit hat gezeigt, dass der gute Zustand unseres Grundwassers vielerorts gefährdet ist. An einer beträchtlichen Zahl von Grundwassermessstellen wurden anthropogene Stoffeinträge und teilweise erhebliche Verunreinigungen festgestellt. Neben punktuellen Quellen wie z. B. Altlasten (kontaminierte Industrie-, Gewerbe- oder Militärstandorte), Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen oder undichten Abwasserkanälen sind es vor allem diffuse Einträge aus Landwirtschaft, Industrie und Verkehr, die das Grundwasser belasten und Ursache für Verunreinigungen sind.

### 4.1.1 Grundwasserüberwachung

Die Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit ist Aufgabe der Bundesländer. Ziele der Grundwasserüberwachung sind:

- ▶ Nachteilige Veränderungen der Beschaffenheit rechtzeitig zu erkennen,
- ▶ Ursachen der Verunreinigungen zu identifizieren,
- ▶ zielgerichtet Sanierungs- und Vermeidungsstrategien zu entwickeln und
- ▶ die Wirksamkeit dieser Schutzmaßnahmen zu beurteilen.

Zu diesem Zweck haben die Länder in den letzten Jahrzehnten unterschiedliche Grundwassermessnetze aufgebaut.

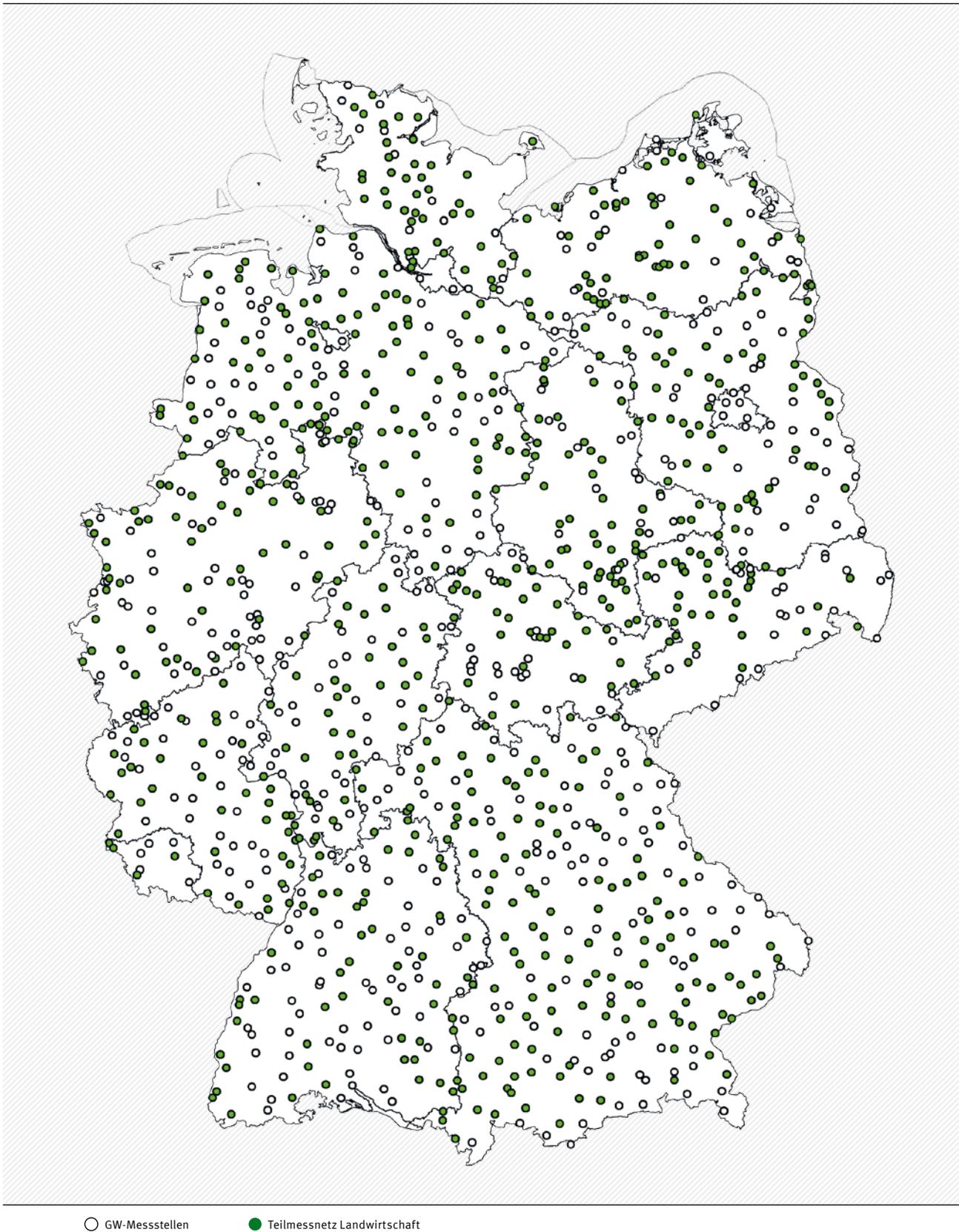
#### Messnetze für die Berichterstattung

Nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) haben die Mitgliedstaaten Messnetze zur Überwachung des chemischen und mengenmäßigen Zustands des Grundwassers eingerichtet. Der chemische Zustand des Grundwassers wird an operativen Messstellen und Überblicksmessstellen ermittelt. Überblicksmessstellen wurden vorwiegend in unbelasteten Grundwasserkörpern eingerichtet, wohingegen operative Messstellen in Grundwasserkörpern errichtet wurden, die im schlechten Zustand sind. Für



Abbildung 44

**Karte des neuen EUA-Messnetzes, das die Messstellen des neuen EU-Nitratmessnetzes (Teilmessnetz Landwirtschaft) mit umfasst**



Quelle: Geobasisdaten: DLM1000, 2015, BKG

die Einrichtung und den Betrieb der Messnetze sind die Bundesländer verantwortlich. Insgesamt betreiben diese 4892 Überblicksmessstellen, 2273 operative Messstellen. Knapp 6000 Messstellen überwachen den mengenmäßigen Zustand.

Vor ca. 20 Jahren haben die Bundesländer und das Umweltbundesamt ein bundesweites Messnetz mit ca. 800 Messstellen für die Berichterstattung an die Europäische Umweltagentur entwickelt (EUA-Grundwassermessnetz). Es wurde 2014/15 auf Beschluss der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) grundlegend überarbeitet. Dabei wurden das EU-Nitratmessnetz und das EUA-Messnetz zusammengeführt und durch neue Messstellen auf insgesamt 1200 Messstellen erweitert. Diese sind gleichmäßig über das gesamte Bundesgebiet verteilt und repräsentieren die Grundwasserbeschaffenheit in ganz Deutschland. Die Daten dieses Messnetzes sind Grundlage für einige der nachfolgenden Auswertungen. Abbildung 44 gibt einen Überblick über die Verteilung der Messstellen im Bundesgebiet.

Die WRRL verlangt von den Mitgliedstaaten in allen Grundwasserkörpern einen guten mengenmäßigen und guten chemischen Zustand zu erreichen.

Neben der Zustandseinstufung des Grundwasserkörpers enthält die GWRL noch Festlegungen zur Ermittlung, Bewertung und Behandlung steigender Schadstoffbelastungstrends und zur Begrenzung und Verhinderung von Schadstoffe-

inträgen in das Grundwasser.

Die erste Beurteilung des Grundwasserzustands nach den Vorgaben der WRRL erfolgte 2004 im Rahmen der Bestandsaufnahme. In den folgenden Jahren wurden weitere gezielte Untersuchungen und Bewertungen des mengenmäßigen und des chemischen Zustands des Grundwassers durchgeführt.

#### 4.1.2 Mengenmäßiger Zustand des Grundwassers

Guter mengenmäßiger Zustand bedeutet, dass zumindest ein Gleichgewicht zwischen der Grundwasserentnahme und der Grundwasserneubildung besteht. Außerdem darf eine Veränderung des Grundwasserspiegels durch Wasserentnahmen nicht dazu führen, dass Oberflächengewässer oder Landökosysteme, die mit dem Grundwasser in Verbindung stehen, signifikant geschädigt werden oder dass sich Qualität von Oberflächengewässern selbst signifikant verschlechtert. Darüber hinaus darf die Wasserentnahme nicht das Einströmen von Salzwasser oder anderen Schadstoffen ins Grundwasser (Intrusionen) zur Folge haben.

In Abbildung 46 ist der mengenmäßige Zustand der Grundwasserkörper dargestellt. Insgesamt verfehlten 2015 in Deutschland nur 52 (4,2 %) der 1.253 Grundwasserkörper den guten mengenmäßigen Zustand.

Mengenmäßige Probleme treten zum Beispiel im Zusammenhang mit Bergbauaktivitäten auf, insbesondere mit Braunkohletagebauen (siehe Kap. 3.3.3). In diesen Regionen ist oft über viele Jahrzehnte der Grundwasserspiegel stark abge-

Abbildung 45

### Überblick über die Zustandsbewertung der Grundwasser gemäß WRRL

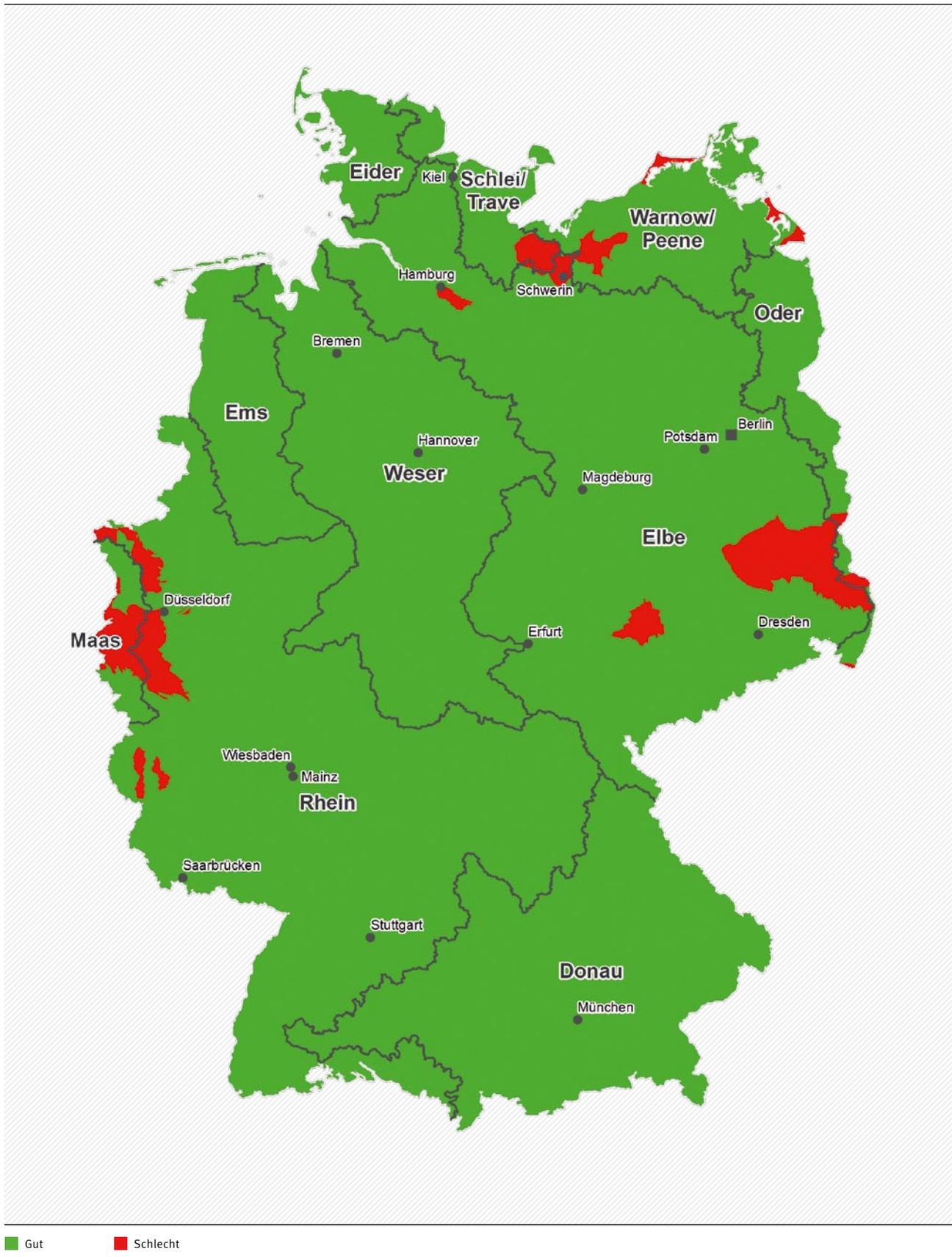


Quelle: UBA-Broschüre „Die Wasserrahmenrichtlinie“, 2016



Abbildung 46

## Mengenmäßiger Zustand der Grundwasserkörper in Deutschland



Quelle: Daten vom Berichtportal WasserBLICK/BfG, Stand 23.03.2016

senkt worden. Nach Beendigung des Bergbaus dauert es Jahrzehnte, ehe sich der natürliche Grundwasserspiegel wieder einstellt.

In Regionen, in denen in großem Umfang Salzvorkommen abgebaut werden, sind verstärkt anthropogen bedingt auftretende Salzintrusionen für den „schlechten Zustand“ verantwortlich. Ist der Zustrom von Salzwasser auf hohe Wasserentnahmen zurückzuführen, dann ist der Grundwasserkörper in einem schlechten mengenmäßigen Zustand. Werden die Salzbelastungen aber beispielsweise durch Abwassereinträge aus der Salzgewinnung verursacht, so ist der Grundwasserkörper in einem schlechten chemischen Zustand. Welche Bewertung im Einzelfall zutreffend ist, kann nur durch eine Ermittlung der Ursachen vor Ort entschieden werden. In bei-

den Fällen wird es voraussichtlich lange dauern, bis der Grundwasserkörper seinen natürlichen „guten“ Zustand wieder erreicht.

#### 4.1.3 Chemischer Zustand des Grundwasser

Was unter dem guten chemischen Zustand zu verstehen ist, wird in der Grundwasserrichtlinie (GWRL) durch Qualitätsnormen und Schwellenwerte konkretisiert. Die Richtlinie legt europaweit einheitliche Qualitätsnormen für Nitrat von 50 mg/l und für Pestizide (Pflanzenschutzmittel, ihre relevanten Metaboliten und Biozide) von 0,1 µg/l fest.

Tabelle 9

### Schwellenwerte der Grundwasserverordnung

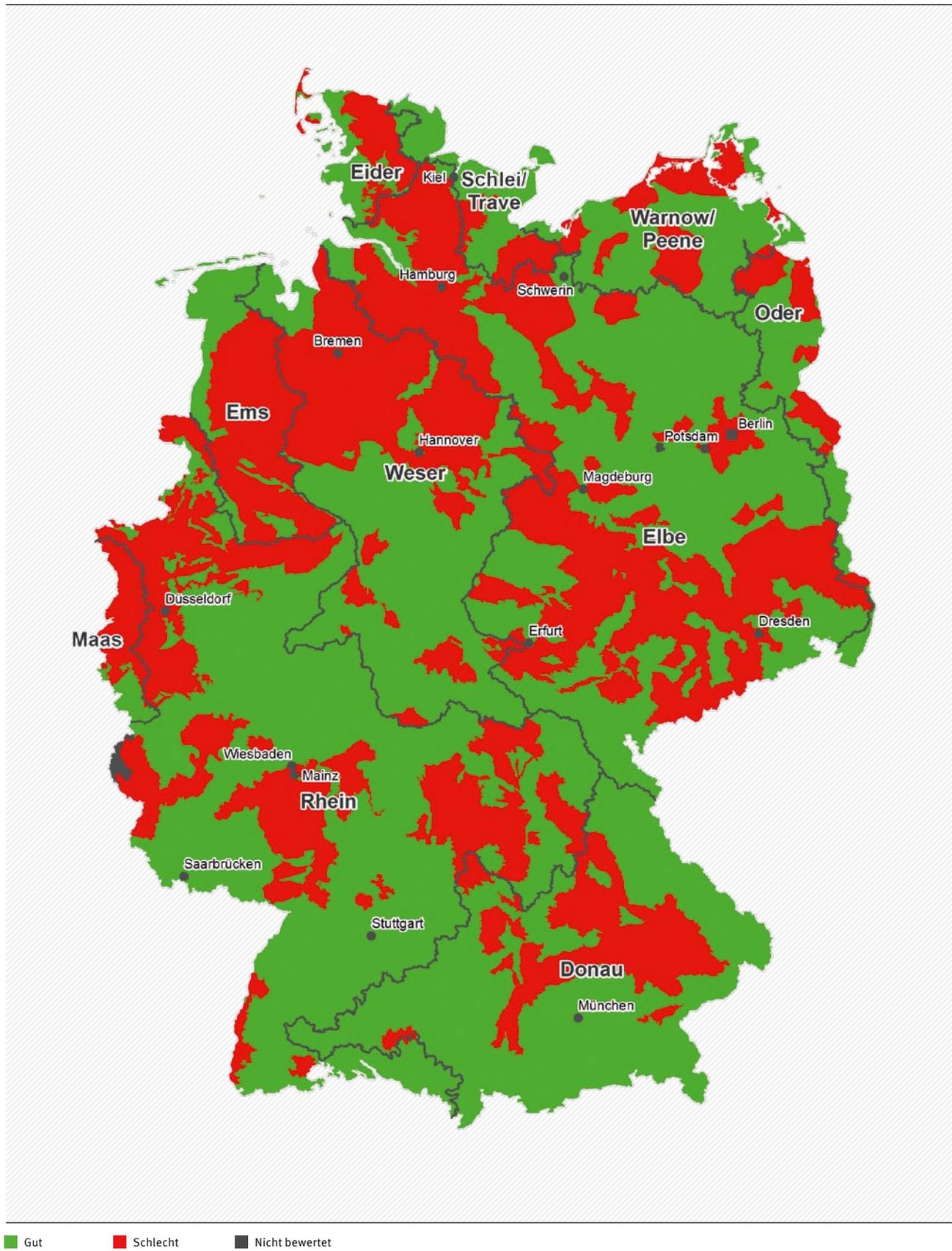
Substanzname	Schwellenwert	Ableitungskriterium
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	50 mg/l	Grundwasserqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2006/118/EG
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln einschließlich der relevanten Metabolite, Biozid-Wirkstoffe einschließlich Relevanter Stoffwechsel- oder Abbau- bzw. Reaktionsprodukte sowie bedenkliche Stoffe in Biozidprodukten	jeweils 0,1 µg/l insgesamt 0,5	Grundwasserqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2006/118/EG
Arsen (As)	10 µg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter
Cadmium (Cd)	0,5 µg/l	Hintergrundwert
Blei (Pb)	10 µg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter
Quecksilber (Hg)	0,2 µg/l	Hintergrundwert
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0,5 mg/l	Trinkwasser-Grenzwert für Indikatorparameter
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	250 mg/l	Trinkwasser-Grenzwert für Indikatorparameter
Nitrit	0,5 mg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter (Anlage 2 Teil II der Trinkwasserverordnung)
Ortho-Phosphat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	0,5 mg/l	Hintergrundwert
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	250 mg/l	Trinkwasser-Grenzwert für Indikatorparameter
Summe aus Tri- und Tetrachlorethen	10 µg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter

Quelle: Grundwasserverordnung von 2010 (BGBl. I S. 1513), zuletzt geändert 2017 (BGBl. I S. 1044)



Abbildung 47

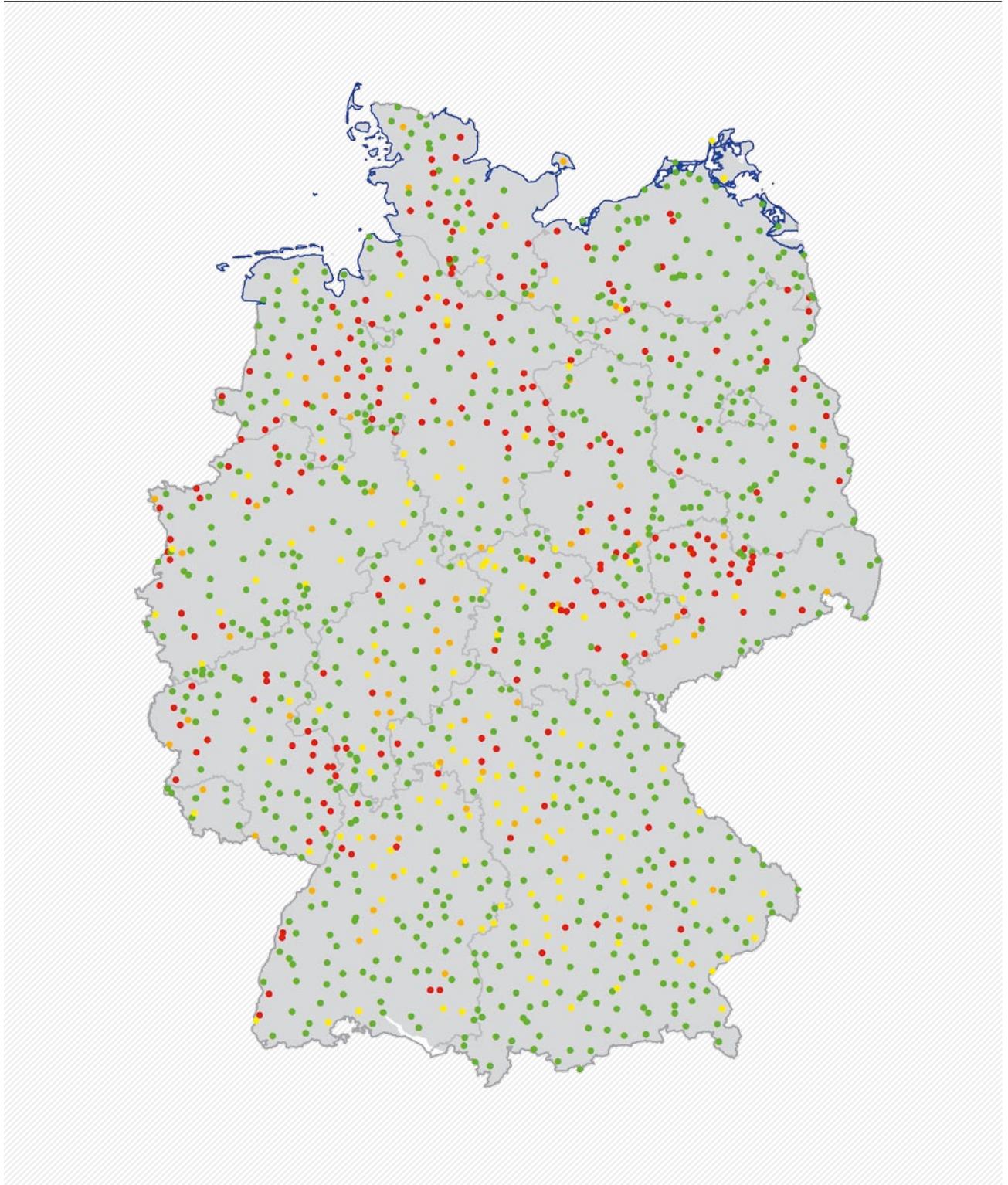
## Chemischer Zustand der Grundwasserkörper in Deutschland



Datenquelle: Berichtsportal WasserBLiCK/BfG, Stand 23.03.2016

Abbildung 48

### Mittlere Nitratgehalte an den Messstellen des EUA-Messnetzes für den Zeitraum 2012 – 2014



Nitratgehalte im Grundwasser (mg/l Nitrat)

- 0 bis ≤25
- >40 bis ≤50
- >25 bis ≤40
- >50

Quelle: Umweltbundesamt nach Angaben Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)



Zusätzlich müssen die Mitgliedstaaten Schwellenwerte für die Parameter/ Stoffe festlegen, die nach der Bestandsaufnahme der Belastung entsprechend Art. 4 WRRL zu einer Gefährdungseinstufung des Grundwasserkörpers geführt haben. Die Schwellenwerte die Deutschland in der Grundwasserverordnung (GrwV) 2010 festgelegt hat, sind in Tabelle 9 aufgezeigt.

Nach der Novellierung der EU-Grundwasser-richtlinie (2014/80/EU) wurde 2017 die GrwV novelliert und neue Schwellenwerte für Nitrit (0,5 mg/l) und ortho-Phosphat (0,5 mg/l) aufgenommen.

Maßstab für die Bewertung des chemischen Zustands des Grundwassers sind die o. g. europaweit geltenden Qualitätsnormen (siehe Kap. 4.1.1)

sowie die von den Mitgliedstaaten festgesetzten Schwellenwerte für relevante Schadstoffe. Die Bewertung des chemischen Zustands des Grundwassers von 2015 zeigt, dass 34,8 % aller Grundwasserkörper in einem schlechten chemischen Zustand sind (siehe Abbildung 47).

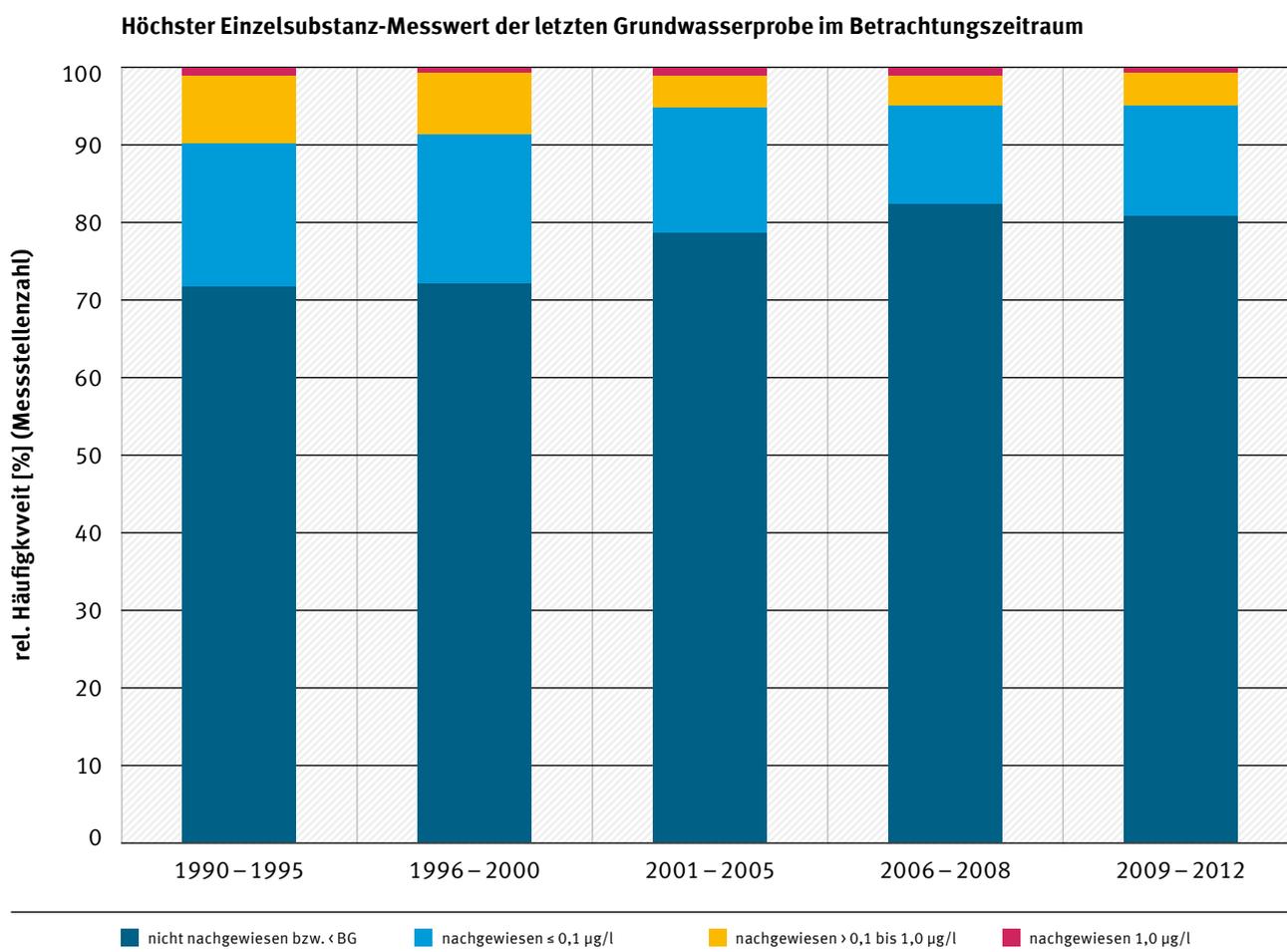
Hauptursache sind diffuse Belastungen durch Nitrat (27,1 % der Grundwasserkörper überschreiten die Qualitätsnorm) und Pflanzenschutzmittel (2,8 % der Grundwasserkörper überschreiten die Qualitätsnorm) aus der Landwirtschaft (siehe Kap.3.2.2)

### Nitrat im Grundwasser

Stickstoffverbindungen – in der Regel Nitrat – sind die häufigste Ursache für einen schlechten Zustand des Grundwassers in Deutschland und den meisten

Abbildung 49

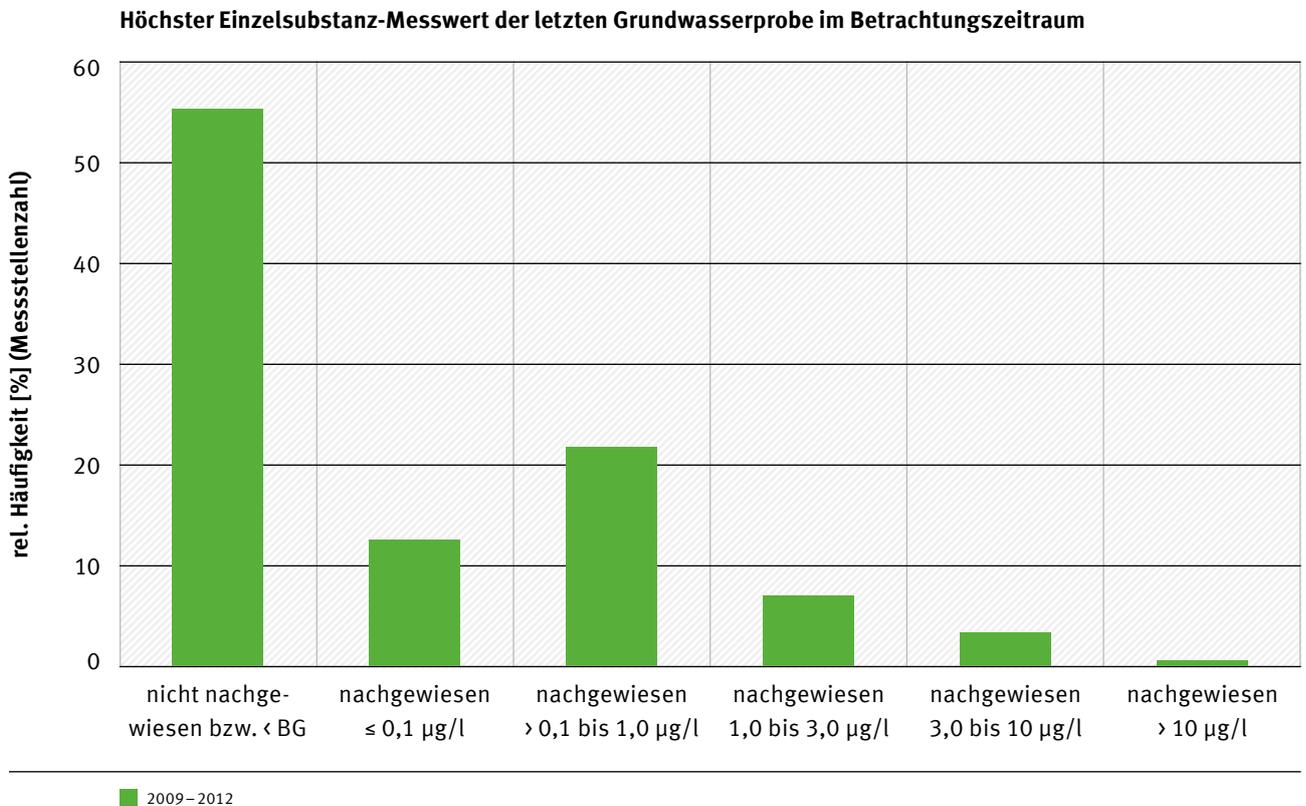
## Häufigkeitsverteilung der PSM-Befunde in oberflächennah verfilterten Messstellen im Grundwasser Deutschlands in den Zeiträumen 1990 – 1995, 1996 – 2000, 2001 – 2005, 2006 – 2008 und 2009 – 2012



Quelle: Umweltbundesamt nach LAWA

Abbildung 50

### Häufigkeitsverteilung der „nicht relevanten“ Metaboliten in oberflächennah verfilterten Messstellen im Grundwasser Deutschlands (2009 – 2012)



Quelle: Umweltbundesamt nach LAWA

Mitgliedstaaten der EU. Aus den Messdaten des EUA-Messnetzes ergibt sich für den Zeitraum 2012–2014 (Abbildung 48) folgendes Bild:

Für 1215 Messstellen des neuen EUA-Messnetzes liegen für den Zeitraum 2012–2014 die Nitratkonzentrationen des Grundwassers vor. Rund 64,5 % aller Messstellen zeigen Werte zwischen 0 und 25 mg/l und sind damit nicht oder mäßig belastet. Bei 17,4 % der Messstellen liegt die Nitratkonzentration zwischen 25 und 50 mg/l. Diese Messstellen sind deutlich bis stark durch Nitrat belastet. Die übrigen 18,1 % der Messstellen sind so stark durch Nitrat belastet, dass sie nicht ohne weiteres zur Trinkwassergewinnung genutzt werden können, da der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l (identisch mit dem Schwellenwert der GrwV) zum Teil erheblich überschritten wird.

#### Pflanzenschutzmittel

In unregelmäßigen Abständen erarbeiten die LAWA und das Umweltbundesamt einen Bericht über die Belastung des Grundwas-

sers mit Pflanzenschutzmitteln (PSM). Der Bericht von 2015 liefert einen Überblick über die PSM-Belastung des Grundwassers von 1990 bis 2012<sup>169</sup>. Über alle bisherigen Betrachtungszeiträume (1990–1995, 1996–2000, 2001–2005, 2006–2008 und 2009–2012) wurde der Grenzwert von 0,1 µg/l kontinuierlich an weniger Messstellen überschritten (Abbildung 49). Allerdings ist der Rückgang wesentlich auf abnehmende Fundzahlen von Atrazin, Desethylatrazin und einigen wenigen anderen Wirkstoffen und Metaboliten zurückzuführen, deren Anwendung bereits seit Jahren oder sogar Jahrzehnten verboten ist. Zwischen 2009 und 2012 überschritten immer noch 4,6 % der 13.400 untersuchten Messstellen im oberflächennahen Grundwasser den Grenzwert von 0,1 µg/l. Die Grundwasserbelastung durch PSM ist damit im Vergleich zum Zeitraum 2006–2008 nahezu unverändert geblieben.

Im 4. Bericht von 2015 wurden erstmals die Funde sogenannter nicht relevanter Metabolite von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen systematisch für ganz



Deutschland ausgewertet. Als nicht relevante Metabolite (nrM) von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen versteht man im Sinne des Pflanzenschutzrechts Abbauprodukte von PSM-Wirkstoffen, die keine vergleichbare pestizide Wirkung und eine geringere Human- oder Ökotoxizität als die Ausgangswirkstoffe aufweisen. Für sie gilt nicht der Schwellenwert für Wirkstoffe und relevante Metaboliten von  $0,1 \mu\text{g}/\text{l}^{170}$ . Nicht relevant heißt jedoch nicht, dass diese Stoffe für das Grundwasser ohne Bedeutung sind. Einige von ihnen werden bei der Trinkwasseraufbereitung in schädliche Substanzen umgewandelt. NrM sind, wie auch andere nicht natürliche Stoffe im Grundwasser, unerwünscht.

Nicht relevante Metabolite wurden an 45 % der Messstellen nachgewiesen, 21,7 % im Konzentrationsbereich von  $0,1$  bis  $1,0 \mu\text{g}/\text{l}$ , weitere 10,5 % über  $1,0 \mu\text{g}/\text{l}$ . Konzentrationen über  $10,0 \mu\text{g}/\text{l}$  treten an 30 Messstellen (0,4 %) auf (Abbildung 50). Die Fundhäufigkeit der nrM ist gegenüber den Wirkstoffen und relevanten Metaboliten insgesamt deutlich größer.

Bei allen nrM ist aus Vorsorgegründen eine weitere Verringerung der Konzentrationen im Grundwasser anzustreben. Die 85. Umweltministerkonferenz beschloss 2015, dass auf Grund der hohen Zahl an Funden von nrM im Grundwasser bundesweit ein Schwellenwert für alle nrM festzusetzen sei.

## 4.2 Zustand der Oberflächengewässer

### 4.2.1 Überwachung

Die Bundesländer überwachen die Oberflächengewässer und bewerten deren Zustand an einer Vielzahl von Messstellen. Lage der Messstellen und Spektrum der Messgrößen sind abhängig von der Aufgabenstellung. Sie reicht von der Überwachung der Auswirkung von kommunalen und industriellen Einleitungen, Messungen zur Warnung bei Extremereignissen (z. B. Störfällen, Hochwasser) bis zur Beurteilung des Gewässerzustands. Dazu werden chemische Parameter im Wasser, im Schwebstoff, in Fischen und Muscheln gemessen, sowie die vorkommenden Arten und die hydromorphologischen Parameter bestimmt. Für die Beurteilung des ökologischen und che-

mischen Zustands der Oberflächengewässer werden die Messstellen drei Überwachungsarten zugeordnet:

- ▶ überblicksweise Überwachung
- ▶ operative Überwachung
- ▶ Überwachung zu Ermittlungszwecken

Bei der überblicksweisen Überwachung wird das Vorkommen von Tieren (Fischen, Muscheln, Krebsen, Insektenlarven) und Pflanzen (Algen, Wasserpflanzen) bewertet, über 100 Schadstoffe werden erfasst und Gewässerbett, Uferbereiche, Durchgängigkeit für beispielsweise Fische ebenso wie die Wassermenge begutachtet.

Die operative Überwachung wird in den Gewässerabschnitten durchgeführt, deren Zustand schlechter als gut bewertet wurde. Die Auswahl der Parameter richtet sich nach der Belastung, die den nicht guten Zustand des Gewässerabschnitts verursacht. Ist die Ursache der Belastung nicht bekannt, werden zu deren Ermittlung

#### Für weitere Informationen siehe:

UBA-Broschüre „Die Wasserrahmenrichtlinie-Deutschlands Gewässer 2015“

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gewaesser-in-deutschland>

weitere Messstellen eingerichtet.

Für die großen Flüsse liegen in der Regel umfangreiche Daten über längere Zeiträume vor. Die Datenlage für die kleineren Gewässer hat sich seit 2006 mit dem Monitoring für die Berichterstattung zur WRRL kontinuierlich verbessert. Nicht in jedem Gewässerabschnitt sind alle Untersuchungen erforderlich bzw. durchführbar. In sehr kleinen Gewässern kommen z. T. keine Fische in ausreichender Größe vor, deren Schadstoffgehalt ermittelt werden kann oder die Anzahl der gefangenen Fische ist zu gering, um den ökologischen Zustand der Fischfauna sicher zu bewerten. Aufgrund der Kenntnisse der Belastungen im Einzugsgebiet können jedoch die Ergebnisse einer Messstelle auf mehrere Gewässerabschnitte übertragen werden.

### 4.2.2 Ökologischer Zustand

Der „ökologische Zustand“ wird seit Inkrafttreten der WRRL in erster Linie anhand des Bestandes von Fischfauna, Wirbellosen, Makrophyten, Phytobenthos und Phytoplankton

Abbildung 51

## Übersicht über die Zustandsbewertung der Oberflächengewässer gemäß Wasserrahmenrichtlinie



Quelle: Aus Broschüre „Die Wasserrahmenrichtlinie“, 2016

(biologische Qualitätskomponenten) bewertet. Als „Gut“ wird der Zustand bewertet, wenn deren Bestand nur geringfügig vom natürlichen Zustand des jeweiligen Gewässertyps abweicht. Darüber hinaus dürfen die Umweltqualitätsnormen für die sogenannten flussgebietspezifischen Schadstoffe nicht überschritten sein. Bereits eine Überschreitung führt bestenfalls zum „mäßigen“ ökologischen Zustand. Ebenso werden physikalisch-chemische und hydromorphologische Qualitätskomponenten unterstützend bei der Bewertung des ökologischen Zustandes hinzugezogen. Dazu gehören beispielsweise Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Nährstoffe bzw. Wasserhaushalt und Durchgängigkeit (Abbildung 51). Diese Komponenten müssen in einer Qualität vorliegen, die einen „guten Zustand“ der Lebensgemeinschaften im Gewässer ermöglicht. Denn nur, wenn auch die Gewässerstruktur und die stofflichen Bedingungen günstig sind, können sich intakte natürliche Lebensgemeinschaften etablieren.

Die Bewertung des ökologischen Zustands erfolgt auf Basis eines Fünf-Klassensystems:

- Klasse 1: sehr gut
- Klasse 2: gut
- Klasse 3: mäßig (ab dieser Bewertungsklasse besteht Handlungsbedarf)
- Klasse 4: unbefriedigend
- Klasse 5: schlecht

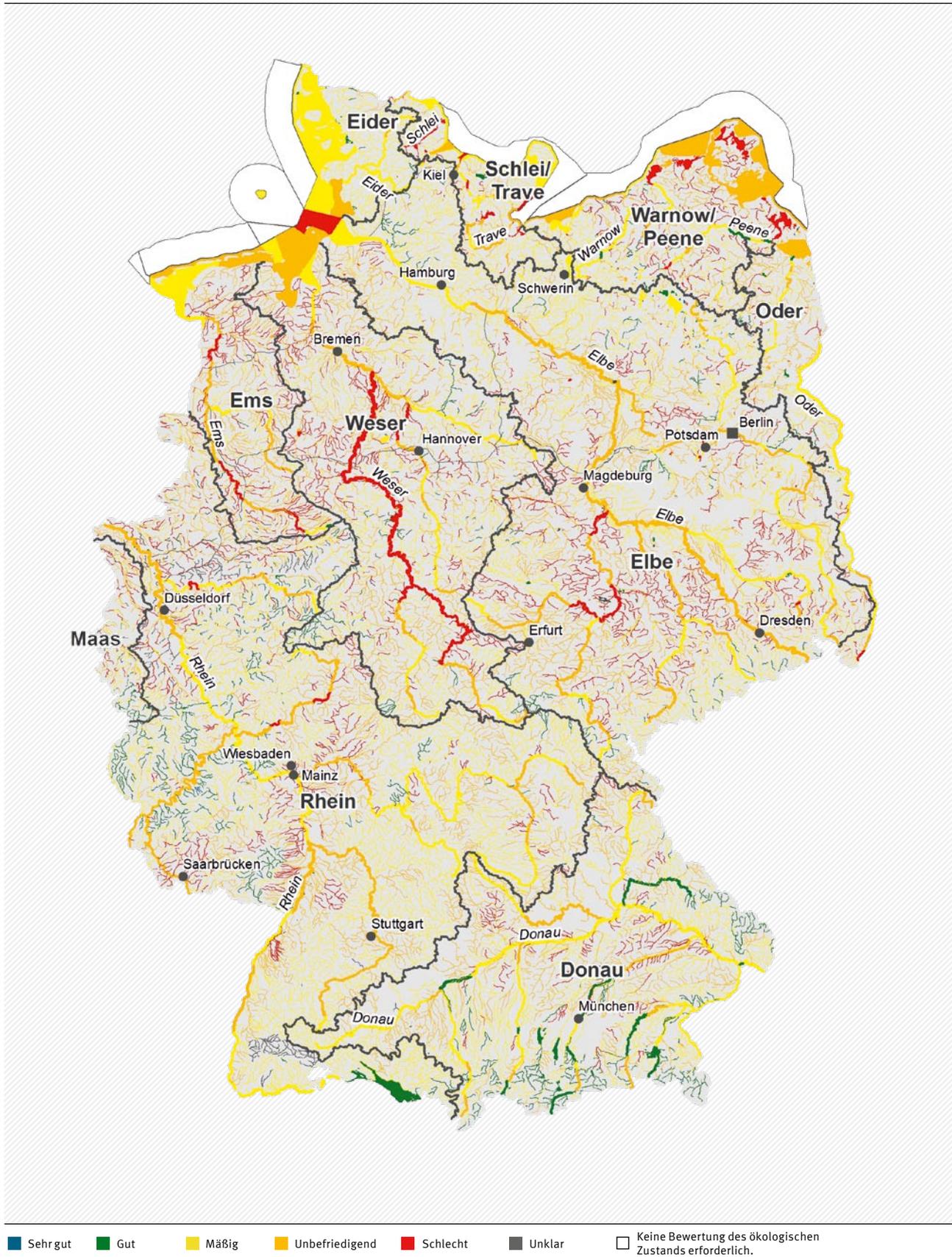
Klasse 1 beschreibt den Referenzzustand, d. h. den Gewässerzustand ohne oder nahezu ohne störende Einflüsse und Belastungen durch den Menschen. Für die Bewertung wird der Zustand jeder in einem Gewässertyp relevanten biologischen Qualitätskomponente untersucht und in die Klassen „sehr gut“ bis „schlecht“ eingeordnet. Die resultierende ökologische Zustandsklasse wird von dem schlechtesten Einzelergebnis einer biologischen Qualitätskomponente bestimmt („Worst-Case-Prinzip“).

Der aktuelle ökologische Zustand der Gewässer Deutschlands ist in Abbildung 52 und Abbildung 53 dargestellt. Die dominierenden



Abbildung 52

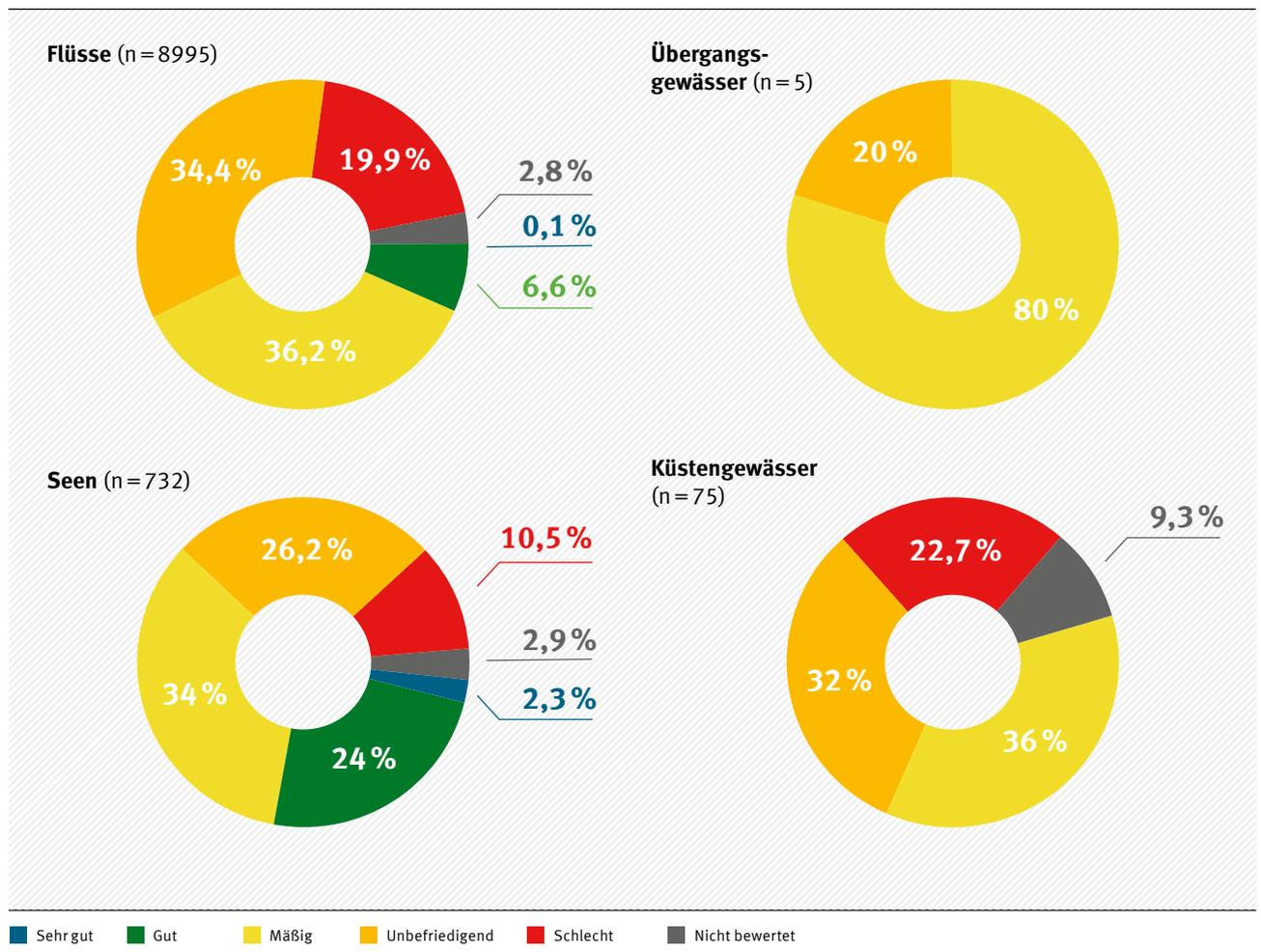
## Ökologischer Zustand der Oberflächenwasserkörper in Deutschland



Datenquelle: Berichtsportal WasserBLICK/BfG, Stand 23.03.2016

Abbildung 53

## Ökologischer Zustand der Gewässerkategorien in Deutschland



Datenquelle: Berichtsportal WasserBLick/BfG, Stand 23.03.2016

Farben Gelb, Orange und Rot in den Karten und Diagrammen zum ökologischen Zustand machen deutlich, dass viele der Gewässer gegenwärtig noch nicht den guten ökologischen Zustand erreichen. Das Ergebnis spiegelt die hohe Nutzungsintensität der Gewässer in Deutschland durch Landwirtschaft, Industrie, Schifffahrt, Wasserkraft, Siedlungswasserwirtschaft und Freizeitnutzung wider.

Einen „sehr guten“ oder „guten ökologischen Zustand“ weisen gegenwärtig 8,2 % der etwa 9.800 Wasserkörper auf.

Das Gesamtergebnis des ökologischen Zustands spiegelt im Wesentlichen die Bewertung der Fließgewässer in Deutschland wider, da diese mit etwa 9.000 die größte Fraktion innerhalb der

Oberflächenwasserkörper bilden. Das Ergebnis für die etwa 730 Seen ist positiver. Hier erreichen 26 % einen „sehr guten“ oder „guten ökologischen Zustand“ (vgl. Abbildung 53). Von den Küsten- und Übergangsgewässern erreicht gegenwärtig keines einen „guten ökologischen Zustand“ (vgl. Abbildung 43 und Kap. 4.3).

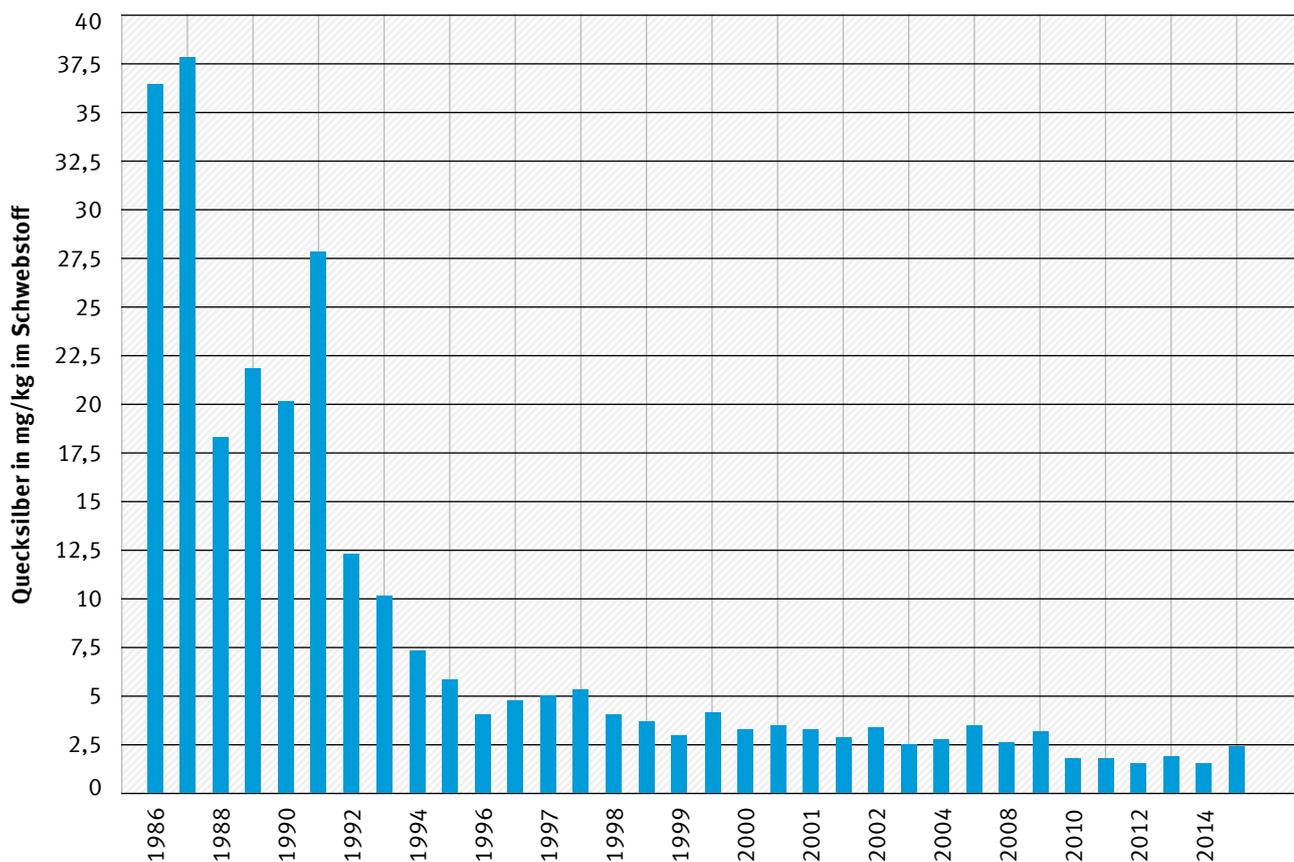
### 4.2.3 Chemischer Zustand

In unseren Oberflächengewässern können eine Vielzahl von Stoffen gemessen werden. Für die Beurteilung dieser Messergebnisse werden auf EU-Ebene für ausgewählte Stoffe Umweltqualitätsnormen in der EG-Richtlinie 2008/105 festgelegt. Diese sollen gewährleisten, dass sowohl die pflanzlichen und tierischen Lebewesen in Flüssen, Seen und Meeren als auch die menschliche Gesundheit und Tiere, die sich von Was-



Abbildung 54

## Mittlere Quecksilberkonzentration bei Schnackenburg (Elbe)



Quelle: Umweltbundesamt nach Angaben des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLKWN)

serlebewesen ernähren, nicht durch diese Stoffe geschädigt werden. Die Auswahl wird alle 6 Jahre aktualisiert und fortgeschrieben. Derzeit umfasst sie 45 Stoffe/Stoffgruppen, darunter 12 Stoffe, die erst ab 2018 bei der Bewertung des chemischen Zustands berücksichtigt werden. Dazu gehören Metalle, Pestizide (Pflanzenschutzmittel, Biozide) und weitere Chemikalien. 13 dieser 45 Stoffe sind persistente organische Schadstoffe (POPs), deren Herstellung und Verwendung die Verordnung (EG) Nr. 805/2004 bereits verbietet oder stark einschränkt.

Wird nur für einen der Stoffe die Umweltqualitätsnorm überschritten, gilt der chemische Zustand des Gewässerabschnitts als „nicht gut“ und es sind Maßnahmen zur Reduzierung der Einträge zu ergreifen.

Im Zeitraum 2009 bis 2015 wurden für 12 der bis 2011 geregelten 33 Stoffe die Umweltqualitätsnormen an allen Messstellen eingehalten.

Darunter sind sieben Pflanzenschutzmittel und fünf industrielle Schadstoffe. Bei den Bromierten Diphenylethern (BDE), polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Tributylzinn (TBT) werden die Umweltqualitätsnormen<sup>171</sup> häufig überschritten (Abbildung 45). Abbildung 56 und Abbildung 57 zeigen hingegen ein differenzierteres Bild, da bei dieser Bewertung die Stoffe Quecksilber, BDE, PAK und TBT nicht berücksichtigt wurden.

### Für weitere Informationen siehe:

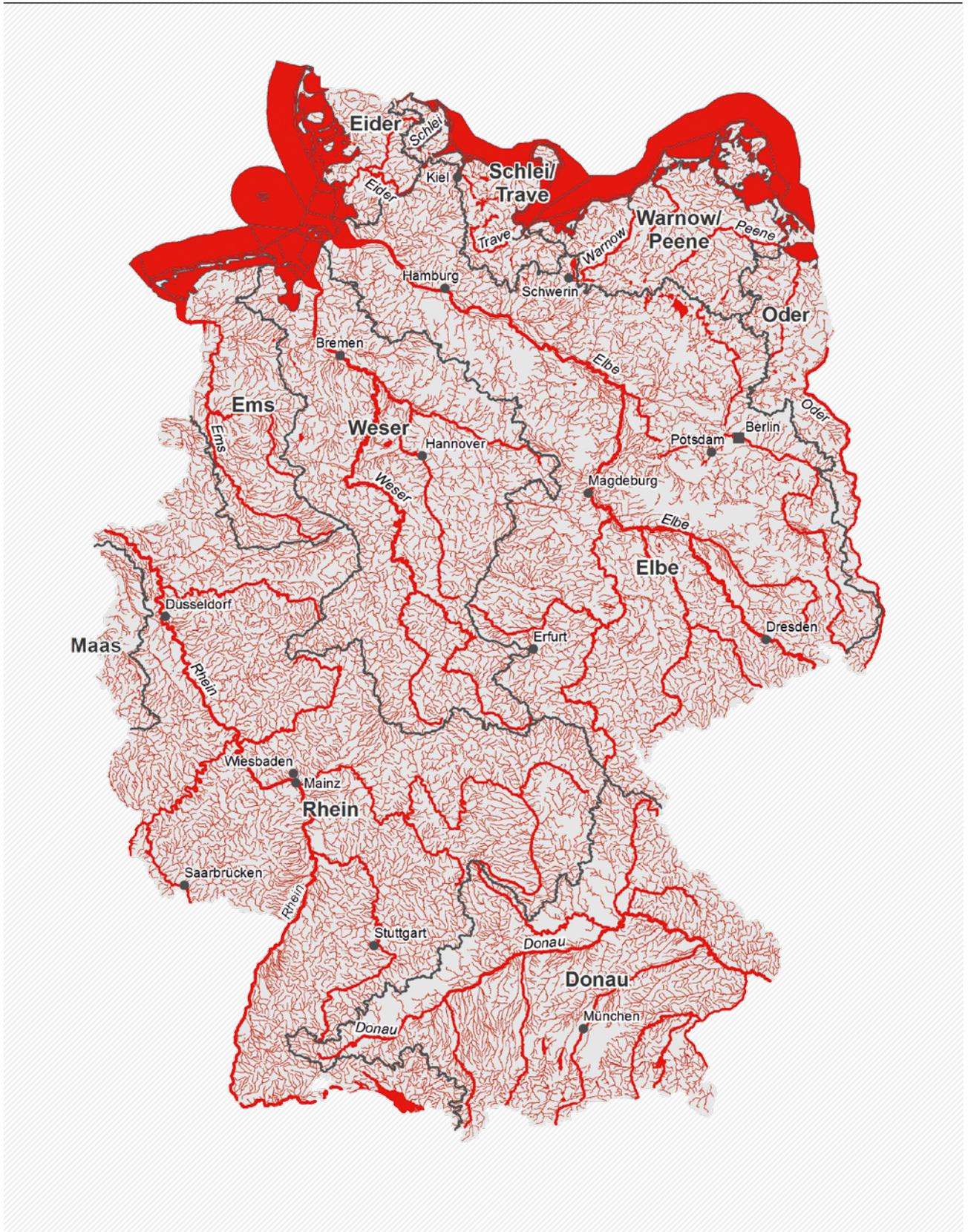
Umweltbundesamt (2017): Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung.

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/170403\\_uba\\_fachbroschure\\_wasserwirtschaft\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/170403_uba_fachbroschure_wasserwirtschaft_bf.pdf)

Zwar hat die Belastung mit Quecksilber seit 25

Abbildung 55

**Karte Chemischer Zustand der Oberflächengewässer, Bewertung aller bis 2011 geregelter Stoffe**



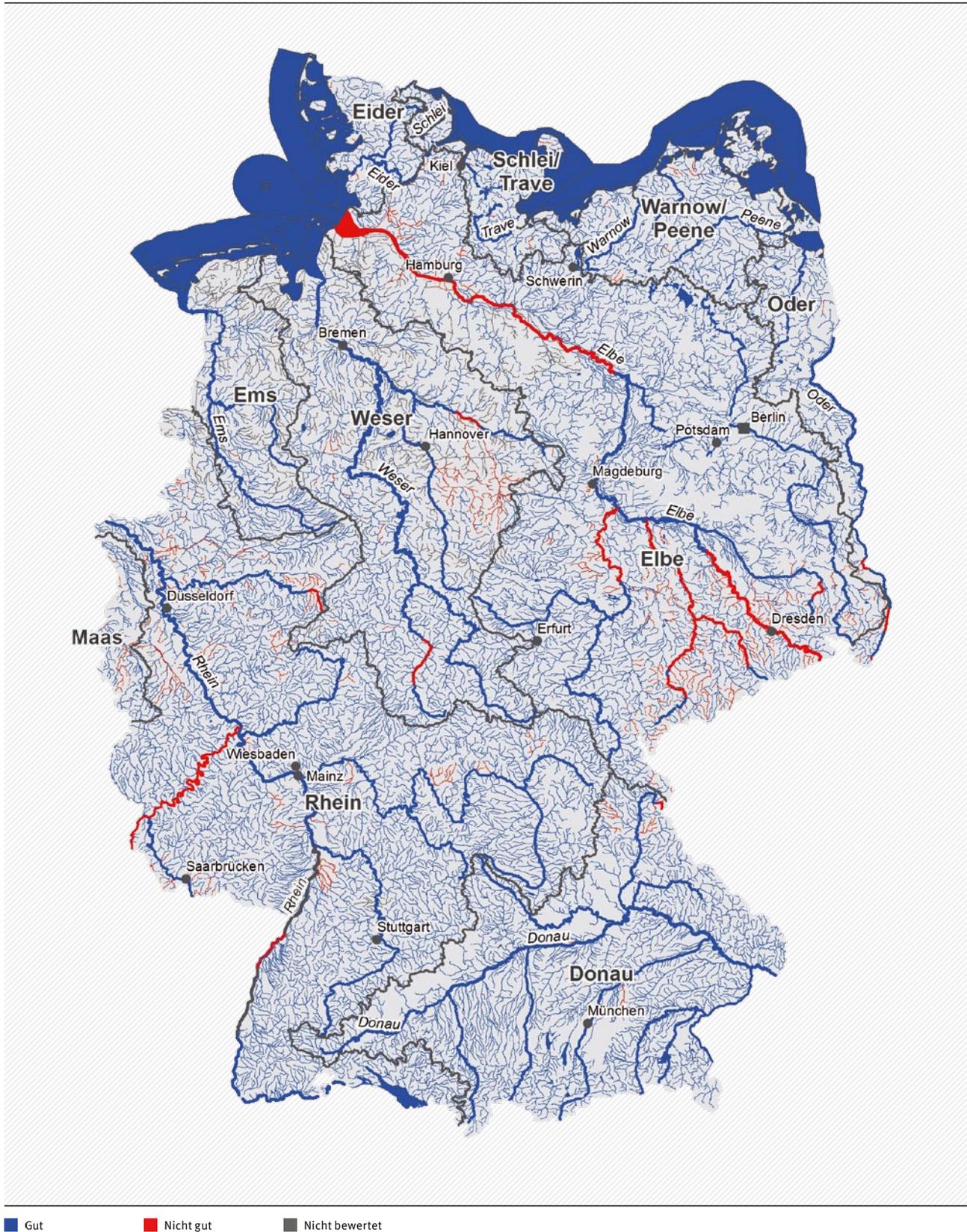
■ Nicht gut

Datenquelle: Berichtsportal WasserBLick/BfG, Stand 23.03.2016



Abbildung 56

**Karte Chemischer Zustand der Oberflächengewässer bei Bewertung aller bis 2011 geregelter Stoffe ohne Quecksilber, BDE, PAK, TBT\***



\*Ausgenommen sind Stoffe mit den Nummern 2, 5, 15, 21, 22, 28, 30 der Anlage 8 der OGewV

Datenquelle: Berichtsportal WasserBLICK/BfG, Stand 23.03.2016

Jahren erheblich abgenommen, die Konzentrationen von Quecksilber in Fischen liegen jedoch auch in Gewässern mit ansonsten geringer chemischer Belastung über der Umweltqualitätsnorm. Diese Ergebnisse wurden auch auf Flüsse, Seen und Meeresgebiete übertragen, für die keine Messungen in Fischen durchgeführt werden konnten. Deshalb ist die Gesamtbewertung des chemischen Zustands aller deutschen Oberflächengewässer „nicht gut“ (Abbildung 55). Die Entwicklung der Quecksilberkonzentrationen kann beispielhaft anhand der Schwebstoffkonzentrationen an der Messstelle Schnackenburg an der Elbe nachvollzogen werden (Abbildung 54).

Die Umweltqualitätsnorm für Quecksilber wurde zum Schutz von Vögeln und Säugetieren (z. B. Fischadler, Fischotter), die sich von Fisch ernähren, abgeleitet. Sie liegt bei 20 µg/kg Nassgewicht in Fischen. Für Muscheln und Fische, die für den menschlichen Verzehr vorgesehen sind, gelten die Höchstmengen von 500 bis 1000 µg/kg Nassgewicht für Lebensmittel. Die Bestimmung des Quecksilbergehalts im Rahmen des jährlichen Lebensmittel-Monitoring ergab, dass der Anteil der Proben mit Überschreitung der o. g. Höchstmengen bis auf wenige Ausnahmen im Großen und Ganzen gering ist<sup>172</sup>. In diesen Fällen werden für Angler Verzehrwarnungen von den zuständigen Institutionen für die Lebensmittelüberwachung herausgegeben und der Verkauf der Fische verboten.

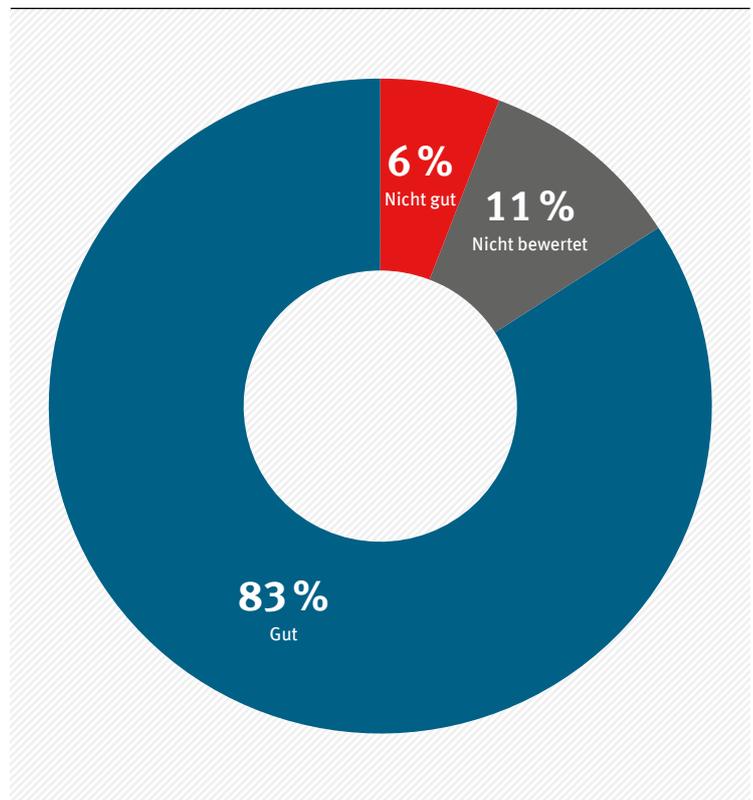
Erhöhte Konzentrationen von Pflanzenschutzmitteln treten vor allem in kleineren Gewässern im ländlichen Raum auf, während relevante Belastungen mit Metallen insbesondere in den Gewässern mit Einträgen aus dem Altbergbau vorgefunden werden (Kap. 3.3). Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm der industriellen Schadstoffe sind überwiegend in Gewässern in industriellen Ballungsgebieten festzustellen.

### 4.3 Zustand der Küsten- und Meeresgewässer

Die Nutzungs- und Belastungssituation in Nord- und Ostsee geht gegenwärtig weit über eine nachhaltige Bewirtschaftungsweise hinaus. Diese „Übernutzung“ der Meere und Küsten überfordert vielfach Stabilität und Resilienz-Fähigkeit der marinen Ökosysteme.

Abbildung 57

### Chemischer Zustand bei Bewertung aller bis 2011 geregelter Stoffe ohne Quecksilber, BDE, PAK, TBT\*



\*Ausgenommen sind Stoffe mit den Nummern 2, 5, 15, 21, 22, 28, 30 der Anlage 8 der OGWV

Datenquelle: Berichtsportal WasserBLICK/BFG, Stand 23.03.2016

Die regionalen Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks, OSPAR, und des Ostseegebietes, HELCOM (siehe Kap. 5.4.2), befassen sich seit Längerem mit der thematischen Bewertung des Umweltzustands und in den letzten Jahren auch mit der Gesamtbewertung der Meeresgewässer im jeweiligen Konventionsgebiet. Diese Gesamtbewertungen zeigen weiterhin eine starke Beeinträchtigung beider Meere durch menschliche Belastungen. Insbesondere hat die intensive Fischerei erhebliche Auswirkungen auf Fischbestände und Lebensräume. Eutrophierung bleibt eine der Hauptbelastungen sowohl in der Nord- als auch in der Ostsee. In der Nordsee sind darüber hinaus vor allem große Mengen an Müll ein Problem. Die Belastungen werden sich mit großer Wahrscheinlichkeit in Zukunft verstärken, da der Nutzungsdruck (z. B. durch Schifffahrt, Offshore-Windkraft) zunimmt. Außerdem wird sich auch der Klimawandel zunehmend negativ auswirken.



### 4.3.1 Bewertungsgrundlagen

Die deutschen Küsten- und Meeresgewässer wurden unter der EU- Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) erstmals 2012 bewertet. Diese Bewertung umfasst eine Beschreibung der wesentlichen

Merkmale und Belastungen einschließlich einer Analyse sozio-ökonomischer Aspekte sowie eine Beschreibung des gewünschten „guten Umweltzustands“ und der Festlegung von Umweltzielen zur Erreichung bzw. Erhaltung dieses Zustands

Abbildung 58

## Zusammenfassender Überblick der 2012 durchgeführten Anfangsbewertung gemäß MSRL für die deutschen Meeresgewässer

Merkmale, Belastungen und Auswirkungen	Nordsee	Ostsee
Biotoptypen	nicht gut	nicht gut
Phytoplankton	nicht gut	nicht gut
Zooplankton	nicht bewertet	nicht bewertet
Makrophyten	nicht gut	nicht gut
Makrozoobenthos	nicht gut	nicht gut
Fische	nicht gut	nicht gut
Marine Säugetiere	nicht gut	nicht gut
Seevögel	nicht gut	nicht gut
Vollständiges Bedecken mit Sediment	nicht bewertet	nicht bewertet
Versiegelung	nicht bewertet	nicht bewertet
Veränderung der Verschlickung	nicht bewertet	nicht bewertet
Abschürfung	nicht bewertet	nicht bewertet
Selektive Entnahme	nicht gut	nicht bewertet
Unterwasserlärm	nicht bewertet	nicht bewertet
Abfälle im Meer	nicht gut	nicht bewertet
Änderungen des Temperaturprofils	nicht bewertet	nicht bewertet
Änderungen des Salinitätsprofils	nicht bewertet	nicht bewertet
Eintrag synthetischer und nichtsynthetischer Verbindungen	WRRL   OSPAR	WRRL   HELCOM
Eintrag von Radionukliden	gut	gut
Schadstoffe in Lebensmitteln	nicht gut	gut
Systematische u./o. absichtliche Freisetzung von Stoffen	WRRL   OSPAR	WRRL   HELCOM
Anreicherung mit Nährstoffen und organischem Material	nicht gut	nicht gut
Eintrag mikrobieller Pathogene	gut	gut
Vorkommen nicht-einheimischer Arten	nicht bewertet	nicht bewertet
Beifang	nicht gut	nicht bewertet
kumulative und synergetische Wirkungen	nicht bewertet	nicht bewertet
<b>Gesamt-Umweltzustand</b>	<b>nicht gut</b>	<b>nicht gut</b>

■ Der gute Umweltzustand ist erreicht

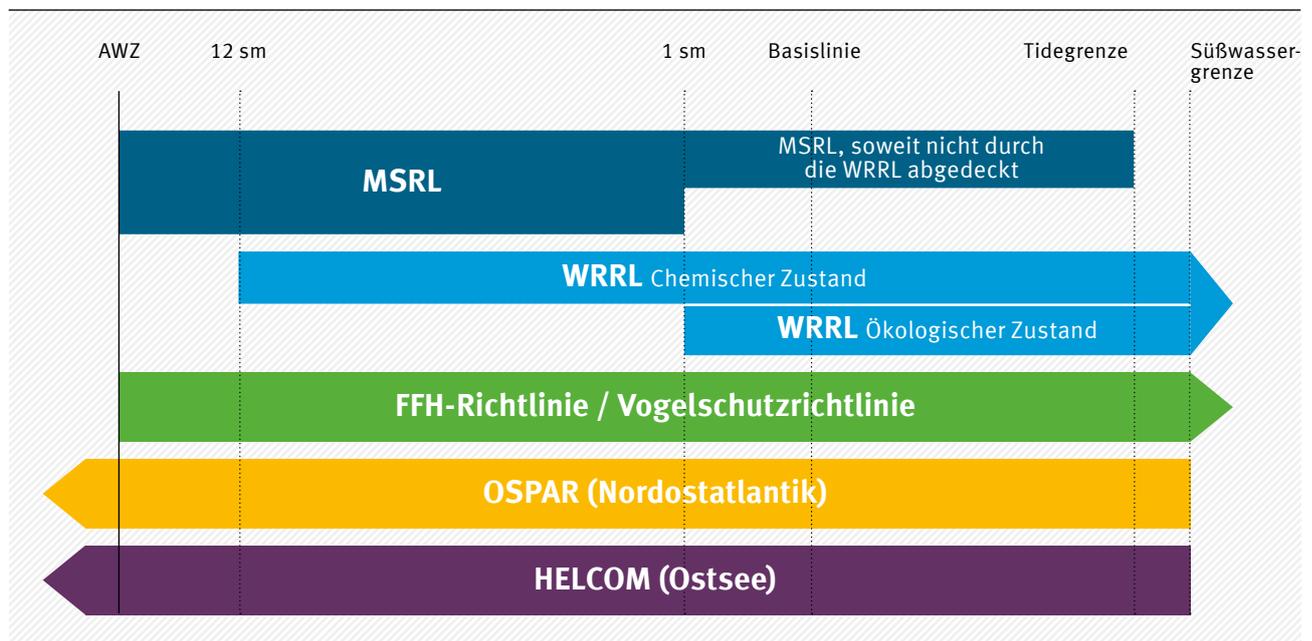
■ Der gute Zustand ist nicht erreicht

■ Nicht bewertet

Quelle: Umweltbundesamt

Abbildung 59

### Geltungsbereiche der für die Bewertung unter der MSRL relevanten EU-Richtlinien (WRRL, FFH-Richtlinie, Vogelschutzrichtlinie) und Meeresschutzübereinkommen OSPAR und HELCOM



Quelle: Umweltbundesamt

(siehe auch Kap. 5.4, 5.4.3). Qualitative und semiquantitative Auswertungen erfolgten 2012 auf der Grundlage von Arbeiten für die WRRL, die FFH-RL und die Vogelschutzrichtlinie sowie der aktuellen Bewertungen des OSPAR-Übereinkommens, der trilateralen Wattenmeer-Zusammenarbeit sowie des Helsinki-Übereinkommens, deren Geltungsbereiche sich wie in Abbildung 59 dargestellt überlappen.

Sie zeigen, dass die deutschen Nord- und Ostseegebiete 2012 den „guten Umweltzustand“ nicht erreichten<sup>173</sup>. Abbildung 58 gibt einen vereinfachten und zusammenfassenden Überblick der Anfangsbewertung für die deutschen Meeresgewässer. Viele Lebensräume und Arten der deutschen Nord- und Ostsee befinden sich nicht in einem guten Zustand. Verschiedene Biotoptypen, Phytoplankton, Fischbestände und Seevögel sind in besonderem Maße betroffen. Ausschlaggebend für diese Bewertung sind insbesondere die hohen Belastungen durch Fischerei (siehe Kap. 3.6), Eutrophierung, Schadstoffe, Müll (siehe Kap. 3.8.1) und Lärm. Um den „guten Umweltzustand“ gemäß MSRL fristgerecht in 2020 zu erreichen, bedarf es adäquater Maßnahmen zur Senkung der anthropogenen Belastungen. Diese Maßnahmen wurden, den Vorgaben der MSRL entsprechend, in den 2016 veröffentlichten Maßnahmenprogrammen verankert<sup>174</sup>.

Da die MSRL einen sechsjährigen Management-Zyklus umfasst, steht 2018 eine Folgebewertung der Küsten- und Meeresgewässer an. Diese stützt sich, soweit möglich, auf eine überarbeitete EU-Kommissionsentscheidung, die primäre und sekundäre Kriterien (Indikatoren) sowie konkretere methodologische Standards für eine Bewertung des Umweltzustands festlegt. Die Bewertungsgrundlagen für diese Folgebewertung wurden durch OSPAR und HELCOM auf regionaler Ebene erarbeitet. Die nationale Folgebewertung stützt sich in großen Teilen auf die regionalen Bewertungen, das OSPAR Intermediate Assessment<sup>175</sup> und den HELCOM „State of the Baltic Sea Report“<sup>176</sup>, die im Sommer 2017 veröffentlicht wurden. Da die Hauptbelastungen bisher nicht in ausreichendem Maße gesenkt wurden, verfehlen die deutschen Nord- und Ostseegebiete den „guten Zustand“ auch weiterhin. Die Folgebewertung gemäß MSRL wird voraussichtlich Mitte Oktober 2017 auf [www.meeresschutz.info](http://www.meeresschutz.info) veröffentlicht.

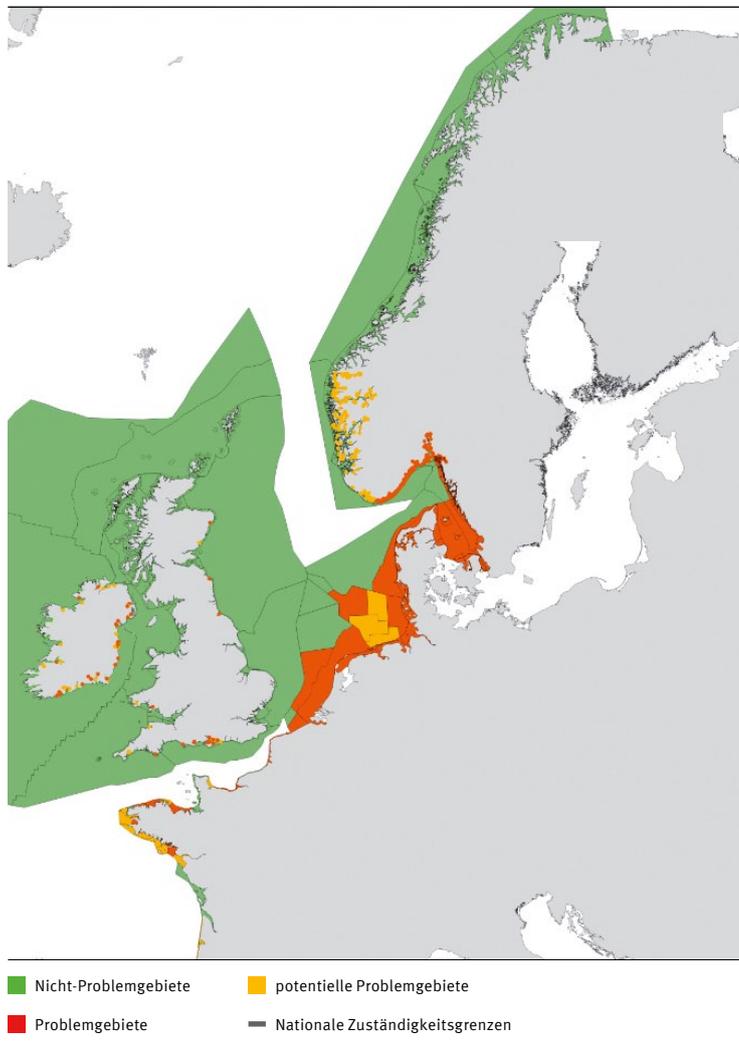
#### 4.3.2 Eutrophierung von Nord- und Ostsee

Neben der Überfischung ist gegenwärtig die Eutrophierung das größte ökologische Problem in Nord- und Ostsee. Sie wird durch übermäßige Nährstoffeinträge hervorgerufen und führt zu einer Reihe von negativen Auswirkungen



Abbildung 60

### Vorläufige Ergebnisse der 3. Eutrophierungsbewertung von OSPAR für den Nordostatlantik (Bewertungszeitraum 2006 – 2014)



Quelle: OSPAR Commission, 2017

auf die marinen Ökosysteme, z. B. übermäßige oder toxische Algenblüten, Sauerstoffmangel, sowie Beeinträchtigungen bodenlebender Tiere und Wasserpflanzen. Nährstoffeinträge aus dem Hinterland – auch aus Nichtanrainerstaaten – gelangen über die großen Flusssysteme und über die Atmosphäre in die Meere. Die Einzugsgebiete der Flüsse sind zum Teil dicht bevölkert, hoch industrialisiert und intensiv landwirtschaftlich genutzt. Erhöhte Stickstoffeinträge stammen überwiegend aus diffusen Quellen, hauptsächlich aus der Düngung landwirtschaftlicher Flächen und der Nutztierhaltung (siehe Kap. 3.2.2), aber auch aus atmosphärischen Einträgen von

Schiffs- und Industrieabgasen (siehe Kap. 3.5.1). Erhöhte Phosphoreinträge stammen ebenfalls zu einem hohen Anteil aus der Landwirtschaft, aber auch aus Punktquellen, wie z. B. der Einleitung kommunaler und industrieller Abwässer (siehe Kap. 3.3.1).

#### Ostsee

Die Ostsee ist aufgrund ihres Binnenmeercharakters und des geringen Wasseraustauschs mit der Nordsee besonders empfindlich gegenüber Eutrophierung. So hat sich die Ausdehnung der „Todeszonen“ - Gebiete in denen aufgrund von Sauerstoffmangel am Boden kein Leben mehr möglich ist – in den vergangenen 115 Jahren in Folge der zunehmenden Eutrophierung mehr als verzehnfacht<sup>177</sup>. HELCOM überwacht und bewertet regelmäßig den Eutrophierungszustand der Ostsee. Gemäß der aktuellen Bewertung basierend auf Daten von 2011–2015 werden 97 % der Ostsee als eutroph eingestuft, einschließlich der deutschen Ostseegewässer. Der Eutrophierungszustand hat sich seit der letzten Bewertung, die auf Daten von 2007–2011 basierte, trotz reduzierter Nährstoffeinträge nicht wesentlich verbessert.

HELCOM hat bereits 2007 im durch die Umweltminister aller HELCOM Vertragsstaaten in Krakau beschlossenen Ostseeaktionsplan konkrete quantitative Nährstoffreduktionsziele für die Ostseeanrainer festgelegt, die es bis 2021 zu erreichen gilt. Basierend auf den seinerzeit neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen wurden 2013 auf einem erneuten Umweltministertreffen neue Nährstoffreduktionsziele vereinbart. Danach hat Deutschland sich verpflichtet, seine Stickstoffeinträge um 7.670 t und die Phosphoreinträge um 170 t gegenüber dem Referenzzeitraum 1997–2003 zu senken. Insbesondere hinsichtlich der Stickstoffeinträge sind in den letzten Jahren gute Reduktionserfolge zu verzeichnen. Die Umsetzung des Göteborg-Protokolls zur Senkung der atmosphärischen Stickstoffemissionen hat dazu einen wesentlichen Beitrag geleistet. Die Phosphoreinträge stagnieren jedoch auf zu hohem Niveau.

Die Stickstoffeinträge in die Oberflächengewässer im deutschen Ostsee-Einzugsgebiet (Flussgebiete Warnow/Peene, Schlei/Trave und Oder) verringerten sich zwischen 1983–1987 und 2012–2014 um 65 % von 63.000 t/a auf 22.200 t/a Stickstoff. Die Phosphoreinträge gin-

gen in diesem Zeitraum um 78 % von 3.600 t/a auf 800 t/a Phosphor zurück.

Durch den Ausbau der Kläranlagen und die Einführung phosphatfreier Waschmittel sanken insbesondere die Nährstoffeinträge aus Punktquellen. Im Zeitraum 2012–2014 stammten 78 % der wasserbürtigen Stickstoffeinträge und 51 % der Phosphoreinträge aus der Landwirtschaft, während nur 9 % der Stickstoffeinträge und 20 % der Phosphoreinträge aus Punktquellen stammten.

### Nordsee

In der Nordsee konzentriert sich die Eutrophierungsproblematik auf das kontinentale Küstenwasser, einen 50 bis 100 km breiten Wassergürtel entlang der Küste, der durch die Flusseinträge überhöhte Nährstoffkonzentrationen aufweist. Auch OSPAR bewertet den Eutrophierungsstatus regelmäßig. Die aktuelle Eutrophierungsbeurteilung<sup>178</sup> basierend auf Daten von 2006–2014 stuft 7 % der bewerteten Gebiete im Nordostatlantik als Problemgebiete hinsichtlich Eutrophierung ein, darunter die deutschen Küstengewässer und die Deutsche Bucht mit Ausnahme des äußeren nördlichen Bereiches der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) („Entenschnabel“) (siehe Abbildung 60). Im Vergleich zur letzten OSPAR-Bewertung des Eutrophierungszustands hat die Fläche der Problemgebiete und potentiellen Problemgebiete (Gebiete mit unzureichender Datenlage) im Nordostatlantik weiter abgenommen. Auch in der deutschen Nordsee ist eine Verbesserung in der offenen deutschen Bucht (Entenschnabel) zu verzeichnen.

Aufgrund der hohen Nährstoffeinträge über die Flüsse haben die Umweltminister der Nordseeanliegerstaaten bereits auf den Internationalen Nordseeschutz-Konferenzen (INK) 1987 (London) und 1990 (Den Haag) Maßnahmen zur Reduzierung der Einträge von Nährstoffen um 50 % für den Zeitraum 1985–1995 beschlossen. Das Ziel wurde auf der 4. INK (in Esbjerg) bis 2000 fortgeschrieben, wird aber bis heute nicht von allen Nordseeanrainerstaaten erreicht. OSPAR hat die pauschale Zielsetzung einer 50%igen Reduktion der Nährstoffeinträge zugunsten einer wissenschaftlichen Ableitung individueller Nährstoffreduktionsziele für die einzelnen ausgewiesenen Problemgebiete aufgegeben. Diese sind bis 2020 zu erreichen. Obwohl gemäß OSPAR-Strategie diese Zielwerte bereits 2012 gesetzt sein sollten, konnten sich die Nordseeanrainer bisher nicht auf Redukti-

onsziele einigen. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass die Nährstoffeinträge in einigen Gebieten um weit über 50 % sinken müssen, um den Status eines Nicht-Problemgebiets hinsichtlich Eutrophierung zu erreichen. Hinzu kommt in der Nordsee die Problematik der Ferneinträge. Starke Strömungen verteilen die über die Flüsse eingetragenen Nährstoffe entgegen dem Uhrzeigersinn entlang der Küste, was z. B. dazu führt, dass die Erreichung des „guten Zustands“ in den deutschen Meeresgewässern erheblich von niederländischen Nährstoffreduktionen abhängig ist. Die Einträge aus dem deutschen Einzugsgebiet der Nordsee wiederum dehnen sich entlang der dänischen Küste bis nach Südnorwegen aus.

Die Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer im deutschen Nordsee-Einzugsgebiet (Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Eider) verringerten sich zwischen 1983–1987 und 2012–2014 für Stickstoff um über 50 % von 804.038 t/a auf 353.400 t/a und für Phosphor um mehr als 70 % von 67.164 t/a auf 17.540 t/a. Das 50 % Reduktionsziel von OSPAR wurde damit erreicht. Wie auch in der Ostsee sanken die Nährstoffeinträge insbesondere durch den starken Rückgang der Einträge aus Punktquellen. 2012–2014 stammten 71 % der Stickstoffeinträge und 44 % der Phosphoreinträge aus der Landwirtschaft, 21 % der Stickstoffeinträge und 35 % der Phosphoreinträge aus Punktquellen (z. B. Kläranlagen).

### Eutrophierung – Bewertung und Bewirtschaftungsziele gemäß WRRL

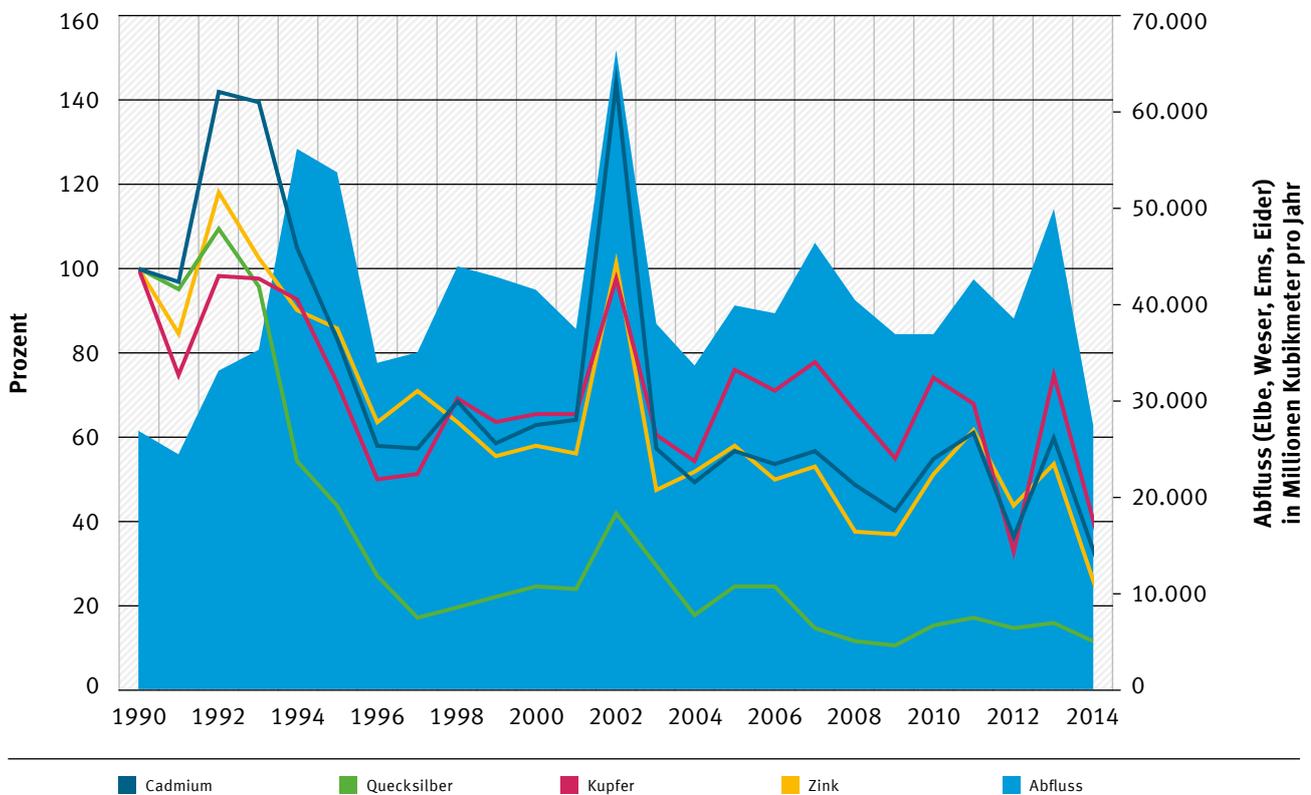
Die Eutrophierung ist sowohl in der Nord- als auch in der Ostsee oft hauptsächliche oder ausschließliche Ursache dafür, dass die Küstengewässer den „guten ökologischen Zustand“ gemäß Wasserrahmenrichtlinie gegenwärtig verfehlen. Kein einziger Wasserkörper war 2015 in „gutem“ oder „sehr gutem“ Zustand. In den Küstengewässern der deutschen Ostsee waren 34 % der Wasserkörper in einem mäßigen Zustand, 32 % wurden als befriedigend und 34 % als schlecht bewertet. In den Küsten- und Übergangsgewässern der Nordsee wurden nur 7 % der Wasserkörper als schlecht bewertet, 41 % waren in unbefriedigendem und 52 % in mäßigen Zustand.<sup>186</sup> Es gilt nun, die beiden noch folgenden WRRL-Bewirtschaftungszyklen zu nutzen, um bis spätestens 2027 den „guten ökologischen Zustand“ zu erreichen.

Im Rahmen der Umsetzung der WRRL hat Deutschland in der Novelle der Oberflächenge-



Abbildung 61

## Schwermetalleinträge über die deutschen Zuflüsse in die Nordsee im Vergleich zum Abfluss



Quelle: UBA Daten zur Umwelt<sup>180</sup>

wässerverordnung (OGewV) von 2016 erstmals Bewirtschaftungszielwerte für die Jahresmittelwerte von Gesamtstickstoff für die in die Nord- und Ostsee einmündenden Flüsse festgelegt, die sich an den Meeresschutzziele ausrichten. Diese gelten an den jeweiligen Süßwassermessstellen am Grenzscheitel limnisch/marin. Für die Nordsee ist der Bewirtschaftungszielwert 2,8 mg/l Gesamtstickstoff, für die Ostsee 2,6 mg/l. Nach einer vorläufigen Auswertung der fünfjährigen Mittel der Flusskonzentrationen 2011–2015 erreichten nur der Rhein und die Warnow die Zielwerte. Die höchsten Stickstoffkonzentrationen weisen Flüsse wie z. B. die Ems auf, deren Wassereinzugsgebiet in Regionen mit hoher Viehdichte liegen.

### 4.3.3 Schadstoffe in Nord- und Ostsee

Schadstoffe gelangen über viele Wege in die Meere: indirekt über ins Meer mündende Flüsse und über die Atmosphäre oder direkt über Einleitungen an der Küste durch Industrie und Kläranlagen sowie durch Seeschifffahrt und Offshore Industrie. Für die Ost- und Nordsee sind die indirekten Schadstoffeinträge über Flüsse und Atmosphäre die Haupteintragsquellen. Die atmosphärischen Einträge, die über weite Strecken

transportiert werden können, stammen vor allem aus Verkehr, Verbrennungsanlagen und Seeschifffahrt. So wird beispielsweise kalkuliert, dass 60 % der Cadmium-, 84 % der Blei- und 79 % der Quecksilber-Depositionen auf die Ostsee ihren Ursprung außerhalb des Einzugsgebiets haben<sup>179</sup>.

Schadstoffe stammen aus diffusen Quellen wie der Landwirtschaft, aus Mischwasserüberläufen und Niederschlagsabflüssen, ebenso wie aus Kläranlagen. Darin enthalten sind u. A. Rückstände von Bioziden und Pflanzenschutzmitteln sowie Konsumprodukten, Körperpflegemitteln und Arzneimitteln. Industrieanlagen sind für schwerwiegende Einträge in der Vergangenheit verantwortlich, darunter Schwermetalle und POPs (Persistant Organic Pollutants). Sie haben maßgeblich zu der gegenwärtigen Belastung der Flusssedimente, Flussmündungen (Ästuar) und marinen Sedimente geführt. Diese belasteten Sedimente sind, vor allem wenn sie durch Hochwasser, Strömung oder Ausbaggerung verlagert werden, heute immer noch eine Eintragsquelle. Alle der in die Meere gelangten Schadstoffe können sich, je nach Stoffeigenschaften, in Wasser, Sediment oder Biota anreichern.

## Ostsee

Für die Ostsee sanken die Einträge der Schwermetalle und Blei über die deutschen Zuflüsse zwischen den Jahren 2000 und 2014 um 45 % für Cadmium, um 82 % für Quecksilber und 79 % für Blei.

2010 veröffentlichte HELCOM eine umfassende Bewertung der Schadstoffbelastung der Ostsee<sup>181</sup> auf der Grundlage von Konzentrationsmessungen aus den Jahren 1999 – 2007 in Organismen, Sediment und vereinzelt Meerwasser sowie Ergebnissen biologischer Effektmessungen. Die Konzentrationen der Schadstoffe PCB, Blei, Quecksilber, Cäsium-137, DDT/DDE, TBT, Benzo[a]anthracen und Cadmium waren dabei am häufigsten ausschlaggebend für den unzureichenden Zustand. Die Kieler und Mecklenburger Bucht gehören mit einem „schlechten“ oder „unbefriedigenden“ Zustand zu den am stärksten verschmutzten Gebieten. Die Belastungen in küstenfernen Meeresregionen, wie dem Arkonabacken, wurden überwiegend als „mäßig“ bewertet. 2017 hat HELCOM eine Neubewertung der Schadstoffbelastung für den Zeitraum 2011 – 2015 basierend auf ausgewählten Schadstoff-Indikatoren publiziert (Abbildung 62). Der HELCOM State of the Baltic Sea Bericht stellt fest, dass die Belastung aller Gebiete der Ostsee mit Schadstoffen Anlass zur Sorge gibt. Auch in der südlichen Ostsee sind die Schadstoffkonzentrationen weiterhin zu hoch. Insbesondere die ubiquitär in der Umwelt vorhandenen Schadstoffe Quecksilber und polybromierte Diphenylether (PBDE) überschreiten die HELCOM Schwellenwerte regional. In der Kieler Bucht überschreiten sieben von acht bewerteten Substanzen, in der Mecklenburger Bucht drei von sechs bewerteten Substanzen die vereinbarten Schwellenwerte.<sup>182</sup>

## Nordsee

Aufgrund der hohen Schadstoffeinträge über die Flüsse beschlossen die Umweltminister bereits auf der INK 1987 (London) und 1990 (Den Haag) für den Zeitraum von 1985 – 1995 auch Maßnahmen, um die Einträge gefährlicher Stoffe um 50 % und besonders gefährlicher Stoffe (z. B. Cadmium, Quecksilber) um 70 % zu reduzieren. Für diejenigen Stoffe, die das Ziel der Eintragsreduzierung bis 1995 (4. INK in Esbjerg) nicht erreichten, wurde das Ziel bis 2000 fortgeschrieben.

Für die Nordsee werden die Einträge aus den Zuflüssen der Elbe, Ems, Weser und Eider überwacht. Die Einträge, beispielweise der Weser, verringerten sich bis 2014 bei Cadmium um etwa 70 %, bei Quecksilber um ca. 76 % und bei Blei um rund 46 %. Die Einträge werden maßgeblich vom Abfluss (siehe Abbildung 61) bestimmt, d. h. in Jahren mit hohen Niederschlägen und hohen Abflüssen werden durch Mobilisierung akkumulierter Altlasten in Sedimenten und durch Abschwemmen von Uferbereichen höhere Stofffrachten über die Flüsse in die Meere getragen als in niederschlagsarmen Perioden.

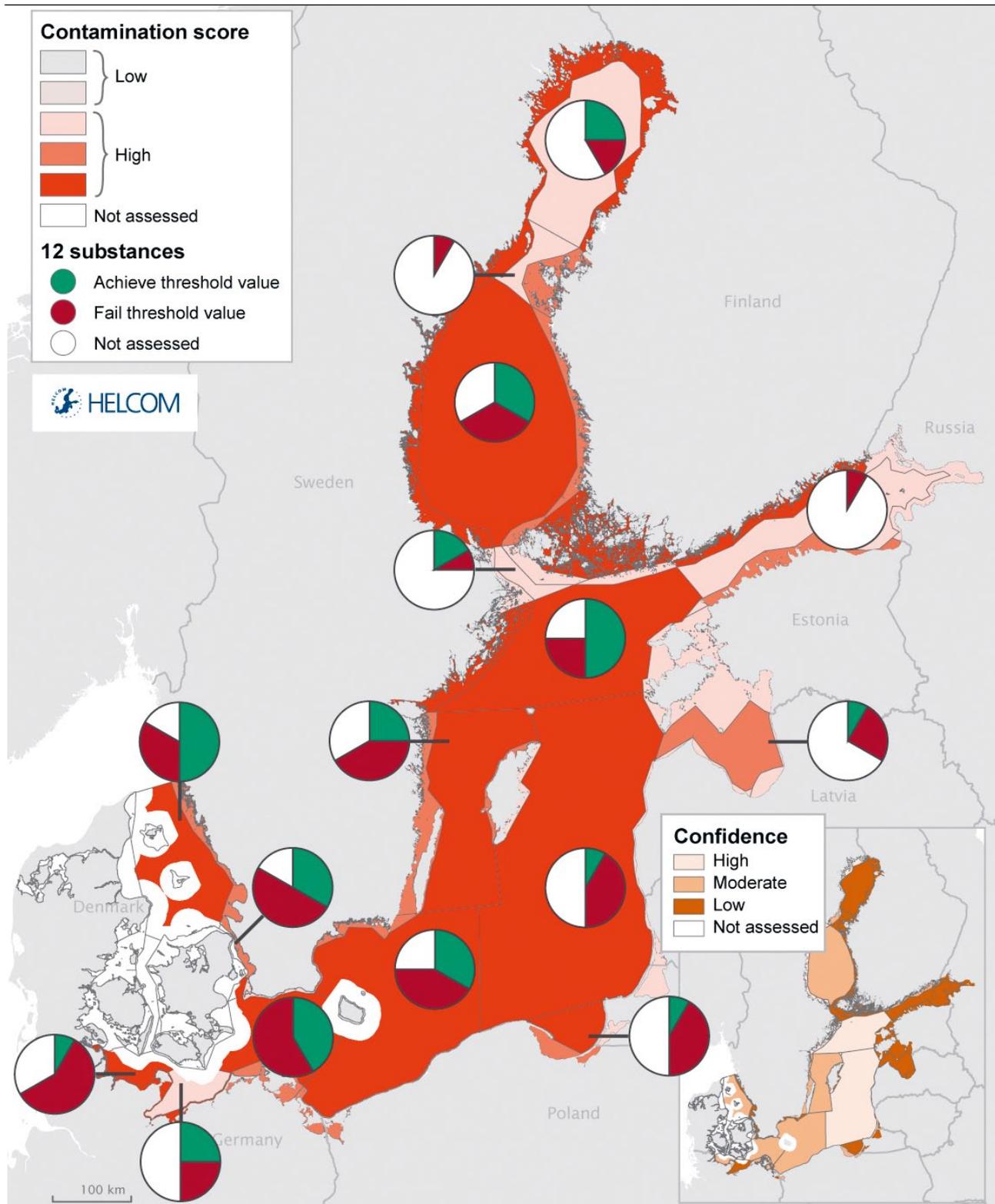
Auf der 4. INK in Esbjerg beschlossen die Minister in der Ministererklärung auch eine heute noch gültige Zielsetzung, nämlich die Verhütung der Verschmutzung der Nordsee durch eine kontinuierliche Verringerung der Einleitungen, Emissionen und Verluste gefährlicher Stoffe. Damit wird auf das Ziel der Einstellung der Einträge im Laufe einer Generation hingearbeitet. Das endgültige Ziel ist es, bis 2020 bei natürlich vorkommenden Stoffen Konzentrationen nahe der Hintergrundwerte und bei industriell hergestellten/synthetischen Stoffen Konzentrationen nahe Null in der Meeresumwelt zu erreichen.





Abbildung 62

### Integrierte Bewertung der Belastung der Ostsee mit gefährlichen Substanzen mit dem HELCOM Hazardous Substances Status Assessment Tool (CHASE)



Quelle: HELCOM, 2017

Der OSPAR Qualitätszustandsbericht 2010<sup>183</sup> stellt in seiner ausführlichen Bewertung der Schadstoffbelastung des Nordostatlantiks fest, dass für ein Drittel der priorisierten Stoffe, dieses Ziel 2020 voraussichtlich erreicht werden wird (z. B. TBT und Pflanzenschutzmittel wie Endosulfan und HCH)<sup>184</sup>. Für den überwiegenden Teil der priorisierten Stoffe allerdings wird das Ziel voraussichtlich nicht erreicht werden (dazu gehören die Schwermetalle Cadmium, Quecksilber und Blei sowie PCBs und PAKs)<sup>186</sup>. Die Schadstoffbelastung der Nordsee ist auf der Basis der Daten von 2011–2015 an ausgewählten Schadstoff-Indikatoren im OSPAR Intermediate Assessment (IA) 2017 erneut bewertet worden. Es werden in der südlichen Nordsee, der für die deutsche Nordsee relevanten Region, Überschreitungen

der vereinbarten Schwellenwerte für Blei, Quecksilber und PCB-118 festgestellt.<sup>187</sup>

#### Schadstoffe – Bewertung gemäß WRRL

Unter der WRRL wird der chemische Zustand der Übergangs- und Küstengewässer bis zu 12 Seemeilen bewertet. Die Bewertung gemäß WRRL für den zweiten Bewirtschaftungszyklus basierend auf Daten von 2009–2014 hat gezeigt, dass alle Wasserkörper der Nord- und Ostsee den guten chemischen Zustand verfehlen. Grund hierfür sind zu hohe Quecksilberkonzentrationen in Fischen, die die Umweltqualitätsnormen überschreiten. Darüber hinaus gibt es auch Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen für die Polybromierten Diphenylether (PBDE).

- <sup>169</sup> LAWA 2015, „Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit. – Pflanzenschutzmittel – Berichtszeitraum 2009 bis 2012“, <http://www.lawa.de/Publikationen.html>
- <sup>170</sup> European Commission, 2003, Guidance Document on the Assessment of the Relevance of Metabolites In Groundwater of Substances Regulated under Council Directive 91/414/EEC [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides\\_ppp\\_app-proc\\_guide\\_fate\\_metabolites-groundwtr.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_ppp_app-proc_guide_fate_metabolites-groundwtr.pdf)
- <sup>171</sup> Dies entspricht den folgenden Stoffnummern nach Anlage 8 der OGewV: 5 (BDE), 21 (Quecksilber), 2, 5, 15, 22, 28 (PAK) und 30 (TBT)
- <sup>172</sup> BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Blei, Cadmium, Quecksilber – Verbraucherschutz vor Umweltkontaminanten in Lebensmittel <http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheitschemikalien/gesundheits-und-umwelt/lebensmittelsicherheit/verbraucherschutz/schwermetalle/blei-cadmium-quecksilber> Stand: 23.8.2016
- <sup>173</sup> vgl. Umsetzung der Europäischen Meeresstrategie- Rahmenrichtlinie (MSRL) in Deutschland – Berichte <http://www.meeresschutz.info/berichte.html>
- <sup>174</sup> vgl. <http://www.meeresschutz.info/berichte-art13.html>
- <sup>175</sup> <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/>
- <sup>176</sup> HELCOM (2017): First version of the ‘State of the Baltic Sea’ report – June 2017, 202 Seiten. <http://stateofthebalticsea.helcom.fi> To be updated in 2018
- <sup>177</sup> Carstensen et al. 2013, Deoxygenation of the Baltic Sea during the last century <http://www.pnas.org/content/111/15/5628.abstract> Siehe auch <http://stateofthebalticsea.helcom.fi>
- <sup>178</sup> OSPAR (2017): Third OSPAR Integrated Report on the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area. <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/pressures-human-activities-v2/eutrophication/third-comp-summary-eutrophication/>
- <sup>179</sup> HELCOM, 2010: Hazardous substances in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic Sea. Balt. Sea Environ. Proc. No. 120B
- <sup>180</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/daten/gewaesserbelastung/nordsee/flusseintraege-direkte-eintraege-in-die-nordsee>
- <sup>181</sup> <http://www.helcom.fi/action-areas/industrial-releases>
- <sup>182</sup> <http://stateofthebalticsea.helcom.fi/pressures-and-their-status/hazardous-substances>
- <sup>183</sup> Quality Status Report (QSR) 2010, <http://qsr2010.ospar.org/en/index.html>
- <sup>184</sup> <http://www.ospar.org/work-areas/hasec/chemicals/priority-action>
- <sup>185</sup> [http://qsr2010.ospar.org/en/ch05\\_03.html](http://qsr2010.ospar.org/en/ch05_03.html)
- <sup>186</sup> LAWA (2016): Daten der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser zum Bericht nach Art. 13 der EG-Richtlinie 2000/60/EG. Datenquelle: Berichtsportal WasserBLiCK/BfG, Stand 23.03.2016
- <sup>187</sup> <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/pressures-human-activities-v2/contaminants>

# 5 Sektorübergreifender Gewässerschutz – Maßnahmen im deut- schen, europäischen und internationalen Recht





## 5.1 Integrierter Gewässerschutz – Die Wasserrahmenrichtlinie

Mitte der 90er Jahre kamen die Mitgliedstaaten der EU zu der Erkenntnis, dass für einen umfassenden Gewässerschutz die Formulierung von nutzungsorientierten Anforderungen nicht ausreicht. Die bis dato bestehenden Richtlinien waren nicht aufeinander abgestimmt und erfassen jeweils nur Teilbereiche des Gewässerschutzes. Anforderungen an die Überwachung und Berichterstattung waren nicht harmonisiert. Mit Einführung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Jahr 2000 wurde ein Rahmen geschaffen, in dem verschiedene neue Bewirtschaftungs- und Planungselemente die Effektivität und Akzeptanz der neuen und alten Regelungen erhöhen sollen.

Der integrative Ansatz der WRRL wird in folgenden Aspekten deutlich:

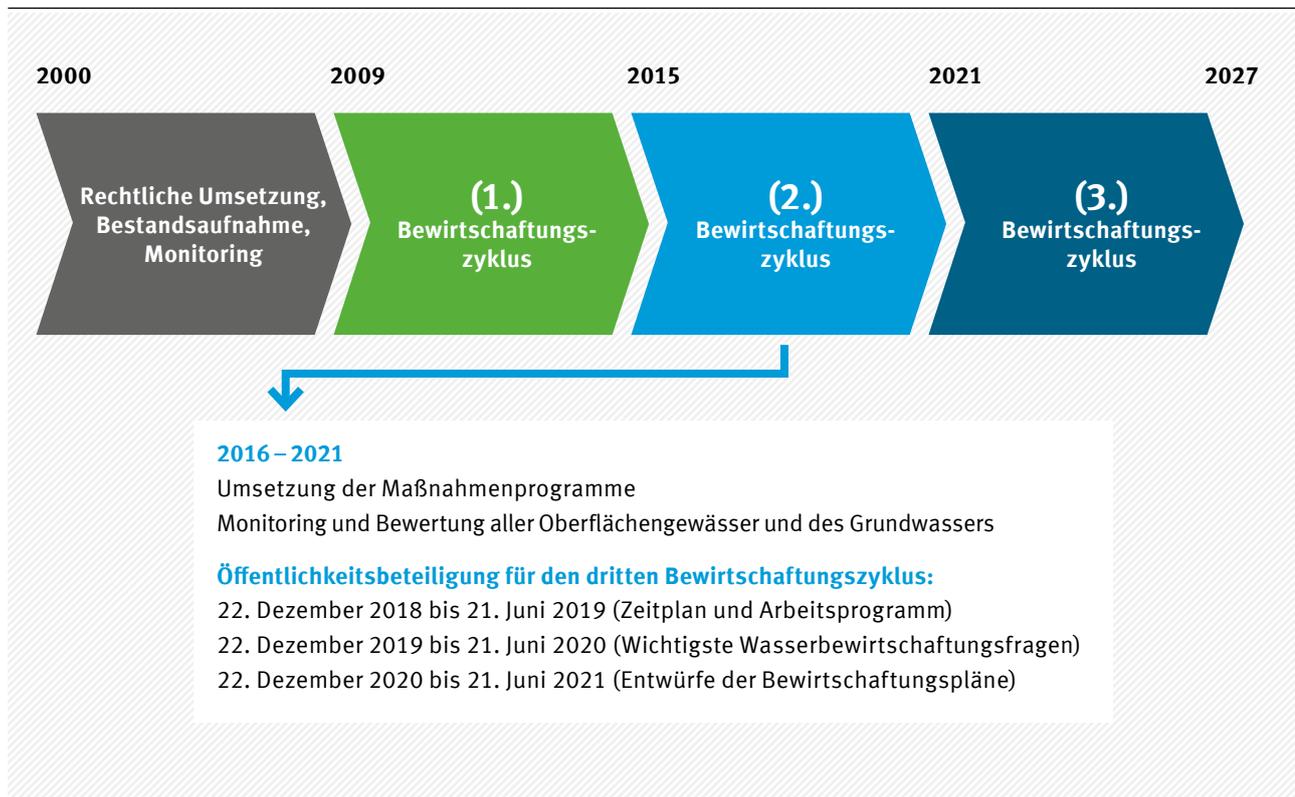
- ▶ Der Anwendungsbereich der WRRL umfasst alle Gewässerkategorien im Gebiet der Gemeinschaft, d. h. Fließgewässer, Seen, Ästuar, Küstengewässer und das Grundwasser.
- ▶ Die WRRL bezieht auch den Schutz der Meeresumwelt ein, indem unter anderem der chemische Zustand auch in der 12-Seemeilen-Zone einzuhalten ist.
- ▶ Die Gewässer sollen flusseinzugsgebietsbezogen bewirtschaftet werden, d. h. von der Quelle bis zur Mündung mit allen Zuflüssen, wobei die grenzüberschreitende Dimension in der WRRL betont wird.
- ▶ Die Qualität der Oberflächengewässer wird anhand der Gewässerökologie, vor allem der Gewässerbiologie, der chemischen Beschaffenheit und hydromorphologischen Aspekten bewertet.
- ▶ Die Beurteilung der Grundwasserqualität erfolgt nach stofflichen und mengenmäßigen Kriterien.
- ▶ Ziel ist es, überall gute Zustände zu erreichen: in Oberflächengewässern gute ökologische und gute chemische Zustände, im Grundwasser gute chemische und gute mengenmäßige Zustände.
- ▶ Ökonomische Aspekte sind zu berücksichtigen. So müssen kostendeckende Preise für Wasserdienstleistungen (Wasserversorgung und Abwasserentsorgung) unter Einbeziehung der Umwelt- und Ressourcenkosten angestrebt und kosteneffiziente (d. h. zugleich wirksame und kostengünstige) Maßnahmen zur Erreichung der WRRL-Ziele entwickelt werden.



- ▶ Alle Nutzungen, die sich auf Grund- und Oberflächengewässer auswirken, sind an den Bewirtschaftungszielen auszurichten. Einige der strukturellen Veränderungen von Oberflächengewässern können aber nicht revidiert werden. Deshalb gibt es für künstliche oder erheblich veränderte Gewässer das Ziel des guten ökologischen Potenzials. Das ist der Zustand, der möglich ist, ohne die Nutzungen, für die diese Gewässer geschaffen oder verändert wurden, erheblich einzuschränken.
  - ▶ Es sind Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne aufzustellen und regelmäßig (alle sechs Jahre) zu aktualisieren, die alle oben erwähnten Elemente beinhalten bzw. auf ihnen aufbauen. Erstmals ist dies zum 22. Dezember 2009 erfolgt, mit dem Ziel gute Zustände bis Ende 2015 zu erreichen. Wenn dies trotz anspruchsvoller Maßnahmen nicht möglich ist, sind Fristverlängerungen oder mindere Ziele zu begründen.
  - ▶ Die Öffentlichkeit wird in die Planungen einbezogen.
- Nach einem aufwendigen Planungsprozess haben die Bundesländer als für die Gewässerbewirtschaftung zuständige Behörden im Dezember 2015 die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 für die 10 Flusseinzugsgebiete in Deutschland aktualisiert. Die Pläne wurden im März 2016 der Europäischen Kommission übermittelt und sind im Internet veröffentlicht. Weiterführende Aussagen zu den Bewirtschaftungsplänen (einschließlich Zustand, Belastungen der Flussgebietseinheiten, Zielerreichung sowie Links zu den Plänen) und Maßnahmenprogrammen finden sich in der Broschüre „Die Wasserrahmenrichtlinie – Deutschlands Gewässer 2015“<sup>185</sup>.

Abbildung 63

## Zeitachse für die Umsetzung der WRRL



Quelle: Broschüre „Die Wasserrahmenrichtlinie“, 2016

## 5.2 Binnengewässerschutz in der WRRL

Die Bewirtschaftungspläne zeigen, dass die WRRL für die Oberflächengewässer ein anspruchsvolles ökologisches Ziel setzt: Die Artenzusammensetzung und die Organismenhäufigkeiten sollen nur unwesentlich von den typspezifischen Gemeinschaften aquatischen Lebens abweichen. Dieses Ziel erreichen zurzeit nur etwa 8 % der Oberflächenwasserkörper (siehe Kap. 4.2). Hauptursache der Zielverfehlungen sind die bestehenden strukturellen Veränderungen, aber auch stoffliche Belastungen mit Nährstoffen und Pestiziden. Was die Schadstoffe anbelangt, zeigen die Gewässer heute bezüglich der meisten Stoffe wieder eine gute chemische Qualität. Aber einzelne Schadstoffe, die überall vorkommen (sogenannte ubiquitäre Stoffe, z. B. Quecksilber), sorgen dafür, dass der gute chemische Zustand nirgends erreicht wird. Abbaubare Stoffe aus Kläranlageneinleitungen sind nur noch sehr selten ein Problem. Bei den Schadstoffen konzentrieren sich die Probleme auf die diffusen Quellen, auf auch in Kläranlagen schwer abbaubare Stoffe sowie auf Belastungen, die aus früheren Emissionen herrühren. Nährstoffbelastungen aus der Landwirtschaft gehören aber nach wie vor zu den bedeutenden wasserwirtschaftlichen Problemen.

### 5.2.1 Zusammenarbeit in internationalen Flussgebieten

Die integrierte Bewirtschaftung von Oberflächengewässern und Grundwasser erfolgt bei grenzüberschreitenden Gewässern im Rahmen internationaler oder bilateraler Kommissionen für Flusseinzugsgebiete, Seen oder z. B. für Grenzgewässer.

Deutschland ist Mitglied in

- ▶ der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR),
- ▶ der Internationalen Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar gegen Verunreinigung (IKSMS),
- ▶ der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE),
- ▶ der Internationalen Kommission zum Schutz der Donau (IKSD),
- ▶ der Internationalen Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung (IKSO),
- ▶ der Internationalen Maaskommission (IMK)
- ▶ der Internationalen Kommission zum Schutz des Bodensees

und arbeitet mit den Niederlanden, Polen, der Tschechischen Republik und Österreich in bilateralen Kommissionen zusammen, überwiegend in Bezug auf die Grenzgewässer.

Deutschland arbeitet mit den Niederlanden im Emseinzugsgebiet auf mehreren Ebenen zusammen, auf der Basis eines Ministerbriefwechsels.

Auch die Zusammenarbeit mit Dänemark zur Umsetzung der EU-Gewässerschutzrichtlinien ist aufgrund eines Briefwechsels geregelt.

Die internationalen Flussgebietskommissionen befassen sich mit allen Fragen der Gewässerbewirtschaftung, dem Hochwasserschutz und der Hochwasservorhersage sowie der Warnung und Alarmierung bei Unfällen mit Auswirkungen auf die Gewässer. Sie koordinieren die Umsetzung der WRRL und der HWRM-RL auf internationaler Ebene. Alle haben internationale Teile der WRRL-Bewirtschaftungspläne erstellt.

Die Flussgebietskommissionen können beachtliche Erfolge im Hinblick auf die Verbesserung der Gewässerqualität und der Gewässerökologie verzeichnen. Durch Aktionsprogramme konnten beispielsweise die Schadstoffbelastungen in Rhein und Elbe derart reduziert werden, dass wieder eine große Artenzahl von Fischen in beiden Flussgebieten heimisch ist. An Rhein und Elbe ist die Rückkehr des Lachses ein besonderer Erfolg, der am Rhein mit der Umsetzung des Masterplans Wanderfische Rhein verstetigt werden soll.

Die Kommissionen verfügten oft schon vor der HWRM-RL über anspruchsvolle Hochwasseraktionsprogramme oder -pläne, die in die künftigen Hochwasserrisikomanagementpläne Eingang finden werden.

Sie nehmen sich auch neuer Herausforderungen wie z. B. den Auswirkungen des Klimawandels an, wie die Anpassungsstrategie der Internationalen Kommission zum Schutz der Donau, die das internationalste Einzugsgebiet der Welt betreut, zeigt.

Die Arbeit dieser Kommissionen ist beispielgebend für andere Regionen in der Welt. Die seit über 60 Jahren bestehende IKSR hat 2013 den erstmals vergebenen European Riverprize gewonnen, danach den International Thies Riverprize, den die IKSD bereits 2007 erhalten hat.



Deutschland arbeitet weiterhin unter anderem mit in der

- ▶ Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR),
- ▶ Moselkommission (Schifffahrt)
- ▶ Donaukommission (Schifffahrt),
- ▶ Kommission für Hydrologie des Rheingebietes,
- ▶ im UNECE-Übereinkommen zum Schutz und zur Nutzung grenzüberschreitender Wasserläufe und internationalen Seen,
- ▶ im UNECE-Übereinkommen über die grenzüberschreitenden Auswirkungen von Industrieunfällen.

### 5.2.2 Maßnahmenprogramme

Die Hauptbelastungen, aufgrund derer die Ziele für den ökologischen und chemischen Zustand der Oberflächengewässer verfehlt werden, sind diffuse Quellen, Punktquellen, Abflussregulierungen und morphologische Veränderungen sowie Wasserentnahmen.

Schaut man sich die 2015 geplanten Maßnahmen an, so ist die größte Gruppe darunter mit 41,5 % Maßnahmen zu „Abflussregulierungen und morphologischen Veränderungen“ (Abbildung 64). Davon entfallen 19 % auf die Morphologie, beispielsweise die Renaturierung von Gewässerabschnitten, 16,9 % auf die Wiederherstellung der Durchgängigkeit und 5,6 % auf den Wasserhaushalt, zum Beispiel die Gewährleistung eines Mindestabflusses im Gewässer.

38 % der geplanten Maßnahmen sollen „diffuse Quellen“ reduzieren. Dies sind vorrangig Maßnahmen, die die Landwirtschaft betreffen, beispielsweise zur Verringerung der Bodenerosion und Abschwemmung (alternative Bodenbearbeitungen), aber auch Beratungen für Landwirte, um ihr Land gewässerschonender zu bewirtschaften. Die Vermeidung von unfallbedingten Einträgen (6,5 %) soll die Verschmutzung der Gewässer durch Schadstoffe aus besiedelten Gebieten, Industrie oder auch Landwirtschaft verringern. Maßnahmen zur Verringerung sonstiger diffuser Einträge (3,7 %) umfassen beispielsweise Bergbau, Altlasten und Altstandorte oder bebaute Gebiete.

Zur Reduktion von „Punktquellen“ dienen 19 % aller geplanten Maßnahmen, darunter Maßnahmen in Kommunen und Haushalten mit 9,5 %. Das sind vor allem Ausbau und Optimierung

von kommunalen Kläranlagen. Um die Nähr- und Schadstoffeinträge aus dem Misch- und Niederschlagswasser zu verringern (8,5 %), werden häufig alte Rohrleitungen erneuert oder größere Speicherbecken für den besseren Rückhalt des Niederschlagswassers gebaut. Maßnahmen im Bereich Bergbau oder Industrie fallen mit insgesamt 1,0 % kaum ins Gewicht und spielen nur in den vom Bergbau betroffenen Gebieten eine Rolle. Auch Maßnahmen im Belastungsschwerpunkt „Wasserentnahmen“ sind mit insgesamt 1,5 % eher von untergeordneter Bedeutung. Sie umfassen vorrangig technische Maßnahmen zur Erhöhung der Wassernutzungseffizienz bei der Entnahme oder Bewässerung.

Daneben gibt es noch eine Vielzahl von sogenannten konzeptionellen Maßnahmen, die oftmals keinem einzelnen Belastungsschwerpunkt zugeordnet werden können, sondern unterschiedliche Schwerpunkte gleichermaßen betreffen. Dazu gehören Forschungsvorhaben, vertiefende Untersuchungen und Kontrollen oder auch Fortbildungs- und Informationsveranstaltungen. Sie lassen sich oftmals auch nicht einem Wasserkörper direkt zuordnen, sondern umfassen große Gebiete. In Deutschland wurden solche Maßnahmen in fast der Hälfte aller Oberflächenwasserkörper geplant.

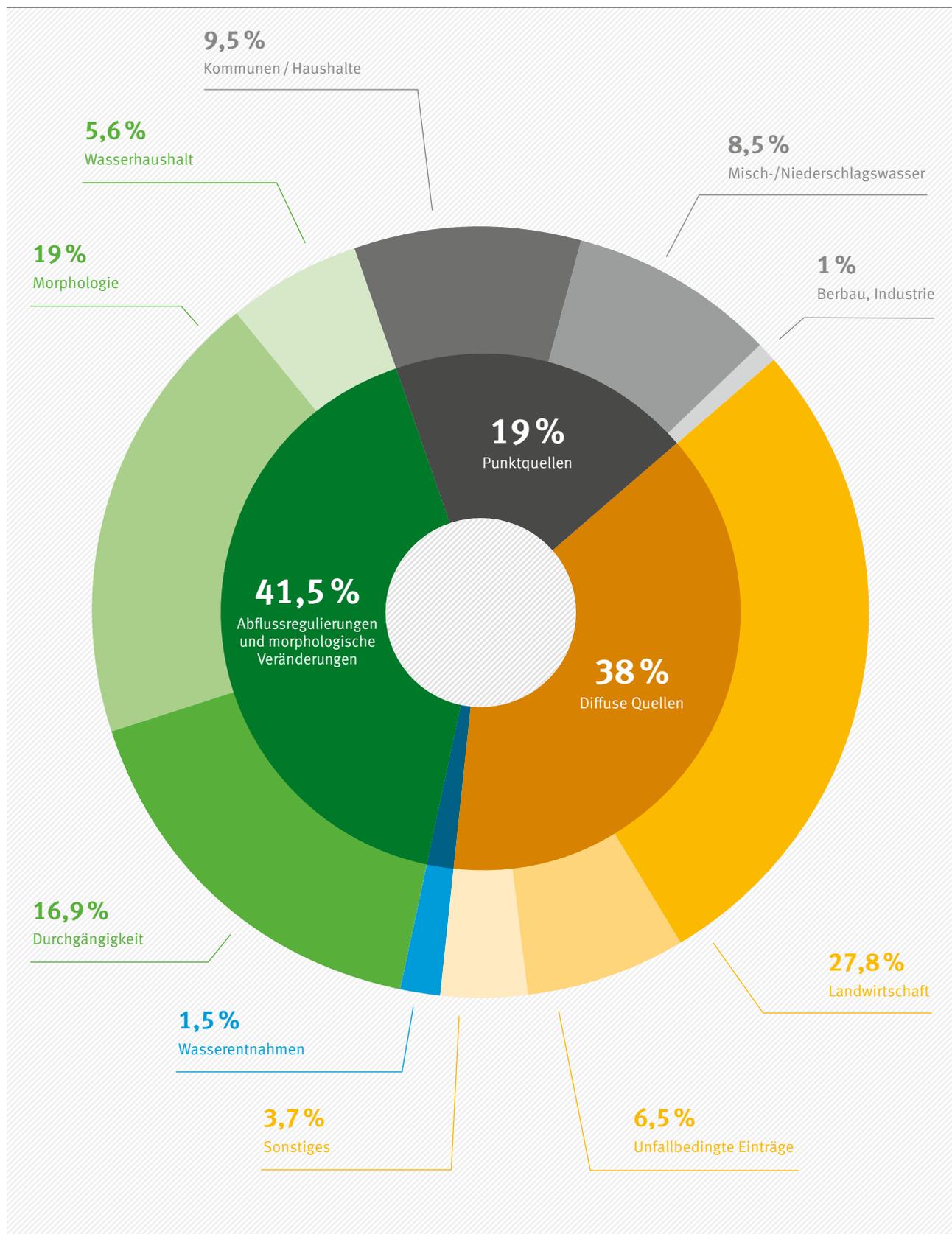
Belastungsmindernde Maßnahmen können nur umgesetzt werden, wenn dafür ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen. In Deutschland werden in den meisten Fällen die Kosten aus Steuergeldern, Gebühren (z. B. Abwassergebühren) und Abgaben (z. B. Abwasserabgabe, Wasserentnahmeentgelte) gedeckt. Die wichtigsten sonstigen Finanzquellen sind die Europäische Union, Bund, Länder und Kommunen mit verschiedenen Fonds und Fördermitteln, zum Beispiel ELER (Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums) oder GAK (Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes).

### 5.2.3 Fristverlängerungen und Ausnahmen

In begründeten Fällen kann von den ursprünglichen Umweltzielen (guter ökologischer Zustand/gutes ökologisches Potenzial, guter chemischer Zustand) oder von der Zielerreichung in 2015 abgewichen werden. Da nur 8 % aller Oberflächenwasserkörper heute den guten ökologischen

Abbildung 64

**Anteil der für den aktualisierten Bewirtschaftungszyklus (2016 – 2021) geplanten Maßnahmen innerhalb der unterschiedlichen Belastungsschwerpunkte in den Oberflächengewässern**



Datenquelle: WasserBLiCK/BfG, Stand 23.03.2016



Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial erreichen, wurden für die anderen 92 % Fristverlängerungen bis 2021 beziehungsweise bis 2027 in Anspruch genommen. Weniger strenge Umweltziele kommen als Ausnahmetatbestand in Frage, wenn Wasserkörper so stark belastet oder tiefgreifend morphologisch verändert sind, dass die Verbesserung des Zustands in absehbarer Zeit mit verhältnismäßigen Maßnahmen nicht den guten Zustand erreicht. Diese Ausnahme ist zum Beispiel für die Oberflächengewässer im Flussgebiet der Weser von Bedeutung, wo die Menge der Salze aus Abraumhalten und Salzwasserversenkung so groß ist, dass die Richtwerte der Flussgebietsgemeinschaft Weser für Salzionen nicht eingehalten werden können. Da der chemische Zustand der Oberflächenwasserkörper flächendeckend von der Zielsetzung abweicht, werden hier für alle Oberflächengewässer Fristverlängerungen in Anspruch genommen.

Die Inanspruchnahme von Fristverlängerungen oder Ausnahmen wurde in fast zwei Drittel der Fälle damit begründet, dass es technisch nicht durchführbar ist, das Ziel fristgemäß zu erreichen. In fast einem Drittel wurde dies mit den natürlichen Gegebenheiten begründet. Darunter ist zu verstehen, dass Maßnahmen oft einen längeren Zeitraum brauchen, bis sie ihre Wirkung in Gewässern und auf Lebensgemeinschaften entfalten und der Erfolg messbar wird. Dies gilt beispielsweise für die Wieder- und Neubesiedlung von renaturierten Gewässerstreifen mit gewässertypischen Lebewesen und Pflanzen. Die dritte Begründung sind unverhältnismäßige Kosten, die aber eher selten angeführt wurden.

### 5.3 Grundwasserschutz

Lange war man der Meinung, dass Grundwasser durch den Boden und andere Deckschichten gut vor Schadstoffeinträgen geschützt sei. Diese Einschätzung hat sich jedoch in vielen Fällen als falsch erwiesen. In den letzten Jahrzehnten sind zahlreiche Verunreinigungen des Grundwassers durch punktförmige-, linien- und flächenhafte Schadstoffeinträge bekannt geworden. Eine besonders große Rolle spielen dabei flächenhafte Einträge von Stickstoff und teilweise auch von Pflanzenschutzmitteln und deren Abbauprodukten,

die in vielen Fällen auf landwirtschaftliche Nutzungen zurückzuführen sind. Daneben gibt es noch eine ganze Reihe von Schadstoffeinträgen aus punkt- oder linienförmigen Quellen, wie beispielsweise aus Altlasten, Unfällen, undichten Kanalsystemen oder aus verunreinigten Oberflächengewässern.

Schädigungen des Grundwassers sind meist nicht unmittelbar erkennbar. Eine Sanierung ist, wenn überhaupt, nur mit großem finanziellen und technischen Aufwand und in langen Zeiträumen möglich. Die konsequente Anwendung des Vorsorgeprinzips ist deshalb von ganz besonderer Bedeutung. Aufgrund der wichtigen ökologischen Funktionen und der herausragenden Bedeutung für die Trinkwassergewinnung ist ein flächendeckender Grundwasserschutz erforderlich. Vorgaben dazu sind in der europäischen WRRL und Grundwasserrichtlinie (siehe Kap. 2.4.2 und 5.1) festgeschrieben. Auf nationaler Ebene sind die rechtlichen Grundlagen dafür im Wasserhaushaltsgesetz und der Grundwasserverordnung (siehe Kap. 2.4.3) verankert.

Den Schutz des Grundwassers vor überhöhten Nährstoffeinträgen soll die Düngeverordnung (DüV)<sup>186</sup> sicherstellen, die die Vorgaben der EU-Nitratrichtlinie<sup>187</sup> umsetzt. Wesentliche Maßnahmen betreffen die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (siehe Kap. 6.3). Um den Schutz der Gewässer zu gewährleisten gibt es u. a. Vorgaben für Zeiträume, in denen die Ausbringung stickstoffhaltiger Düngemittel untersagt ist. Auch werden Mindestabstände zu Gewässern und maximale Stickstoffmengen festgelegt, die mit organischem Dünger ausgebracht und nicht überschritten werden dürfen.

Vorgaben zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ergeben sich aus der europäischen Verordnung zum Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln<sup>188</sup> und durch das deutsche Pflanzenschutzgesetz (PflSchG)<sup>189</sup>. Im Rahmen der „Guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz“ liegt eine Vielzahl von nicht rechtsverbindlichen Empfehlungen für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln vor. Ist von einer schädlichen Auswirkung auf das Grundwasser auszugehen, sind Pflanzenschutzmittel nicht anzuwenden.

Zusätzliche Regelungen, die den flächenhaften Schutz des Grundwassers ergänzen, beziehen sich z. B. auf Wasserschutzgebiete, die u. a. zum Schutz des Trinkwassers von den Bundesländern festgelegt werden können. In diesen Gebieten können bestimmte Nutzungen verboten oder beschränkt werden, wie z. B. die Ausbringung von Wirtschaftsdünger oder der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Die EU-Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie<sup>190</sup> schreibt einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden vor. In Deutschland wird dies durch den Nationalen Aktionsplan Pflanzenschutz (NAP)<sup>191</sup> umgesetzt, der auf die Verringerung der Risiken und Auswirkungen von PSM-Anwendungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und den Naturhaushalt abzielt. Zielvorgaben betreffen die Bereiche Pflanzenschutz, Anwenderschutz, Verbraucherschutz und Schutz des Naturhaushaltes.



## 5.4 Meeresschutz

Meere und Ozeane bedecken vier Fünftel der Erdoberfläche. Sie kennen keine Grenzen und sind weltumspannend. Aufgrund der gleichfalls überwiegend grenzüberschreitenden Nutzungen, kann der Schutz der Meeresökosysteme daher nur im Rahmen internationaler Abkommen und Zusammenarbeit gelingen. Deshalb bestehen für den Meeresschutz vielfache internationale, regionale und europäische Vorgaben. Auf ihnen fußt auch die EU-Meeresschutz-Rahmenrichtlinie (MSRL), die den rechtlichen Rahmen für einen EU-weit kohärenten und regional koordinierten Meeresschutz sowie für nationale Maßnahmenplanung schafft.

### 5.4.1 Internationales Meeresschutzrecht

Auf internationaler Ebene sind für den Meeresbereich die folgenden Übereinkommen besonders relevant:

- ▶ Seerechtsübereinkommen (SRÜ)
- ▶ Biodiversitätskonvention (CBD)
- ▶ Klimakonvention und Paris Abkommen
- ▶ Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen (London-Übereinkommen) sowie das Protokoll zu dem Übereinkommen (London-Protokoll)

- ▶ Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (MARPOL)

### „Die Verfassung der Meere“ – das Seerechtsübereinkommen

Das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen (SRÜ) von 1982, das 1994 in Kraft getreten ist, wird als „die Verfassung der Meere“ bezeichnet. Es übertrug das bis dahin geltende ungeschriebene Völkergewohnheitsrecht in den Vertragstext. Das Seerechtsübereinkommen regelt, dass die Hohe See von allen Staaten etwa für die Schifffahrt, die Fischerei oder die Meeresforschung frei genutzt werden können (Freiheit der Meere). Es verpflichtet die Vertragsstaaten generell zum Meeresumweltschutz und bildet somit die internationale Handlungsgrundlage für den Schutz und die nachhaltige Entwicklung der Meeres- und Küstenumwelt und ihrer Ressourcen. Die Vertragsstaaten sollen auf nationaler, subregionaler, regionaler und globaler Ebene kooperieren und dadurch u. a. einen effektiven Meeresumweltschutz realisieren. Die kooperativen Konzepte müssen ihrem Inhalt nach integrativ und ihrer Wirkung nach vorbeugend und vorsorgend sein.

Das SRÜ gilt sowohl in den Hoheitsgewässern und der Ausschließlichen Wirtschaftszone der Vertragsstaaten als auch auf der Hohen See.

Das SRÜ erklärt den Tiefseeboden zum „Gemeinsame[n] Erbe der Menschheit“. Dieses hat drei Kernelemente: Erstens gilt ein Aneignungsverbot bezüglich des Tiefseebodens (insgesamt sowie Teilen hiervon) und der dort vorhandenen Mineralien. Zweitens unterliegt der Tiefseeboden einer internationalen Verwaltung. Zuständig für die Entwicklung und den Vollzug von Umweltstandards ist die in Kingston, Jamaika, befindliche Internationale Meeresbodenbehörde (International Seabed Authority, ISA). Die finanziellen und anderen ökonomischen Vorteile, die durch den Abbau von Mineralien aus der Tiefsee gewonnen werden, müssen drittens gerecht zwischen allen Staaten geteilt werden („benefit of mankind“). Die ISA hat umweltrechtliche Standards bislang nur für Prospektierungs- und Erkundungsvorhaben verabschiedet. Derzeit werden Regelungen für Ausbeutungsvorhaben zunächst für Manganknollen vorbereitet, die auch angemessene Umweltstandards vorsehen sollen (siehe Kap. 3.4). Die Staatengemeinschaft hat in dem Abschluss-



dokument der Rio+20-Konferenz „The Future We Want“ zum Ausdruck gebracht, dass der Schutz der Biodiversität auf der Hohen See nicht ausreichend ist. Diskutiert werden die Errichtung von Schutzgebieten außerhalb der Gebiete unter nationaler Gerichtsbarkeit sowie ein System des finanziellen Ausgleichs im Falle der ökonomischen Nutzung von genetischen Ressourcen.

### Schutz der Vielfalt im Meer – die Biodiversitätskonvention

Die Biodiversitätskonvention von 1992 bezweckt den Schutz der Ökosysteme und Lebensräume in den nationalen Hoheitsbereichen einer jeden Vertragspartei, die auch die ausschließliche Wirtschaftszone und den Festlandsockel umfassen. Ferner sind die Vertragsstaaten verpflichtet sicherzustellen, dass die Handlungen ihrer Staatsangehörigen den Schutz der Biodiversität auch außerhalb ihrer nationalen Gerichtsbarkeit, also z. B. auf der Hohen See, nicht beeinträchtigen. Die Erhaltung der natürlichen Lebensräume vor Ort ist ein Ziel der Biodiversitätskonvention und soll durch ein System von Schutzgebieten erreicht werden. Die Vertragsstaaten haben sich wiederholt auf zweijährlichen Vertragsstaatenkonferenzen mit Fragen des Schutzes der biolo-

gischen Vielfalt im Meer beschäftigt. Auf der 9. Vertragsstaatenkonferenz im Jahr 2008 in Bonn sind für die Einrichtung von Schutzgebieten für Meeresökosysteme wissenschaftliche und ökologische Kriterien beschlossen worden. In der Folge wurden auf mehreren regionalen Workshops „Ecologically or Biologically Significant Marine Areas“ bestimmt. Die Entscheidung über Schutzmaßnahmen ist aber von den einzelnen Staaten oder im Rahmen des SRÜ zu treffen.<sup>192</sup>

### Der Ozean im Treibhaus – Klimakonvention und Paris Übereinkommen

Bereits seit einigen Jahrzehnten ist eine Zunahme der Kohlendioxid-Konzentrationen in den oberen Meeresschichten nachweisbar, die zur Versauerung beitragen. Diese kann weitreichende ökologische Auswirkungen haben, die vor allem kalkbildende Organismen (z. B. Korallenriffe, Schnecken und Algen) betreffen. Durch den Klimawandel erhöht sich auch die Wassertemperatur. Neben physikalischen Effekten der Erwärmung konnte nachgewiesen werden, dass die Verteilung von Arten beeinflusst wird, die in erwärmte Gebiete einwandern können oder sich in kältere Regionen zurückziehen.

Klimaschutzpolitik ist daher auch für den Schutz



der Meere von entscheidender Bedeutung. Das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen vom 09. Mai 1992 fordert von den Vertragsparteien neben der Verminderung klimarelevanter Treibhausgasemissionen auch die Vorbereitung von Maßnahmen zur Anpassung an die nachteiligen Auswirkungen der Klimaveränderungen, wie z. B. die Entwicklung integrierter Bewirtschaftungspläne für Küstengebiete und die Stärkung des Küstenschutzes.

Mit dem Paris Übereinkommen („Paris Agreement“) vom 12. Dezember 2015 (in Kraft getreten am 4. November 2016) verpflichteten sich die Vertragsstaaten, den Anstieg der globalen durchschnittlichen Temperatur auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen und Anstrengungen zu unternehmen, damit die Temperatur nicht um mehr als 1,5 °C ansteigt. Ferner sollen sie sich um eine ausgeglichene Bilanz von Emissionen und Senken (Treibhausgasneutralität) in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts bemühen. Die Vertragsstaaten müssen ihre jeweiligen nationalen Beiträge („nationally determined contributions“) festlegen und berichten. Diese Beiträge sind regelmäßig, mindestens alle fünf Jahre zu überarbeiten, um sicherzustellen, dass die Ziele des Übereinkommens erreicht werden. Das Übereinkommen stellt insbesondere wegen der verbindlichen Annahme des 2-Grad-Ziels und den relativ klaren operationellen Bestimmungen einen großen Erfolg dar und kann dadurch auch zum Meeresumweltschutz beitragen.

### Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen (London-Übereinkommen) und London-Protokoll

Das London-Übereinkommen<sup>193</sup> vom 29.12.1972 (87 Vertragsstaaten) war das erste globale Meeresumweltschutzabkommen. Es bezweckte im Wesentlichen die Minderungen von nachteiligen Effekten durch das „Dumping“ von Abfällen und anderen Stoffen. Es war auch Grundlage für die Umweltrechtsbestimmungen des Seerechtsübereinkommens.

Die Vertragsstaaten des London-Übereinkommens haben 1996 das London-Protokoll verabschiedet, das einen selbständigen völkerrechtlichen Vertrag darstellt und 2006 in Kraft getreten ist (49 Vertragsstaaten). Ziel war es, vorsorgeorientierte Maßnahmen zu etablieren und ihre

Kontrolle zu verbessern. Während das London-Übereinkommen von 1972 Einbringungsverbote lediglich für bestimmte Stoffe (Schwarze Liste) vorsieht, gilt nach dem Protokoll von 1996 ein generelles Einbringungsverbot. Nach dem Protokoll von 1996 darf Dumping nur für die folgenden Abfallkategorien ausnahmsweise zugelassen werden.

- ▶ Baggergut,
- ▶ Klärschlamm,
- ▶ Fischereiabfälle,
- ▶ Abfälle von Schiffen, Plattformen und sonstigen auf See errichtete Bauwerken,
- ▶ inerte (träge), anorganische, geologische Stoffe,
- ▶ organische Stoffe natürlichen Ursprungs,
- ▶ sperrige Teile, die aus Stahl, Eisen, Beton oder ähnlichen Materialien bestehen, die vorwiegend zu physikalischen Umweltauswirkungen führen (gilt nur für Orte, die keine anderen Entsorgungsmöglichkeiten haben wie z. B. Inseln) sowie
- ▶ CO<sub>2</sub>-Ströme, soweit diese in Hohlräumen des Meeresbodens (subseabed geological formations) gespeichert werden.

Durch die Ausnahme für CO<sub>2</sub>-Ströme (2007) soll ihre Speicherung im Meeresuntergrund als Klimaschutzmaßnahme ermöglicht werden. Die Speicherung von CO<sub>2</sub>-Strömen (siehe Kap. 6.5.3) in der Wassersäule ist wegen der Risiken für die Meeresumwelt verboten. Die Vertragsstaaten haben Bewertungskriterien („specific guidelines“) beschlossen, die bei der Zulassung von CO<sub>2</sub>-Speichervorhaben beachtet werden müssen. Negative Effekte auf die Meeresumwelt sollen vermieden werden.

Außerdem verbietet das London-Protokoll generell und weltweit die Abfallverbrennung auf See, die in der Bundesrepublik 1989 eingestellt worden ist.

Die Vertragsstaaten des Londoner Protokolls haben am 18.10.2013 eine verbindliche Neuregelung für marine Geo-Engineering-Maßnahmen im Konsens angenommen. Die Neuregelung sieht vor, dass kommerzielle Aktivitäten zur Meeresdüngung verboten sind und entsprechende Forschungsaktivitäten genehmigungspflichtig sind. Die Vertragsstaaten müssen überprüfen, dass tatsächlich geforscht wird und negative Effekte auf die Meeresumwelt ausgeschlossen sind. Die Prüfkriterien ergeben sich aus dem ebenfalls rechtlich verbindlichen „Generic Assessment Framework“ und dem unverbindlichen „Ocean Fertilization



Assessment Framework“. Die Neuregelung erlaubt es den Vertragsstaaten zudem, weitere marine Geo-Engineering-Maßnahmen einer Kontrolle zu unterstellen.

Diese Neuregelung stellt die erste völkerrechtlich verbindliche Regelung von Geo-Engineering Maßnahmen dar. Das Regelungskonzept für Meeresdüngung, das ein generelles Verbot mit Erlaubnisvorbehalt für Forschung und einen zukunftsorientierte Regelungsmechanismus (Listungsprinzip) beinhaltet, könnte Vorbildfunktion für andere Bereiche haben. Damit wurden im Völkerrecht erstmalig rechtlich verbindlich Unterscheidungskriterien für Forschung und Anwendung festgelegt. Die Neuregelung tritt erst in Kraft, wenn zwei Drittel der Vertragsstaaten des Londoner Protokolls diese Änderung ratifiziert haben.

#### Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (MARPOL)

Das MARPOL-Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe vom 02.11.1973 ist ein internationales, weltweit geltendes Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt. Das Übereinkommen verpflichtet die Unterzeichnerstaaten das Einleiten von Schadstoffen, die beim Schiffsbetrieb anfallen, zu verhüten und normiert Anforderungen an die verschiedenen Arten von Verschmutzungen im Zusammenhang mit dem Schiffsbetrieb in seinen Anlagen I – VI (Verschmutzung durch Öl, schädliche flüssige Stoffe, Schadstoffe, die in verpackter Form befördert werden, Schiffsabwasser, Schiffs Müll und Luftverunreinigungen). Mit der Revision von Annex V wurde festgelegt, dass bis auf definierte Ausnahmen von Schiffen kein Müll ins Meer gelangen darf (siehe Kap. 6.6.2)

#### 5.4.2 Regionaler Meeresschutz

Auf regionaler Ebene wird der Meeresschutz in den deutschen Nord- und Ostseegebieten, durch folgende Übereinkommen geregelt:

- ▶ Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR-Übereinkommen)<sup>194</sup>
- ▶ Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets (HELCOM)<sup>195</sup>
- ▶ Übereinkommen zur Zusammenarbeit bei der Bekämpfung der Verschmutzung der Nordsee durch Öl und andere Schadstoffe (Bonn-Übereinkommen)

#### Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR-Übereinkommen)

Das OSPAR-Übereinkommen von 1992 trat 1998 völkerrechtlich in Kraft und löste das Oslo-Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen durch Schiffe und Luftfahrzeuge von 1972 und das Paris-Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung vom Lande aus von 1974 ab. Sechzehn Vertragsparteien haben das OSPAR-Übereinkommen gezeichnet: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Island, Irland, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Großbritannien sowie die Europäische Union.

Das Übereinkommen verpflichtet die Vertragsparteien, alle ihnen möglichen Maßnahmen zu treffen, um Verschmutzungen zu verhüten und zu beseitigen, sowie das Meeresgebiet vor den nachteiligen Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten zu schützen, die Meeresökosysteme zu erhalten und, soweit durchführbar, beeinträchtigte Meereszonen wiederherzustellen. Die Vertragsparteien haben hierzu im Rahmen des Übereinkommens eine Vielzahl von Maßnahmen in Form von rechtsverbindlichen Entscheidungen und nicht verbindlichen Empfehlungen angenommen sowie andere Verabredungen getroffen, die sie national bei der Bewirtschaftung ihrer Meeresgewässer umsetzen. Gegenstand dieser Maßnahmen ist die Reduzierung landseitiger Verschmutzungen (z. B. Einträge von Nähr- und Schadstoffen oder Müll) und der Belastungen durch menschliche Aktivitäten auf See (z. B. Stoffeinträge, Versenken von Plattformen, Verpressung von CO<sub>2</sub>-Strömen im Meeresuntergrund, Eingriffe in die marine Natur) sowie Regelungen zum Meeresnaturschutz und zum Schutz der biologischen Vielfalt (z. B. Einrichtung von Meeresnaturschutzgebieten, Maßnahmen zum Schutz von Arten und Habitaten). Die Maßnahmen folgen dabei dem Ökosystemansatz für ein integriertes Management von menschlichen Aktivitäten, dem Vorsorgeprinzip und dem Verursacherprinzip und wenden die „besten verfügbaren Techniken“ und die „beste Umweltpraxis“ an. Die Maßnahmen fußen auf der Wissensgrundlage, die die Vertragsparteien im Rahmen des Übereinkommens durch Forschung und Entwicklung sowie Umweltbeobachtung und -bewertung gemeinsam erarbeiten.

Seit 2008 dienen die Gremien des OSPAR-Übereinkommens den Anrainerstaaten des Nordostatlantiks, die zugleich EU-Mitgliedstaaten sind, auch als Plattform zur regionalen Koordinierung der Umsetzung der EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und zur Unterstützung bei der nationalen Berichterstattung gegenüber der EU-Kommission.

### Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets (Helsinki-Übereinkommen)

Das Helsinki-Übereinkommen (HELCOM) von 1992 trat 2000 völkerrechtlich in Kraft und löste das Vorgängerübereinkommen von 1974 ab. Zehn Vertragsparteien haben das Übereinkommen gezeichnet: Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Lettland, Litauen, Polen, Russische Föderation und Schweden sowie die Europäische Union.

Das Übereinkommen verpflichtet die Vertragsparteien, einzeln oder gemeinsam alle geeigneten Maßnahmen zur Verhütung und Beseitigung der Verschmutzung zu treffen, um die ökologische Wiederherstellung und die Erhaltung eines ökologischen Gleichgewichts zu fördern. Das Übereinkommen umfasst alle möglichen Verschmutzungsquellen vom Lande aus und auf See, einschließlich der schiffsunfallbedingte Meeresverschmutzung, und bezieht Maßnahmen zu Meeresnaturschutz und biologischer Vielfalt ein. Die Vertragsstaaten koordinieren sich auch bei der maritimen Raumordnung (siehe Kap. 5.4.4). Sie arbeiten unter Berücksichtigung der Kompetenzen der Internationalen Seeschiffahrtsorganisation (IMO) zum Management der Umweltauswirkungen aus der Schifffahrt sowie der Kompetenzen der EU zu Fragen der Fischerei und Landwirtschaft im Schnittpunkt zum Meereschutz zusammen. Die Vertragsparteien haben im Rahmen des Übereinkommens eine Vielzahl von Maßnahmen in Form von rechtlich unverbindlichen Empfehlungen angenommen und andere Verabredungen getroffen, die sie national bei der Bewirtschaftung ihrer Meeresgewässer umsetzen. HELCOM folgt dabei dem Ökosystemansatz für ein integriertes Management von menschlichen Aktivitäten, dem Vorsorgeprinzip und dem Verursacherprinzip und wendet die „besten verfügbaren Techniken“ und die „beste Umweltpaxis“ an. Die Maßnahmen fußen auf der Wissensgrundlage, die

die Vertragsparteien im Rahmen des Übereinkommens durch gemeinsame Forschung und Entwicklung sowie Umweltbeobachtung und -bewertung erarbeiten.

Seit 2008 agiert HELCOM als regionale Plattform zur Unterstützung der Vertragsstaaten, die gleichzeitig EU-Mitgliedstaaten sind, bei der Umsetzung der EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie in der Ostseeregion. Das Übereinkommen leistet damit Beiträge zur Koordinierung der Berichte der Mitgliedstaaten gegenüber der Europäischen Kommission. Der 2007 verabschiedete und 2010 und 2013 durch Ministerdeklarationen jeweils konkretisierte und fortgeschriebene HELCOM-Ostseeaktionsplan (HELCOM BSAP) dient hierbei als ostseespezifische und damit regional passgenaue Vorgabe.

### Übereinkommen zur Zusammenarbeit bei der Bekämpfung der Verschmutzung der Nordsee durch Öl und andere Schadstoffe (Bonn-Übereinkommen)

Gegenstand des Bonn-Übereinkommens<sup>196</sup> von 1969, das 1983 und 1989 erweitert und angepasst wurde, ist die Vermeidung, Vorsorge und Bekämpfung von illegalen und unfallbedingten Verschmutzungen der Nordsee mit Öl und anderen Schadstoffen durch Schifffahrt und Offshore-Einrichtungen. Die neun Vertragsparteien sind Belgien, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Niederlande, Norwegen, Schweden, Großbritannien sowie die Europäische Union.

Die Vertragsparteien verpflichten sich zur gegenseitigen Unterrichtung und Hilfeleistung im Fall einer (drohenden) Verschmutzung auf See oder an ihrer Küste und arbeiten bei Überwachungsmaßnahmen zur Ermittlung von Meeresverschmutzungen zusammen. Sie haben Richtlinien für die praktischen, einsatzmäßigen und technischen Aspekte gemeinsamer Maßnahmen der Notfallvorsorge und Bekämpfung von Verschmutzungen erlassen und stimmen ihr Vorgehen in Notfallsituationen ab.

### 5.4.3 EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Die EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) von 2008 bildet die Umweltsäule der europäischen Meerespolitik, mit deren Hilfe der marine Sektor nachhaltig gestärkt und ausgebaut werden soll. Das Ziel der Richtlinie ist es, mit Hilfe des Ökosystemansatzes bis 2020 einen guten Zustand der europäischen Meeresgewässer zu erreichen



oder zu erhalten. Die EU-Mitgliedstaaten müssen hierzu die erforderlichen Maßnahmen ergreifen.

### Integrierte Bewirtschaftung der Meeresgewässer

Die Richtlinie gibt eine strukturierte Abfolge von Umsetzungsschritten für die Entwicklung von nationalen Meeresstrategien vor, die in sechs-jährigen Bewirtschaftungszyklen überprüft und aktualisiert werden müssen und so eine Nachsteuerung und Anpassung im Sinne des adaptiven Managements erlauben. Die Umsetzungsschritte sind:

- ▶ Bestandsaufnahme des Zustands der Meeresgewässer (erstmalig 2012);
- ▶ Festlegung und Bewertung des guten Umweltzustands (erstmalig 2012);
- ▶ Ableitung von Umweltzielen zur Reduzierung von Belastungen (erstmalig 2012);
- ▶ Erstellung von Monitoringprogrammen zur Erfolgskontrolle (erstmalig 2014), sowie
- ▶ Erstellung und Durchführung von Maßnahmenprogrammen (erstmalig 2015 und 2016).

Die Seite [www.meeresschutz.info/berichte.html](http://www.meeresschutz.info/berichte.html) dokumentiert die genannten Umsetzungsschritte und Berichte des ersten Bewirtschaftungszyklus für die deutschen Meeresgewässer.

Die Richtlinie setzt den rechtlichen Rahmen für eine dem Ökosystemansatz verpflichtete integrierte Bewirtschaftung aller menschlichen Aktivitäten mit Auswirkungen auf die Meeresökosysteme und für eine Integration von Umweltschutz und nachhaltiger Nutzung. Dies bedeutet zum Beispiel, dass

- ▶ alle wesentlichen Elemente der Meeresökosysteme ganzheitlich und in ihren gegenseitigen Wechselwirkungen zu bewerten und zu schützen sind. Erstmals sollen kumulative Effekte menschlicher Belastungen auf die Meeresökosysteme betrachtet werden. Damit wendet sich die Richtlinie von der bisherigen sektoralen Bewirtschaftung der Meeresgewässer ab und hin zu einer ganzheitlicheren Betrachtung.
- ▶ ökonomische Aspekte bei der Bewirtschaftung zu berücksichtigen sind. Dies betrifft im Rahmen der Bewertung eine wirtschaftliche und gesellschaftliche Analyse der Nutzungen der betreffenden Gewässer sowie der Kosten einer Verschlechterung der Meeresumwelt. Eine Rolle spielen ökonomische Belange auch bei der Folgenabschätzung

von geplanten Maßnahmen sowie bei der Geltendmachung von Ausnahmen zur Zielerreichung.

- ▶ vielfache Überschneidungen und Synergien mit anderen EU-Richtlinien und Politiken bei der Bewirtschaftung bestehen, z. B. mit der Wasserrahmenrichtlinie (siehe Kap. 5.1), Nitrat-Richtlinie, Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Luftreinhalte/NERC-Richtlinie, der Gemeinsamen EU-Fischereipolitik, der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik sowie internationalen und regionalen Übereinkommen. Mit der nationalen Raumordnungsplanung für die Ausschließliche Wirtschaftszone und die Küstengewässer sowie der EU-Richtlinie zur Maritimen Raumordnung von 2014 (siehe Kap. 5.4.4) bestehen zusätzliche Instrumente zur integrierten Bewirtschaftung der Meeresgewässer und zum Ausgleich von räumlichen Nutzungs- und Schutzansprüchen.
- ▶ die Öffentlichkeit an allen Umsetzungsschritten beteiligt wird.

Die Bewirtschaftungseinheiten für die Anwendung der MSRL sind der Nordostatlantik (einschließlich Nordsee und Wattenmeer), die Ostsee, das Mittelmeer und das Schwarze Meer. Die Richtlinie verpflichtet die jeweiligen Anrainerstaaten ihre Meeresstrategien regional zu koordinieren und hierfür möglichst bestehende Kooperationsstrukturen, d. h. die bestehenden regionalen Übereinkommen, zu nutzen. So laufen für Deutschland relevante fachliche Arbeiten zu Monitoring, Bewertung, Ableitung von Umweltqualitäts- und Handlungszielen sowie Maßnahmen im Rahmen der Kooperationsstrukturen des OSPAR- und des HELCOM-Übereinkommens (siehe Kap. 5.4.2).

### Guter Umweltzustand und Umweltziele

Der zentrale Bezugspunkt für die Bewirtschaftung der Meeresgewässer ist der „gute“ Umweltzustand. Die Richtlinie definiert den guten Umweltzustand als den Zustand, „den Meeresgewässer aufweisen, bei denen es sich um ökologisch vielfältige und dynamische Ozeane und Meere handelt, die im Rahmen ihrer jeweiligen Besonderheiten sauber, gesund und produktiv sind und deren Meeresumwelt auf nachhaltigem Niveau genutzt wird, sodass die Nutzungs- und Betätigungsmöglichkeiten der gegenwärtigen und der zukünftigen Generationen erhalten bleiben“. Die Richtlinie beschreibt den guten Umweltzustand allgemein anhand von elf the-



matischen Deskriptoren. Danach bezieht sich der gute Umweltzustand umfassend auf

- ▶ alle Elemente des marinen Ökosystems: Arten, Habitate, Ökosystemfunktionen, Nahrungsnetze,
- ▶ alle wesentlichen anthropogenen Belastungen und ihre Auswirkungen auf die Meeresökosysteme: Eutrophierung, Schadstoffe, nichteinheimische Arten, Fischereidruck, Eingriffe in den Meeresboden, hydromorphologische Veränderungen, Müll im Meer und Unterwasserschall.

Deutschland hat 2012 unter Berücksichtigung bestehender Ziele den guten Umweltzustand für die Ökosystemelemente und die Belastungen beschrieben und qualitative Umweltziele festgelegt. Seither arbeitet Deutschland in den relevanten Gremien der EU und den regionalen Meeresschutzübereinkommen OSPAR und HELCOM an der Entwicklung von Indikatoren und Bewertungssystemen, um den guten Umweltzustand dort messbar zu machen, wo dies derzeit noch nicht möglich ist, und zu bestimmen, wie weit der aktuelle Zustand der Meeresgewässer hiervon entfernt ist. Dies schafft eine Grundlage, um die erforderliche Reduzierung von Belastungen zu quantifizieren und gezielte Maßnahmen zu planen.

Die EU-Kommission hat 2010 eine Reihe von Kriterien und methodischen Standards aufgestellt, die die Mitgliedstaaten bei der Konkretisierung, Festlegung und Bewertung des guten Umweltzustands unterstützen sollen. Der Vorschlag der EU-Kommission von 2016 zur Revision der Kriterien und methodischen Standards zielt auf eine Vereinfachung und Verschlankeung der Vorgaben, eine bessere Zielkonformität und Konsistenz mit anderen EU-Richtlinien und Standards der regionalen Meeresschutzübereinkommen sowie auf verpflichtende Minimalstandards für eine EU-weit vergleichbare Umsetzung der Richtlinie. Die EU-Kommission reagiert damit auf die bisherigen Erfahrungen der MSRL-Umsetzung: Die EU-Mitgliedstaaten haben den guten Umweltzustand sehr verschieden definiert mit der Folge, dass sich das Ambitionsniveau beim Meeresschutz in Europa sehr stark unterscheidet und es an einer regional kohärenten Bewirtschaftung fehlt. Auch die 2016 revidierten Kriterien und methodischen Standards lassen den EU-Mitgliedstaaten weiterhin Spielräume bei der Auslegung und Anwendung des guten Umweltzustands.



### Maßnahmenprogramm

Die Bewertung von 2012 hat ergeben, dass die deutschen Meeresgewässer in Nord- und Ostsee insgesamt nicht in einem guten Zustand sind. Dies gilt insbesondere für die bewerteten Biotoptypen, das Phytoplankton, die Makrophyten und Seegräser, die am Meeresboden lebenden Tiere, die Meeressäuger, die Fischfauna und die Seevögel. Die Bewertung zeigte ferner, dass die Kontamination durch Schadstoffe, die Anreicherung mit Nährstoffen und organischem Material sowie die biologischen Störungen zu hoch sind und negative Auswirkungen auf das Ökosystem haben. Insgesamt sind die Hauptbelastungen für die Meeresökosysteme:

- ▶ die Einträge von Nährstoffen und organischem Material v. a. aus der Landwirtschaft und aus dem Verkehrssektor, einschließlich der Schifffahrt, und die damit verbundene Eutrophierung der Meeresgewässer (siehe Kap. 4.3.2) sowie
- ▶ die Entnahme von Biomasse, die Schädigung des Meeresbodens durch bodenberührendes Gerät und der Beifang von Nichtzielarten durch die Fischerei.

Ferner zeigten die Daten zu Müll im Meer und am Strand sowie Mengen von Müllteilen in Mägen von Eissturmvögeln, dass Müll eine wesentliche Belastung für die marinen Ökosysteme darstellt (siehe Kap. 3.8.1). Die Bewertung stellte auch negative Auswirkungen des Unterwasserschalls u. a. auf Meeressäuger fest. Nicht alle Belastungen konnten im Einzelnen und in ihren kumulativen und synergetischen Wirkungen insgesamt bewertet werden. Gleichwohl zeigten die verfügbaren Daten und Analysen, dass auch andere Belastungen zur Verfehlung des guten Umweltzustands beitragen.

Das MSRL-Maßnahmenprogramm (2016–2021), das Deutschland 2015 erstellt und Ende März 2016 an die EU Kommission gemeldet hat, wurde bis Ende 2016 operationalisiert. Der Beitrag, den bestehende nationale Maßnahmen im Rahmen der europäischen Umweltrichtlinien und anderer EU-Politiken sowie internationaler Vereinbarungen zur Zielerreichung der MSRL haben, wurde berücksichtigt.

Die Handlungsschwerpunkte der ergänzenden MSRL-Maßnahmen fokussieren daher auf Belastungsquellen im Meer und beziehen sich auf:

- ▶ die Reduzierung stofflicher Belastungen, u. a. schiffsseitiger Emissionen und Einleitungen

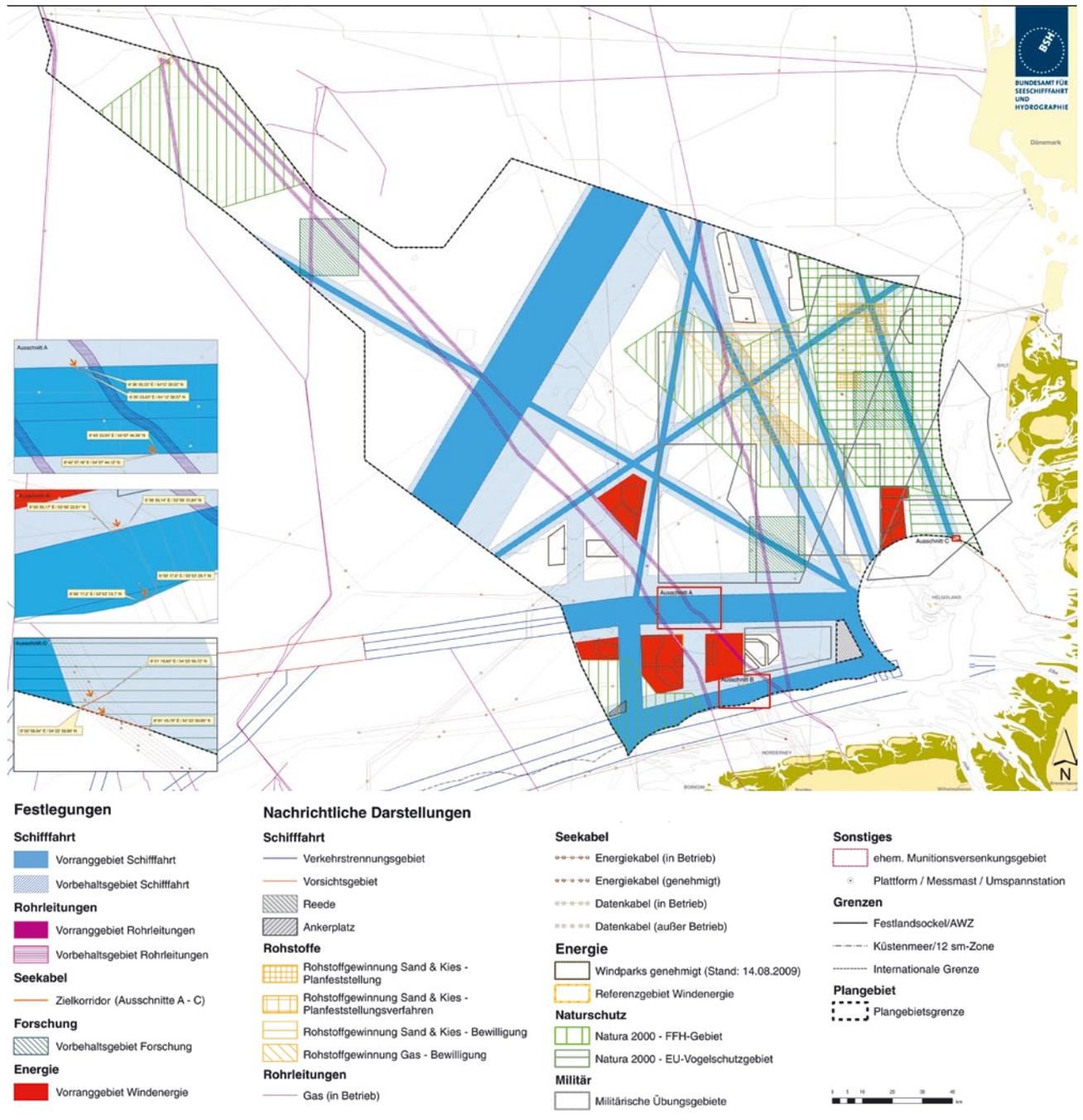
- ▶ den Schutz der marinen Biodiversität, u. a. durch räumliche Maßnahmen zum Schutz mariner Arten und Habitate
- ▶ die Reduzierung der Müllbelastungen durch eine Kombination von Maßnahmen in Bezug auf Produktdesign, Abfallwirtschaft, Nachsorge und Öffentlichkeitsarbeit (siehe Kap. 6.6)
- ▶ die Reduzierung von Unterwasserlärm durch die Entwicklung und Anwendung von Lärm-minderungsmaßnahmen, unterstützt u. a. durch die Etablierung von Lärmkartierung, Schallregister und biologischen Grenzwerten zum Schutz von Meeresorganismen (momentan existiert ein Schutzwert für Schweinswale bei der Errichtung von Offshore Windanlagen).

Für die flussbürtigen Einträge von Nähr- und Schadstoffen soll die Fortschreibung der Maßnahmenprogramme für den 2. Bewirtschaftungszyklus (2015–2021) der Wasserrahmenrichtlinie zu einer Zustandsverbesserung beitragen (siehe Kap. 5.1). Belastungen aus der landwirtschaftlichen Nutzung sollen durch die Novellierung der Düngerverordnung zur Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie (siehe Kap. 6.3.1) und der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen weiter reduziert werden.

Die ergänzenden MSRL-Maßnahmen zu stofflichen Einträgen beziehen sich daher vorrangig auf die Schifffahrt (siehe Kap. 6.2.6). So soll die Beantragung des Status von Nord- und Ostsee als Stickstoffemissions-Überwachungsgebiete bei der Internationalen Schifffahrtsorganisation der Vereinten Nationen unterstützt werden, um in beiden Meeresregionen für alle Schiffe strengere Emissionsanforderungen einzuführen. Ergänzend ist geplant, Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffoxidemissionen von Schiffen zu fördern, z. B. Nachrüstprogramme zur Umstellung auf emissionsarme Treibstoffe, Ausbau der Infrastruktur in Häfen zur Umstellung auf Flüssiggas als Treibstoff und Ausbau von Landstromanschlüssen. Darüber hinaus sieht das Maßnahmenprogramm Kriterien und Anreizsysteme für umweltfreundliche Schiffe vor, um die verschiedenen Belastungen der Schifffahrt – z. B. Stoffeinträge, Lärm, Einschleppung nicht-heimischer Arten – zu reduzieren und plant Vorgaben zur Einleitung und Entsorgung von Waschwässern aus Abgasreinigungsanlagen von Schiffen (siehe Kap. 6.6.2) und eine Verbesserung der maritimen Notfallvorsorge und des Notfallmanagements.

Abbildung 65

**Raumordnungsplan für die deutsche AWZ in der Nordsee (Kartenteil)**



Quelle: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH<sup>200</sup>

**5.4.4 Maritime Raumordnung**

Angesichts der zunehmenden Nutzungsdichte und der sich verstärkenden räumlichen Nutzungskonflikte auf dem Meer (z. B. durch Rohstoff- und Energiegewinnung, Schifffahrt, Naturschutz) ist es Ziel der maritimen Raumordnung, Vorsorge für eine nachhaltige Entwicklung und Ordnung des Meeresraumes einschließlich des Schutzes

der Meeresumwelt zu treffen. Die gesetzlichen Grundlagen für die maritime Raumordnung in Deutschland sind das Raumordnungsgesetz des Bundes (ROG) und die Landesplanungsgesetze der deutschen Küstenländer<sup>197</sup>.

Mit der Novelle des Raumordnungsgesetzes von 2004 wurde der Anwendungsbereich der



Raumordnung auf die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) in der Nord- und Ostsee ausgedehnt und die Zuständigkeit für die Planung in der AWZ dem Bund übertragen. Der Raumordnungsplan für die deutsche AWZ soll Festlegungen zur wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Nutzung, zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs sowie zum Schutz der Meeresumwelt treffen<sup>198</sup>. Für diese Nutzungen und Funktionen können auch Gebiete festgelegt werden. Eine Umweltprüfung ist durchzuführen. Die Öffentlichkeit und die in ihren Belangen berührten öffentlichen Stellen sind zu unterrichten; ihnen ist Gelegenheit zur Stellungnahme zum Planentwurf zu geben.

Auch im Küstenmeer (12 Seemeilen-Zone) findet Raumordnung statt. So haben die deutschen Küstenländer nach einem Beschluss der Ministerkonferenz für Raumordnung von 2001 den Geltungsbereich ihrer Raumordnungspläne auf das Küstenmeer ausgeweitet. Ein aktuelles Beispiel ist das im Sommer 2016 in Kraft getretene Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern 2016 (LEP M-V 2016).

Die ersten Raumordnungspläne für die deutsche AWZ in der Nord- und Ostsee traten Ende 2009 als Rechtsverordnungen in Kraft. Sie umfassen Festlegungen zu folgenden Themenfeldern<sup>199</sup>:

- ▶ Schifffahrt,
- ▶ Rohstoffgewinnung,
- ▶ Rohrleitungen und Seekabel,
- ▶ Wissenschaftliche Meeresforschung,
- ▶ Energiegewinnung, insbes. Windenergie,
- ▶ Fischerei und Marikultur,
- ▶ Meeresumwelt.



Die Pläne legen u. a. Vorranggebiete für die Windenergie fest und schließen gleichzeitig die Errichtung von Windenergieanlagen in NATURA 2000-Gebieten aus. Im Übergangsbereich zum Küstenmeer und für die Querung der Verkehrstrennungsgebiete werden Zielkorridore ausgewiesen, um eine gebündelte Führung der energieableitenden Seekabel zu erreichen. Zielvorgabe ist auch, Offshore-Windenergieanlagen nach Aufgabe der Nutzung zurückzubauen (siehe Abbildung 65). Mit einer Bedarfsabfrage bei den betroffenen Behörden im Jahr 2017 soll der Fortschreibungsprozess eingeleitet werden.

Am 23. Juli 2014 haben das Europäische Parlament und der Rat eine Richtlinie zur Schaffung eines Rahmens für die maritime Raumordnung (2014/89/EU) verabschiedet<sup>201</sup>. Ziel ist es, ein nachhaltiges Wachstum der Meereswirtschaft, die nachhaltige Entwicklung der Meeresgebiete und die nachhaltige Nutzung der Meeresressourcen zu fördern. Jeder Mitgliedstaat soll maritime Raumordnungspläne aufstellen und umsetzen. Diese sollen insbesondere die nachhaltige Entwicklung im Meeresbereich unter Anwendung des Ökosystemansatzes fördern und dabei auch zum Schutz und zur Verbesserung der Umwelt einschließlich der Widerstandsfähigkeit gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels beitragen. In Artikel 6 werden Mindestanforderungen an die maritime Raumordnung definiert, z. B. die Berücksichtigung von Umwelt-, wirtschaftlichen und sozialen Aspekten sowie von Wechselwirkungen zwischen Land und Meer, die Beteiligung von Interessenträgern und grenzüberschreitende Zusammenarbeit. Mit der Novellierung des Raumordnungsgesetzes von 2017 wurden die EU-Vorgaben in deutsches Recht umgesetzt.

Für den Ostseeraum entwickelte die länderübergreifende HELCOM/VASAB-Arbeitsgruppe zur maritimen Raumordnung 2015 einen Leitfaden zur Anwendung des Ökosystemansatzes in der Planung.<sup>202</sup>



## 5.5 Hochwasserrisikomanagement

Um Hochwasserschäden künftig zu begrenzen, werden national wie international langfristig tragfähige Strategien auf Ebene der Flusseinzugsgebiete erarbeitet. Dabei steht immer mehr das Hochwasserrisiko im Zentrum der Betrachtung. Die Wasserwirtschaftsverwaltungen bewerten nicht

mehr nur die Gefahr eines Hochwasserereignisses, sondern verknüpfen die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Ereignis eintritt, mit den zu erwartenden Schäden. Mit der Einführung der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie 2007/60/EG (HWRM-RL) wurde ein europaweiter Rahmen für die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken zur Verringerung der hochwasserbedingten nachteiligen Folgen für menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten – den so genannten Schutzgütern – geschaffen. Die HWRM-RL wurde mit der Novellierung des WHG 2009 in deutsches Recht umgesetzt.

### Umsetzung der HWRM-RL

Die praktische Umsetzung der HWRM-RL erfolgt in den drei Stufen

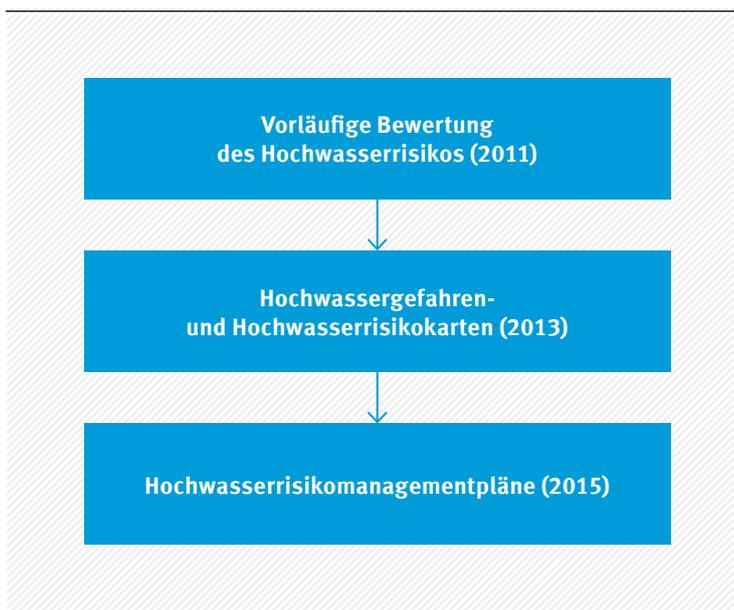
- ▶ Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos;
- ▶ Erstellen von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten;
- ▶ Erstellen von Hochwasserrisikomanagementpläne.

Diese Grundlagen werden analog der WRRL zyklisch alle 6 Jahre überprüft und fortgeschrieben (siehe Kap. 5.1).

Entsprechend der Anforderungen aus der Richtlinie erfolgte deutschlandweit bis 2011 die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos auf Basis leicht verfügbarer Informationen zu vergangenen Hochwasserereignisse und Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Wahrscheinlichkeit der Hochwasserereignisse. Diese Bewertung war analog der WRRL flusseinzugsgebietsbezogen durchzuführen. Für die Gebiete mit einem potentiell signifikanten Hochwasserrisiko – die sogenannten Risikogebiete – wurden dann bis 2013 deutschlandweit Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erstellt. Dabei geben die Hochwassergefahrenkarten Auskunft über die Größe der betroffenen Flächen (Überschwemmungsflächen) sowie die potentiellen Wassertiefen und ggf. die Fließgeschwindigkeiten für die drei Hochwasserszenarien häufiges, mittleres und seltenes Hochwasserereignis. In den Hochwasserrisikokarten sind die potentiell betroffenen Schutzgüter, wie die Anzahl der betroffenen Einwohner, Schutzgebiete, Kulturgüter, Industriebetriebe bei einem häufigen, mittleren oder seltenen Hochwasserereignis – sprich das Risiko – dargestellt. Abbildung 67 vermittelt einen Eindruck, welche Flächen potentiell bei mittleren bzw. seltenen und extremen Hochwasserereignissen in Deutschland betroffen sein können.

Abbildung 66

### Umsetzungsschritte der HWRM-RL



Quelle: Umweltbundesamt

Auf Grundlagen der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten wurden bis Ende 2015 Hochwasserrisikomanagementpläne auf Ebene der Flussgebietseinheiten durch die Bundesländer erstellt. Die Hochwasserrisikomanagementpläne enthalten angemessene Ziele für das Hochwasserrisikomanagement mit dem Schwerpunkt auf der Verringerung hochwasserbedingter nachteiliger Folgen auf die Schutzgüter sowie Maßnahmen zu deren Erreichung und die Beschreibung der Maßnahmenumsetzung. Analog zu den Bewirtschaftungsplänen unter der WRRL (siehe Kap. 5.1) erfolgte eine Information und Anhörung der Öffentlichkeit.

Die Maßnahmen umfassen alle Aspekte des Hochwasserrisikomanagements (siehe Abbildung 68) wobei der Schwerpunkt auf Vermeidung, Schutz und Vorsorge gelegt werden soll.

### Hochwasservermeidung

Beispiele für den Bereich Vermeidung sind die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten aber auch die Bauleitplanung und Bauvorsorge, wie hochwasserangepasstes Bauen. Überschwemmungsgebiete sind Gebiete, die statistisch mindestens einmal in 100 Jahren von einem Hochwasser betroffen sind (Bemessungshochwasser HQ100) oder für die Hochwasserentlastung und Rückhaltung erforderlich sind. Für festgesetzte Überschwemmungsgebiete gelten weitergehende



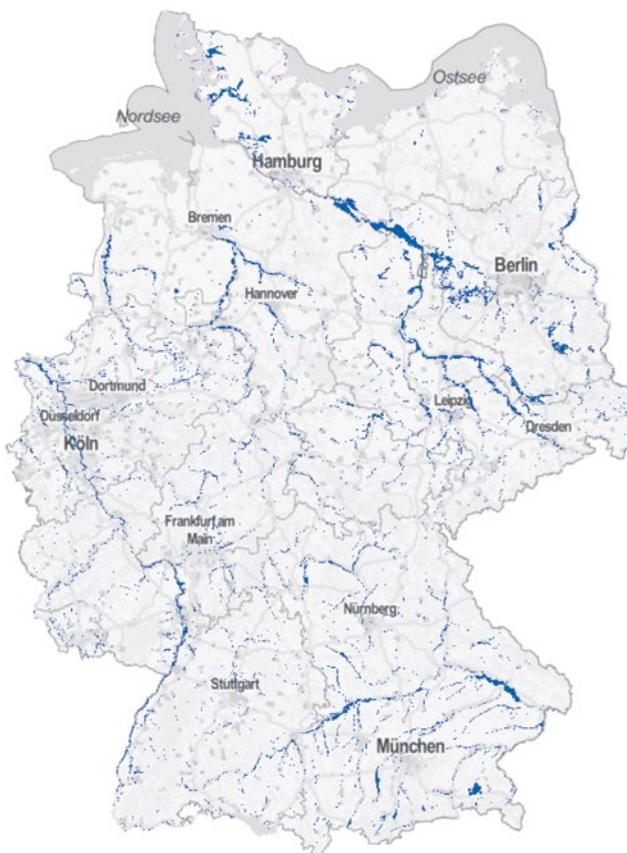
Abbildung 67

## Hochwassergefahrenkarten

### Überflutungsflächen bei HQ 100



### Überflutungsflächen bei HQ extrem



Quelle: WasserBLiCK/BfG, 2015<sup>203</sup>

Regelungen, die eine Verbesserung der ökologischen Strukturen der Gewässer unterstützen, Erosion fördernde Eingriffe verhindern, den Erhalt und die Rückgewinnung von Hochwasserrückhalteflächen gewährleisten, den Hochwasserabfluss regeln und zur Schadensverminderung beitragen. Beispielsweise sind dies:

- ▶ das Verbot der Ausweisung neuer Baugebiete; Ausnahmen sind hier nur bei gleichzeitiger Erfüllung strikter Voraussetzungen möglich.
- ▶ Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, wie z. B. das Verbot von Ölheizungen, und die hochwasserangepasste Nachrüstung von bestehenden Ölheizungsanlagen.
- ▶ Maßnahmen zum Erhalt oder zur Verbesserung der ökologischen Strukturen der Gewässer und ihrer Überflutungsflächen.
- ▶ Anforderungen an die ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Nutzung eines Grundstückes zur Reduzierung von Erosion und zur Minimierung des Schadstoffeintrags in Gewässer.

### Hochwasserschutz – Das Nationale Hochwasserschutzprogramm

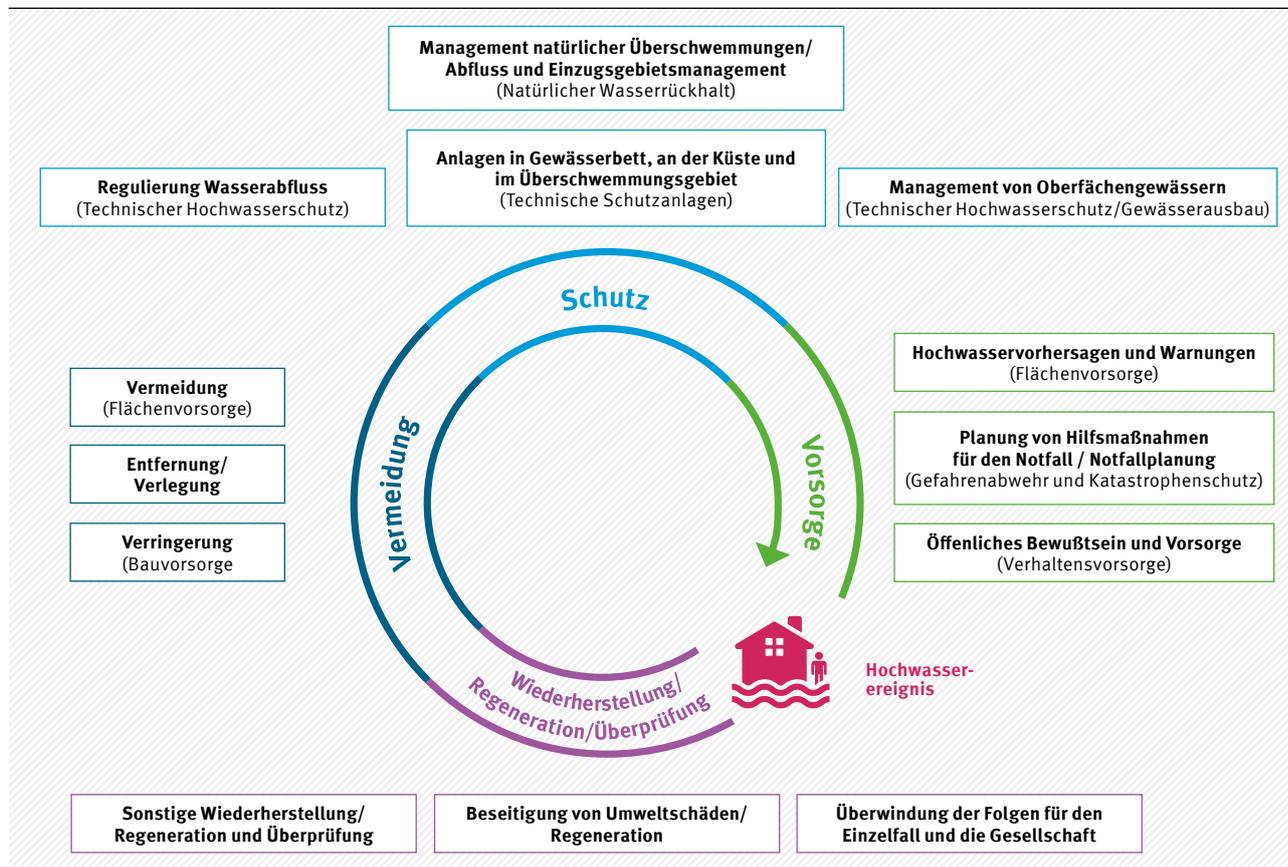
Unter dem Aspekt Schutz zählen die Wiedergewinnung von Überschwemmungsgebieten, der technische Hochwasserschutz wie Deiche, Polder, Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren, aber auch das Nationale Hochwasserschutzprogramm. Der Hochwasserschutz ist nach der Kompetenzverteilung des Grundgesetzes Ländersache. Nach den verheerenden Hochwassern im Juni 2013 im Elbe- und Donaugebiet hat sich jedoch gezeigt, dass vorbeugender Hochwasserschutz an den großen Flüssen nur zu erreichen ist, wenn der Ober-/Unterlieger-Problematik durch Solidarität zwischen den Ländern begegnet wird und auch der Bund eine Rolle übernimmt. Daher beschlossen Bund und Länder in einer Sondersitzung der Umweltministerkonferenz (UMK) am 2. September 2013 die Erarbeitung eines Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWSP) unter

Koordinierung des Bundes. Das NHWSP wurde zusammen mit den Flussgebietsgemeinschaften von Fachleuten des Bundes und der Länder in der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) unter Beteiligung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA) erarbeitet. Es enthält überregional wirksame Maßnahmen in den Kategorien Deichrückverlegungen, gesteuerte Hochwasserrückhaltung (z. B. Flutpolder) sowie Beseitigung von Schwachstellen. Es wurde am 24. Oktober 2014 auf der UMK in Heidelberg beschlossen. Insgesamt wurden bislang 32 überregionale aus mehr als 80 Einzelprojekten bestehende Projekte zur Deichrückverlegung sowie 59 Maßnahmen zur gesteuerten Hochwasserrückhaltung festgelegt. Hierbei sollen mehr als 1.180 Mio. m<sup>3</sup> Retentionsvolumen geschaffen werden und durch Deichrückverlegungen mehr als 20.000 Hektar neue Überflutungsfläche entstehen. Darüber hinaus wurden 16 Projekte zur Beseitigung von Schwachstellen

an bestehenden Hochwasserschutzanlagen identifiziert. Die vorläufig ermittelte Gesamtsumme der erforderlichen Haushaltsmittel für alle Maßnahmen des NHWSP beträgt rund 5,5 Milliarden Euro. Da Bund und Länder gemeinsam zur Finanzierung beitragen sollen, wurde die in der Federführung des BMEL liegende Gemeinschaftsaufgabe der Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK) als verfassungskonformes Finanzierungsinstrument gewählt und ein Sonderrahmenplan „Maßnahmen des präventiven Hochwasserschutzes“ (SRP) geschaffen, der bei der GAK angesiedelt ist. Damit ist eine Förderung bis zu einem Anteil von 60 % der nach GAK förderfähigen Summe aus Bundesmitteln möglich. Für den SRP wurden im Bundeshaushalt 2015 Mittel in Höhe von 20 Mio. Euro bereitgestellt, für 2016 bis 2018 sind bislang jeweils je 100 Mio. Euro Bundesmittel vorgesehen. Der Bund beabsichtigt, die Ausgaben in den Folgejahren auf diesem Niveau zu verstetigen. Bundesmittel aus

Abbildung 68

### Zyklus des Hochwasserrisikomanagements



Quelle: Nach LAWA (2013): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen, [http://www.lawa.de/documents/Empfehlungen\\_zur\\_Aufstellung\\_von\\_HWRMPL\\_mit\\_Anlagen\\_563.pdf](http://www.lawa.de/documents/Empfehlungen_zur_Aufstellung_von_HWRMPL_mit_Anlagen_563.pdf)



dem SRP sollen nur für Maßnahmen zur Verfügung gestellt werden, die den Flüssen mehr Raum geben, d. h. Deichrückverlegungen und gesteuerte Hochwasserrückhaltungen. Dementsprechend sind bei diesen Maßnahmen auch Kosten für den Erwerb der dringend benötigten Flächen förderfähig. Mit der Umsetzung der ersten Maßnahmen wurde bereits im Jahr 2015 begonnen. Das NHWSP wird jährlich unter der Berücksichtigung von neuen Erkenntnissen fortgeschrieben.

weise das Länderhochwasserportal, die Alarm- und Einsatzpläne aber auch die Eigenvorsorge. Unter dem Aspekt Wiederherstellung, Regeneration und Überprüfung sind die Aufbauhilfe, der Wiederaufbau, die Nachsorgeplanung sowie die Beseitigung von Umweltschäden zu fassen. Konzeptionelle Maßnahmen sind zum Beispiel die Generalpläne Küstenschutz.

### Hochwasservorsorge

Vorsorgemaßnahmen sind Hochwasservorhersagen und Frühwarnsysteme wie beispiels-

- 
- <sup>185</sup> UBA (2016) <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/die-wasserrahmenrichtlinie-deutschlands-gewaesser>
- <sup>186</sup> Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305)
- <sup>187</sup> Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung der Gewässer durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, ABl. EG L 375, S. 1, zuletzt geändert am 11. Dezember 2008, ABl. L 311, S.1
- <sup>188</sup> Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates, ABl. EG Nr. L 309, S. 1 ff
- <sup>189</sup> Pflanzenschutzgesetz vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148, 1281), das durch Artikel 4 Absatz 84 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist.
- <sup>190</sup> Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden, ABl. Nr. L 309, S. 71 ff
- <sup>191</sup> <https://www.nap-pflanzenschutz.de>
- <sup>192</sup> <https://www.cbd.int/ebsa/about>
- <sup>193</sup> Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Pages/default.aspx>
- <sup>194</sup> [www.ospar.org](http://www.ospar.org)
- <sup>195</sup> [www.helcom.fi](http://www.helcom.fi)
- <sup>196</sup> Bonn-Übereinkommen [www.bonnagreement.org](http://www.bonnagreement.org)
- <sup>197</sup> Das Raumordnungsgesetz (ROG) bestimmt die Grundsätze der Raumordnung (z. B. wasser- und umweltrelevante Grundsätze in § 2 Abs. 2 Nr. 6), die durch Festlegungen in Raumordnungsplänen zu konkretisieren sind. Die Festlegungen zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raumes umfassen Ziele, die verbindlich zu beachten sind, und Grundsätze, die für nachfolgende Abwägungsentscheidungen zu berücksichtigen sind.
- <sup>198</sup> siehe § 17 ROG
- <sup>199</sup> [http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Raumordnung\\_in\\_der\\_AWZ/index.jsp](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Raumordnung_in_der_AWZ/index.jsp)
- <sup>200</sup> [http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Raumordnung\\_in\\_der\\_AWZ/Dokumente\\_05\\_01\\_2010/Karte\\_Nordsee.pdf](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Raumordnung_in_der_AWZ/Dokumente_05_01_2010/Karte_Nordsee.pdf)
- <sup>201</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0089&from=DE>
- <sup>202</sup> <http://www.helcom.fi/helcom-at-work/groups/helcom-vasab-maritime-spatial-planning-working-group/>
- <sup>203</sup> <http://geoportals.bafg.de/mapapps/resources/apps/HWRMRL-DE/index.html?lang=de>



# 6 Sektorspezifische Maßnahmen



## 6.1 Trinkwasserversorgung

### 6.1.1 Rechtlicher Rahmen und Organisation der Trinkwasserversorgung

Die Organisation der Trinkwasserversorgung in Deutschland besteht in ihren Grundzügen seit mehr als 100 Jahren, wird jedoch ständig den technischen und hygienischen Erfordernissen angepasst. Ziel der öffentlichen Wasserversorgung ist es, der Bevölkerung jederzeit eine ausreichende Menge an Trinkwasser zur Verfügung zu stellen, das den hohen gesetzlichen Qualitätsanforderungen genügt.

Zum Schutz der Trinkwasserversorgung werden in Deutschland Wasserschutzgebiete (WSG) ausgewiesen. Im Jahr 2017 nahmen 18.341 WSG eine Fläche von ungefähr 55.000 km<sup>2</sup> ein. Das entspricht 15,4 % der Landesfläche der Bundesrepublik (Abbildung 70).

Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit und einer hinreichenden Trinkwasserhygiene besteht grundsätzlich ein in den jeweiligen kommunalen Satzungen geregelter Anschluss- und Benutzungszwang. Darunter versteht man die Verpflichtung des einzelnen Bürgers und von Wirtschaftsunternehmen, sich an die öffentliche Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung der Gemeinde oder des zuständigen Zweckverbandes anzuschließen und diese zu nutzen. Voraussetzung für die Anordnung eines Anschluss- und Benutzungszwangs ist, dass dies im Interesse der Allgemeinheit geschieht. Solche Gründe des Wohls der Allgemeinheit sind bei der Wasserversorgung und der Abwasserbeseitigung in der Regel gegeben. Eine geordnete Wasserversorgung ist für den Schutz der Gesundheit der Bürger erforderlich (Qualität des Trinkwassers), die Abwasserbeseitigung durch die Gemeinde dient sowohl dem Schutz der Gesundheit (Seuchengefahr) als auch dem Schutz der Gewässer. Für unzumutbare Härtefälle im Einzelfall sind in den Satzungen Ausnahmen vorgesehen.

Vorschriften des Baurechts verhindern, dass Wohngebäude ohne eine ordnungsgemäße Trinkwasserversorgung errichtet werden.



Abbildung 69

### Trinkwasserschutzgebiet Zone I

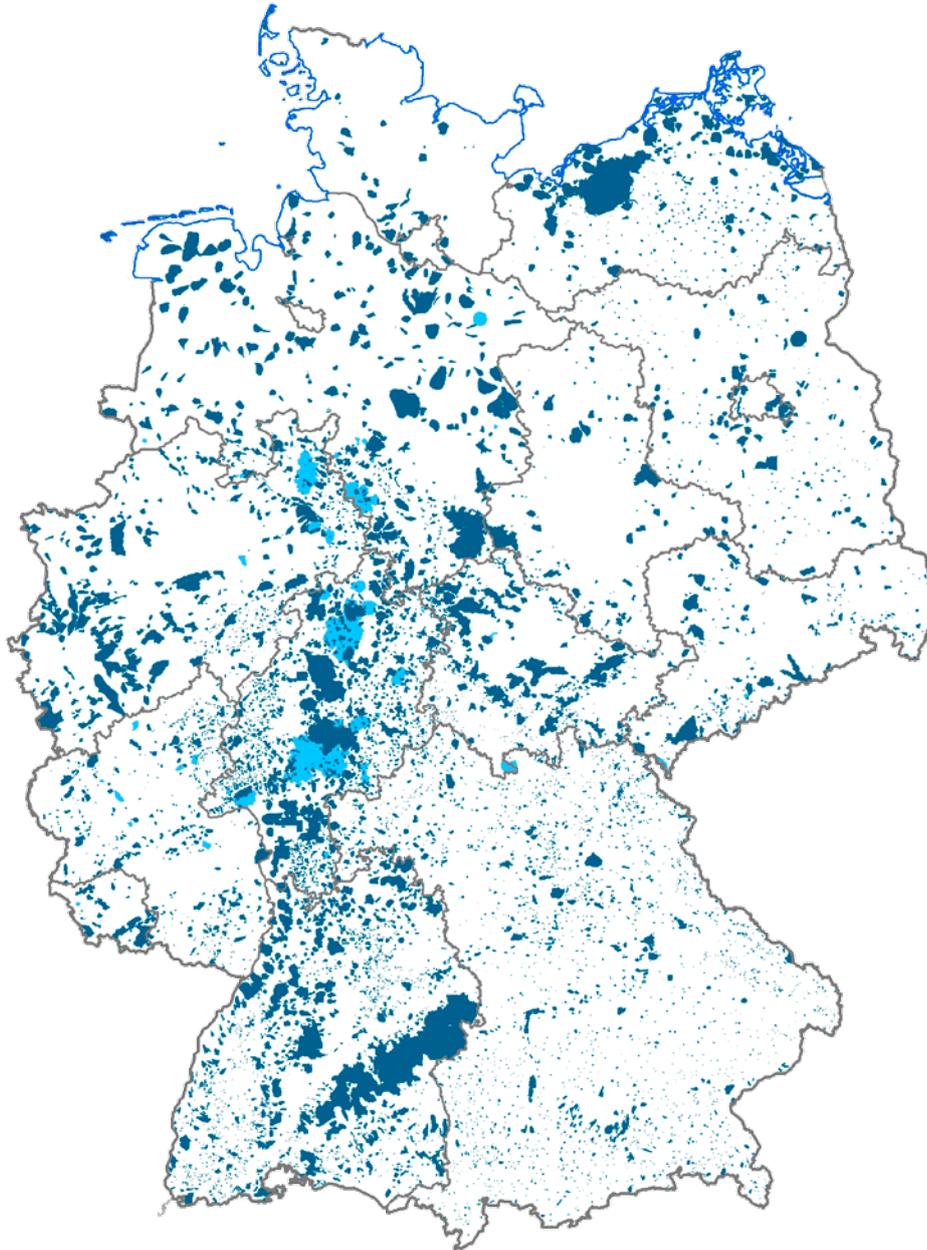
Die qualitativen Anforderungen an das Trinkwasser ergeben sich aus der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001)<sup>204</sup>. Diese wurde auf Grundlage des Gesetzes zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen<sup>205</sup> (Infektionsschutzgesetz – IfSG) sowie des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes<sup>206</sup> (LMBG) erlassen und setzt zugleich die EU-Trinkwasserrichtlinie<sup>207</sup> um. In der Trinkwasserverordnung sind spezielle Anforderungen an die Beschaffenheit des Trinkwassers und die des Wassers für Lebensmittelbetriebe sowie an die Trinkwasseraufbereitung festgeschrieben. Darüber hinaus enthält die Trinkwasserverordnung die Pflichten des Betreibers einer Wasserversorgungsanlage und die Überwachung des Betreibers durch Gesundheitsämter in hygienischer Hinsicht. So legt sie Grenzwerte für

gesundheitsschädliche Stoffe (z. B. für Schwermetalle, Nitrat, organische Verbindungen) und Krankheitserreger sowie der Umfang und die Häufigkeit der Untersuchungen fest. Die Grenzwerte für diese Stoffe entsprechen der EU-Trinkwasserrichtlinie und sind so festgelegt, dass bei lebenslanger Aufnahme keine schädlichen Folgen für Menschen zu erwarten sind. Für organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung beträgt z. B. die Höchstkonzentration 0,1 µg/l. Für die Summe dieser Wirkstoffe gilt ein Grenzwert von 0,5 µg/l. Der Grenzwert für Nitrat im Trinkwasser beträgt 50 mg/l.

Da nach der Trinkwasserverordnung auch die Hausinstallationen Wasserversorgungsanlagen sind, gelten für die Hauseigentümer dieselben

Abbildung 70

## Karte Wasserschutzgebiete



	Bundesland	Fläche WSG [km <sup>2</sup> ]	% zur Landesfläche	Bundesland	Fläche WSG [km <sup>2</sup> ]	% zur Landesfläche
■ Trinkwasser	BB	1 333	4.49	NI	8 007	16.76
■ Spa (Heilquelle)	BE	211	23.61	NW	6 075	17.82
Anzahl WSG – 18 341	BW	9 378	26.22	RP	1 861	9.38
Fläche WSG (absolut) – 54 967 km <sup>2</sup>	BY	3 766	5.34	SH	558	3.51
Fläche WSG in % zur Fläche Deutschlands – 15.38%	HB	31	7.73	SL	452	17.57
	HE	11 781	55.82	SN	1 466	7.93
	HH	90	11.90	ST	1 278	6.22
	MV	4 585	19.84	TH	3 735	23.06

Geobasisdaten: DLM1000, 2012, BKG  
 Fachdaten: WasserBLICK/BfG & Zuständige Behörden der Länder, 1.5.2017,  
 Thüringen: Übermittlung durch Thüringer Landesvermessungsamt, 19.2.2018,  
 Hessen: Übermittlung durch Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, 14.2.20018  
 Bearbeitung: Umweltbundesamt, FG 11.7.2018



Regeln wie für alle anderen Unternehmer und sonstigen Inhaber einer Wasserversorgungsanlage. Hinsichtlich der Qualitätssicherung bei der Errichtung, beim Betrieb und der Instandhaltung von Wasserversorgungsanlagen spielen parallel und ergänzend zu den ordnungsrechtlichen Regelungen des Bau- und Trinkwasserrechts die technischen Regelwerke von privat rechtlich organisierten Verbänden oder Vereinigungen, wie z. B. der „Deutschen Vereinigung des Gas und Wasserfaches e. V. – DVGW“ oder des „Deutschen Instituts für Normung e. V. – DIN“ eine bedeutende Rolle, die die technischen Details spezifizieren und die allgemein anerkannten Regeln der Technik dokumentieren. Diese Regeln befassen sich unter anderem mit den erforderlichen Mindestqualifikationen der Beschäftigten in den Wasserwerken, mit den Anforderungen an die Rohrleitungen einschließlich der Materialien, aus denen sie hergestellt werden, oder mit den Bedingungen der Rohrverlegung sowie der erforderlichen Qualifikation des Rohrleitungsinstallateur-Unternehmens.

Die Überwachung der Trinkwasserqualität durch staatliche Instanzen obliegt den Behörden der Länder und im kommunalen Bereich den Gesundheitsämtern. Die Gesundheitsämter beaufsichtigen die Maßnahmen der Wasserversorger zur Eigenkontrolle und Qualitätssicherung einschließlich der vorgeschriebenen Dokumentation. Sie führen selbst aber auch Kontrollen durch. Die Gesundheitsämter beobachten auch die Entwicklung der Wasserbeschaffenheit, denn die Wasserversorger haben jede Überschreitung der festgelegten Parameterwerte (Grenzwerte) umgehend der zuständigen Gesundheitsbehörde mitzuteilen. Die Wasserversorger müssen für den Fall der zeitweiligen Nichteinhaltung von Anforderungen und Grenzwerten vorsorglich Maßnahmenpläne erstellen. Ferner sind sie verpflichtet, eine ausreichende Wasserversorgung zu gewährleisten und im seltenen Fall einer Unterbrechung der Trinkwasserversorgung (aus technischen oder hygienischen Gründen) auf einem anderen Weg Trinkwasser in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung zu stellen, etwa durch Einspeisung von einem anderen Wasserwerk oder durch mobile Wasserversorgungsanlagen (z. B. Wasserwagen).

Die Anforderungen an Versorgungssicherheit und Trinkwasserqualität gelten auch für Kleinanlagen. Bei der Definition von Kleinanlagen in der Trinkwasserverordnung wird nicht

unterschieden, ob es sich um Anlagen für den Eigenbedarf oder für die Abgabe an Dritte, z. B. an Gäste in einem Waldlokal oder Mieter von Ferienwohnungen handelt. Kleinanlagen und – bei bestimmten Gegebenheiten – auch Hausinstallationen und Regenwassernutzungsanlagen unterliegen der in der Trinkwasserverordnung vorgesehenen Überwachung durch die Gesundheitsämter.

### 6.1.2 Trinkwasserpreise

Grundlage für die Ermittlung der Wasserpreise sind in Deutschland die tatsächlichen Kosten, die dem Unternehmen rund um die Wasserversorgung entstehen. Dies betrifft sämtliche Kosten der Wassergewinnung, Aufbereitung, Speicherung und Verteilung, aber auch die Aufwendungen für Investitionen in die Substanzerhaltung und in den Gewässerschutz. Dies entspricht dem in der WRRL verankertem Kostendeckungsprinzip. Nach dem Kostendeckungsprinzip werden neben den laufenden Betriebskosten auch die entstandenen Kapitalkosten durch die Wassertarife abgedeckt.

Die gegebenen strukturellen und natürlichen Rahmenbedingungen der Wasserförderung und –versorgung, z. B. Siedlungsdichte, geografische Lage und hydrologische Bedingungen weichen jedoch vor Ort stark voneinander ab. So entstehen den Wasserversorgungsunternehmen unterschiedlich hohe Kosten, die durch lokal gültige Wasserpreise gedeckt werden müssen.

Abhängig davon, ob die Versorgungsunternehmen öffentlich-rechtlich oder privatrechtlich organisiert sind (siehe auch Kap. 2.6.1), unterliegen die Entgelte der Preisaufsicht des Kommunalrechtes oder des Kartellrechtes. Bei öffentlich-rechtlichen Wasserversorgern richten sich die Wasserpreise nach den Grundsätzen des kommunalen Gebührenrechtes (Kostendeckung, Gleichbehandlung, Äquivalenz).

Der Bundesgerichtshof hat festgestellt, dass bei privatrechtlich organisierten Wasserversorgern die Kartellbehörden die Wasserpreise eines Versorgers mit denen gleichartiger Versorger vergleichen können, da es sich bei der Wasserversorgung um ein natürliches Monopol handelt. Dazu muss die Kartellbehörde die Versorgungsdichte (Metermengenwert), die Abnehmerdichte (Netzlänge pro Hausanschluss), die Anzahl der versorgten Anwohner, die Abgabestruktur (Haushalts- und Kleingewerbekunden), Unterschiede

bei den Beschaffungs- und Aufbereitungskosten und die Gesamterträge der Wassersparte erheben und vergleichen.

Weitere wesentliche Kostenfaktoren, wie z. B. die Topografie (Geländestruktur), erhöhte Instandhaltungskosten für das Leitungsnetz oder besondere Vorsorgeaufwendungen für Umweltschutz und Hygiene muss der Versorger nachweisen, um ggf. seine gegenüber anderen Versorgern höheren Preise im Einzelfall zu rechtfertigen. Hier wird es zukünftig darauf ankommen, die Anforderungen an diese Nachweispflicht so auszugestalten, dass die wichtigen Gewässerschutz- und Hygieneleistungen der Wasserversorger auch weiterhin in vollem Umfang erbracht werden können.

Zur Sicherung dieser wichtigen Leistungen der Wasserversorger haben BMU und BMG 2014 einen „Katalog vorsorgender Leistungen der Wasserversorger für den Gewässer- und Gesundheitsschutz“<sup>208</sup> veröffentlicht. Dieser enthält eine Aufzählung der gewässerschützenden und hygienischen Vorsorgeleistungen der Wasserversorger.

Die Preise werden in der Regel durch zwei Entgeltkomponenten ermittelt: Den verbrauchsabhängigen Kubikmeterpreis und eine monatliche Grundgebühr, die die Fixkosten für den Erhalt der Versorgungsinfrastruktur begleichen soll. Die Gemeinden variieren die Preiskomponenten, sodass die tatsächlichen Wasserpreise erheblich um den rechnerischen Durchschnittswerten für das Jahr 2013 von 1,69 €/m<sup>3</sup>, zuzüglich jährlicher Grundgebühr von 70,98 € schwanken. Eine Zusammenfassung nach Entgeltklassen ergibt folgendes Bild: Zur Veranschaulichung der Kosten kann eine vereinfachte Berechnung für einen

Modellhaushalt herangezogen werden. Danach betragen die jährlichen Ausgaben für einen standardisierten Zwei-Personen-Haushalt mit einem Wasserverbrauch von 80 Kubikmeter in Deutschland durchschnittlich 206,18 €/Jahr. Das bedeutet: Trinkwasser kostet 103,09 €/Person/Jahr. Für 0,28 € am Tag kann also der tägliche Trinkwasserbedarf von 121 Liter gedeckt werden. Die Kosten für die Abwasserentsorgung sind darin noch nicht enthalten (vgl. dazu Kap. 6.2.6)

### 6.1.3 Wassersparen“

Deutschland hat im Vergleich zu anderen Industrienationen bereits ein niedriges Niveau in der Pro-Kopf-Nutzung von Trinkwasser und ein sehr hohes Bewusstsein für den Umgang mit Trinkwasser erreicht. Industrie und Haushalte haben die Verwendung von Wasser bereits erheblich reduziert. Fast alle Grundwasserkörper sind mengenmäßig in einem guten Zustand (siehe Kap. 4.1.2). Die tägliche Trinkwassernutzung ist seit 1991 (144 Liter/Person) rückläufig und beträgt heute 121 Liter/Person. Dennoch können weitere Einsparungen erforderlich sein. Entsprechende Anforderungen ergeben sich vor allem auf regionaler Ebene und haben einen saisonalen Charakter. Somit handelt es sich um ein Thema, das vor Ort diskutiert und umgesetzt werden muss.

Insgesamt sind weitere Potenziale zur Reduzierung der Trinkwassernutzung in Deutschland vorhanden, ohne dass Komfortverlust und Einbußen in den hygienischen Standards zu befürchten wären. Zum Beispiel können noch immer etliche Haushalte durch einfache Maßnahmen ihre Wasserverwendung reduzieren, u. a. durch die Anschaffung neuer Geräte, wie Wasch- oder Spülmaschinen oder die Nutzung von Regenwasser zur Gartenbewässerung. Ein

Tabelle 10

## Trinkwasserpreise 2013 in Deutschland

	Minimum	Durchschnitt	Maximum
Trinkwasserentgelt pro m <sup>3</sup>	1,23 Euro	1,69 Euro	2,17 Euro
Grundgebühr pro Jahr	17,58 Euro	70,98 Euro	126,07 Euro
Kosten pro Jahr bei Bezug von 80 m <sup>3</sup> inkl. Grundgebühr	160,14 Euro	206,18 Euro	286,07 Euro

Quelle: Statistisches Bundesamt, 2013<sup>209</sup>



besonderes Augenmerk ist auf die Verwendung von Warmwasser zu legen. Mit Warmwasser sparsam umzugehen, bedeutet auch den Energiebedarf für die Bereitstellung von Warmwasser zu reduzieren. Neben dem sorgsamem Umgang mit Trinkwasser ist das Bewusstsein wichtig, dass wir über den Kauf von Produkten, für deren Produktion im Ausland Wasser verwendet wurde, virtuelles Wasser importieren und so einen Wasserfußabdruck hinterlassen, der gerade für aride Gebiete oft ein großes Problem darstellt (siehe Kap. 3.11).

Schwierigkeiten mit Wasserver- oder Abwasserentsorgungsleitungen, die mit einer verringerten Wassernutzung verknüpft sind, dürfen nicht den Trinkwasserkunden „angelastet“

werden. Die Wasserversorger tragen die Verantwortung für die hohe Qualität des in Deutschland verfügbaren Trinkwassers und haben die Kompetenz für die Weiterentwicklung der Infrastrukturen. Sie können die Erfordernisse für ein häufigeres Spülen der Trinkwasserleitungen aufgrund eines rückläufigen Bedarfs – sei es wegen geringerer Nutzungsmengen pro Haushalt oder wegen einer rückläufigen Bevölkerungsdichte (siehe Kap. 2.3) – viel präziser beurteilen und viel effektiver durchführen als ihre Kunden.

Kommunen können selbst auf (potentielle) lokale Knappheit durch aktuelle Informationen an ihre Bürger und durch den Einsatz wasser-

Tabelle 11

**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 und Jahresmenge
1	Oxidierbare Stoffe in chemischem Sauerstoffbedarf (CSB)	50 Kilogramm Sauerstoff	20 Milligramm je Liter und 250 Kilogramm Jahresmenge
2	Phosphor	3 Kilogramm	0,1 Milligramm je Liter und 15 Kilogramm Jahresmenge
3	Stickstoff als Summe der Einzelbestimmungen aus Nitratstickstoff, Nitritstickstoff und Ammoniumstickstoff	25 Kilogramm	5 Milligramm je Liter und 125 Kilogramm Jahresmenge
4	Organische Halogenverbindungen als adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	2 Kilogramm Halogen, berechnet als organisch gebundenes Chlor	100 Mikrogramm je Liter und 10 Kilogramm Jahresmenge
5	Metalle und ihre Verbindungen		und
5.1	Quecksilber	20 Gramm	1 Mikrogramm 100 Gramm
5.2	Cadmium	100 Gramm	5 Mikrogramm 500 Gramm
5.3	Chrom	500 Gramm	50 Mikrogramm 2,5 Kilogramm
5.4	Nickel	500 Gramm	50 Mikrogramm 2,5 Kilogramm
5.5	Blei	500 Gramm	50 Mikrogramm 2,5 Kilogramm
5.6	Kupfer	1 000 Gramm Metall	100 Mikrogramm 5 Kilogramm je Liter Jahresmenge
6	Giftigkeit gegenüber Fischeiern	6 000 Kubikmeter Abwasser geteilt durch $G_{EI}$	$G_{EI} = 2$

$G_{EI}$  ist der Verdünnungsfaktor, bei dem Abwasser im Fischeitest nicht mehr giftig ist. Den Festlegungen der Tabelle liegen die Verfahren zur Bestimmung der Schädlichkeit des Abwassers nach den angegebenen Nummern in der Anlage „Analysen- und Messverfahren“ zur Abwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625) zugrunde

Quelle: Umweltbundesamt nach Abwasserabgabengesetz

sparender Installationen in den öffentlichen Einrichtungen reagieren. Die Kommunen informieren auch über die möglichen Folgen des Klimawandels und gegebenenfalls erforderliche Anpassungsmaßnahmen vor Ort – sie bereiten Wassernutzungsempfehlungen für trockene Sommer vor, zum Beispiel für die Gartenbewässerung mit Regenwasser und nur zu bestimmten Zeiten, oder erlassen ggf. ein vorübergehendes vollständiges Verbot der Trinkwasserverwendung im Garten.



## 6.2 Abwasser

### 6.2.1 Rechtlicher Rahmen und Organisation der Abwasserentsorgung Abwasserverordnung

Nach dem WHG<sup>210</sup> stellt das Einleiten von Stoffen in ein Gewässer eine Benutzung dar. Das gilt auch für das direkte Einleiten von behandeltem Abwasser, denn es trägt zur stofflichen Belastung des Gewässers bei (siehe Kap. 3.1.4). Dafür ist eine behördliche Erlaubnis erforderlich. 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<sup>211</sup>. 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.

Die einzuhaltenden Anforderungen werden in einer Rechtsverordnung des Bundes, der Abwasserverordnung<sup>212</sup> (AbwV), konkretisiert. Diese enthält Regelungen und Emissionsgrenzwerte, die u. a. den Stand der Technik beschreiben. Die Konkretisierung der Mindestanforderungen an die Abwasserqualität erfolgt mittels branchenspezifischer Anhänge zur AbwV. Bisher wurden 57 solcher Anhänge (real 53 Anhänge aufgrund von Streichungen) aufgenommen. Anhang 1 zur AbwV gilt für häusliches und kommunales Abwasser, die anderen Anhänge betreffen einzelne Branchen des Gewerbes und der Industrie (siehe Kap. 6.4.1).

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.

Die Abwasserverordnung dient auch dazu, abwasserbezogene technische Anforderungen des EU-Rechts umzusetzen, z. B. die Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser<sup>213</sup>, die zur Sammlung und Reinigung von Abwasser aus Haushalten und Kleinbetrieben verpflichtet und die Verringerung der organischen Belastung sowie der Nitrat- und Phosphoreinträge aus diesen Quellen bezweckt.

Besondere Auswirkungen hat die Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen (IE-Richtlinie<sup>214</sup>). Diese Richtlinie stärkt die Bedeutung der besten verfügbaren Technik (BVT), indem aus branchenspezifischen Merkblättern BVT-Schlussfolgerungen entwickelt und verabschiedet werden (siehe Kap. 6.4.1)

### Abwasserabgabengesetz

Auf Grundlage des Abwasserabgabengesetz (AbwAG)<sup>215</sup> müssen Direkteinleiter eine Abgabe für das direkte Einleiten von Abwasser in ein Gewässer entrichten. Die Höhe der Abgabe ergibt sich aus der Menge und der Schädlichkeit bestimmter eingeleiteter Inhaltsstoffe (vgl. Tabelle 11)<sup>216</sup>. Somit müssen Direkteinleiter zumindest einen Teil der Kosten der Inanspruchnahme des Umweltmediums „Wasser“ ausgleichen (Umsetzung des Verursacherprinzips). Die Abwasserabgabe ist die erste bundesweit erhobene Umweltabgabe mit Lenkungsfunktion.

Das AbwAG setzt 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 DM (jetzt 35,79 €) erhöht, aber seither nicht mehr angepasst worden. Die Abgabe soll ökonomische Anreize schaffen, möglichst weitgehend Abwassereinleitungen zu vermindern. 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 Gewässerreinigung zu verwenden.

### 6.2.2 Lösungsansätze bei der Abwasseraufbereitung

Es reicht heute nicht mehr aus, die Funktionalität sowie die Eliminationsleistung der nach dem Stand der Technik errichteten Kläranlagen zu erhöhen (siehe Kap. 3.5). Die Herausforderung besteht vielmehr darin, weitere wirksame, kostengünstige, energieeffiziente Maßnahmen zur effektiven Elimination von beispielsweise Mikroverunreinigungen und Nanomaterialien als vierte Reinigungsstufe in die Kläranlage zu integrieren. Darüber hinaus sollte die Abwasserbehandlungsanlage künftig nicht nur als Schadstoffsenske, sondern auch als Energielieferant und Quelle wichtiger Grundstoffe betrachtet werden.

Mögliche Ansätze sind im Folgenden beschrieben.

#### Vierte Reinigungsstufe

Bei der biologischen Abwasserbehandlung werden anthropogene Stoffe, u. a. Mikroverunreinigungen, nicht ausreichend reduziert. Leicht biologisch abbaubare Stoffe wie Ibuprofen werden zu mehr als 90 % entfernt, während schwer abbaubare Stoffe (z. B. Röntgenkontrastmittel) fast gar nicht eliminiert werden. Selbst durch eine Optimierung der Kläranlagen kann die Eliminationsleistung für Mikroverunreinigungen nicht zufriedenstellend erhöht werden, da konventionelle Anlagen nicht für die Elimination dieser Stoffe ausgelegt sind.

Die Einführung einer weiteren Aufbereitungsstufe (4. Reinigungsstufe) kann zu einer deutlichen Reduktion der Einträge von Mikroverunreinigungen in das Oberflächenwasser beitragen.

Die hierfür zur Anwendung kommenden Verfahren sollen möglichst viele Stoffe entfernen, wenig Nebenprodukte (Transformationsprodukte) bilden und in bestehende Anlagen integrierbar sein. Das Kosten-/Nutzenverhältnis (Energie-, Material-, Personalkosten) muss vertretbar sein. Verfahren, die diese Forderungen im Moment weitestgehend erfüllen, sind die Adsorption an

Aktivkohle (Pulver- und granuliert Aktivkohle) und die Oxidation mit Ozon. Diese Verfahren werden bereits auf Kläranlagen getestet und zum Teil großtechnisch mit guten Ergebnissen angewendet.

Die Entwicklung weiterer Verfahrenstechniken und -kombinationen zur Elimination von Mikroverunreinigungen wird weitergeführt. So werden u. a. die Anwendung von Membranverfahren (Nanofiltration und Umkehrosmose) und der Einsatz von anderen Oxidationsmitteln und -verfahren untersucht.

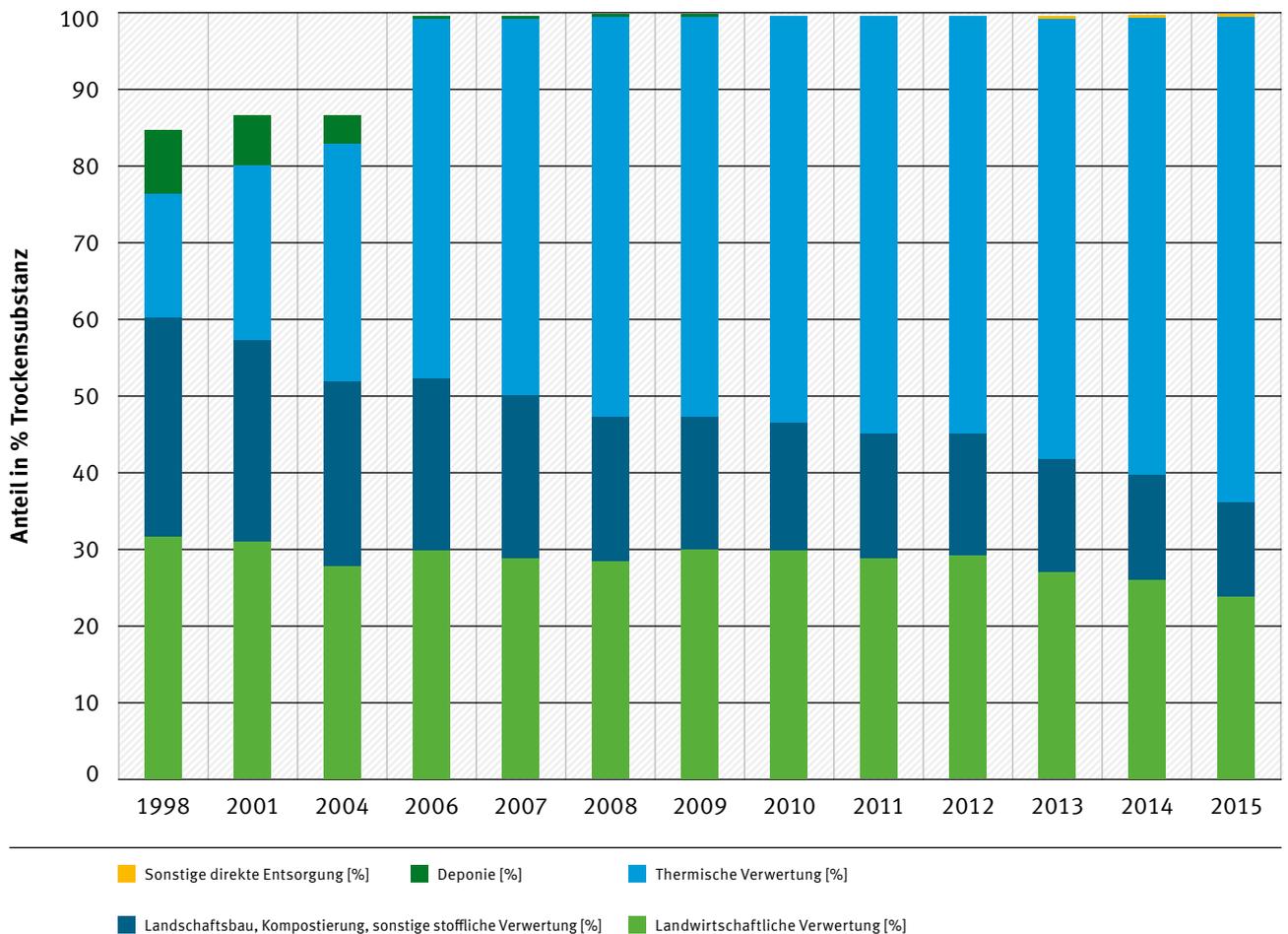
Die Einführung der 4. Reinigungsstufe hätte weitere positive Effekte bei der Abwasserbehandlung, wie die Desinfektion und weitere Abtrennung von im Wasser unerwünschten Stoffen (z. B. restliches Phosphor und natürliches organisches Material). Das Umweltbundesamt spricht sich für die Einführung einer 4. Reinigungsstufe in großen kommunalen Kläranlagen, Anlagen an sensiblen Gewässern und in Anlagen, die einen hohen Abwasseranteil im Gewässer verursachen, aus<sup>217</sup>. Ein finanzieller Anreiz zur Reduktion von Mikroverunreinigungen in Kläranlagen könnte durch eine entsprechende Novellierung des Abwasserabgabengesetzes (AbwAG) (siehe Kap. 6.4.3) gesetzt werden.

In der Schweiz wurden nach einer Volkabstimmung gesetzliche Regelungen zur Einführung der vierten Reinigungsstufe in Abwasserbehandlungsanlagen in die dortige Gewässerschutzverordnung<sup>218</sup> aufgenommen.

#### Neue Ansätze bei der Klärschlammverwertung

Klärschlämme aus kommunalen Kläranlagen werden bis heute in der Landwirtschaft zu Düngezwecken eingesetzt, um dem Boden essentielle Nährstoffe zuzuführen. Der in Deutschland jährlich anfallende Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen (2 Mio. Tonnen Trockensubstanz) enthält etwa 50.000 Tonnen Phosphor. Heute werden noch etwa 24 % des Klärschlammes landwirtschaftlich verwertet. Aufgrund der zahlreichen im Klärschlamm enthaltenen Schadstoffe ist die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung aus Umweltsicht jedoch problematisch und sollte deshalb eingestellt werden<sup>219</sup>.

Abbildung 71

**Klärschlammverwertung in Deutschland 1998 bis 2015**

\* Vor 2006 wurden die Angaben nach einem anderen Vorgehen erhoben die Summe der einzelnen Verwendungen vor 2006 ergibt daher nicht 100%. Die Anteile sonstiger direkter Entsorgung (z. B. Baustoffe, Vererdung, Vergärung) betragen <1%.

Quelle: Destatis, „Wasserwirtschaft: Klärschlammbehandlung aus der öffentlichen Abwasserbehandlung“, verschiedene Jahrgänge<sup>227</sup>

Geregelt wird die landwirtschaftliche Ausbringung von Klärschlamm in der Klärschlammverordnung (AbfKlärV)<sup>220</sup> und seit dem 1.1.2015 außerdem über das Düngerecht. Grenzwerte in der Klärschlamm- und der Düngemittelverordnung (DüV)<sup>221</sup> sollen das Ausbringen stark belasteter Klärschlämme einschränken, um diesen Eintragspfad bedenklicher Stoffe in die Böden, Gewässer und Nahrungsmittel zu minimieren.

Insbesondere weil vorgegebene Grenzwerte nicht eingehalten wurden, wurden im Jahr 2015 etwa 64 % des Klärschlammes thermisch entsorgt<sup>222</sup>, davon ca. 39 % in Mitverbrennung und ca. 38 % in Monoverbrennung. 24 % des Klärschlammes wurden landwirtschaftlich verwertet und 12 % dem Landschaftsbau und der sonstigen stofflichen Verwertung zugeführt<sup>223</sup> (Abbildung 71).

In der novellierten Klärschlammverordnung<sup>224</sup> ist der Teilausstieg aus der landwirtschaftlichen Verwertung des Klärschlammes vorgesehen. In einer Übergangszeit bis 2027 darf Klärschlamm aus Kläranlagen < 100.000 EW landwirtschaftlich verwertet werden, danach nur noch aus Kläranlagen < 50.000 EW.

Bei der Mitverbrennung des Klärschlammes bleibt die Ressource Phosphor ungenutzt. Sie wird aus dem Stoffkreislauf entfernt, d. h. fest in den Zement eingebaut, stark verdünnt in der Schlacke oder in anderen Verbrennungsrückständen verteilt<sup>225</sup>. Mit der Novellierung der Klärschlammverordnung wird die Mitverbrennung phosphorreicher Klärschlämme künftig untersagt und die Phosphorrückgewinnung gesetzlich vorgeschrieben<sup>226</sup>. Allerdings wird diese Regelung zunächst



nur die großen Abwasserbehandlungsanlagen (> 50.000 EW) betreffen.

Der Rohstoff Phosphor wird als Phosphatgestein in Minen abgebaut und ist nur in begrenzter Menge in ausreichend guter Qualität auf der Erde vorhanden. Die Europäische Kommission hat Phosphatgestein als kritischen Rohstoff eingestuft.<sup>228</sup> Weltweit wurden 2015 etwa 223 Mio. Tonnen Phosphatgestein gefördert (mit steigender Tendenz), von denen ca. 90 % zu Düngemitteln weiterverarbeitet wurden. Die weltweiten Phosphorreserven werden auf etwa 69 Mrd. Tonnen geschätzt.<sup>229</sup> Wegen der Endlichkeit der Ressource lohnt es sich, vorhandene Stoffströme wie das Abwasser zu nutzen und den Rohstoff Phosphor zurückzugewinnen.

In den vergangenen Jahren wurden technische Verfahren entwickelt, mit deren Hilfe zumindest ein Teil des Phosphors aus dem Klärschlamm zurückgewonnen und als Dünger zur Verfügung gestellt werden kann. Mit nasschemischen Verfahren lässt sich Phosphor bis zu ca. 40 % zurückgewinnen, z. B. als Magnesiumammoniumphosphat (MAP). Ein noch höheres Potential bietet die Rückgewinnung von Phosphor nach der Klärschlammmonoverbrennung. Bis zu ca. 90 % Phosphor können mit sogenannten thermischen Verfahren aus der Asche zurückgewonnen werden. Würde der Phosphor aus allen deutschen Klärschlämmen zurück gewonnen werden, könnte etwa die Hälfte der jährlichen Phosphorimporten eingespart werden.

Die Weiterentwicklung und Implementierung geeigneter Phosphor-Rückgewinnungstechniken aus Abwasser bzw. Klärschlamm oder Klärschammasche trägt zur Ressourcenschonung und einer nachhaltigen Abwasserwirtschaft bei. Welche Techniken letztendlich zum Einsatz kommen, muss standortbezogen entschieden werden.

### Recycling von Stickstoff in Kläranlagen

2015 waren etwa 1.250 Kläranlagen<sup>230</sup> mit Faultürmen zur Faulgasgewinnung ausgestattet. Aus dem nach der Faulung anfallenden Faulwasser kann Ammonium/Ammoniak zur Düngerherstellung (z. B. Ammoniumsulfat) gestrippt, d. h. ausgetrieben werden. Bei diesem Prozess können ca. 90 % des vorhandenen Ammoniums/Ammoniaks aus dem Faulwasser z. B. in Dünger umgewandelt und der Landwirtschaft zur Verfügung gestellt werden. Die

restlichen 10 % werden in das Belebtschlammbecken zurückgeführt und dort zu Stickstoff mineralisiert.

### Steigerung der Energieeffizienz auf Kläranlagen

Auf Kläranlagen besteht ein hohes Potenzial, Energie einzusparen und CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Strombereitstellung zu reduzieren. Besonders vielversprechend sind die Umrüstung auf eine energiesparendere Belüftung der Belebungsbecken sowie der Einsatz energieeffizienter Pumpen und Rührwerke. Sie sind Hauptansatzpunkte für die energetische Optimierung.

Die Stromerzeugung durch Faulgasgewinnung und -verwertung ist ein weiterer wichtiger Aspekt, um CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kläranlagen zu senken. Im Jahr 2015 wurden in Deutschland 1.395 Gigawattstunden Strom aus Klärgas erzeugt<sup>231</sup>. Damit kann bereits heute etwa ein Drittel des gesamten auf Kläranlagen verbrauchten Stroms durch die Faulgaserzeugung gedeckt werden. Durch Optimierung der Abwasserbehandlung kann der Stromverbrauch reduziert und die Eigenversorgung gesteigert werden. Ziel ist die energieautarke Kläranlage.

Im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms unterstützt das Bundesumweltministerium innovative Projekte zur Erreichung der Energieeffizienz auf Kläranlagen.<sup>232</sup>

### Abwasserwärmenutzung

Mit dem Ableiten des Abwassers aus Gebäuden in die Kanalisation geht Wärme verloren. Diese kann mithilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen zur effizienten Wärmeversorgung (Wasser und Heizung) von Mehrfamilienhäusern, Bürogebäuden oder öffentlichen Einrichtungen beitragen. Die Wärme kann dem Abwasser entweder direkt im zu beheizenden Gebäude, im Abwasserkanal oder aus dem behandelten Abwasser auf der Kläranlage entzogen werden. Das Verfahren lässt sich auch „umkehren“ und kann zur Kühlung von Gebäuden eingesetzt werden.

Bei entsprechenden Voraussetzungen sind Anlagen zur Abwasserwärmenutzung bereits heute wirtschaftlich konkurrenzfähig.<sup>233</sup> Bei der Planung von Heizungsanlagen mit regenerativer Energie sollte die Möglichkeit der Nutzung von Abwasserwärme einbezogen werden. In Deutschland sind nach aktuellen Schätzungen

etwa 60 Anlagen gebaut worden. Im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms werden auch Projekte zur Abwasserwärmenutzung gefördert.

### 6.2.3 Neuartige Sanitärsysteme (NASS)

Mit neuartigen Sanitärsystemen können Abwasserströme getrennt erfasst werden. Sie ermöglichen ortsnahe eine gezielte Verwertung von Abwasserinhaltsstoffen (z. B. Phosphor, Stickstoff, Kalium) und die Wiederverwendung von Wasser. Abwasserströme lassen sich in unterschiedliche Stoffströme auftrennen: z. B. Grauwasser (Stoffstrom aus dem häuslichen Bereich ohne Fäkalien), Braunwasser (Fäzes mit Spülwasser), Gelbwasser (Urin mit Spülwasser) und Regenwasser (z. B. auf Grundstücken anfallendes Niederschlagswasser)<sup>234</sup>. Spezielle Techniken, beispielsweise geeignete Toiletten und eine getrennte Leitungsführung, sind für die Installation von NASS erforderlich.

NASS sind eine Alternative, wenn kein Anschluss an die Kanalisation besteht, diese bereits ausgelastet ist oder die Separierung von Urin und Fäzes in Spezialfällen angestrebt wird. Sie bieten sich in Deutschland vor allem bei Neubau von Stadtquartieren und bei vollständiger Sanierung von Gebäuden an<sup>235</sup>. Auch für ländliche Räume, in denen die Bevölkerungszahlen sinken, ein Sanierungsbedarf für die Abwasserkanalisation besteht und die Unterhaltung der bestehenden Infrastrukturen schwierig ist, stellen NASS eine Möglichkeit dar.

Aufgrund der gut entwickelten Abwasserentsorgung in Deutschland werden neuartige Sanitärsysteme bisher selten berücksichtigt. Daher ist jedes neue Projekt wichtig, um Erfahrungen bei der Planung, beim Bau und im Betrieb zu sammeln. Auch die Aufbereitung und Anwendung von Produkten aus NASS, z. B. als Düngemittel, werden bislang wenig erforscht und entwickelt.

Es wird angenommen, dass NASS vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und dessen Auswirkungen auf die Infrastrukturen künftig an Bedeutung gewinnen werden.

### 6.2.4 Sanierung der Kanalisation

Der Zustand der Kanäle muss erfasst (z. B. durch Befahrung mit Kameras) werden, um anschließend über die fachgerechte Sanierung zu entscheiden. Bei der Planung der Sanierungsmaßnahmen müssen private Kanäle einbezo-

gen werden. Dabei sollte eine Priorisierung der Maßnahmen auch nach ökologischen Gesichtspunkten erfolgen, denn nur durch die ganzheitliche Betrachtung lassen sich umweltrelevante Auswirkungen vermeiden. Zunächst sollten Kanäle saniert werden, durch deren Undichtigkeit eine Grundwassergefährdung wahrscheinlich ist. Außerdem sind diejenigen Kanäle zu sanieren, deren Ausbesserung eine deutliche Reduzierung des Fremdwasseraufkommens (Grundwasser, das in die Abwasserkanalisation eindringt) ermöglicht, um eine effektive und energieeffiziente Abwasserbehandlung in betroffenen Kläranlagen zu gewährleisten.

### 6.2.5 Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung

Die Ziele einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung sind, den Wasserkreislauf auch im urbanen Raum dem des unbebauten Zustands anzugleichen, die Stoffeinträge in die Gewässer zu reduzieren, gleichzeitig die Entwässerungssicherheit der Städte (Überflutungsschutz) zu

Abbildung 72

## Maßnahmen zum Erreichen der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung



Quelle: Umweltbundesamt



gewährleisten und positive Effekte der Stadtklimatisierung zu erzielen. Zur Erreichung dieser Ziele steht für den Umgang mit Regenwasser ein breites Spektrum unterschiedlicher Maßnahmen zur Verfügung. Dezentrale Bewirtschaftungsmaßnahmen gewinnen zunehmend an Bedeutung und lassen sich sowohl gut miteinander als auch mit der zentralen Niederschlagsentwässerung kombinieren wie beispielsweise die Vermeidung von Regenabflüssen durch Entsiegelung, Versickerung und Verdunstung sowie Regenwassernutzung (siehe Abbildung 72).

Die Reduzierung der Flächenversiegelung auf ein Mindestmaß ist ein erster Schritt. Wo es möglich ist, sollten Grünflächen angelegt oder wasser-durchlässige Beläge als Alternative zur vollständigen Versiegelung (z. B. für Wege und Zufahrten), genutzt werden.

Lässt sich die Versiegelung von Flächen nicht

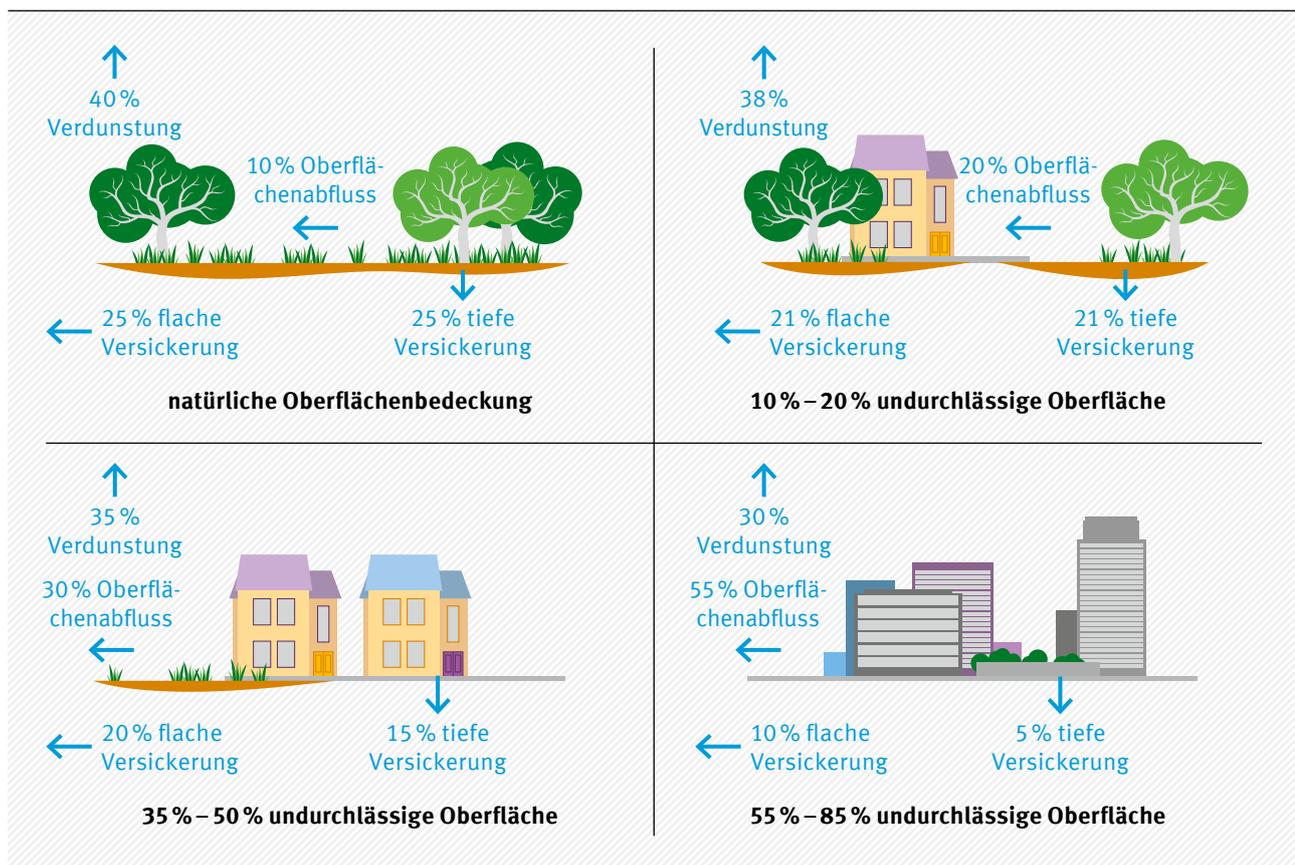
vermeiden, so kann Niederschlagswasser je nach Art der Fläche und deren Verschmutzungsgrad versickert, verdunstet, genutzt oder behandelt werden. Als gering belastet gelten Flächen wie Rad- und Gehwege in Wohngebieten und wenig befahrene Verkehrsflächen. Dieses Niederschlagswasser kann zum Beispiel gleich am Ort der Entstehung in Mulden oder Rigolen<sup>236</sup> gespeichert und über die Bodenzone versickert werden.

Eine weitere Möglichkeit des Rückhaltes und der raschen Rückführung in den natürlichen Wasserkreislauf ist die Zwischenspeicherung und Verdunstung durch Gründächer.

Die Nutzung von Regenwasser im gewerblichen und industriellen Bereich ist heute Stand der Technik, beispielsweise zur Kühlung von Gebäuden, zur Bewässerung intensiver Dachbegrünung und Gebäudefassaden sowie als Prozesswasser in der Industrie. Auch Niederschlagswasser, das z. B. auf Stra-

Abbildung 73

### Veränderung des natürlichen Wasserhaushalts



Quelle: UBA nach US-EPA (Environmental Protection Agency) 2004



Abbildung 74

ßen, Parkplätzen in Gewerbe- und Industriegebieten oder Rollbahnen von Flughäfen anfällt, muss nicht in Kläranlagen behandelt werden. Die dezentrale Behandlung kann in Filteranlagen erfolgen, die sich z. B. in Schächten befinden. Dabei werden Schwermetalle, Staub, Öl und weitere Bestandteile eliminiert. Ihre Wirksamkeit ist gleichwertig mit Regenklärbecken. Das behandelte Wasser wird anschließend versickert oder in ein Gewässer eingeleitet. Mischwasserüberläufe in die Gewässer können so reduziert werden.

Niederschlagswasser von z. B. Sonderflächen in Industrie- und Gewerbegebieten ist in der Regel hoch belastet und wird zur Behandlung in eine Kläranlage geleitet.

Das WHG legt grundsätzlich fest, dass Niederschlagswasser ortsnah versickert werden soll<sup>237</sup>. Die Vorschrift ist offen formuliert (Soll-Vorschrift), um den unterschiedlichen Verhältnissen vor Ort (z. B. bestehende Mischkanalisationen) und landesrechtlichen Regelungen Rechnung tragen zu können. So sieht das brandenburgische Wassergesetz (BbgWG) vor,

dass das Niederschlagswasser zu versickern ist, soweit eine Verunreinigung des Grundwassers nicht zu besorgen ist und sonstige Belange dem nicht entgegenstehen.

#### 6.2.6 Preise der Abwasserbehandlung

Analog zur Wasserversorgung gehört auch die Abwasserbeseitigung zu den Aufgaben der Daseinsvorsorge<sup>238</sup>, die von den Kommunen im Rahmen der verfassungsrechtlich geschützten Selbstverwaltung getragen wird. Demzufolge werden Abwasserentgelte von den Kommunen und Gemeinden auf der Grundlage der Kommunalabgabengesetze der Bundesländer mit den entsprechenden Ortssatzungen bemessen. Die Höhe der Gebühren wird verursachergerecht ermittelt und ist von allen an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Grundstückseigentümern und Betrieben zu zahlen. Nach dem Kostendeckungsprinzip dürfen die Erlöse der Gemeinden dabei nicht höher sein als die tatsächlichen Betriebs- und Investitionskosten, die mit der Ableitung und Behandlung der Abwässer im Entsorgungsbereich entstehen.

*Fassadenbegrünung im Hof des Institutes für Physik der Humboldt Universität Berlin mit Kletterpflanzen: verschattet und kühlt, Standort Berlin-Adlershof*



Tabelle 12

## Abwasserpreise 2010

Gemeinden mit	Anteil der Gemeinden		Preis in €	
	in %	Abwasserentgelt je m <sup>3</sup>	Niederschlagswasserentgelt je m <sup>2</sup>	Grundgebühr im Jahr
nur Abwasserentgelt	29,80	2,44	–	–
Abwasserentgelt und Grundgebühr	28,70	2,57	–	73,45
Abwasser- und Niederschlagswasserentgelt	20,30	2,23	0,75	–
Abwasser- und Niederschlagswasserentgelt zzgl. Grundgebühr	12,70	2,45	1,03	53,54
Niederschlagswasserentgelt und Grundgebühr	0,10	–	0,50	129,66
nur Grundgebühr	0,60	–	–	178,03
Sonstige Entgelte	7,90	2,40	0,70	11,78

Quelle: Statistisches Bundesamt, 2013<sup>239</sup>

Aufgrund regionaler und lokaler Gegebenheiten weichen die Kosten für die Abwasserbeseitigung lokal stark voneinander ab. Die vielfältigen naturräumlichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen (z. B. Topografie, Geologie, Besiedlungsdichte) innerhalb Deutschlands bestimmen die Kosten ebenso wie der Ausbaugrad der Abwasseranlagen und die unterschiedlichen Reinigungsleistungen, die von der Art der Verschmutzung des zu behandelnden Abwassers abhängen sowie die spezifischen Investitionen in das Kanalnetz und die Aufbereitungstechnologien.

Um die Gewässer vor Belastungen zu schützen und den Einsatz von Technologien mit optimaler Reinigungswirkung voranzutreiben, zahlen in Deutschland alle Unternehmen, die Abwasser in ein Gewässer einleiten (sog. Direkteinleiter), also auch die Betreiber von kommunalen Kläranlagen, eine Abwasserabgabe. Diese gilt bundesweit. Die Höhe der Abgabe richtet sich nach der Restverschmutzung, die nach Aufbereitung im Abwasser verbleibt. Die Abwasserabgabe fließt in den Preis, den die Verbraucher für die Abwasserentsorgung zahlen, mit ein. Das heißt, die Abwasserentsorger dürfen die von ihnen entrichtete Abwasserabgabe auf ihre Kunden umlegen.

Darüber hinaus können die Kommunen bei der Preisfestsetzung auf verschiedene Tarifmodelle mit unterschiedlichen Entgeltkomponenten zurückgreifen. Erhoben werden folgende Faktoren:

- ▶ ein Mengentgelt für Schmutzwasser bezogen auf die verbrauchte Frischwassermenge,
- ▶ ein Mengentgelt für Niederschlagswasser je m<sup>2</sup> versiegelter Grundstückfläche und
- ▶ eine jährliche Grundgebühr zur Deckung der Fixkosten.

Die Grundgebühr deckt etwa 75–85 % der Kosten der Abwasserentsorgung, die unabhängig von der Menge des abgeleiteten und in den Kläranlagen gereinigten Wassers für Abschreibung, Zinsen, Personal und Unterhalt der Anlagen anfallen. Eine deutschlandweite Erhebung des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 2013 zeigt die genutzten Tarifsysteme und die breite Streuung der Entgelthöhen. Werden für die einzelnen Entgeltkomponenten bundesweite Durchschnittspreise ermittelt, ergeben sich folgende Kosten:

- ▶ durchschnittliches Abwasserentgelt: 2,36 € pro m<sup>3</sup> (nach Frischwasserverbrauch)
- ▶ durchschnittliches Niederschlagswasserentgelt: 0,49 € pro m<sup>2</sup> und Jahr
- ▶ durchschnittliche Grundgebühr: 15,39 € pro Jahr

Legt man einen standardisierten Zwei-Personen-Haushalt mit einer Abwassermenge von 80 m<sup>3</sup>, der außerdem ein Niederschlagswasserentgelt für 80 m<sup>2</sup> versiegelter Grundstücksfläche und eine Grundgebühr zahlt, zugrunde, ergibt sich aus den Durchschnittswerten die Ausgabenhöhe für die Abwasserbeseitigung. Danach entstanden für das Jahr 2010 für den Zwei-Personen-Haushalt durchschnittliche Kosten von 243 € für die Abwasserentsorgung.

Die Höhe der Abwasserpreise und die Grundsätze zur Entgeltermittlung sind in der Öffentlichkeit ein viel diskutiertes Thema. Aktuelle Gerichtsentscheidungen zur Zulässigkeit einzelner Tarifmodelle könnten zu Änderungen in der Gebührenstruktur führen. Die Höhe der Entgelte wird davon bisher jedoch nicht berührt.

### 6.2.7 Wasserwiederverwendung – Kommunales Abwasser und Grauwasser

Angesichts bestehender Wasserknappheit und Trockenheit in ariden und semi-ariden Ländern ist die Wiederverwendung von Abwasser vielerorts eine etablierte Alternative zur Nutzung begrenzter natürlicher Wasserressourcen. Möglich ist die Wasserwiederverwendung für verschiedene Zwecke, am stärksten verbreitet ist sie allerdings für die landwirtschaftliche Bewässerung und Grundwasseranreicherung.

In der EU wird behandeltes kommunales Abwasser vorwiegend in den mediterranen Mitgliedstaaten genutzt, die von Wasserknappheitsproblemen betroffen sind, so z. B. Zypern, Spanien, Italien, Malta. Schätzungen zu Folge wurden 2006 in der EU ca. 1000 Milliarden m<sup>3</sup> pro Jahr Abwasser wiederverwendet; dies entsprach etwa 2,4 % des behandelten Kommunalabwassers in der EU<sup>240</sup>.

In Deutschland mangelt es aufgrund vorteilhafter klimatischer Bedingungen nicht an natürlichen Wasserressourcen. Entsprechend ist auch der Bewässerungsbedarf gering (vgl. Kap. 3.2.1). Daher werden für diesen Zweck in Deutschland weniger als 1 % der zur Verfügung stehenden Wasserressourcen genutzt. Die Grundwasserkörper sind fast flächendeckend in gutem mengenmäßigem Zustand (vgl. Kap. 4.1). Zwar wird bedingt durch den Klimawandel das Auftreten längerer und häufigerer regionaler Trockenheitsphasen wahrscheinlicher. Da in Deutschland aber gegenwärtig nur ca.

13 % (einschließlich Energiegewinnung und Kühlung) der zur Verfügung stehenden Wasserressourcen genutzt werden, ist eine Wasserknappheit und die Notwendigkeit für alternative Wasserressourcen auch bei zunehmender Trockenheit nicht absehbar.

Historisch gewachsen findet in Deutschland dennoch an zwei Standorten – Wolfsburg und Braunschweig – Abwasserwiederverwendung statt. Neben der Verregnung auf landwirtschaftlichen Flächen wird mit gereinigtem Abwasser auch das Grundwasser angereichert (Wolfsburg). Beide Kläranlagen entsprechen dem Stand der Technik, nichtdestotrotz weisen Untersuchungen an diesen Standorten Verunreinigungen des Grundwassers mit z. B. schwer abbaubaren Arzneimittelrückständen und Röntgenkontrastmitteln nach, die auf die Abwasserwiederverwendung zurückgeführt werden können<sup>241</sup>.

Da bei der konventionellen Abwasserbehandlung nicht alle Schadstoffe entfernt werden, werden bei der Grundwasseranreicherung oder Bewässerung mit derart behandeltem Abwasser potentiell Mikroverunreinigungen, Keime, Schwermetalle und überschüssige Nährstoffe auf die Böden aufgebracht. Diese können sich dort langfristig anreichern oder in das Grundwasser verlagert werden. Kurzfristig können Schadstoffe von den Pflanzen aufgenommen werden und somit in die Nahrungskette gelangen<sup>242</sup>.

Daraus resultieren Gefahren für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, die sich teilweise nicht abschließend vorhersagen und bewerten lassen. Um sicherzustellen, dass Trinkwasser und angebaute Lebensmittel hygienisch unbedenklich bleiben, das Ziel eines guten Zustands von Grund- und Oberflächenwasser nicht beeinträchtigt und die Puffer- und Filterfunktion des Bodens nicht geschädigt wird, sind anspruchsvolle Anforderungen an die Wasserqualität nötig. Dies setzt eine weitergehende Abwasserbehandlung voraus, die gegenwärtig in Deutschland aus verschiedenen Beweggründen thematisiert wird (vgl. Kap. 6.2.2).

Auf europäischer Ebene werden gegenwärtig Mindestanforderungen für die Nutzung von aufbereitetem Abwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung und die Grundwasseranreicherung erarbeitet. In Deutschland ist nicht damit zu rechnen, dass sich daraus eine verstärkte



Nutzung von aufbereitetem Abwasser für diese Anwendungszwecke ergibt.

In der Industrie wird die Rückgewinnung von Industrieabwasser bereits in großem Umfang praktiziert (siehe Kap. 6.4.3).

In Haushalt und Kleingewerbe bedarf es nicht für jede Nutzung grundsätzlich Wasser in Trinkwasserqualität. Besonders in Ländern mit Wassermangel bieten sich in diesem Zusammenhang durch die Nutzung von sogenanntem Grauwasser erhebliche Einsparpotentiale. Grauwasser ist der Teil des häuslichen Schmutzwassers ohne Fäkalien, eine weltweit einheitliche Definition von Grauwasser existiert jedoch bislang nicht. Die Europäische Norm 12056-1 „Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden“ definiert Grauwasser als fäkalienfreies, gering verschmutztes Abwasser aus Dusche, Badewanne, Handwaschbecken als auch aus der Waschmaschine, das zur Aufbereitung zu Brauch- bzw. Betriebswasser dienen kann. Küchenabwasser wird wegen seiner hohen Belastung mit Fetten und Speiseabfällen als nicht geeignet kategorisiert. Die anfallende Grauwassermenge wird daher in erster Linie über den Trinkwasserverbrauch im Badbereich und für das Wäschewaschen bemessen. Für Deutschland sind dies täglich ca. 56 Liter Grauwasser pro Person<sup>243</sup>.

Aufgrund der mikrobiologischen Belastung des Grauwassers ist in der Regel eine Behandlung erforderlich. Ziel der Grauwasserbehandlung ist ein hochwertiges Brauchwasser, das hygienisch unbedenklich ist und das verwendet wird, wo nicht zwingend ein Wasser mit Trinkwasserqualität erforderlich ist, zum Beispiel zur Toilettenspülung und zur Gartenbewässerung. Unterschiedliche technische und aus der Abwasserbehandlung bewährte Verfahrensstufen stehen zur Verfügung (z. B. Feststoffabtrennung, biologische Reinigung, UV-Desinfektion, Ultrafiltration). Anlagen zur Grauwasserbehandlung sind in Deutschland beim zuständigen Gesundheitsamt anzuzeigen.

## 6.3 Landwirtschaft

Die Einträge von Stickstoff- und Phosphorverbindungen sowie Rückstände von Pestiziden aus

der Landwirtschaft stellen schon seit Jahrzehnten ein Problem sowohl für Grund- und Oberflächengewässer als auch für Küstengewässer und Meere dar. Für die Begrenzung dieser Einträge stehen verschiedene umweltpolitische Instrumente zur Verfügung, mit deren Hilfe einzelbetriebliche Maßnahmen zum Gewässerschutz veranlasst werden sollen.

### 6.3.1 Umweltpolitische Instrumente für den Gewässerschutz

Die bestehenden umweltpolitischen Instrumente zur Reduktion landwirtschaftlicher Gewässerbeeinträchtigungen können in zwei Bereiche eingeteilt werden. Über das Ordnungsrecht werden bestimmte Standards oder Maßnahmen über Gesetze und Verordnungen den Landwirten vorgeschrieben. Das Nichteinhalten dieser Maßnahmen ist in der Regel sanktionsbewehrt. Vorgaben im Rahmen des Ordnungsrechts müssen von den Landwirten entschädigungslos eingehalten werden, da sie Mindeststandards darstellen. Ergänzend dazu werden über förderrechtliche Instrumente Anreize gesetzt, klima- und umweltschutzfördernde Maßnahmen umzusetzen, durch den Ausgleich der hiermit verbundenen finanziellen Kosten. Eines der wichtigsten Instrumente hierbei ist die Förderpraxis im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU. Mit den bereitgestellten Mitteln werden sowohl die Landwirte direkt, als auch ländliche Regionen gefördert. Die Förderung verteilt sich dabei auf zwei Säulen. Während die erste Säule durch Direktzahlungen pro Hektar Landfläche gebildet wird, umfasst die zweite Säule Förderprogramme für eine nachhaltige und umweltschonende Bewirtschaftung. Die GAP wurde zuletzt im Jahr 2013 für die Förderperiode 2015 bis 2020 reformiert.

#### Gesetzliche Regelungen zur Düngung

Das zentrale Element des Düngerechts ist die Düngeverordnung (DüV)<sup>244</sup>. Sie ist wesentlicher Bestandteil des nationalen Aktionsprogramms zur Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie<sup>245</sup> und konkretisiert die Vorgaben des Düngegesetzes (DüngG)<sup>246</sup> bezüglich der Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenschutzmitteln. Die DüV definiert die gute fachliche Praxis der Düngung und hat das Ziel, stoffliche Risiken durch die Anwendung von Düngemitteln zu vermindern. Für stickstoffhaltige Düngemittel werden Ausbringzeiträume eingeschränkt, Abstände zu Gewässern

geregelt und Obergrenzen für die Ausbringung von organischen Düngemitteln festgesetzt. Um zu überprüfen, ob die Vorgaben der DüV erfüllt wurden, müssen jährliche Nährstoffvergleiche für Stickstoff und Phosphor erstellt werden. Da die Regelungen der DüV die Gewässerbelastungen nicht ausreichend verringerten, was die EU-Kommission in einem laufenden Vertragsverletzungsverfahren rügt, wurde sie in einem langjährigen Prozess umfangreich überarbeitet und im Frühjahr 2017 verabschiedet. Nunmehr werden auch pflanzliche Wirtschaftsdünger (Gärreste aus Biogasanlagen) in die Stickstoffhöchstmenge für Wirtschaftsdünger einbezogen und eine Düngeplanung mit einheitlichen Vorgaben zur Pflicht gemacht. Zudem darf zukünftig auf hoch versorgten Böden Phosphor nur noch bis zur Höhe der Abfuhr gedüngt werden. Die Bundesländer werden ermächtigt, in bestimmten belasteten Gebieten zusätzliche Maßnahmen anzuordnen.

#### Gesetzliche Regelungen zum Pflanzenschutz

Aufgrund ihres hohen Wirkpotentials dürfen nur zugelassene PSM angewendet werden. Mit der Zulassung erlassene Anwendungsbedingungen und –auflagen müssen eingehalten werden. Die Zulassung und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) sind über die europäische Verordnung (EG) Nr. 1107/2009<sup>248</sup> und das deutsche Pflanzenschutzgesetz (PflSchG)<sup>249</sup> geregelt. Darüber hinaus muss die „Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz“ vom Anwender berücksichtigt werden. Diese ist veröffentlicht<sup>250</sup> und enthält eine Vielzahl von Empfehlungen, die allerdings für den Anwender nicht rechtsverbindlich sind.

Grundsätzlich gilt nach dem Pflanzenschutzrecht, dass PSM nicht angewendet werden dürfen, wenn damit gerechnet werden muss, dass dies schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier sowie das Grundwasser oder unvermeidbare Auswirkungen auf den Naturhaushalt hat. Bei der Zulassung von PSM wird vom Umweltbundesamt u. a. bewertet, in welchem Umfang ein Wirkstoff oder dessen Metabolite z. B. durch Sprühabdrift oder Abschwemmung in Oberflächengewässer gelangen oder auch ins Grundwasser versickern und dort Schäden am Naturhaushalt verursachen können. Mit der Zulassung der PSM werden deshalb Anwendungsbestimmungen festgesetzt, die das Risiko einer Schädigung auf ein ökologisch

vertretbares Maß begrenzen sollen. Dies können z. B. Mindestabstände zu Gewässern oder anderen Biotopen, die Anlage von bewachsenen Randstreifen oder die Verpflichtung zum Einsatz spezieller Spritztechnik sein.

#### Gesetzliche Regelungen zum Gewässer- und Bodenschutz

Landwirtschaftliche Tätigkeiten werden über das Wasserrecht durch verschiedene Regelungen im Wasserhaushaltsgesetz (WHG)<sup>251</sup> berührt. So ist z. B. das Einleiten und (Ab)Lagern von Stoffen verboten, wenn die Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers besteht. Gewässerrandstreifen sollen erhalten bleiben und es werden verschiedene Tätigkeiten genannt, die hier verboten sind bzw. durch Landesrecht untersagt werden können. Hierzu zählt neben dem Verbot des Grünlandumbruchs auch die Möglichkeit, auf Gewässerrandstreifen die Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln zu untersagen. Auch die für die Gewässer aufgestellten Bewirtschaftungsziele (z. B. der Schwellenwert von 50mg Nitrat pro Liter) sind von der Landwirtschaft einzuhalten. Weitere Anforderungen an die Landwirtschaft werden im Rahmen des Hochwasserschutzes gestellt und können bei der Festsetzung von Wasserschutzgebieten formuliert werden. So bestehen in Überschwemmungsgebieten u. a. ein Grünlandumbruchverbot und ein Verbot Auenwald in andere Nutzungen umzuformen. Außerdem können weitere Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Erosion von landwirtschaftlich genutzten Flächen bestimmt werden.

Gewässerschutz ist eng verbunden mit dem Bodenschutz. Für den Schutz des Bodens werden im Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)<sup>252</sup> Vorsorgeverpflichtungen durch die Beachtung der „guten fachlichen Praxis“ aufgestellt. Die 1999 veröffentlichte „Gute fachliche Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung“ wurde anschließend noch durch eine Bund-/Länder Arbeitsgruppe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) weiter konkretisiert<sup>253</sup>. Behördliche Anordnungen können aber nur im Falle einer direkten Gefahrenabwehr (z. B. für die Gefahrenabwehr von schädlichen Bodenveränderungen auf Grund von Bodenerosion durch Wasser) veranlasst werden, nicht zur Vorsorge<sup>255</sup>.



## Förderrechtliche Instrumente im Rahmen der GAP

Die erste Säule der GAP ist das Kernelement der EU-Agrarförderung und macht ca. 75 % des Gesamt-Fördervolumens aus. Sie besteht aus flächenbezogenen Direktzahlungen, die aufgeteilt sind in eine Basisprämie, die 70 % des Fördereinsatzs ausmacht, und einer sogenannten Ökologisierungskomponente („Greening“) mit den restlichen 30 %. Zahlungen der Basisprämie sind dabei an die Einhaltung von Auflagen gekoppelt („Cross-Compliance“) wie z. B. den Erhalt landwirtschaftlicher Flächen in „gutem landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand“ (GLÖZ-Standards). Hierzu zählen u. a. auch gewässerschutzrelevante Vorgaben wie die Schaffung von Pufferzonen entlang von Wasserläufen, der Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung und eine Mindestanforderung an die Bodenbedeckung. Im Vergleich zu den Cross-Compliance-Vorgaben, die eine Zwischenstellung zwischen ordnungs- und förderrechtlichen Instrumenten einnehmen, können die mit der aktuellen Förderperiode eingeführten Greening-Vorgaben als ein reines Anreizinstrument gesehen werden. Mit der Beantragung werden Landwirte verpflichtet, eine minimale Fruchtartendiversität einzuhalten, Dauergrünland zu erhalten und 5 % der beihilfeberechtigten Fläche als sog. ökologische Vorrangfläche zu bewirtschaften. Hier sind zusätzliche Auflagen zum Umwelt- und Naturschutz zulässig, die häufig auch Böden und Gewässer schützen, dem Hauptziel der ökologischen Vorrangflächen- die Förderung der Biodiversität – jedoch nur sehr eingeschränkt gerecht werden. Ausgenommen von den Greening-Auflagen bleiben Betriebe des Ökolandbaus sowie Betriebe mit überwiegend Grünland oder Wald. Die Fördergelder der ersten Säule überkompensieren den zusätzlichen Aufwand der Landwirte für den Umwelt- und Naturschutz und sind daher auch nach der letzten GAP-Reform keine effiziente Verwendung öffentlicher Gelder.

Das wichtigste Förderinstrument im Rahmen der zweiten Säule der GAP ist der Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER-Verordnung)<sup>256</sup>. Dieser wird in Deutschland für die Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) genutzt, über die Landwirten Anreize geboten werden, umweltgerechte und gewässerschonende Produktions- und Bewirtschaftungsverfahren anzuwenden (u.a. zahlreiche Maßnahmen für den Gewässer-

schutz wie z. B. die Anlage von Gewässerrandstreifen, Zwischenfruchtanbau, Anwendung von alternativen Pflanzenschutzmaßnahmen). Dabei verpflichten sich die Landwirte freiwillig, die in den AUKM-Förderrichtlinien der Länder festgelegten Bewirtschaftungsauflagen einzuhalten. Für Deutschland stehen für die Förderungsperiode 2014–2020 jährlich rund 1,35 Mrd. Euro an ELER-Mitteln zur Verfügung, die allerdings mit nationalen Mitteln kofinanziert werden müssen. Zudem wurden die Mittel für die zweite Säule im Zuge der GAP-Reform auf nur noch knapp 25 % des Gesamt-Fördervolumens gekürzt. Von der Europäischen Kommission (KOM) wurde den Mitgliedstaaten dabei eingeräumt, dass bis zu 15 % der Mittel aus dem Direktzahlungsvolumen der ersten Säule in die zweite Säule umgeschichtet werden können. Deutschland schichtet allerdings nur 4,5 % um. Durch die vergleichsweise schwache zweite Säule und die geringe Höhe der Fördergelder einiger AUKM-Programme, ist die Bereitschaft für freiwillige Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen als eher gering einzuschätzen.

### 6.3.2 Technische Maßnahmen zum Gewässerschutz

Die beschriebenen politischen Instrumente dienen alle auf unterschiedliche Weise zur Umsetzung der zahlreich vorhandenen technischen Maßnahmen zur Reduzierung der Einträge von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln in Grund- und Oberflächengewässer. Im Folgenden werden einige Maßnahmen betrachtet, die sich auf Einzelbetriebsebene dazu eignen, die Einträge zu reduzieren.

**Düngemanagement und Bodenbearbeitung**  
Grundlage für den gewässerschonenden Einsatz von Düngemitteln ist eine bedarfsgerechte Düngemanagement, die an den Nährstoffbedarf der Kulturen angepasst ist. Ziel sollte es sein, die Anreicherung, Auswaschung und Abschwemmung von Nährstoffen in Grund- und Oberflächengewässer auf ein Mindestmaß zu reduzieren und Nährstoffüberschüsse zu senken. Eine der effektivsten und kostengünstigsten Maßnahmen ist die Messung von Nährstoffgehalten im Boden und eine anschließende Reduzierung der Düngermenge auf das benötigte Maß. Weitere Maßnahmen im Rahmen eines gewässerschonenden Düngemanagements wären ein Verzicht auf die Spätgabe bei Backweizen (Reduktion hoher Rest-N-Mengen), die Einsparung der Düngung nach Ernte



der Hauptfrucht (speziell zu Raps und Wintergetreide, sowie zur Strohrotte), eine Erhöhung der Lagerkapazität für Gülle und Gärreste und eine Verlängerung der Sperrfristen für die Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern.

Eine standortangepasste Bodenbearbeitung trägt dazu bei, den Verlust an Bodenfruchtbarkeit durch Erosion des nährstoff- und humusreichen Oberbodens zu reduzieren. Wiederholte Erosion führt u. a. zu einer Minderung der Wasserspeicherkapazität, wodurch die Versickerung ab- und der Oberflächenabfluss zunehmen. Zu bevorzugende Techniken sind z. B. das Mulch- und Direktsaatverfahren, das Strip-Till-Verfahren, das Pflügen im Frühjahr statt im Herbst und das Pflügen quer zum Hang. Durch eine konservierende Bodenbearbeitung wird zudem die Bodenruhe verlängert und Boden- und Schadverdichtungen vermieden. Eine standortangepasste Bodenbearbeitung wird im Rahmen der AUKM gefördert. Die konservierende Bodenbearbeitung ist jedoch häufig mit einem verstärkten Einsatz von Totalherbiziden verbunden, was sich insbesondere nachteilig auf die Artenvielfalt auswirkt. Hier wären stattdessen ein Unkrautma-

nagement im Sinne einer ausgewogenen Fruchtfolgegestaltung und einer bodenschonenden, mechanischen Unkrautbekämpfung (z. B. mit flach arbeitenden Schälgrubbern) empfehlenswert.

#### Fruchtfolgegestaltung, Landnutzung und Landschaftselemente

Fruchtfolgen sollten so gestaltet sein, dass die Humusbilanz mindestens ausgeglichen ist und Auswaschungsverluste, Oberflächenabfluss und Bodenerosion soweit wie möglich vermieden werden. Der Anbau von Feldfrüchten mit einem hohen Nährstoffauswaschungspotential wie z. B. Mais und Raps, sollte so in die Fruchtfolge integriert sein, dass der Nährstoffbedarf von Vor- und Hauptfrucht aufeinander abgestimmt ist. Ebenso kann durch den Anbau von Zwischenfrüchten die Nährstoffauswaschung und Bodenerosion nach Ernte der Hauptfrucht effizient vermieden werden. Durch den Zwischenfruchtanbau werden Nährstoffe in der Pflanzenmasse gebunden, die dann den Folgefrüchten zur Verfügung stehen. Die Gefahr der Wind- und Wassererosion wird gesenkt, bei gleichzeitig positivem Einfluss auf Humusgehalt und Bodenfeuchte.

*Emissionsmindernde Maßnahmen dürfen nicht bei der Genehmigung und dem Betrieb von Anlagen enden, sondern müssen auch bei der Düngerausbringung angewandt werden.*



Landnutzungsänderungen wie der Umbruch von Dauergrünland führen zu extremen Nitratauswaschungen, da es hierbei zu sehr schnellem Abbau des teilweise über Jahrzehnte angesammelten Humus kommt. Ein Verzicht auf Grünlandumbruch vor allem in erosions- und überschwemmungsgefährdeten Gebieten, sowie in Gewässerauen und Wasserschutzgebieten ist deshalb Bestandteil von ordnungsrechtlichen (u.a. im WHG) als auch Fördervorgaben. Neben einer angepassten Landnutzung, können auch Landschaftselemente wie Blühflächen, Schonstreifen oder Uferstrandstreifen entlang von Gewässern Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer wirksam reduzieren. Gewässerrandstreifen sollten nicht gedüngt werden. Für Schonstreifen gelten die Auflagen, dass sie mindestens 5 Jahre erhalten werden müssen und außer einem Pflegeschnitt keine weiteren Nutzungen erlaubt sind. Ordnungsrechtliche Vorgaben zur Düngung entlang von Gewässern finden sich in der DüV. Die Anlage von Gewässerrandstreifen wird außerdem noch vielfach als AUKM und im Rahmen des Greenings gefördert.

#### Maßnahmen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Für einen verbesserten Gewässerschutz sollten alle Anwendungen von PSM nach dem integrierten Pflanzenschutz (IPS) erfolgen. Dieser enthält das Minimierungsgebot „Chemie als allerletztes Mittel“ einzusetzen. Vorrangig soll mit Sortenwahl, Fruchtfolge, Kulturführung und biologischen Bekämpfungsmethoden vorgebeugt und geprüft werden, ob der Einsatz eines chemischen PSM mehr kostet als nutzt (Schadsschwellenprinzip). Falls dennoch der Einsatz eines PSMs erforderlich ist, müssen zur Vermeidung von Abschwemmung und Abdrift die erteilten Abstandsregelungen und Anwendungsvorschriften streng eingehalten werden und dies durch die zuständigen Behörden auch hinreichend kontrolliert werden. Der Anwender sollte konsequent abdriftmindernde Düsentechnik einsetzen, wobei die verwendete Technik eine möglichst zielgenaue, verlustfreie und saubere Ausbringung von PSM gewährleisten sollte. Hierbei sind neben den Düsen v. a. auf die vorgeschriebenen Anwendungsbedingungen wie Druck, Wasseraufwand und Fahrgeschwindigkeit zu achten. Zudem sollen Spritzgeräte auf dem Feld gereinigt und Restmengen bzw. Reinigungsflüssigkeiten auf dem Feld ausgebracht werden. Die Einleitung in Hofabläufe und Kanalisation ist verboten.

Für die Ausbringung von PSM im Ackerbau und in Sonderkulturen (Obst, Wein, Hopfen) ist die Verwendung von fahrbaren Spritzgeräten mit driftreduzierender Düsentechnik meistens über das Ordnungsrecht vorgeschrieben. Um Einträge von PSM in Gewässer zu vermeiden, sollten zudem Behandlungsfläche und angrenzende Umwelt voneinander getrennt sein. Hierfür ist die Anlage von permanent bewachsenen Rand- und Pufferstreifen (z. B. Hecken, Gewässerrandstreifen mit Sträuchern und Bäumen) eine wirksame Maßnahme, die als AUKM oder auch als Greening-Maßnahme gefördert wird. Darüber hinaus kann auch die Anlage von Ausgleichsflächen auf Betriebsebene gezielt zum Gewässerschutz beitragen.

#### 6.3.3 Ökologisch orientierte Gewässerunterhaltung

Die Gewässerunterhaltung umfasst nach § 39 WHG die Pflege und Entwicklung der Gewässer inklusive der Ufer. Sie hat gleichrangig die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse orientiert am natürlichen Typ, als auch die Ansprüche der Nutzer z. B. nach Abfluss zum Ziel. Beeinträchtigungen des Wasserhaushaltes von Landökosystemen und Feuchtgebieten sollen möglichst vermieden werden.

Wenn Flächen entlang der Fließgewässer verfügbar sind, sollten sich diese idealerweise eigendynamisch entwickeln dürfen. Naturnahe Elemente, wie Kiesbänke können dann belassen werden. Seitliche Verlagerung kann durch Totholz oder Uferabbrüche ausgelöst werden. Wenn die Bäche zur Entwässerung deutlich unter der Geländeoberkante verbleiben müssen, kann eine sekundäre Aue ermöglicht werden.

Auch wenn kein Platz vorhanden ist und Bachbetten an ihren Orten verbleiben sollen, kann die Gewässerunterhaltung so schonend erfolgen, dass sie die Vielfalt von Gewässerstrukturen, -habitaten und -organismen fördert. Harter Ufer- und Sohlverbau kann oft entfernt werden. Mahd, Krautung, Profil- und Gehölzpflege können schonender und seltener erfolgen. Beschattung durch Baumreihen behindert Krautwuchs und selbst innerhalb der heutigen Bachprofile können naturnahe Strukturelemente belassen werden, ohne dass sie den Abfluss behindern. Schließlich muss nicht jeder Hochwasserschaden repariert werden, weil damit strukturelle Vielfalt beginnt<sup>257 258</sup>.

## 6.4 Industrie und Rohstoffgewinnung

### 6.4.1 Die Industrieemissionen-Richtlinie

Auch für den industriell-gewerblichen Bereich werden die Anforderungen an Abwassereinleiter mehr und mehr von EU-Regelungen bestimmt. So bringt die Industrieemissionen-Richtlinie 2010/75/EU (IE-RL) 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 hat. D. h. die getrennte Betrachtung von Luftreinhaltung, Gewässerschutz und Abfallvermeidung/-verwertung wird ersetzt durch das Konzept der integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung. Eine Verlagerung von Umweltbelastungen in andere Umweltmedien wie Luft oder Boden entgegen dem Stand der Technik ist zu vermeiden. Die IE-RL fordert die EU-weite Anwendung der BVT, um ein hohes Schutzniveau für „die Umwelt insgesamt“ zu erreichen. Auf diese Weise soll es zur Angleichung der Umweltanforderungen innerhalb der EU kommen und so Wettbewerbsverzerrungen durch Nicht-Einhalten von Umweltstandards vermieden werden. Für alle wichtigen Industriebranchen veröffentlicht die EU-Kommission fortlaufend sog. BVT-Schlussfolgerungen, die rechtsverbindlich in der EU umzusetzen sind. Darin enthalten sind die mit BVT assoziierten Emissionsbandbreiten, also verbindliche europäische Emissionsstandards, die auch in Deutschland zu fortlaufenden Anpassungen der branchenspezifischen Anhänge der Abwasserverordnung (AbwV, siehe Kap. 6.2.1) führen. 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 02.09.2014 (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, BSB5, abfiltrierbare Stoffe, AOX) und Wirkparameter (also Biotest z. B. mittels Fischeiern, Wasserflöhen, 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 und – nach der Aktualisierung – in den korrespondierenden Anhängen der AbwV festgelegt.

### 6.4.2 Vermeidung industriellen Abwassers

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. Die Vermeidung von Abwasser durch Einsatz abwasserfreier Verfahren stellt eine technisch-organisatorisch anspruchsvolle und oft komplexe Alternative dar, Emissionen in Gewäs-



ser wirkungsvoll zu vermindern. Sie erfordert im Regelfall ein umfassendes betriebliches Wassermanagement-Konzept, welches die relevanten Stoff- und Wasserströme misst, analysiert und auf optimale Weise trennt, zusammenführt und (teil-) behandelt.

Es gibt eine Vielzahl von Herstellungsprozessen und Beispielen, bei denen eine Abwassereinleitung durch ein Bündel von Maßnahmen weitgehend (und z. T. vollständig) vermieden werden kann. Schädwirkungen im Gewässer sind dann ausgeschlossen. Für eine abwasserfreie Produktion kommen zum Beispiel folgende Branchen bzw. Tätigkeiten in Betracht:

- ▶ Abwasserfreie Papierherstellung (zum Beispiel braune Verpackungspapiere)
- ▶ Abwasserfreie Rauchgasreinigung (zum Beispiel bei der Verbrennung von Braunkohle oder Siedlungsabfall)
- ▶ Abwasserfreie Fahrzeugreinigung
- ▶ Abwasserfreie Pulverlackierung

In denselben Zusammenhang lassen sich Technologien stellen, die nicht notwendigerweise zu abwasserfreien, aber doch zu deutlich reduzierten Abwasservolumina und Schadstofffrachten führen können. Beispielhaft sei hier die die Membrantechnologie genannt, die in den letzten Jahren z. T. deutliche Entwicklungen durchlaufen hat, sodass Anlagenbetreiber heute auf breitere Anwendungspalette bei den verschiedenen Abwasserbehandlungsverfahren zugreifen können. Membranverfahren haben oft gegenüber konventionellen Verfahren, wie z. B. Fällung/Flockung oder biologischen Verfahren, einige Vorteile. Z. B. ermöglichen sie

- ▶ eine weitergehende Abwasserreinigung für nahezu alle Abwasserparameter,
- ▶ vielfältige Wiederverwendung des Wassers als Produktionsressource und oft auch
- ▶ die Erzeugung oder Ableitung hygienisch einwandfreien Abwassers.

Herausforderungen, die in Betrieben für einen breiteren Einsatz dieser Technik zu meistern sind, sind auch heute noch auf den Einzelfall anzupassende Abwasservorbehandlungen, erforderliches Know-how des Betreiber-Personals, ein oft höherer Kontroll- und Messaufwand oder Kostenaspekte, wenn Membranverfahren in die Prozesswasser-Kreisläufe eines Betriebs integriert werden sollen.

### 6.4.3 Rückgewinnung von Industrieabwasser als Rohstoff

Die Wasserrückgewinnung als Ressource zur nachhaltigen Stoffbewirtschaftung in Deutschland ist bei einem potentiellen Wasserdargebot von 188 Mrd. m<sup>3</sup>/a und einer Wassernutzung von nur rund 25,1 Mrd. m<sup>3</sup>/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<sup>259</sup>. Dieser Aspekt wurde in die Definition des Standes der Technik im WHG übernommen<sup>260</sup>. 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 z. T. erhebliche Energieeinsparung erzielt werden, da sich das zurückgeführte Prozesswasser z. B. in Papierfabriken, verglichen mit dem Brunnenwasser auf einem höheren Energieniveau befindet.

### 6.4.4 Anlagenbezogener Gewässerschutz

Zum Schutz der Gewässer gilt bei Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen der Besorgnisgrundsatz nach dem Wasserhaushaltsgesetz. Anlagen in diesem Sinne sind ortsfeste bauliche Objekte zur Lagerung, Herstellung und Handhabung wassergefährdender Stoffe und Gemische. Demnach dürfen durch die Beschaffenheit, das Betreiben oder Stilllegen einer solchen Anlage keine nachteiligen Auswirkungen auf Gewässer auftreten. Im Kern bedeutet dies, dass die Anlagen so beschaffen sind und betrieben werden müssen, dass keine Stoffe austreten (zu Unfällen siehe Kap. 3.3.2). Dazu müssen die in den Anlagen verwendeten Stoffe und Gemische auf ihre wassergefährdenden Eigenschaften untersucht und entsprechend ihres Wassergefährdungspotentials eingestuft werden.

#### Einstufung wassergefährdende Stoffe – AwSV

Ab dem 1. August 2017 erfolgt die Einstufung nach der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)<sup>261</sup>. Damit wird die bisherige Einstufung nach der Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS) vom 17. Mai 1999 und der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Änderung der

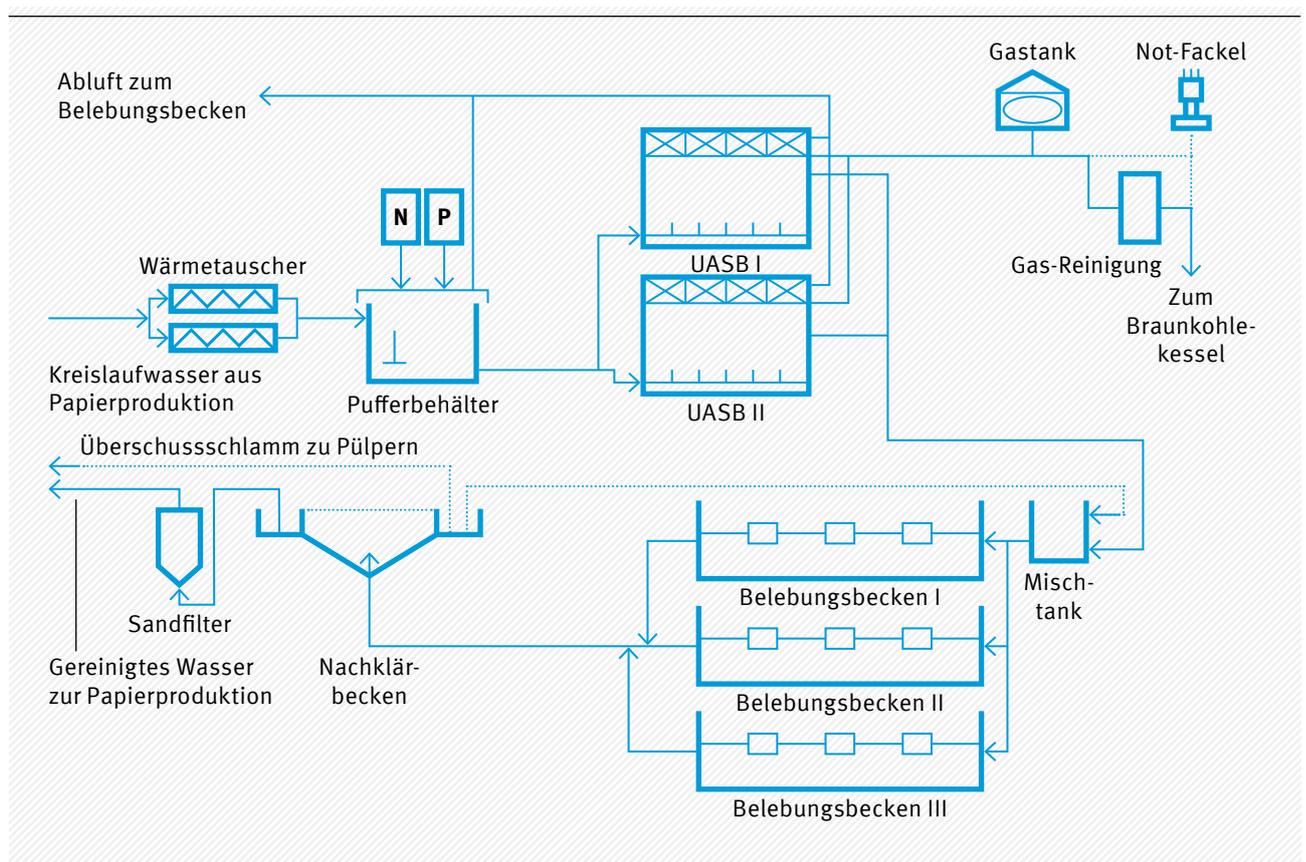
### Beispiel „Zero Liquid Discharge“ der Papierfabrik Smurfit Kappa Zülpich

Die Papierherstellung ist üblicherweise mit hohem Wassergebrauch verbunden. Dass es dazu Alternativen gibt, zeigte z. B. die Firma Smurfit Kappa Zülpich, die bereits seit 1970 Papier abwasserfrei im geschlossenen Wasserkreislauf herstellt („Zero Liquid Discharge“). Mit einer integrierten Kreislaufwasserbehandlungsanlage (KWB-Anlage) realisierten sie 1996 eine neue technische Konzeption zur Sicherung des geschlossenen Wasserkreislaufs. Zülpich Papier produziert auf zwei Papiermaschinen insgesamt max. 450.000 t/a

Wellpappen-Rohpapiere auf 100 % Altpapier-Basis. Die KWB-Anlage ist als Anaerob/Aerob-Anlage ausgelegt. Allerdings wird das gereinigte Prozesswasser nicht, wie in der Branche sonst üblich, in das Gewässer abgeleitet, sondern wird über verschiedene Stufen (siehe Abb. 75) vollständig in den Prozess zurückgeführt. Die Betriebskosten der KWB-Anlage werden durch die Nutzung des dabei entstehenden Biogas kompensiert. Darüber hinaus fallen keine Abwassergebühren an und Frischwasser wird nur zum Ausgleich der Verdunstung benötigt. Die Anlage erfordert jedoch personell wie technisch einen erhöhten Organisations- und Kontrollaufwand.

Abbildung 75

### Schema der integrierten Kreislaufwasserbehandlungsanlage der Papierfabrik Smurfit Kappa Zülpich



Quelle: DIEDRICH et al. (1996), Institut für Papierfabrikation an der Technischen Hochschule Darmstadt, Abwassermeidung durch geschlossene Produktionskreisläufe mit integrierter Kreislaufwasserbehandlungsanlage in einer Papierfabrik, Abschlussbericht Nr. 7041, Dezember 1996

VwVwS<sup>262</sup> vom 27. Juli 2005 abgelöst.

Wie zuvor werden auch bei der Einstufung nach AwSV drei Wassergefährdungsklassen (WGK) unterschieden:

1. schwach wassergefährdend
2. wassergefährdend
3. stark wassergefährdend

Stoffe, die kein Wassergefährdungspotential aufweisen, können als „nicht wassergefährdend“ (nwg) eingestuft werden. Neu eingeführt wird die Kategorie „allgemein wassergefährdend“ (awg) für bestimmte Stoffe und Gemische. Darunter fallen auch ansonsten nicht wassergefährdende, aufschwimmende flüssige Stoffe, die vom



Umweltbundesamt in einer gesonderten Liste veröffentlicht werden.

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.

Die Einstufung eines Stoffes in Wassergefährdungsklassen oder als nwg kann entweder der Veröffentlichung im Bundesanzeiger entnommen werden oder muss vom Anlagenbetreiber durch Dokumentation einer Selbsteinstufung gemäß Anlage 1 der AwSV beim Umweltbundesamt beantragt werden.

Bis jetzt wurde für ca. 10.000 Stoffe und Stoffgruppen die WGK dokumentiert, vom Umweltbundesamt überprüft und im Internet veröffentlicht<sup>263</sup>. Stoffe, Stoffgruppen und Gemische, die bereits durch die oder aufgrund der VwVwS eingestuft worden sind, gelten mit Inkraftsetzung der neuen AwSV als rechtsverbindlich eingestuft.

Auf Basis einer Selbsteinstufung des Anlagenbetreibers entscheidet das Umweltbundesamt über die endgültige Einstufung von Stoffen. Die Entscheidung wird zunächst dem dokumentierenden Anlagenbetreiber bekannt gegeben und die Einstufung anschließend für alle rechtsverbindlich im Bundesanzeiger und im Internet veröffentlicht. Das Umweltbundesamt kann sich dabei von der Kommission zur Bewertung wassergefährdender Stoffe (KBwS) beraten lassen. 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 beinhaltenen 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 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.

### Anforderungen an die Anlagen

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

- ▶ dem Wassergefährdungspotential 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 Gefährdungspotential, 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.

Bislang war der anlagenbezogene Gewässerschutz in den jeweiligen Verordnungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VwVwS) der Länder geregelt. Zur Sicherstellung eines bundeseinheitlichen Sicherheitsniveaus löst die bundeseinheitliche Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) die bisherigen Länder-Verordnungen 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)<sup>264</sup> unterfallen, 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<sup>265</sup>. 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. Hierfür müssen die Mengenschwellen des Anhang I der 12. BImSchV beachtet werden. Zum anderen wird im Gegensatz zum klassischen Wasserrecht nicht die Wassergefährdungsklasse zur Bewertung der in der Anlagen vorhandenen Stoffe herangezogen, sondern die Gefahrenhinweise (Hazard Statements) gemäß CLP-Verordnung selbst, die der Ermittlung der Wassergefährdungsklasse zu Grunde liegen. Beide Kriterien in Kombination ergeben eine Aussage darüber, ob die in der 12. BImSchV geregelten Sicherheitsanforderungen zusätzlich zu den rein wasserrechtlichen Anforderungen erfüllt werden müssen.

#### 6.4.5 Bergbau

Maßnahmen im Bereich Bergbau zielen auf die Reduzierung der Bergbaufolgen aus Punktquellen und diffusen Quellen, die Verringerung der Wasserentnahmen sowie die Reduzierung der Versauerung infolge des Bergbaus.

Maßnahmen zur Verringerung punktueller Stoffeinträge aus dem Bergbau sind beispielsweise eine gesonderte Behandlung des anfallenden Grubenwassers, die Steuerung von Abgaben des Gruben- oder Haldenwassers in das Vorflutgewässer oder die Erstellung von Machbarkeitsstudien. Für die diffusen Stoffeinträge aus dem Bergbau werden zumeist gesonderte Überwachungsprogramme etabliert, um genaue Aussagen über die Art und Höhe der Einleitung zu erhalten und darauf aufbauend wirksame Gegenmaßnahmen festzulegen. Schwierig ist die Minderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen, die zum Teil noch Jahrzehnte nach Schließung der Bergwerke in die Gewässer gelangen.

Zur Verringerung der Wasserentnahmen aus dem Bergbau, um eine Abnahme der Grundwassermenge zu verhindern, werden beispielsweise behördliche Genehmigungen zur Höhe der Wasserentnahmen angepasst.

Maßnahmen zur Verringerung der Versauerung infolge des Bergbaus sind zum Beispiel die Zwischenbegrünung von Kippenflächen oder die

Kalkung von stark versauerten Böden beziehungsweise Gewässern.

Oftmals ist der Wasserhaushalt durch den Bergbau in einem solchen Ausmaß gestört, dass eine fristgerechte Verbesserung des mengenmäßigen und chemischen Zustands der betroffenen Wasserkörper nicht möglich scheint. Sicherheitsrisiken bei der Flutung von Tagebaurestseen oder dem Rückbau von Abraumhalden können eine Sanierung erschweren.

#### 6.4.6 Tiefseebodenbergbau

Um die unter 3.3.4 beschriebenen ökologischen Risiken zu begrenzen, empfiehlt das Umweltbundesamt die Entwicklung und Anwendung anspruchsvoller Umweltstandards für den Abbau mariner metallischer Rohstoffe. Es besteht die Chance, diese internationalen Anforderungen zu entwickeln, bevor mit dem Abbau begonnen wird.

Neben deren Erarbeitung und Anwendung wird die Entwicklung einer Umweltstrategie für die International Seabed Authority (ISA) diskutiert. Kernelemente einer solchen Strategie wären u. a. Instrumente der vorgezogenen räumlichen Planung, der planerischen Konfliktbewältigung mit anderen konkurrierenden Nutzungen (Fischerei, Kabelverlegung) sowie zwischen verschiedenen Abbauvorhaben, Instrumente eines adaptiven Managements basierend auf dynamischen Betreiberpflichten und eine effektive Strategische Umweltprüfung sowie eine Umweltverträglichkeitsprüfung. Von besonderer Bedeutung sind aber auch normative Kriterien, anhand derer die Zulässigkeit von einzelnen Vorhaben geprüft werden kann, da diese letztlich den Schutzstandard für die Umwelt am Tiefseeboden festlegen. Das Vorsorgeprinzip ist Grundlage dieser Betrachtungen.

## 6.5 Energie

### 6.5.1 Wärmelastplanung

Wie in Kapitel 3.4.1 beschrieben, stellt die Entnahme von Kühlwasser eine ökologische Belastung für das jeweilige Gewässer dar. Um die Lebensgemeinschaft im Gewässer nicht zu gefährden, werden je nach Fließgewässertyp und dort vorkommender Fischlebensgemeinschaft maximale Wassertemperaturen



festgelegt und die zulässige maximale Temperaturerhöhung begrenzt. Diese Werte sind in der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Anlage 7 OGWV) spezifisch für die Fließgewässertypen und die dort jeweils vorkommenden Fischlebensgemeinschaften festgeschrieben. Die Kühlwasserentnahme darf den guten ökologischen Zustand nicht gefährden. Für die umfassende Beurteilung einer Kühlwassereinleitung ist eine Betrachtung der Wärmeeinträge im gesamten Flussgebiet erforderlich. Wärmelastpläne können dafür ein geeignetes Instrument sein. Ein LAWA-Leitfaden gibt eine Übersicht über die notwendigen Hintergrundinformationen und stellt eine wichtige Grundlage zur Beurteilung von Kühlwassereinleitungen in Gewässer aus wasserwirtschaftlicher und gewässerökologischer Sicht dar<sup>266</sup>.

### 6.5.2 Geothermie

In Kapitel 3.4.1 wurde zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie unterschieden. Zur Beschreibung der Maßnahmen zum Umgang mit Risiken für das Grundwasser wird diese Aufteilung beibehalten.

#### Oberflächennahe Geothermie

Untergrundeingriffe zur Nutzung oberflächennaher Geothermie erfolgen häufig in Bereichen mit für die Trinkwassergewinnung geeigneten Grundwässern. Nicht zuletzt aufgrund der großen Anzahl an Eingriffen sind beim Bau – und hier speziell bei der Bohrung und beim Bohrlochausbau – sowie beim Betrieb und Rückbau der Erdwärmeanlagen ständige Bemühungen zur Qualitätssicherung zu unternehmen. Zum sicheren Umgang mit oberflächennaher Geothermie haben viele Bundesländer Anforderungen, meist als Leitfäden formuliert, erlassen. Diese beschreiben die gesetzlichen Vorgaben des Wasser- und Bergrechts bzw. deren Vollzug. Viele dieser Leitfäden sind sehr detailliert. In ihnen wird häufig die Einhaltung von Empfehlungen untergesetzlicher Regelsysteme (DIN, VDI und DVGW) gefordert, beispielsweise dürfen nur speziell zertifizierte Bohrunternehmen beschäftigt werden. In Gebieten mit schwierigen geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnissen sind besondere Vorsichtsmaßnahmen bei Planung und Ausführung der Bohrung zu treffen<sup>267</sup>. Die Pflicht zur Sorgfalt im Sinne des Grundwasserschutzes schließt eine ausreichende Dimensionierung der Anlagen, mit dem Ziel eine zu große Änderung der Temperatur gegenüber dem Ausgangszustand zu vermeiden, ein.

#### Tiefe Geothermie

Eine Risikobewertung der Nutzung tiefer Geothermie ist Gegenstand zweier Gutachten, die für das Umweltbundesamt durchgeführt wurden<sup>268</sup>. Mit den darin enthaltenen Empfehlungen lassen sich Risiken für das Grundwasser verringern oder ganz ausschließen. Vor allem wird angeraten, nicht zuletzt aufgrund der noch geringen Anzahl bestehender Anlagen, umfangreiche Monitoringmaßnahmen und eine intensive wissenschaftliche Projektbegleitung durchzuführen. Ein seismologisches Monitoring ist mittlerweile Standard. Wie das Gutachten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) feststellt, steht damit ein Werkzeug zur Verfügung, mit dessen Hilfe auf induzierte Seismizität, im Gegensatz zu natürlichen Erdbeben, durch Regulierung des Wasserdrucks eingewirkt werden kann. Zum Schutz des Grundwassers ist es wichtig, beim Bohren die bestehenden Standards zu beachten. Darüber sollten hydrogeologische Beobachtungsstationen eingerichtet und die Beprobungen bereits im Vorfeld der Errichtungsphase begonnen werden, um ein wirkungsvolles Frühwarnsystem zu schaffen. Beim Bohren anfallendes Bohrklein und belastetes Tiefenwasser sind fachgerecht zu entsorgen.

### 6.5.3 Kohlendioxidspeicherung (CCS)

Damit CO<sub>2</sub>, das in saline Aquifere, in Öl- und Gasreservoir oder im Meeresuntergrund injiziert wird, dort dauerhaft unschädlich bleibt, muss es langfristig (am besten für einige Jahrtausende) gespeichert werden. Potenzielle Sicherheitsrisiken stellen insbesondere alte, ungenügend versiegelte Bohrlöcher dar. Die Erfahrungen mit der CO<sub>2</sub>-Beständigkeit dieser Bohrlochversiegelungen liegen naturgemäß nur für wenige Jahrzehnte vor. Neben den Bohrlochversiegelungen gilt das Augenmerk dem durch das eingebrachte CO<sub>2</sub> verursachten Druckanstieg im Speichergestein. Dieser muss unbedingt in engen Grenzen gehalten werden, um eine mechanische Beeinträchtigung der Deckschichten zu vermeiden. Neben der Überwachung oberflächennaher und/oder bewirtschafteter Grundwasserleiter kommt der Überwachung sämtlicher Grundwasserleiter vom Kohlendioxidspeicher bis zum obersten Grundwasserleiter eine erhebliche Bedeutung zu. Auch die Überwachung der Ökosysteme des Meeres sollte besonders sorgfältig durchgeführt werden. Gemäß der Verpflichtung des Kohlendioxidspeichergesetzes (KSpG)<sup>269</sup> zur

Risikovermeidung sollte die Überwachung dabei schwerpunktmäßig am Ort der Entstehung und somit am Kohlendioxid-speicher selbst beginnen. Zu berücksichtigen ist, dass es wegen der unterschiedlichen Freisetzungsmechanismen gesonderter Prognose- und Überwachungsinstrumente bedarf. Hinsichtlich zu stellender Anforderungen zum Schutz des Grundwassers ist eine Differenzierung zwischen bewirtschafteten Grundwasserleitern und nicht bewirtschafteten Grundwasserleitern sinnvoll. In der Regel handelt es sich bei den bewirtschafteten Grundwasserleitern um oberflächennahe, süßwasserführende Grundwasserleiter. Zu beachten sind jedoch auch Nutzungen des tiefen Grundwassers u. a. zur Sole-, Mineralwasser- und Heilwassergewinnung oder für Heilbadanwendungen.

#### 6.5.4 Fracking

In Deutschland existieren eine Reihe rechtlicher und technischer Vorschriften, um das Risiko von Verunreinigungen des Grundwassers durch Tiefbohrungen zu minimieren. Die Fracking-Technologie betreffend ist insbesondere das im Sommer 2016 verabschiedete Regelungspaket zu Fracking zu nennen. Das Paket besteht aus drei Mantelregelungen, die das Wasser- und Naturschutzrecht<sup>270</sup> und bergrechtliche Regelungen<sup>271</sup>

berühren. Die wesentlichen Inhalte dieser Regelungen sind:

- ▶ Fracking-Maßnahmen in Schiefer-, Ton- und Mergelgestein oder Kohleflözgestein, (unkonventionelles Fracking<sup>272</sup>) sind generell verboten, das Verbot wird zum 31.12.2021 vom Deutschen Bundestag überprüft.
- ▶ Ausnahmen für unkonventionelles Fracking können für insgesamt vier Erprobungsmaßnahmen zugelassen werden, die von einer Expertenkommission wissenschaftlich zu begleiten sind. Dabei soll untersucht werden, wie sich der Technologieeinsatz auf die Umwelt, insbesondere den Untergrund und den Wasserhaushalt, auswirkt. Die betroffene Landesregierung muss der Erprobungsmaßnahme zustimmen.
- ▶ Des Weiteren sind Frackingmaßnahmen in oder unter schutzbedürftigen Gebieten, zum Beispiel Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebiete sowie Einzugsgebiete von Seen oder Talsperren, die der öffentlichen Wasserversorgung dienen, generell verboten.
- ▶ Für erlaubnisfähige Fracking-Maßnahmen im dichten Sandstein (konventionelles Fracking) und für tiefe Geothermie gelten anspruchsvolle Regelungen, zum Beispiel eine verpflichtende Umweltverträglichkeitsprüfung, ein umfassen-

*Erdwärmekollektoren nehmen die im Boden gespeicherte thermische Energie auf und transportieren diese zur Wärmepumpe.*





des Monitoring sowie die Einhaltung des Standes der Technik bei Fracking-Maßnahmen und der Entsorgung des Lagerstättenwassers.

Die vom Umweltbundesamt empfohlenen Maßnahmen zur Risikominderung der Fracking-technik werden mit den Änderungen im Wasserhaushaltsgesetz und im Bergrecht weitgehend umgesetzt<sup>273</sup>.

### **6.5.5 Offshore Windenergie – Genehmigungsverfahren und Verminderung ökologischer Auswirkungen Neugestaltung der Offshore-Planung**

Im Zuge der Neuausrichtung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2017<sup>274</sup>, insbesondere mit der Umstellung auf Ausschreibungen, haben sich für die Offshore-Windenergie neue Rahmenbedingungen ergeben. Zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See wurde das Windenergie-auf-See-Gesetz verabschiedet und in das EEG 2017 integriert. Das Gesetz verfolgt das Ziel, den Ausbau der Windenergie auf See kontinuierlich und kosteneffizient voranzutreiben. Neben der Ausgestaltung der Ausschreibungen regelt das Gesetz die vorherige Flächenentwicklung sowie die Anlagengenehmigung

durch Integration von Teilen der Seeanlagenverordnung und die Abstimmung des Offshore-Ausbau mit der Netzanbindung. Hierdurch werden zentrale Aspekte der Offshore-Windenergie, wie Raumordnung, Genehmigung, Vergütung und Netzausbau aufeinander abgestimmt und in einem Gesetz miteinander verzahnt.

Die Ausschreibungen für Windenergieanlagen auf See werden für alle Anlagen eingeführt, die ab 2021 in Betrieb genommen werden.

Kernelement des zentralen Ausschreibungssystems ist die Voruntersuchung der Flächen und die Festlegung eines Flächenentwicklungsplans, in welchen Teile des bisherigen Offshore-Netzentwicklungsplans sowie des Bundesfachplans Offshore eingehen. Er bildet somit das zentrale Planungsinstrument. Gegenstand der Flächenvoruntersuchung, durchgeführt vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), und entscheidend für die Eignung als Windparkfläche im Flächenentwicklungsplan, sind unter anderem die Prüfung der Betroffenheit umweltfachlicher Schutzgüter, Baugrundvoruntersuchungen, Schifffahrtskollisionsanalysen und Windgutachten. Hierdurch wird eine Untersuchung

*Fischaufstiegsanlage an der Mosel*



Abbildung 76

und Bewertung der Flächen nach einheitlichen Maßstäben gewährleistet, wodurch auch einheitliche umwelt- und naturschutzfachliche Gesichtspunkte in die Untersuchung einbezogen werden können. Damit erhalten alle Bieter die gleichen Ausgangsinformationen und die Genehmigungsphase verkürzt sich, da die Windparkbetreiber die genannten Informationen nicht mehr eigenständig beschaffen müssen. Die Windparkbetreiber müssen nach wie vor ein Planfeststellungsverfahren durchlaufen. Der Antrag auf Planfeststellung kann nur von Windparkbetreibern gestellt werden, die vorher einen Zuschlag für ihr Gebot erhalten haben.

### Verminderung ökologischer Auswirkungen

In Kapitel 3.4.5 werden die Umweltwirkungen durch die Offshore-Windenergie beschrieben. Im Folgenden sind einige Maßnahmen aufgeführt, die die negativen Auswirkungen minimieren sollen:

Zum Schutz von Zugvögeln empfiehlt das Umweltbundesamt eine bedarfsgerechte Beleuchtung der Offshore-Windenergieanlagen. Um Vogelverluste durch Kollisionen zu minimieren behält sich die Genehmigungsbehörde nach Prüfung der Sachlage vor, in Nächten mit starkem Vogelzug bei gleichzeitig schlechten Wetter- und Sichtbedingungen die Windenergieanlagen mit Vergrümpfungsinstallationen auszustatten oder vorübergehend abschalten zu lassen.

Um Schäden an der Leit-Tierart Schweinswal durch den Lärm bei der Errichtung von Offshore-Windkraftanlagen mittels Rammung auszuschließen, hat das UBA Lärmschutzgrenzwerte im Sinne eines dualen Kriteriums von 160 Dezibel Schallexpositionspegel und von 190 Dezibel Spitzenschallpegel in 750 Metern Entfernung von der Schallquelle empfohlen. Das BSH hat diese Empfehlung aufgegriffen und als Grenzwerte in den Genehmigungsbescheiden verankert. Im weiteren Verlauf wurde das duale Kriterium in das beim Bau der Offshore-Windparks in der AWZ der deutschen Nordsee anzuwendende Schallschutzkonzept integriert, welches vom BMU am 01.12.2013 veröffentlicht wurde<sup>275</sup>.

Zudem muss auch bei der Anbindung der Offshore-Windparks an die Stromnetze an Land auf größtmögliche Umweltschonung geachtet werden. Hierzu gehören die Bündelung von Leitungen, die Parallelführung zu vorhandenen

Trassen, die Wahl des jeweils kürzesten Weges und eine Verlegung möglichst außerhalb der geschützten NATURA 2000-Gebiete.

### 6.5.6 Offshore Erdöl- und Erdgasförderung

Den rechtlichen Rahmen für die Offshore-Erdöl- und Erdgasindustrie bilden das Seerechtsübereinkommen (SRÜ) und die Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordatlantiks (OSPAR) sowie das Übereinkommen zum Schutz der Ostsee (HELCOM).

Angesichts der Folgen der Explosion der Ölbohrplattform „Deepwater Horizon“ im April 2010 im Golf von Mexiko hat die EU-Kommission für alle europäischen Meere, so auch für das OSPAR Konventionsgebiet, eine umfassende Überprüfung aller Sicherheitsbelange im Bereich der Offshore Öl- und Gasförderung durchgeführt. Im Nachgang dieser Überprüfung hat die EU-Kommission am 12. Juni 2013 die Richtlinie 2013/30/EU<sup>276</sup> des Europäischen Parlaments und des Rates über die Sicherheit von Offshore-Erdöl- und -Erdgasaktivitäten veröffentlicht.

Das Bundesberggesetz (BBergG) regelt zur Sicherung der Rohstoffversorgung das Aufsuchen, Gewinnen und Aufbereiten von Bodenschätzen. Auch die Verlegung der Rohrleitungen zum Transport der Rohstoffe fällt in den Regelungsbe- reich des BBergG.

Die o. g. Richtlinien sowie Regelungen sollen die möglichen Öleinträge aus Offshore-Anlagen reduzieren oder verhindern.

### 6.5.7 Wasserkraft

Vor dem Hintergrund, dass die Gewässerstruktur auch aufgrund der Wasserkraftnutzung nur noch für weniger als 20 % der Fließgewässer- strecken in Deutschland als unverändert bis mäßig verändert eingestuft werden kann und die Zubaupotenziale für das Erreichen der Ausbau- ziele der erneuerbaren Energien insbesondere bei kleinen Anlagen vernachlässigbar sind, ist der Neubau von Wasserkraftanlagen in den wenigen verbliebenen unverbauten und durch- gängigen Gewässerabschnitten nicht angemessen. Ausstehende Wasserkraftpotenziale sollten ausschließlich durch Modernisierung oder den Ersatzneubau erschlossen werden. Im Rahmen der Modernisierung oder Reaktivierung von Wasserkraftanlagen gilt es, den Bau und die Betriebsweise der Anlagen zur Verbesserung des



ökologischen Gleichgewichts im Gewässer sowie in den angeschlossenen Landökosystemen und Feuchtgebieten zu optimieren. Diesbezüglich stellt der Gesetzgeber im Wasserhaushaltsgesetz<sup>277</sup> und in den Fischereigesetzen der Bundesländer hohe Anforderungen. Demzufolge müssen an Wasserkraftanlagen Maßnahmen für die Aufrechterhaltung der Durchgängigkeit des Gewässers und der Mindestwasserführung ergriffen werden. Zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit an der Stauanlage und dem Wasserkraftwerk sind die Aspekte Fischauftstieg (Abbildung 76), Fischschutz und Fischabstieg standortspezifisch zu betrachten. Dabei sollte hinsichtlich der stromaufwärts gerichteten Durchgängigkeit auch die Passierbarkeit für kleinere bodenbewohnende Lebensgemeinschaften sichergestellt werden.

Heutzutage kann die Größe und Gestaltung dieser Fischauftstiegsanlagen exakt anhand des Fischartenspektrums, das den Weg stromaufwärts schaffen soll, mit Hilfe von technischen Regelwerken bemessen und gebaut werden. Große Arten, wie Hecht und Wels benötigen auf Grund ihrer Größe entsprechend komfortable Lösungen.

Zur Minderung von Fischschäden an Wasserkraftanlagen bestehen verschiedene Möglichkeiten, über deren Anwendbarkeit standortspezifisch entschieden werden sollte. Das Maßnahmenpektrum reicht hier von Fischschutzzrechen in Kombination mit Abstiegsystemen, die das Eindringen von Fischen in den Turbinenbereich ab einer bestimmten Fischgröße verhindern, über betriebliche oder Fang- und Transportmaßnahmen bis zum Einbau von Turbinen, die eine geringere Schädigung verursachen. Insbesondere an größeren Wasserkraftanlagen, die mehr als 50 m<sup>3</sup>/s Wasser in einer Turbine verarbeiten können, kann ein sogenannter fischangepasster Anlagenbetrieb für eine Verbesserung der Abstiegsituation führen<sup>278</sup>. Hier lösen Frühwarnsysteme, die Wellen von absteigenden Fischen – insbesondere dem Aal – registrieren, Meldungen aus, die zu einer Öffnung des Wehres für die absteigenden Aale oder zu einer maximalen Öffnung der Turbinen führen. An Mosel und Main werden Aale vor den Wasserkraftturbinen gefangen und unterhalb der letzten Wasserkraftanlagen im Rhein wieder ausgesetzt (Fang und Transport), damit sie ihren Weg bis zur Sargassosee unbeschadet fortsetzen können. Aber auch mit Maßnahmen

zur Verbesserung der Habitatvielfalt oder zur Reaktivierung des Geschiebetransports lassen sich Verbesserungen des ökologischen Zustands erzielen. An Ausleitungskraftwerken (eine Sonderform von Flusskraftwerken) ist es für den Naturraum immanant wichtig, dass genügend Wasser im ursprünglichen Flussbett zu allen Jahreszeiten verbleibt und nur der Teil des Abflusses für die Stromerzeugung genutzt wird, den die Lebensgemeinschaften nicht benötigen. Das angesprochene Maßnahmenpektrum an Wasserkraftanlagen ist in Abhängigkeit von den Länderzuständigkeiten und dem jeweiligen Einzelfall auch förderfähig. Sofern von dem Wasserkraftbetreiber in Folge von Leistungserhöhungen an der Anlage höhere Einnahmen aus dem EEG erzielt werden, sollten die rechtlichen Anforderungen des Wasserhaushaltsgesetzes ebenfalls vollständig erfüllt sein.

#### 6.5.8 Umgang mit Bioenergie

Momentan werden auf über 17 % der deutschen Ackerfläche Pflanzen zur Bioenergienutzung angebaut. Zusammen mit der Biomasse von Grünland und Wald, sowie importierter Biomasse wird dadurch allerdings weniger als 9 % der gesamten Energie bereitgestellt. Dies verdeutlicht die geringe Flächeneffizienz von Bioenergie. Mit anderen erneuerbaren Energien wie Wind- und Solarenergie könnte auf der gleichen Fläche deutlich mehr Energie „geerntet“ werden. Um die negativen Umwelteffekte von Bioenergie zu vermeiden, spricht sich das UBA deshalb dafür aus, nur noch biogene Rest- und Abfallstoffe, die keiner höherwertigen Verwertung zugeführt werden können, zur Bereitstellung von Bioenergie zu nutzen<sup>279</sup>. Das dazu nötige Umsteuern der Förderbedingungen hat mit der Abschaffung des Nawaro-Bonus und Einführung des Mais-Deckels im EEG 2017<sup>280</sup>, sowie den Nachhaltigkeitsverordnungen für flüssige Biomasse im Strom- und Biokraftstoffbereich<sup>281</sup> begonnen. Allerdings ist der im EEG 2017 formulierte Ausbaupfad für Bioenergie mit 150 MW brutto/a von 2017 bis 2019 und 200 MW brutto/a von 2020 bis 2022 noch immer deutlich zu groß. Die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen, wie z. B. Altholz, wird hingegen noch zu wenig forciert. Auch die mit den im Jahr 2009 verabschiedeten Nachhaltigkeitsverordnungen für flüssige Biomasse im Strom- und Biokraftstoffbereich festgelegten Umwelt- und Bewirtschaftungsstandards für den Anbau von Energiepflanzen reichen aus Sicht des Gewässerschutzes nicht aus. Denn hier beschränken sich

die Anforderungen auf die gute fachliche Praxis und die Cross-Compliance-Regeln und gehen nicht darüber hinaus.

Solange nachwachsende Rohstoffe für die Bioenergienutzung erzeugt werden, ist es vielmehr nötig, dass auch im Energiepflanzenbau die Grundsätze einer standortangepassten und Gewässer schonenden Bewirtschaftung gelten. Darüber hinaus sollten die Möglichkeiten, die die energetische Nutzung von Pflanzen bietet, immer genutzt werden, um den Aufwand an Düngemittel- und Pflanzenschutzmitteln und diffuse Nährstoffeinträge zu reduzieren. Zu diesen Möglichkeiten zählen Mischkulturen und Zweikultur-Nutzungssysteme, die Erweiterung des Artenspektrums um neue Kulturen wie Hirse, durchwachsene Silphie oder Topinambur oder durch den Anbau von schnellwachsenden Hölzern in Kurzumtriebsplantagen. Grünländer sind in einer Gewässer schonenden Weise zu nutzen.

Beim Betrieb von Biogasanlagen spielt die Nutzung der Gärreste eine zentrale Rolle. Ein wichtiger Schritt zur umweltgerechteren Verwertung von Gärresten ist die Einbeziehung von Gärresten pflanzlicher Herkunft in die auf 170 kg N/ha beschränkte Ausbringungsmenge organischer Düngemittel.<sup>282</sup>

Eine bedarfsgerechte und termingenaue Ausbringung von Gärresten setzt ausreichende Lagerkapazitäten voraus. Die Separation von Gärresten in eine flüssige und feste Phase und eine Reduktion des Volumens kann die nötigen Lagerkapazitäten reduzieren und den Transport der nährstoffreichen Gärreste in Regionen mit geringer Viehbesatzdichte ermöglichen. Die Verfahren zur Gärrestaufbereitung sind jedoch noch nicht flächendeckend etabliert. Zudem sollten die Probleme der regional sehr hohen Nährstoffüberschüsse durch eine Änderung der landwirtschaftlichen Struktur und nicht allein durch technische Mittel gelöst werden.

Bei der Lagerung von Gärresten und Silage ist darauf zu achten, dass Stoffeinträge in Gewässer vermieden werden. Mindestanforderung wie die, dass feste Gärreste ausschließlich auf befestigten Flächen gelagert werden, müssen über dünge-, wasser- und abfallrechtliche Vorschriften geregelt werden. Die Verhinderung anderer Emissionen wird mit der Novelle der TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) angestrebt.

## 6.6 Transport

### 6.6.1 Binnenschifffahrt

Die Bundeswasserstraßen illustrieren die seit Jahrhunderten währende Erschließung und Kultivierung der Gewässerlandschaften für Siedlungen, Landwirtschaft, Stromerzeugung und Gütertransport sowie die Folgen eines restriktiven Hochwasserschutzes und stofflicher Belastungen. Spürbare Erfolge im Gewässerschutz lassen sich hier nur durch ein gemeinsames Handeln von Bund und Ländern, Verbänden, Anliegern und Gewässernutzern erzielen. Beispiel hierfür ist die Reduzierung der Abwasserlast seit Ende der 1970er Jahre durch den Bau von Kläranlagen. Gegenwärtig führen die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und das Nationale Hochwasserschutzprogramm zu vielfältigen Aktivitäten an den Bundeswasserstraßen, die nicht mehr nur einen Abbau der stofflichen Belastungen im Fokus haben. Auch die gewässerökologischen Auswirkungen des Gewässerausbaus können an Bundeswasserstraßen gemindert werden, ohne deren schifffahrtliche Nutzung wesentlich zu beeinträchtigen (Abbildung 77). Hierfür werden auf überregionaler Ebene integrierte Gewässerentwicklungskonzepte für Schifffahrtsstraßen entwickelt, die Aspekte der Schifffahrt, des Hochwasserschutzes, des Naturschutzes und der Wasserwirtschaft aufeinander abstimmen. Ein gutes Beispiel für diesen intensiven Arbeitsprozess von Bund und Ländern im Zusammenwirken mit den Verbänden ist die laufende Erarbeitung des Elbe-Gesamtkonzepts<sup>283</sup>.

Die grundsätzliche und seit Jahrzehnten für eine gesamtheitliche Betrachtung der Bundeswasserstraßen im gesellschaftlichen Interesse hinderliche Zuständigkeitsteilung zwischen Bund und Ländern wird durch das Bundesprogramm „Blaues Band“<sup>284</sup> neu geordnet. So soll es zukünftig auch möglich sein, dass der Bund Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands ergreifen kann, wie es in Bezug auf Herstellung der Durchgängigkeit an den Stauanlagen der Bundeswasserstraßen und bei der Gewässerunterhaltung bereits heute möglich ist. Ein weiterer wichtiger Aspekt besteht aus Umweltsicht in der Auslastung bestehender Transportpotenziale der Bundeswasserstraßen. Damit kann ein weiterer Ausbau der Wasserstraßen und ein weiterer Verlust wertvoller Fluss- und Auenlandschaft vermieden werden.



Dazu sind Verbesserungen auf nautischer Ebene durch ein modernes Verkehrsmanagement, die Flottenmodernisierung und ein logistischer Verbund der Verkehrsträger durch die Schaffung von intermodalen Schnittstellen an Hafenstandorten wichtig. Dies käme auch einer Entlastung der Umwelt von Schadstoffen zu Gute, die heute noch aufgrund veralteter Motorentechnik von Schiffen in zu hohen Mengen emittiert werden. Weitere unmittelbare Auswirkungen des Schiffsverkehrs auf den Gewässerzustand z. B. durch Ladungsreste oder Abwässer werden durch spezifische Übereinkommen (z. B. Übereinkommen über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschifffahrt (CDNI)<sup>285</sup> geregelt.

### 6.6.2 Seeschifffahrt

Das Regelwerk für den internationalen Seeverkehr wird aufgrund seiner globalen Ausrichtung in erster Linie durch die Internationale Seeschifffahrtsorganisation (International Maritime Organisation – IMO) vorgegeben. Fragen des Umweltschutzes werden dort im Umweltausschuss (Marine Environmental Protection Committee – MEPC<sup>286</sup>) behandelt und sind überwiegend im „Internationalen Übereinkommen zur Verhütung

der Meeresverschmutzung durch Schiffe“ (MARPOL) festgeschrieben.

Das Vertragswerk MARPOL besteht aus dem ursprünglichen Übereinkommen, zwei zusätzlichen Protokollen und sechs Anlagen<sup>287</sup>. Die Anlagen I bis VI des Übereinkommens regeln die verschiedenen Arten von Verschmutzungen im Zusammenhang mit dem Schiffsbetrieb:

- ▶ Anlage I: Verhütung der Verschmutzung durch Öl
- ▶ Anlage II: Verhütung der Verschmutzung durch schädliche flüssige Stoffe
- ▶ Anlage III: Verhütung der Verschmutzung durch Schadstoffe, die in verpackter Form befördert werden
- ▶ Anlage IV: Verhütung der Verschmutzung durch Schiffsabwasser
- ▶ Anlage V: Verhütung der Verschmutzung durch Schiffsmüll
- ▶ Anlage VI: Regeln zur Verhütung der Luftverunreinigung durch Seeschiffe

Weitere wichtige Übereinkommen der IMO, die den Umweltschutz in der Seeschifffahrt betreffen, sind:

- ▶ das Internationale Übereinkommen über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch

*Bundeswasserstraßen haben beträchtliches Renaturierungspotenzial. Die Elbe bei Niedrigwasser*

Abbildung 77



- das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen von 1972 (London-Übereinkommen) und sein (das Übereinkommen aktualisierende) Protokoll von 1996 (London-Protokoll)
- ▶ das Internationale Übereinkommen über Verbots- und Beschränkungsmaßnahmen für schädliche Bewuchsschutzsysteme von Schiffen (AFS-Übereinkommen; 2001)
  - ▶ das Internationale Übereinkommen zur Überwachung und Behandlung von Ballastwasser und Sedimenten von Schiffen (Ballastwasser-Übereinkommen; 2004 verabschiedet, tritt am 8.9.2017 in Kraft)
  - ▶ das Internationale Übereinkommen über das sichere und umweltfreundliche Recycling von Schiffen (Hongkong-Konvention; 2009 verabschiedet, noch nicht in Kraft)

Darüber hinausgehende regionale Maßnahmen, sei es auf EU-Ebene oder durch HELCOM für den Ostseeraum, können den Schutz sensibler Meeresgebiete verbessern, die Wirkung bezieht sich jedoch nur auf ein begrenztes Seegebiet bzw. Teile des Schifffahrt, so dass diese Konzepte teilweise politisch besonders schwer umzusetzen sind.

HELCOM hat 2016 den „Baltic Sea Clean Shipping Guide“<sup>288</sup> veröffentlicht, der einen Überblick über in der Ostsee geltenden Umweltregularien und Besonderheiten für den Seeverkehr, wie Anforderungen an die Navigation (Verkehrstrennungsgebiete, Vereisung) und spezielle Umweltschutzauflagen gibt.

### Verhütung der Verschmutzung durch Öl

In Deutschland gewährleistet das Havariekommando<sup>289</sup> – eine Einrichtung des Bundes und der Küstenländer – ein gemeinsames Unfallmanagement auf Nord- und Ostsee, unter anderem auch im Fall von Ölverschmutzungen durch Schiffe und Schiffsunfälle. Generell bündelt es die Verantwortung für die Planung, Vorbereitung, Übung und Durchführung von Maßnahmen zur Brandbekämpfung. Insbesondere der Fachbereich Schadstoffunfallbekämpfung Küste des Havariekommandos organisiert für die fünf norddeutschen Küstenländer die Öl- und Schadstoffunfallbekämpfung im Bereich der Küsten, Flussmündungen, Häfen sowie der Ufer und Strände.

### Müll/Abfall

2011 wurde der Anhang V des MARPOL-Übereinkommens überarbeitet, der nun festlegt,

dass von Schiffen kein Müll ins Meer gelangen darf und nur für bestimmte Arten von Abfall Ausnahmeregelungen vorsieht. Die neuen, strengeren Regeln traten 2013 in Kraft. Das generelle Einbringungsverbot von Plastik, Plastikseilen, Fischernetzen, Plastiktüten und Verpackungsmaterial wurde (unter anderem) auf verbrannten Müll (Asche), Glas, Öl, Papier, Lumpen und Flaschen ausgeweitet.

Nord- und Ostsee sind seit 1991 bzw. 1988 Sondergebiete nach MARPOL Anhang V. Außerdem wurde 2000 die Richtlinie 2000/59/EG über Hafenauffangeinrichtungen für Schiffsabfälle und Ladungsrückstände verabschiedet, die die Entsorgungsmöglichkeiten für Schiffsabfälle und Ladungsrückstände in europäischen Häfen verbessern soll. HELCOM hat für das Ostseegebiet eine Reihe von Empfehlungen verabschiedet, zuletzt im Jahr 2007 die HELCOM Empfehlung 28E/10 „Anwendung des No-Special-Fee-Systems für Schiffsabfälle und in Fischernetzen gefischten Meerestüll im Ostseegebiet“<sup>290</sup>. Durch diese wird das „No-Special-Fee“ – System eingeführt. Das bedeutet, dass für die landseitige Entsorgung des Schiffsmülls in den Ostseehäfen keine zusätzlichen Kosten anfallen, da sie in den Hafengebühren enthalten sind. Ein positiver Effekt dieser Maßnahmen könnte dadurch belegt sein, dass Abfälle aus der Seeschifffahrt eine untergeordnete Rolle beim Müllanfall in der Ostsee spielen. Der laufende Revisionsprozess der EU-Richtlinie 2000/59/EG über Hafenauffangeinrichtungen sollte daher dazu genutzt werden, analog des Vorgehens in der Ostsee, eine einheitliche und unkomplizierte Müllannahme in den europäischen Häfen zu gewährleisten, bei der die Entsorgungsgebühren bereits in den Hafengebühren enthalten sind. Somit wird ein Anreiz geschaffen, den an Bord angefallenen Schiffsmüll an Land zu entsorgen. Auch die Regionalen Aktionspläne gegen Meerestüll in der Ostsee und des Nordost-Atlantiks sehen Maßnahmen gegen die Verschmutzung der Meere durch Schiffsmüll vor. So werden zum Beispiel die Ausweitung des „No-Special-Fee“-Systems sowie Maßnahmen zur Vorgehensweise in Bezug auf Abfälle aus dem Fischereisektor vorgeschlagen (siehe Kap. 6.7).

### Abwasser

Für das Einleiten von Schiffsabwässern in Meerestwasser sind vor allem die in MARPOL



Annex IV enthaltenen Regelungen maßgebend, auf die sich andere Abkommen und die nationale Gesetzgebung beziehen. Für die Nordsee und den Nordost-Atlantik wurden hinsichtlich der Einleitung von Abwässern die Regelungen nach MARPOL übernommen. 2011 hat die IMO die Ostsee als erstes und bisher einziges Sondergebiet nach MARPOL Anlage IV<sup>291</sup> ausgewiesen. Die strengeren Vorschriften gelten für das Einleiten der Abwässer ins Meer bzw. deren Abgabe im Hafen – jedoch nur für Passagierschiffe, also Fähren und Kreuzfahrtschiffe. Diese Schiffstypen erzeugen durch die große Personenzahl an Bord auch erhebliche Abwassermengen, die in besonderem Maße zur Eutrophierung und Schadstoffbelastung im sensiblen Meeresgebiet der Ostsee beitragen können.

Diese Vorschriften treten 2019 für Schiffsneubauten und 2021 für Bestandsschiffe in Kraft. Im Ostseegebiet haben die MARPOL-Vorschriften zudem durch das HELCOM Übereinkommen (Annex IV<sup>292</sup>, Regulation 5: Discharge of sewage by other ships) auch für kleinere Schiffe und Sportboote Gültigkeit, sofern sie eine Toilette an Bord haben. Dann wird beispielsweise die Ausstattung mit Abwasserrückhaltesystemen an Bord vorgeschrieben, so dass die Abwässer im Hafen abgegeben werden müssen.

### Einschleppung nicht-einheimischer Arten

Um das Einschleppen fremder Organismen durch den internationalen Seeverkehr zu reduzieren, wurde 2004 im Rahmen der IMO das Ballastwasserübereinkommen verabschiedet, das am 8.9.2017 in Kraft trat.

Das Übereinkommen sieht eine Behandlung des Ballastwassers an Bord jedes Schiffes vor, sodass die Anzahl der mit dem Ballastwasser entlassenen Organismen stark reduziert wird. Dafür können Systeme eingesetzt werden, die das Ballastwasser beispielsweise mittels Chemikalien (also Bioziden) oder mit UV-Licht behandeln<sup>293</sup>. Die Anlagen müssen zertifiziert werden, um ihre Wirksamkeit im Hinblick auf die Reduktion der Organismen sowie die Unbedenklichkeit der eingesetzten Chemikalien in der Meeresumwelt nachzuweisen.

Um den Transport der Organismen auf der Außenhaut der Schiffe zu reduzieren und gleichzeitig möglichst wenig schädliche Biozide in den Anstrichen einzusetzen, werden neue

Beschichtungskonzepte entwickelt. Dabei werden u. a. Nanopartikel und Silikon eingesetzt. Mögliche ökotoxikologische Wirkungen dieser Materialien müssen jedoch noch umfassend untersucht werden.

Im Rahmen der Biozid-Verordnung (EU) Nr. 528/2012 werden aktuell die Umweltrisiken aller bioziden Wirkstoffe bewertet. In einem zweiten Schritt werden anschließend alle biozidhaltigen (Antifouling-)Produkte geprüft. Dieser Prozess ist voraussichtlich 2027 abgeschlossen, sodass dann nur noch geprüfte Produkte auf dem Markt sein werden.

Da alle Biozide ein gewisses Risiko für die Umwelt bergen, sollte, wo immer möglich, auf biozidfreie Antifouling-Systeme umgestiegen werden.

Seit 2015 gibt die EU-Verordnung zu invasiven Arten (Verordnung (EU) Nr. 1143/2014) einen Rahmen zu Prävention und Management invasiver gebietsfremder Arten. Die weit verbreitete Wollhandkrabbe ist eine Beispielart, für die ein entsprechendes Management gefordert ist.<sup>294</sup>

### Luftschadstoffe

Die Minderung des Luftschadstoffausstoßes der Seeschiffe wird in MARPOL Annex VI geregelt. Der Anhang enthält Vorgaben für den Schwefelgehalt im Kraftstoff (siehe Abbildung 78), Grenzwerte für die Stickoxidemissionen im Abgas (NO<sub>x</sub>), Vorgaben für die Verwendung ozonschichtschädigender Substanzen sowie für die Emissionen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC) bei Tankern. Weiterhin sind Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Schiffsneubauten (Energy Efficiency Design Index, EEDI) festgeschrieben.

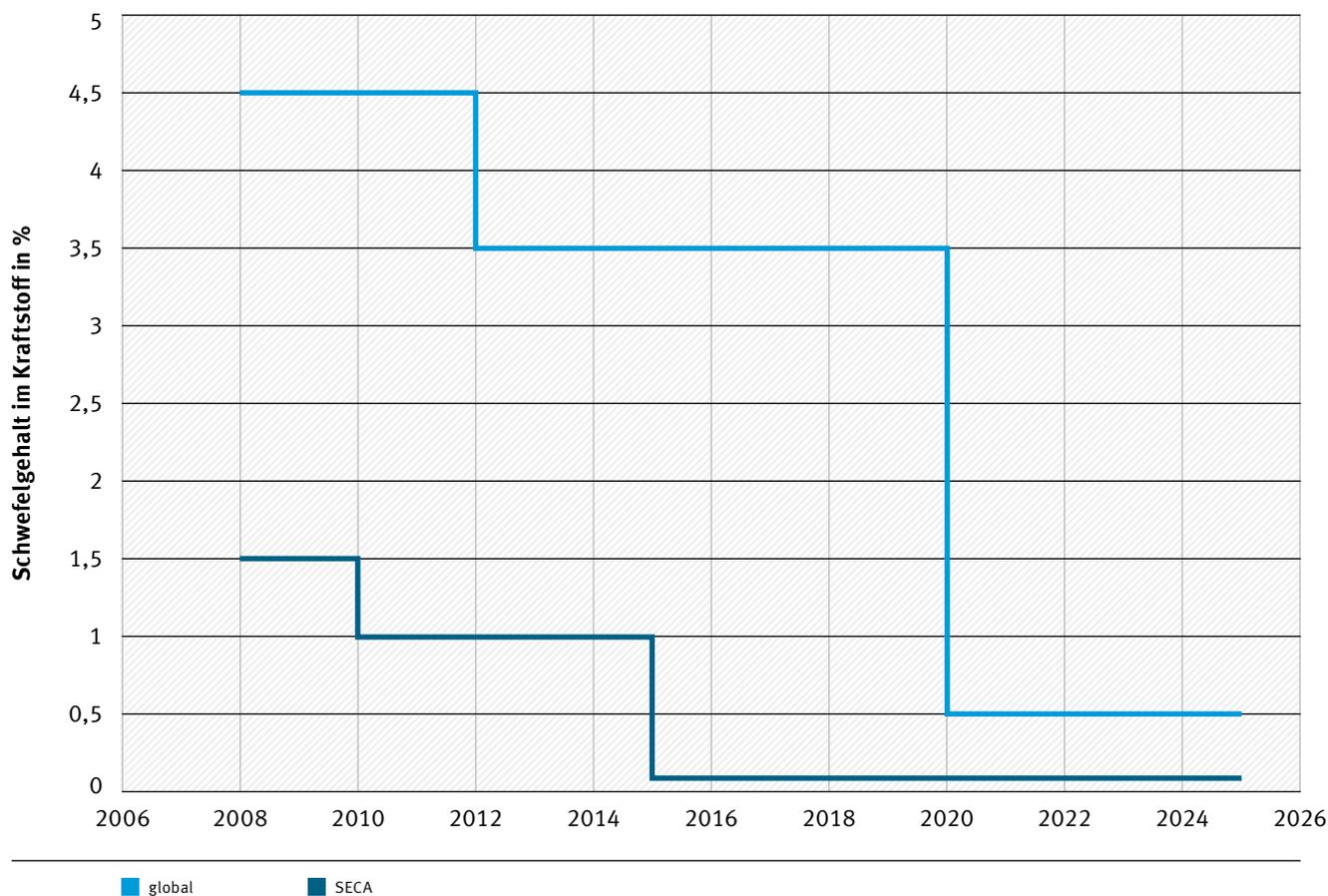
Grenzwerte für Partikelemissionen oder weitere Anforderungen an die Kraftstoffqualität aus Umweltsicht fehlen bislang.

### Schwefelemissionen

Die Ostsee ist seit 2006, die Nordsee seit 2007 als SECA (Sulphur Emission Control Area) ausgewiesen; dort gilt ein Schwefelgehalt von maximal 0,1 % im Kraftstoff. Selbst dieser deutlich reduzierte Schwefelgehalt liegt jedoch noch 100 Mal über dem erlaubten Gehalt im Straßenverkehr in Europa von 0,001 % Schwefel.

Abbildung 78

### „Schwefelgrenzwerte im Kraftstoff“ nach MARPOL Anhang VI



SECA- Sulphur Emission Control Area (Kontrollgebiet für Schwefelemissionen)

Quelle: Umweltbundesamt nach MARPOL Anhang VI

In allen europäischen Häfen gilt seit Anfang 2010 ein Schwefelgrenzwert von 0,1 %. Dies soll insbesondere die Luftqualität in den Hafenstädten verbessern, wo die Schiffsemissionen einen großen Anteil ausmachen, so z. B. in Lübeck-Travemünde mit über 90 % Anteil an den SO<sub>2</sub>-Emissionen. Dies wurde in der EU-Schwefelrichtlinie<sup>295</sup> definiert.

Um die Schwefelgrenzwerte einzuhalten, ist nach MARPOL Anlage VI die Nutzung von Abgasnachbehandlungssystemen, den Scrubbern, zulässig. Es sind verschiedene Systeme auf dem Markt. Überwiegend werden Nass-Scrubber verbaut, in denen die Abgase an Bord des Schiffes durch fein zerstäubtes Wasser im Schornstein geleitet werden. Dabei wird in „offene Scrubber“, die mit Meerwasser arbeiten, und „geschlossene Scrubber“, die Frischwasser und eine Puffersubstanz verwenden, unterschieden. Zusätzlich gibt es Trockenscrubber, die mit Hilfe eines Kalkgranulats die Schwefelemissionen aus dem Abgas entfernen.

Das Granulat muss im Hafen abgegeben werden. Offene Systeme benötigen große Mengen an Meerwasser (ca. 40 – 50 t/MWh), das dann ungereinigt wieder ins Meer eingeleitet wird. (Die benötigte Menge an Wasser ergibt sich pro geleisteter Arbeit des Schiffsmotors (Leistung mal Zeiteinheit in MWh)). Dieses Washwasser enthält unter anderem PAKs (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), Schwermetalle und niedrige pH-Werte. Bei geschlossenen Systemen wird Frischwasser und meist Natronlauge als Puffersubstanz im Kreis geführt. Bei diesem System fällt eine geringere Abwassermenge an (ca. 0,1 t/MWh), die gereinigt und dann ins Meer eingeleitet wird. Je nach Schiffstyp und Platz an Bord kann dieses Wasser auch für eine gewisse Zeit an Bord gespeichert und dann im Hafen abgegeben werden.

Die von der IMO 2009 verabschiedete „Scrubber-Guideline“ (*Guideline for Exhaust Gas Cleaning Systems* (MEPC 259(68)) enthält Grenzwerte für die Einleitung des Wassers in die Meeresumwelt.



Die Vorgaben beschränken sich auf pH-Wert, PAKs, Trübung und Nitrat. Das UBA hat 2014 eine Studie<sup>296</sup> zur Bewertung der Umweltwirkungen der Scrubbersysteme veröffentlicht. Ein weiteres UBA-Forschungsvorhaben durchgeführt durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) untersucht aktuell die Umweltwirkung der Waschwassereinleitung aus Scrubbern.

Eine Verlagerung der Luftschadstoffemissionen ins Wasser, wie es durch Scrubber erfolgt, ist aus Umweltsicht abzulehnen.

Grundsätzlich sollte das Problem der hohen Schwefelemissionen nicht erst an Bord durch eine Abgasreinigung angegangen werden, sondern bereits an Land, durch die Bereitstellung sauberer, schwefelarmer Kraftstoffe für die Seeschiffe. Diese machen den Einsatz weiterer Abgasreinigungssysteme möglich, wie beispielsweise Partikelfilter zur Minderung der Rußemissionen.

### Stickoxidemissionen

Die Regulation 13 (MARPOL Annex VI) enthält weltweite Grenzwerte für die NO<sub>x</sub>-Emissionen, die jedoch wenig ambitioniert sind<sup>297</sup>. Strengere Grenzwerte der Stufe „Tier III“, die in den NO<sub>x</sub>-Emissionskontrollgebieten (NECAs) gültig sind, gelten nur für Schiffsneubauten.

Im Herbst 2016 wurden die Anträge auf Ausweisung der Nord- und Ostsee als NECA vom Umweltausschuss (MEPC) der IMO genehmigt. Die strengeren Grenzwerte gelten dann dort für Schiffsneubauten ab 2021.

### Emissionen im Hafen

Da Schiffe auch im Hafen ihre Hilfsmaschinen/Hilfsskessel zur Aufrechterhaltung des Bordbetriebs betreiben, werden in einigen Hafenstädten mittlerweile Landstromanschlüsse bereitgestellt, so dass die Schiffe ihre Hilfsmaschinen dort komplett ausschalten können. Insbesondere Passagierschiffe – Fähren und Kreuzfahrtschiffe – haben durch den Hotelbetrieb an Bord einen besonders hohen Stromverbrauch während der Liegezeit.

Im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms (UIP) hat das BMU den Bau einer Landstromanlage an einem Kreuzfahrtterminal im Hamburger Hafen unterstützt. In Hamburg wird außerdem seit 2015 der Einsatz einer „PowerBarge“

erprobt. An Bord wird mit Erdgas (LNG) Strom erzeugt, der ebenfalls Kreuzfahrtschiffen während der Liegezeit zur Verfügung gestellt wird. Die Energieerzeugung mit LNG ist deutlich sauberer als der Weiterbetrieb der Hilfsmaschinen an Bord, die mit Marinedieselöl (MGO, Marine Gasoil) laufen.

### Schiffslärm

Es ist davon auszugehen, dass Schiffstransporte weiter zunehmen werden. Damit ist nicht abzusehen, dass sich schiffsseitiger Lärmeintrag verringert. Aus diesem Grund ist anzustreben, dass Schiffe leiser werden. Hierfür gilt es Schiffe zu entwickeln, deren Antrieb wesentlich geräuscharmer arbeitet als heute. Die IMO gibt mit ihren 2014 veröffentlichten Leitlinien für die Reduzierung von Unterwasserlärm durch Handelsschiffe bereits konkrete Empfehlungen dazu. Die Vergabegrundlage für das Umweltzeichen „Blauer Engel für ein umweltfreundliches Schiffsdesign“ (RAL-UZ 141) (s.u.) enthält Kriterien für Unterwasserschall, die sich an den Kriterien der IMO orientieren.

Ein wichtiges politisches Instrument ist die EU-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie, die fordert, dass sich die Einleitung von Energie einschließlich Unterwasserschall nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirken darf. Im Rahmen der Umsetzung dieser Richtlinie ist kontinuierlicher Lärm niedriger Frequenz zu überwachen.

Angesichts der grenzüberschreitenden Auswirkungen und der Vielzahl von anthropogenen Schallquellen sollte ein völkerrechtliches verbindliches Rechtsregime geschaffen werden, um das Risiko durch die Lärmquellen in den Ozeanen regeln zu können. Hierfür würde sich das MARPOL-Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung anbieten, für das die Mitgliedsstaaten einen Anhang zur Regelung von Schiffslärm entwickeln und umsetzen könnten. Alternativ könnte eine Konvention über Lärm in den Meeren verhandelt werden, um alle nicht militärischen Quellen von Unterwasserlärm zu regulieren.

### Umweltauszeichnung für Seeschiffe

Der „Blaue Engel“ zählt zu den bekanntesten Umweltzeichen der Welt. Seit 2002 gibt es den „Blauen Engel für den umweltschonenden Schiffsbetrieb“ (RAL-UZ 110<sup>298</sup>) und seit 2009 den „Blauen Engel für das umweltfreundliche Schiffsdesign“ (RAL-UZ 141<sup>299</sup>) um innovative

Umweltschutzmaßnahmen im Seeverkehr öffentlichkeitswirksam zu kennzeichnen.

Im Rahmen des Maßnahmenprogramms zur Umsetzung der MSRL (siehe Kap. 5.4.3) hat sich die Bundesregierung verpflichtet, die Umweltkriterien (des Blauen Engels oder eines anderen ambitionierten Umweltzeichens) nach Möglichkeit bei Neuanschaffung und Betrieb von Behördenfahrzeugen und staatlich geförderten Seeschiffen wie z. B. Forschungsschiffen zu berücksichtigen. Diese Schiffe haben eine Vorbildfunktion, die es für den gesamten Sektor zu nutzen gilt.

Bislang (Stand September 2017) sind zwei deutsche Forschungsschiffe, die „Sonne“ und die „Maria S Merian“, sowie einige Fähren, die an der Norddeutschen Küste verkehren, mit dem Blauen Engel Schiffsdesign ausgezeichnet.

### 6.6.3 Sicherer Transport wassergefährdender Stoffe Auf Straße, Schiene, Wasserstraße

Aufgabe des Umweltschutzes ist es, unfallbedingte Stofffreisetzungen weitgehend zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Es gibt prinzipiell drei Möglichkeiten, um Zahlen und Auswirkungen von Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen zu minimieren:

- ▶ Verkehrsvermeidung,
- ▶ Verkehrsverlagerung,
- ▶ Verbesserung der gesetzlichen Grundlagen und der technischen und organisatorischen Anforderungen, insbesondere an den Transport gefährlicher Güter.

Die Verkehrsvermeidung ist eine langfristige, strukturelle Querschnittsaufgabe. Die Implementierung des Konzepts der Nachhaltigen Chemie könnte zudem dafür sorgen, dass wassergefährdende Stoffe zukünftig durch weniger gefährliche Alternativen ersetzt oder Produktionsprozesse so umgestaltet werden, dass Transporte gänzlich vermieden werden. Wenn allerdings Transporte mit wassergefährdenden Stoffen nicht vermieden werden können, müssen sie sicher gestaltet werden. Dies erfolgt beispielsweise durch die kontinuierliche Weiterentwicklung des Gefahrgutrechts.

Hinsichtlich einer möglichen Verkehrsverlagerung muss beachtet werden, dass das mit dem Transport verbundene Gefährdungspotential, sich neben der transportierten Menge und den

umweltgefährdenden Eigenschaften der Güter auch durch deren Ausbreitungsverhalten nach ihrer Freisetzung bestimmt. Zudem ist entscheidend, wie schnell und wirkungsvoll ein unfallbedingter Austritt durch sicherheitstechnische Maßnahmen verhindert oder beseitigt werden kann. Des Weiteren ist das Schadensausmaß von der regionalen Sensibilität des betroffenen Gebietes abhängig. Die Verkehrsträger Straßenfahrzeug, Eisenbahn und Binnenschiff unterscheiden sich in den transportierten Mengen pro Fahrzeug und den durch einen Unfall möglicherweise betroffenen Umweltkompartimenten deutlich. Diese Vor- und Nachteile gilt es sorgfältig abzuwägen.

### Beförderung wassergefährdender Stoffe in Fernleitungen

Die Beförderung wassergefährdender Stoffe in Fernleitungen bedarf einer Planfeststellung bzw. Plangenehmigung nach Teil 2 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung<sup>300</sup>.

Mit der Neufassung des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes in 2001 erfolgte eine Verlagerung der Genehmigungspflicht aus dem WHG in das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz. Diese Veränderung trägt dem Umstand Rechnung, dass von Fernleitungen nicht nur Wirkungen auf und Gefahren für Gewässer ausgehen können. Eingriffe in Natur und Boden, z. B. durch Errichtungsmaßnahmen oder eine oberirdische Freihaltung der Trasse, sind nunmehr im Rahmen der Planfeststellung oder Plangenehmigung gleichrangig zu berücksichtigen.

Beschluss und Genehmigung dürfen nur ergehen, wenn Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, Kulturgüter und sonstige Sachgüter nicht hervorgerufen werden können und Vorsorge gegen die Beeinträchtigung dieser Schutzgüter, insbesondere durch bauliche, betriebliche oder organisatorische Maßnahmen entsprechend dem Stand der Technik getroffen wird.

Umweltrechtliche Vorschriften und andere öffentlich-rechtliche Vorschriften dürfen dem Vorhaben nicht entgegenstehen, die Ziele der Raumordnung sind zu beachten und Belange des Arbeitsschutzes zu wahren. Diese Anforderungen werden für Fernleitungen zur Beförderung bestimmter wassergefährdender Stoffe durch die Rohrfernleitungsverordnung<sup>301</sup> und die „Technische Regel Rohrfernleitungsanlagen“ konkretisiert.



Für technische Fragen zum Transport gefährlicher Stoffe in Pipelines wurde nach § 9 Rohrfernleitungsverordnung der Ausschuss für Rohrfernleitungen (AfR)<sup>302</sup> eingerichtet. Er hat die Aufgabe das BMU zu beraten und die dem Stand der Technik entsprechenden Regeln (Technische Regeln) vorzuschlagen.

Fernleitungen sind häufig grenzüberschreitende Anlagen und die Sicherheit von Leitungsteilen in einem Staat kann von Anlagenteilen in einem anderen Staat abhängig sein. Gleichwohl existiert bislang keine einschlägige europäische Richtlinie. Internationale Empfehlungen für die Sicherheit der Leitungen sind allerdings auf der Ebene der UNECE „Industrieunfall“- und „Wasser“-Konvention erarbeitet worden. Diese „Safety Guidelines/Best Practices for Pipelines“ definieren einen sicherheitstechnischen Mindestschutz für grenzüberschreitende Pipelines<sup>303</sup>.

## 6.7 Fischerei und Aquakultur

### 6.7.1 Ist nachhaltige Fischerei im Meer möglich?

Es ist unbestritten, dass der Fischereidruck auf einige Fischbestände deutlich zu hoch ist. So gaben Wissenschaftler im Jahr 2006<sup>304</sup> aufgrund einer umfassenden Datenanalyse die pessimistische Prognose, dass kommerziell genutzte Fischbestände bis 2048 zusammengebrochen sein könnten, wenn sich das lokale und überregionale Management nicht drastisch ändert. Seit 2014 die Reform der Gemeinsamen Fischereipolitik (GFP) in Kraft getreten ist, wird für eine nachhaltigere und umweltgerechtere Bewirtschaftung auf die Umsetzung der folgenden Neuerungen gesetzt:

- ▶ Entwicklung von umweltschonenden Fangtechniken in der Fischereiforschung,
- ▶ Rückwurfverbot, welches durch die Mitgliedsstaaten schrittweise bis 2019 einzuführen ist und nur Ausnahmen unter strengen Bedingungen zulässt,
- ▶ sachgemäße Bewirtschaftung der Fischbestände bis 2015 bzw. 2020 auf einem Niveau, das langfristig einen höchstmöglichen Dauerertrag (= Maximum Sustainable Yield (MSY)) ermöglicht,
- ▶ jährliche Analyse von Fangkapazitäten der Mitgliedsstaaten zur Sicherstellung, dass Flotten-

kapazität und Fangmöglichkeiten im Gleichgewicht stehen,

- ▶ Verteilung der Fischereiquoten nach transparentem Verfahren mit ökologischen, sozialen und ökonomischen Kriterien,
- ▶ EU-Fangschiffe erhalten nur Zugang zu Überschüssen von Drittstaaten; EU-Regeln gelten auch in der externen Fischerei.

Es muss sich zeigen, ob diese neue Ausrichtung der GFP den Zustand der Bestände nachhaltig positiv beeinflusst. Bei einigen begutachteten Fischbeständen scheint sich die Lage langsam zu verbessern. Die EU-Kommission glaubt, die MSY-Fischerei sei ein realistisches und erreichbares Ziel, welches daher 2013 in die reformierte Grundordnung der GFP eingebracht wurde. Im Bereich des Nordost-Atlantiks erfolgt laut EU-Kommission zumindest die Befischung vieler pelagischer (im freien Wasser lebender) Bestände inzwischen auf MSY-Niveau. In der Ostsee sind durch Verhandlungen des regionalen Forums der nationalen Fischereidirektionen (BALTFISH) im Jahr 2013 positive Signale gesetzt worden. Sprotte, Dorsch in der östlichen Ostsee und Hering in der westlichen Ostsee sowie in der Bottnischen See werden inzwischen im Einklang mit dem MSY-Niveau befischt. Im Mittelmeer waren dagegen den Untersuchungen der Jahre 2010–2012 zufolge immer noch 85 von 113 Beständen (d. h. 75 %), die für die EU von Interesse sind, überfischt<sup>304</sup>.

Es ist weiterhin notwendig, Fischereiaktivitäten, insbesondere in den NATURA 2000-Gebieten der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone, adäquat zu regulieren, um die gefährdeten Populationen und Lebensräume an den deutschen Küsten zu erhalten. Um die festgelegten Schutzziele erreichen zu können, müssten Fischereien, laut Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU)<sup>306</sup>, zeitlich und räumlich beschränkt oder sogar vollständig ausgeschlossen werden. Diese notwendigen Beschränkungen betreffen insbesondere die Stellnetzfisherei zum Schutz von Walen und Seevögeln in Küstenregionen sowie den Einsatz von mobilen, grundberührenden Fanggeräten in Gebieten mit Riffen, Sandbänken und anderen besonderen Lebensräumen am Meeresboden.

Im Rahmen der MSRL werden auch in Deutschland seit 2008 verschiedene Programme zur Verbesserung des Umweltzustands der Meere

erarbeitet. Im 2016 veröffentlichten Bericht zum Maßnahmenprogramm<sup>307</sup> ist unter anderem die „Konzeption und Umsetzung eines Programms zur Öffentlichkeitsarbeit zum Thema ‚nachhaltige ökosystemgerechte Fischerei‘ mit dem Ziel der weiteren Verankerung des Themas im öffentlichen Bewusstsein und der Information darüber“ benannt. Damit sollen den Verbraucherinnen und Verbrauchern Wege zu bewusstem, nachhaltigem Konsum aufgezeigt werden.

Zur Unterstützung der nachhaltigen Fischerei ist die unabhängige „MSC“-Zertifizierung ein bekanntes Siegel, das Verbraucherinnen und Verbrauchern vermittelt, dass ihr gewählter Fisch von einer vorbildlich und verantwortungsvoll geführten Fischerei stammt. Für die Zertifizierung durch den „Marine Stewardship Council“ (MSC<sup>308</sup>) gelten drei Grundsätze: die Nachhaltigkeit der Zielbestände, das Aufrechterhalten der betroffenen Ökosysteme sowie ein effektives Fischereimanagement. Um den Anreiz der Optimierung zu einer nachhaltigen Fischerei zu setzen, wird erstmalig zertifizierten Betrieben, zum Beispiel in der niedersächsischen Muschelfischerei, eine Frist zur Erfüllung der festgesetzten Auflagen gegeben. Die Zertifizierungsstelle ist dazu verpflichtet, in den fünf Jahren der Gültigkeit eines MSC-Zertifikats jährliche Kontrollen durchzuführen. Dabei wird ermittelt, ob sich die Fischerei selbst, das Management der Fischerei oder relevante Umweltfaktoren beträchtlich geändert haben und inwiefern eventuelle an die Zertifizierung geknüpfte Bedingungen erfüllt werden.

### 6.7.2 Aquakultur

Es steht außer Frage, dass die Bedeutung der ökologischen Aquakultur wächst. Öko-Verbände wie Naturland bieten seit einiger Zeit Fisch aus ökologischer Aquakultur an.

Deutschland belegt dabei zwar den Spitzenplatz, doch ist diese Gesamtmenge verglichen mit Fisch aus konventioneller Zucht noch gering.

Bei der ökologischen Aquakultur sollten u. a. folgende Aspekte beachtet werden:

- ▶ Die Auswahl des Standortes muss für Zuchtfläche geeignet sein.
- ▶ Der Nachweis einer geringen Sterblichkeitsrate während der Zucht muss erbracht sein.
- ▶ Die Einhaltung der Wasserqualität muss gewährleistet sein, damit die Fische gute Lebensbedingungen haben.

Abbildung 79

### Symbol des MSC-Siegels



Quelle: Marine Stewardship Council

- ▶ Antibiotika dürfen nur unter medizinischer Überwachung und nur für erkrankte Tiere angewendet werden.
- ▶ Eines der wichtigsten Anliegen der ökologischen Aquakultur ist die Nachhaltigkeit der eingesetzten Futtermittel: Es sollte ein so weit wie möglich gehender Verzicht auf den Einsatz von konventionellem Fischmehl angestrebt werden.
- ▶ Der benötigte Anteil an tierischem Eiweißfutter stammt aus der Speisefischverarbeitung, wo reichlich Restfisch abfällt.

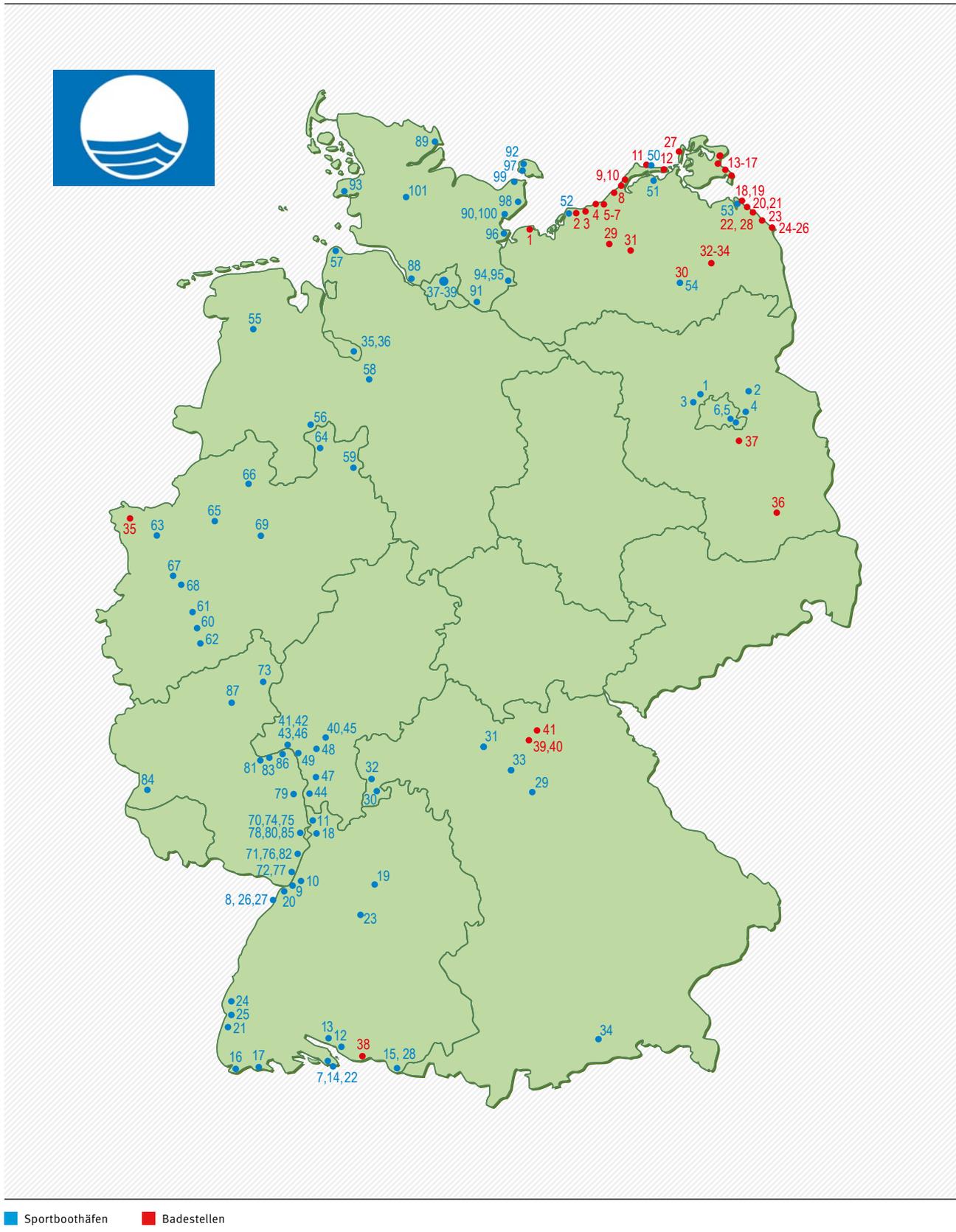
Die EU und gemeinnützige Organisationen haben den Anspruch, eine nachhaltige Aquakultur zu unterstützen. So hat 2009 die EU Kommission die Durchführungsbestimmungen für die ökologische Aquakultur zur neuen EU-Bio-Verordnung<sup>309</sup> verabschiedet. Damit gibt es erstmals eine europaweite gesetzliche Regelung für Biofisch und -meeresfrüchte. Seit einigen Jahren gibt es in Europa das „Aquaculture Stewardship Council“-Zertifikat (ASC). Das ASC-Zertifikat wurde von der Umweltstiftung World Wide Fund For Nature (WWF), verschiedenen Lebensmittelhandelsgesellschaften und Fischereiunternehmen initiiert.

2013 hat die Kommission strategische Leitlinien für die nachhaltige Entwicklung der Aquakultur in der EU veröffentlicht<sup>310</sup>. Die Leitlinien der EU Strategie zielen darauf ab, die Aquakulturtätigkeiten in den Mitgliedstaaten zu unterstützen und voranzutreiben. Die Leitlinien sehen u. a. die Verkürzung von Zulassungsverfahren vor.



Abbildung 80

### Karte der Badestellen (an Binnengewässern) und Sportboothäfen, die mit der blauen Flagge ausgezeichnet sind (2016)



Quelle: <http://www.blaue-flagge.de/Ausgezeichnete.html>

Inwieweit dies im Einklang mit den Prinzipien der ökologischen Aquakultur steht, muss die zukünftige Praxis zeigen.

Die ökologische Aquakultur könnte dazu beitragen, dass Fischzucht in ökologischer, sozialer und ökonomischer Hinsicht nachhaltiger gestaltet wird. Um das selbstgesetzte Ziel eines größeren Verbrauchervertrauens in die ökologische Aquakultur zu erreichen, braucht es jedoch anspruchsvolle europäische Regelungen.

## 6.8 Tourismus und Freizeitnutzung

### 6.8.1 Freizeitnutzung und Tourismus

Um negative Auswirkungen der Freizeitnutzung und des Tourismus auf Gewässer und Wasserressourcen zu vermeiden oder zu verringern, sind verschiedene Maßnahmen möglich:

- ▶ Einschränkung der Motorbootnutzung in ökologisch sensiblen Gewässern
- ▶ Schutz sensibler Uferbereiche vor Freizeitnutzungen
- ▶ Effiziente Bewässerung von Golfplätzen und Gartenanlagen durch Wiederverwendung von Wasser und wassersparende Bewässerungstechnik
- ▶ In Garten-/Parkanlagen Einsatz von Pflanzen mit geringem Bewässerungsbedarf angepasst an die jeweiligen klimatischen Gegebenheiten
- ▶ Sensibilisierungsmaßnahmen, z. B. für umweltverträgliches Verhalten beim Tauchen, beim Wassersport und bei der Wassernutzung im Urlaub
- ▶ Saisonal angepasstes Verhalten, z. B. um eine ungestörte Brut von Wasservögeln zu ermöglichen
- ▶ Beschneidung von Skipisten ohne Einsatz von Zusatzstoffen

In Urlaubsunterkünften bestehen u. a. folgende Wassersparmaßnahmen

- ▶ Mehrfachnutzung der Handtücher und Bettwäsche
- ▶ Wassersparende Armaturen
- ▶ Aufbereitung und Nutzung von Regen- und Grauwasser z. B. für die Gartenbewässerung, Toilettenspülung
- ▶ Nutzung von Zertifizierungssystemen, z. B. EU-Umweltmanagement Zertifikat EMAS<sup>311</sup> für Beherbergung oder Umweltzertifikat Blaue Flagge für Badestellen und Marinas

- ▶ Sensibilisierung der Urlauber und Urlauberinnen

In Deutschland haben im Jahr 2016 insgesamt 43 Badestellen und 109 Marinas eine Zertifizierung mit der Blauen Flagge erhalten<sup>312</sup>. Die Zertifizierung wird derzeit in 49 Ländern weltweit für über 4.200 Badestellen und Marinas verliehen.

### 6.8.2 Baden

Baden an natürlichen Gewässern kann mit einigen gesundheitlichen Risiken verbunden sein. Das Gefahrenpotenzial reicht von Schnittverletzungen, Schürfwunden bis hin zum Ertrinken. Gelangen bestimmte Krankheitserreger – zum Beispiel durch Abwassereinleitungen (siehe Kap. 3.1.4), Regenwassereinleitungen (siehe Kap. 3.1.6) oder Abschwemmungen aus der Landwirtschaft (siehe Kap. 3.2.2) – in das Gewässer, können Erkrankungen wie Fieber, Erbrechen und Durchfall direkt vom Wasser herrühren.

Damit die vom Gewässer ausgehenden gesundheitlichen Risiken möglichst gering und unter Kontrolle bleiben, werden Badegewässer an Seen, Flüssen und an den Küsten von Nord- und Ostsee vor und während der Badesaison – in Deutschland auf Länderebene – regelmäßig kontrolliert.

Seit der Badesaison 2008 werden die Badegewässer auf der Grundlage der neuen EG-Badegewässerrichtlinie<sup>213</sup> überwacht. Zum Schutz der Badenden vor Infektionskrankheiten müssen nach dieser Richtlinie zwei mikrobiologische Parameter als Indikatoren für Krankheitserreger regelmäßig untersucht werden: die Bakterien „Escherichia coli“ (*E. coli*) und „Intestinale Enterokokken“. Diese in der Regel harmlosen Bakterien kommen im Darm von Mensch und Tier vor, gelangen mit fäkalbelasteten Abwässern in die Gewässer und weisen auf entsprechende Verschmutzungen hin. Je nach Höhe der Verschmutzung wird die Wasserqualität der Badegewässer mit „sehr gut“, „gut“, „befriedigend“ oder „mangelhaft“ bewertet.

Die neue Badegewässerrichtlinie fordert außerdem ein aktives Management der Badegewässer durch Erstellung von so genannten Badegewässerprofilen, die unter anderem alle Verschmutzungsquellen, die die Qualität des Wassers beeinflussen könnten, und mögliche Probleme mit Cyanobakterien aufzeigen sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität darstellen.



Weitere Hinweise zur Qualität der Badegewässer finden sich in Kapitel 4.1.3 und in dem UBA-Ratgeber „Rund um das Badewasser“<sup>314</sup>.

## 6.9 Kunststoffe im Meer

Der Eintrag von Müll in die Meere, insbesondere von Kunststoffen, nimmt weltweit zu. Der Müll in den Weltozeanen beeinträchtigt Meeresökosysteme einschließlich der darin lebenden Meereslebewesen und Seevögel (siehe Kap. 3.8.1). Auf verschiedenen politischen Ebenen wurden und werden zur Bekämpfung des Meeressmülls Resolutionen, Aktionspläne und Maßnahmenprogramme verabschiedet.

Die Abschlussresolution „Die Zukunft, die wir wollen“ des UN-Gipfels Rio+20 im Jahr 2012 besagt in Artikel 163 „Wir verpflichten uns ferner, auf der Grundlage der gesammelten wissenschaftlichen Daten Maßnahmen zu ergreifen, um den Meeressmüll bis 2025 erheblich zu verringern und so eine Schädigung der Küsten- und Meeresumwelt zu verhindern.“ Auch im Rahmen des ersten und zweiten Treffens der Umweltversammlung der Vereinten Nationen 2014 und 2016 (UN Environment Assembly (UNEA)) wurden zwei Resolutionen zum Thema Vermüllung der Meere verabschiedet. In diesen werden die Aufarbeitung von Wissenslücken über die Eintragswege und Auswirkungen von Meeressmüll sowie die Erarbeitung von regionalen Maßnahmen gefordert.

Im Juni 2015 sowie im Juli 2017 wurden unter deutscher Federführung ein G7-Aktionsplan beziehungsweise ein G20-Aktionsplan zur Bekämpfung von Meeressmüll angenommen. Beide Aktionspläne decken ein breites Handlungsspektrum ab und sehen Maßnahmen für Eintragsquellen an Land und auf See vor, behandeln die Frage der Entfernung des Mülls aus dem Meer und beschreiben Aktivitäten im Bereich Forschung und Öffentlichkeitsarbeit. Sie unterstreichen die Notwendigkeit einer engen regionalen Zusammenarbeit, um den Eintrag weiterer Abfälle ins Meer zu vermeiden und sehen unter anderem vor, eine stärkere Bewusstseinsbildung für das Thema zu erreichen, damit Abfälle nicht länger als Müll, sondern als Ressource begriffen werden. Der G20-Aktionsplan konzentriert sich dabei insbesondere auf Maßnahmen zu Abfallvermeidung, Abfallmanagement sowie Ressourceneffizienz

und bezieht dabei sozio-ökonomische Aspekte, Bewusstseinsbildung und Forschung mit ein.

Ziel einer internationalen Konferenz zum Thema Meeressmüll im April 2013, die vom UBA im Auftrag des BMU gemeinsam mit der Europäischen Kommission in Berlin veranstaltet wurde, war die Initiierung oder Weiterentwicklung regionaler Aktionspläne zur Vermeidung weiterer Einträge und Reduktionen vorhandener Abfälle für die europäischen Meeresregionen Nordost-Atlantik, Ostsee, Mittelmeer und Schwarzes Meer. Die Aktionspläne gegen Meeressmüll für den Nordost-Atlantik und die Ostsee, die im Rahmen des OSPAR- und des HELCOM-Übereinkommens jeweils unter deutscher Federführung erarbeitet und im Jahr 2014 beziehungsweise 2015 verabschiedet wurden, sehen zahlreiche Maßnahmen zu den wesentlichen land- und seeseitigen Quellen vor. Je nach Region werden unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt, die sich an den Haupteintragswegen und häufig auftretenden Meeressmüllarten orientieren. Visionäres Ziel beider Pläne ist es, dass künftig keine Abfälle mehr in die Meere gelangen und ein Teil des bereits im Meer befindlichen Mülls entfernt wird.

Die Handlungsfelder für landseitige Eintragsquellen decken unter anderem eine Verbesserung von Abfallvermeidung und -management sowie die Entwicklung von Maßnahmen für Veränderungen des Materials oder Designs von Produkten mit einem Gefährdungspotential für die Meeresumwelt ab. Überdies sind die Reduzierungen von Einwegverpackungen, die Entwicklung von nachhaltigen Verpackungsmaterialien sowie die Vermeidung des Einsatzes und die Reduzierung der Einträge von Mikroplastikpartikeln in Produkten wie Kosmetik, Reinigungs- und Strahlmitteln vorgesehen.

Zur Verminderung seeseitiger Einträge von Meeressmüll wird eine Verbesserung der Regelungen zu Hafenauffangeinrichtungen zur Entsorgung von Schiffsabfällen angestrebt. In vielen Ostseehäfen ist ein „No-Special-Fee“-System eingeführt worden (siehe auch Kap. 6.6.2). Dieses System erhebt keine gesonderten Müllentsorgungskosten, sondern deckt diese durch allgemeine Hafengebühren ab. Dies bedeutet, dass alle Schiffe eine generelle Gebühr für die Hafenbenutzung zahlen, unabhängig davon, ob und wieviel Müll sie anlanden. Dadurch wird die Motivation für illegale Entsorgung auf See vermindert. Darüber

hinaus sollen bewährte Vorgehensweisen zur Verminderung von Abfällen aus dem Fischereisektor erarbeitet und zusammengestellt werden.

Die Maßnahmen für die Entfernung vorhandenen Mülls aus der Meeresumwelt sehen die umfassende Etablierung der „Fishing-For-Litter“-Initiative, Reinigungsaktionen in der Meeresumwelt (und Flüssen) von Meeresmüll einschließlich Fischereigerät vor.

Die verschiedenen quellenbezogenen Maßnahmen werden durch bewussteinbildende Maßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit ergänzt. So ist zum Beispiel vorgesehen, eine Kommunikationsstrategie zu erarbeiten und Informations- sowie Bildungsmaterial in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Organisationen, Berufsgenossenschaften und pädagogischen Einrichtungen bereitzustellen.

Die Interest Group Plastics ist eine seit Oktober 2016 bestehende Arbeitsgruppe des Netzwerks der europäischen Umweltagenturen (EPA – Netzwerk) und arbeitet zu landseitigen Kunststoffeinträgen in die Umwelt. Derzeit liegt der Fokus vorrangig auf der Ende 2017 erwarteten EU Plastics Strategy. Die Geschäftsführung der Gruppe hat das Umweltbundesamt inne. Neben der Veröffentlichung eines Diskussionspapiers im April dieses Jahres veranstaltete die IG Plastics gemeinsam mit der Kommission, dem UBA und UBA Österreich die Expertenkonferenz „Recommendations towards the EU Plastics Strategy“ in Brüssel.

Das nationale Maßnahmenprogramm im Rahmen der MSRL (am 31.03.2016 an die EU Kommission berichtet) sieht für das nationale Umweltziel „Meere ohne Belastung durch Abfall“ folgende Aktionsfelder vor:

- ▶ Verankerung des Themas Meeresmüll in Lehrzielen, -plänen und -material
- ▶ Modifikation/Substitution von Produkten unter Berücksichtigung einer ökobilanzierten Gesamtbetrachtung
- ▶ Vermeidung des Einsatzes von primären Mikroplastikpartikeln
- ▶ Reduktion der Einträge von Kunststoffmüll, z. B. Plastikverpackungen in die Meeresumwelt
- ▶ Müllbezogene Maßnahmen zu Fischereinetzen und -geräten
- ▶ Etablierung des „Fishing-for-Litter“ Konzepts
- ▶ Reduzierung bereits vorhandenen Mülls im Meer
- ▶ Reduzierung des Plastikmüllaufkommens durch kommunale Vorgaben

- ▶ Reduzierung der Emission und des Eintrags von Mikroplastikpartikeln

Einige der in den Regionalen Aktionsplänen sowie im Maßnahmenprogramm der Meeresstrategierahmenrichtlinie vorgesehenen Handlungsoptionen werden, zumindest in Teilaspekten, bereits umgesetzt. So beteiligen sich mittlerweile 14 Häfen an der „Fishing-for-Litter“-Initiative in deutschen Nord- und Ostseehäfen. Der gesammelte Müll wird sortiert und analysiert, um wichtige Informationen zur Herkunft und Zusammensetzung der Abfälle zu sammeln. Das „Fishing-for-Litter“-Projekt wurde durch eine UBA/BMU-Verbandförderung des Naturschutzbund e. V. (NABU) initiiert und in Folge durch die Küstenbundesländer unter weiterer Koordination des NABU etabliert.

Seit 2013 gibt es eine freiwillige Vereinbarung der Kosmetikindustrie zum Ausstieg aus der Verwertung von Mikroplastikpartikeln in kosmetischen Produkten. In Zahnpasten wird mittlerweile kein Mikroplastik mehr eingesetzt. Spätestens bis 2020 soll in Kosmetika kein Mikroplastik mehr eingesetzt werden.

Der Runde Tisch Meeresmüll soll die Umsetzung des nationalen Maßnahmenprogrammes unterstützen und darüber hinaus weitere Handlungsnotwendigkeiten identifizieren sowie konkretisieren. Er wurde durch die Bundesumweltministerin, den niedersächsischen Umweltminister und die Präsidentin des Umweltbundesamtes am 18. März 2016 ins Leben gerufen. Der Runde Tisch Meeresmüll zielt auf eine breite Beteiligung aller relevanten Interessensvertreter ab. Es nehmen rund 150 Experten und Expertinnen u. a. aus Fischerei und Schifffahrt, Kunststoffindustrie, Abwassermanagement, Kosmetik- sowie Reifenindustrie, Einzelhandel, Wissenschaft, Behörden und Politik, Tourismus, Umweltverbänden und Kunst teil.

## 6.10 Anpassung an den Klimawandel

### 6.10.1 Möglichkeiten der Anpassung im Handlungsfeld Wasserwirtschaft

Die Diskussion um geeignete Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel wird international wie national intensiv geführt. Den übergreifenden Rahmen über alle Handlungsfelder bildet



in Deutschland die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS). In der DAS werden 15 Handlungsfelder beleuchtet, neben z. B. Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe, menschliche Gesundheit auch der Bereich Wasser, Hochwasser- und Küstenschutz. Mit Fokus auf die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft und mögliche Anpassungsoptionen aktualisiert eine Expertengruppe der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) ein entsprechendes Strategiepapier, in dem eine Bestandsaufnahme und konkrete Handlungsempfehlungen enthalten sein werden<sup>315</sup>.

Es ist schwierig, eine Aussage zur Effektivität von Anpassungsmaßnahmen vor dem Hintergrund der bestehenden wissenschaftlichen Unsicherheiten über das Ausmaß, das Eintreten von Klimafolgen und die konkreten örtlichen Auswirkungen des Klimawandels zu treffen. Dennoch ist sich die Wissenschaft einig, dass bereits heute wichtige Schritte zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel eingeleitet werden müssen. Dabei handelt es sich häufig nicht um neu entwickelte Anpassungsmaßnahmen. Gerade in der Wasserwirtschaft gibt es vielfältige Maßnahmen, die anders kombiniert oder dimensioniert eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels erreichen können. Es ist grundsätzlich vorteilhaft, mit einem Ensemble von Szenarien und Regionalisierungsmodellen zu arbeiten. So können zuerst Aussagen über Richtung und Spannbreite der Klimaänderung getroffen werden, z. B. in welchem Ausmaß der Niederschlag in einer Region zu- oder abnimmt, und darauf aufbauend die notwendige Ausgestaltung von Maßnahmen abgeleitet werden.

Dennoch bleiben Unsicherheiten bestehen. Daher sollten wasserwirtschaftliche Maßnahmen unter den Rahmenbedingungen des Klimawandels folgende Anforderungen erfüllen:

- ▶ Sie sollen flexibel sein. Es muss die Möglichkeit bestehen, eine Maßnahme zu ergänzen oder nachzujustieren.
- ▶ Sie sollen robust sein. Sollte sich der Klimawandel nicht wie erwartet auswirken, sollte die Maßnahme ihre Wirksamkeit trotzdem entfalten können.
- ▶ Sie sollen effektiv sein. Die gewählte Maßnahme muss in der Lage sein, die negativen Auswirkungen des Klimawandels möglichst direkt und wirksam einzudämmen.
- ▶ Sie sollen im günstigsten Fall so konzipiert

sein, dass damit mehrere Ziele adressiert werden, z. B. der Wasserwirtschaft und des Naturschutzes.

Diese Punkte sollten in der Planungsphase von Maßnahmen koordiniert geprüft werden. Das UBA erstellt dazu ein Tool zum Klimacheck, das dem Screening von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen dient. Das Screeningtool fragt zum einen ab, inwieweit sich die einer Maßnahme zugrundeliegende Belastung durch den Klimawandel ändert, und zum anderen welche der o. g. Kriterien, z. B. Klimarobustheit, die Maßnahme erfüllt. Folgende Prüfbereiche werden mit dem Screeningtool betrachtet:

Das Ergebnis bildet die Antworten auf die einzelnen Fragen transparent ab. So kann neben anderen planungsrelevanten Kriterien auch das Zusammenspiel der Maßnahme mit dem Klimawandel in die Entscheidung für oder gegen eine Maßnahme einfließen.

#### 6.10.2 Beispiele für Anpassungsmaßnahmen in der Wasserwirtschaft Trinkwasserversorgung

Die Trinkwasserversorgung wird bereits heute in einigen Gegenden aufgrund von Qualitätsproblemen nicht ausschließlich ortsnah aus eigenen Ressourcen gedeckt. Ergänzend erfolgt die Versorgung aus Talsperren (z. B. Sachsen, Thüringen) und durch Fernwasserversorgungen. Voraussichtlich wird es für Deutschland auch unter geänderten Klimabedingungen keine grundsätzlichen Probleme mit der Trinkwasserversorgung geben. Regionale Engpässe, insbesondere bei länger anhaltenden Trockenperioden, sind jedoch nicht auszuschließen.

Zur Unterstützung der Neubildung von Grundwasser, der wichtigsten Trinkwasserressource in Deutschland, sind vor allem Maßnahmen geeignet, die eine Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts bewirken. Hervorzuheben ist insbesondere eine Reduzierung der Flächenversiegelung sowie die dezentrale Versickerung von Regenwasser (siehe Kap. 6.2.5).

#### Hochwasserrisikomanagement

Um die durch Hochwasser verursachten Schäden auch unter den Bedingungen des klimatischen Wandels zu begrenzen, sind frühzeitig Anpassungsmaßnahmen erforderlich. So sind die bereits beschlossenen Maßnahmen, wie

Tabelle 13

**Elemente des Screeningtools für wasserwirtschaftliche Maßnahmen**

Prüfbereich	Fragenkomplex	Anmerkung
<b>Klimarobustheit</b>	Fragenkomplex 1: Relevanz der Maßnahmen	Dieser Fragenkomplex prüft, ob die Maßnahme unter veränderten klimatischen Bedingungen überhaupt noch relevant ist (Einzelabfrage von Klimafolgen).
	Fragenkomplex 2: Wirksamkeit der Maßnahmen	Dieser Fragenkomplex prüft, wie sich die Wirksamkeit der Maßnahme unter veränderten klimatischen Bedingungen verändert (keine Kosten-Nutzen-Analyse vorgesehen)
	Fragenkomplex 3: Flexibilität und Reversibilität der Maßnahmen	Dieser Fragenkomplex prüft, inwieweit die Maßnahme flexibel und an veränderte klimatische Bedingungen anpassbar ist
	Fragenkomplex 4: Wechselwirkungen	Mit diesem Fragenkomplex soll untersucht werden, ob sich die Maßnahme zukünftig positiv oder negativ auf andere Ökosysteme bzw. Tätigkeiten in wasserwirtschaftlich relevanten Sektoren auswirkt
<b>Auswirkung auf den Klimawandel</b>	Fragenkomplex 5: Verschärfung des Klimawandels	Mit diesem Fragenkomplex soll untersucht werden, ob die Maßnahme den Klimawandel verschärft, d. h. zur Freisetzung zusätzlicher Treibhausgase führt.

Quelle: Umweltbundesamt

zum Beispiel das Nationale Hochwasserschutzprogramm sowie die vielen Maßnahmen aus den Hochwasserrisikomanagementplänen der Flussgebiete (siehe Kap. 5.5) zügig umzusetzen. In der Bewertung des Hochwasserrisikos sollen bereits mögliche Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden, so fordert es die HWRM-RL. Basis hierfür ist die regelmäßige Überprüfung der Planungsgrundlagen. Spezielle technische Hochwasserschutzmaßnahmen, z. B. Deiche, sollten zukünftig die Auswirkungen des Klimawandels, z. B. durch einen Klimafaktor, berücksichtigen. Erste Beispiele für die Anwendung von Klimafaktoren oder Klimazuschläge gibt es in den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg für Flussdeiche sowie in Schleswig-Holstein für Sturmflutdeiche. Es sind aber nicht nur Anpassungen auf technischer Ebene erforderlich, es bedarf darüber hinaus einer verstärkten gesellschaftlichen Diskussion, welches Risiko einer Überschwemmung toleriert werden kann. Grundlage hierfür ist die Darstellung von Hochwassergefahren und -risiken für verschiedene Hochwasserszenarien in Karten. In Verbindung mit Kosten-Nutzen-Betrachtungen kann eine Einigung über differenzierte Schutzniveaus erzielt

werden, was weitere Optionen für ein an den Klimawandel angepasstes Hochwasserrisikomanagement eröffnet (siehe Kap. 5.5).

**Umgang mit Starkregen**

Kennzeichnend für Starkregen ist, dass innerhalb kurzer Zeit extreme Niederschläge fallen, die unabhängig von einem Fluss oder Bach zu Überflutungen mit schweren Schäden führen können. Starkregenereignisse rechtzeitig vorherzusagen, ist heute noch schwierig. Extrem heftige Niederschläge können im Prinzip überall in Deutschland auftreten. Projektionen zeigen, dass in Folge des Klimawandels Starkregenereignisse in Deutschland wahrscheinlich häufiger auftreten werden (siehe Kap. 3.1.6). Schäden durch heftige Regenereignisse können durch eine ganze Reihe von Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen reduziert werden.

Mögliche Maßnahmen sind zum Beispiel:

- ▶ Eine Verlängerung der Vorhersagezeiten gibt mehr Raum für Vorbereitungen.
- ▶ Die Erstellung von Starkregenkarten kann Gefahrenschwerpunkte aufzeigen.
- ▶ Die Ausnutzung von Rückhalteraum in der



Kanalisation kann Überflutungen aus der Kanalisation und insbesondere den Überlauf der Mischwasserkanalisation in Gewässer eindämmen.

- ▶ Die bauliche Sicherung von Kellerfenstern und die Erhöhung von Lichtschächten für Untergeschosse verhindert das Eindringen von Regenwasser.
- ▶ Eine durchdachte städtebauliche Gestaltung kann weitere Retentionsräume durch die Mehrfachnutzung von Flächen schaffen.
- ▶ Umfassende Information der Bevölkerung stärkt die Eigenvorsorge und verhindert, dass Menschen sich, z. B. in überspülten Kellern oder Unterführungen in Gefahr begeben.

Der Bund und die Bundesländer erarbeiten momentan gemeinsam eine nationale Strategie für ein effektives Starkregenmanagement.

### Umgang mit Niedrigwasser

Infolge der klimatischen Veränderungen können zukünftig häufiger Nutzungskonflikte beim Umgang mit Niedrigwasserereignissen auftreten. Fließgewässer werden vielfältig, z. B. für die Schifffahrt, zur Energiegewinnung aus Wasserkraft oder zur Bereitstellung von Kühlwasser genutzt. Um die Belastungen für die Gewässer und die aquatischen Lebensgemeinschaften z. B. durch Aufwärmung zu begrenzen, können u. a. Nutzungsbeschränkungen notwendig werden. Eine veränderte Steuerung von Talsperren kann eine Entlastung sowohl bei Hochwasserereignissen als auch bei Niedrigwasser erreichen. Insgesamt tragen eine Verbesserung der morphologischen Strukturen von Gewässern, die die Selbstreinigungskräfte stärken, sowie eine Verbesserung der Abwasserbehandlung (siehe Kap. 6.2.2) zu einer verringerten „Verwundbarkeit“ von Gewässern gegenüber niedrigen Wasserständen bei (siehe Kap. 6.5.1 zur Kühlwassernutzung).

- 204 Verordnung über die Qualität des Wassers für den menschlichen Gebrauch, neugefasst durch Bekanntmachung vom 10. März 2016, BGBl. I S. 459, geändert am 18. Juli 2016, BGBl. I S. 1666, 1668, (BGBl. I S. 459), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2615)
- 205 Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), geändert durch Artikel 4 Absatz 20 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2615)
- 206 Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. Juni 2013 (BGBl. I S. 1426), geändert durch Artikel 4 Absatz 19 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147)
- 207 Richtlinie 98/83/EG des Rates über die Qualität des Wassers für den menschlichen Gebrauch vom 3. November 1998, ABl. EG L 330 S. 32, geändert am 7. Oktober 2015, ABl. L 260 S. 6
- 208 BAnz AT 28.08.2014 B2
- 209 Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung Nr. 110 vom 21.03.2014, [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2014/03/PD14\\_110\\_322.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2014/03/PD14_110_322.html)
- 210 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31.07.2009, BGBl. I S. 2585, geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4.08.2016 (BGBl. I S. 1972), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771)
- 211 Definiert in § 3 Nr. 11 WHG
- 212 Verordnung über die Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (AbwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.6.2004, BGBl. I S. 1108, geändert durch Art. 1 V v. 1.6.2016, S. 1290, zuletzt geändert durch Artikel 121 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626)
- 213 Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21.5.1991, ABl. Nr. L 135, S. 40 ff., geändert durch VO (EG) Nr. 1137/2008 des EP und des Rates vom 22.10.2008, ABl. Nr. L 311 S. 1, 14, zuletzt geändert durch Artikel 1 der Richtlinie 2013/64/EU des Rates zur Änderung der Richtlinie 91/271/EWG und 1999/74/EG des Rates am 17. Dezember 2013 (ABl. EU Nr. L 353 S. 8)
- 214 Richtlinie 2010/75/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 24.11.2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)
- 215 Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer vom 18. Januar 2005 (BGBl. I S. 114), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 1. Juni 2016 (BGBl. I S. 1290)
- 216 Anlage zu § 3 AbwAG
- 217 Umweltbundesamt (2015): Organische Mikroverunreinigungen in Gewässern – vierte Reinigungsstufe für weniger Einträge [www.umweltbundesamt.de/publikationen/organische-mikroverunreinigungen-in-gewaessern](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/organische-mikroverunreinigungen-in-gewaessern)
- 218 Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Mai 2017)
- 219 Die Absicht zum weitgehenden Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Klärschlammausbringung wurde im Koalitionsvertrag vom 27. November 2013 festgehalten. [https://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_Anlagen/2013/2013-12-17-koalitionsvertrag.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2013/2013-12-17-koalitionsvertrag.pdf?__blob=publicationFile), S. 120
- 220 Klärschlammverordnung (AbfKlärV), Ausfertigungsdatum: 15.04.1992, Stand Juli 2017: Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung. Drucksache 18u/12495 vom 24.05.2017
- 221 Düngemittelverordnung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305) geändert worden ist
- 222 Der Begriff der „thermischen Entsorgung“ von Klärschlamm umfasst allgemein die Entsorgung in Monoverbrennungsanlagen (einschließlich Vergasungsanlagen), die Mitverbrennung in Kohlekraftwerken

- und die Mitverbrennung in Zementwerken sowie einigen Abfallverbrennungsanlagen. Die im Klärschlamm enthaltenen Inhaltsstoffe werden hierbei möglichst stofflich und/oder energetische genutzt.
- 223 Wasserwirtschaft: Klärschlamm Entsorgung aus der öffentlichen Abwasserbehandlung (2015), [www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/Tabellen/TabellenKlaerschlammverwertungsart.html](http://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/Tabellen/TabellenKlaerschlammverwertungsart.html)
- 224 Stand Juli 2017: Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung. Drucksache 18/12495 vom 24.05.2017
- 225 Wiechmann, B, Dienemann, C., Kabbe, C., Brandt, S., Vogel, I., Roskosch, A. (2013): Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, [www.umweltbundesamt.de/publikationen/klaerschlamm-entsorgung-in-bundesrepublik](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klaerschlamm-entsorgung-in-bundesrepublik)
- 226 <https://www.bmu.de/pressemitteilung/deutschland-soll-phosphor-aus-klaerschlamm-gewinnen/> 18.01.2017
- 227 <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/Tabellen/TabellenKlaerschlammverwertungsart.html>
- 228 [www.europa.eu/rapid/press-release\\_IP-14-599\\_de.htm](http://www.europa.eu/rapid/press-release_IP-14-599_de.htm)
- 229 [www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate\\_rock/mcs-2016-phosp.pdf](http://www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/mcs-2016-phosp.pdf)  
[www.ec.europa.eu/environment/consultations/pdf/phosphorus/DE.pdf](http://www.ec.europa.eu/environment/consultations/pdf/phosphorus/DE.pdf)
- 230 Statistisches Bundesamt (2016): Persönliche Mitteilung zu Erhebung über Gewinnung, Verwendung und Abgabe von Klärgas vom 01.08.2016.
- 231 Statistisches Bundesamt – Pressemitteilung Nr. 266 vom 29.07.2016, [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/07/PD16\\_266\\_433pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/07/PD16_266_433pdf.pdf?__blob=publicationFile)
- 232 [www.umweltinnovationsprogramm.de](http://www.umweltinnovationsprogramm.de)
- 233 Müller, E. A.; Butz, J.; (2010) Abwasserwärmenutzung in Deutschland Aktueller Stand und Ausblick; KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 57; (5)
- 234 Neuartige Sanitärsysteme – Begriffe, Stoffströme, Behandlung von Schwarz-, Braun-, Gelb-, Grau- und Regenwasser, Stoffliche Nutzung – Weiterbildendes Studium „Wasser und Umwelt“, Bauhaus-Universität Weimar; 2015
- 235 von Horn, J., Maurer, M., Londong, J. (2016): Welche neuartigen Sanitärsystemen (NASS) sind für Deutschland besonders Erfolg versprechend? Korrespondenz Abwasser Abfall, 60 (8).
- 236 Die Rigole ist eine Schicht aus Kies, die das ankommende Niederschlagswasser speichert und in den Boden einleitet (versickert). Ein Geotextil schützt sie vor Beschädigung durch Wurzelwachstum.
- 237 § 55 Abs. 2 WHG
- 238 § 50 Abs. 1 WHG
- 239 <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/Wasserwirtschaft.html>
- 240 AQUAREC Deliverable D19; Wintgens, Hochstrat 2006 (S. 25)
- 241 NLWKN (2017): Regionaler Themenbericht: Rückstände von Arznei- und Röntgenkontrastmitteln im Grund- und Oberflächenwasser – Wiederholende und ergänzende Untersuchung in Abwasser- bzw. Klärschlammverregnungsgebieten im Raum Braunschweig-Wolfsburg (Band 30).
- 242 Seis, W., Lesjean, B., Maaßen, S., Balla, D., Hochstrat, R., Düppenbecker, B. (2016): Rahmenbedingungen für die umweltgerechte Nutzung von behandeltem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung, UBA-Texte| 34/2016, <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/rahmenbedingungen-fuer-die-umweltgerechte-nutzung>
- 243 Londong, J. et al. (2009): Neuartige Sanitärsysteme – Begriffe, Stoffströme, Behandlung von Schwarz-, Braun-, Gelb-, Grau- und Regenwasser, Stoffliche Nutzung – Weiterbildendes Studium „Wasser und Umwelt“, VDG Bauhaus-Universitätsverlag, Weimar
- 244 Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305)
- 245 Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung der Gewässer durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, ABL. EG L 375, S. 1, zuletzt geändert am 11. Dezember 2008, ABL. L 311, S.1.
- 246 Düngegesetz vom 9. Januar 2009 (BGBl. I S. 54, 136), das zuletzt durch Artikel 370 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- 247 Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305)
- 248 Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directive 79/117/EEC and 91/414/EEC.
- 249 Pflanzenschutzgesetz vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148, 1281), das durch Artikel 4 Absatz 84 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist.
- 250 Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz (BAnz. Nr. 220a vom 21.11.1998)
- 251 Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. August 2016 (BGBl. I S. 1972) geändert
- 252 Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt durch Artikel 101 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert
- 253 BMELV (2001): Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Erosion. Bonn.
- 254 vgl. §§ 3 und 17 BBodSchG
- 255 Verordnung (EU) Nr. 73/2003 des Rates vom 19.01.2009 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der GAP
- 256 Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17.12.2013, ländliche Entwicklung.
- 257 Umweltbundesamt: Kleine Fließgewässer pflegen und entwickeln – Neue Wege der Gewässerunterhaltung. 2009, <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3747.pdf>



- 258 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA): Neue Wege der Gewässerunterhaltung – Pflege und Entwicklung von Fließgewässern. Merkblatt DWA-M 610. 2010. S. 422.
- 259 vgl. Anhang III, Nr. 9 der IE-RL
- 260 vgl. Nr. 9 der Anlage 1 des WHG
- 261 BGBl. 2017, Teil 1 Nr. 22 (S. 905–955), ausgegeben zu Bonn am 21. April 2017
- 262 Bundesanzeiger, Jahrgang 51, Nummer 98a, 29. Mai 1999; Bundesanzeiger, Jahrgang 57, Nummer 142a, 30. Juli 2005; <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/wassergefaehrdennde-stoffe>
- 263 <http://webrigoletto.uba.de/rigoletto/public/welcome.do>
- 264 Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung - 12. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Juni 2005 (BGBl. I S. 1598), zuletzt durch Artikel 79 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474), [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimsv\\_12\\_2000/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimsv_12_2000/gesamt.pdf)
- 265 Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4 Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates (ABL L197 vom 24.7.2012, S. 1) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0018&rid=1>
- 266 LAWÄ (2012): Grundlagen für die Beurteilung von Kühlwassereinleitungen in Gewässer, Stand 31.07.2012.
- 267 DGG/DGGT-Arbeitskreis Geothermie (2015): Empfehlungen Oberflächennahe Geothermie – Planung, Bau, Betrieb und Überwachung – EA Geothermie. Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT) und der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften e. V. (DGG), Ernst & Sohn.
- 268 1. Plenefisch T., Brückner L., Ceranna L., Gestermann N., Houben G., Tischner T., Wegler U., Wellbrink M., Bönnemann C., (2015): Tiefe Geothermie – mögliche Umweltauswirkungen infolge hydraulischer und chemischer Stimulationen, Texte 104/2015, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte\\_104\\_2015\\_tiefe\\_geothermie.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_104_2015_tiefe_geothermie.pdf) 2. Frick, S.; Schröder, G.; Rychtyk, M., Bohnenschäfer W., Kaltschmitt, M. (2007): Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung – Analyse und Bewertung der klein- und großräumigen Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung, Forschungsprojekt FKZ 205 42 110 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Abschlussbericht, Institut für Energetik und Umwelt Leipzig.
- 269 BGBl. I 2012, S. 1726
- 270 Gesetz zur Änderung wasser- und naturschutzrechtlicher Vorschriften zur Untersagung und zur Risikominimierung bei den Verfahren der Fracking-Technologie vom 4. August 2016, BGBl. I S. 1972
- 271 Gesetz zur Ausdehnung der Bergschadenshaftung auf den Bohrlochbergbau und Kavernen vom 4. August 2016, BGBl. I S. 1962. Verordnung zur Einführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen und über bergbauliche Anforderungen beim Einsatz der Fracking-Technologie und Tiefbohrungen vom 4. August 2016, BGBl. I S. 1957.
- 272 In Deutschland wird Fracking in Schiefer-, Ton- und Mergelgesteinen oder Kohleflözgesteinen als unkonventionelles Fracking bezeichnet und ist weitgehend vergleichbar mit dem sog. „high volume hydrofracking“, auf das sich die Mindestempfehlungen 2014/70/EU der EU-Kommission beziehen – <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014H0070>
- 273 UBA (2014): Fracking zur Schiefergasförderung – Eine energie- und umweltfachliche Einschätzung; Umweltbundesamt, Position November 2014, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/fracking-zur-schiefergasfoerderung>
- 274 Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 22. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3106) geändert
- 275 [https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/awz/Dokumente/schallschutzkonzept\\_BMU.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/awz/Dokumente/schallschutzkonzept_BMU.pdf)
- 276 Richtlinie 2013/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juni 2013 über die Sicherheit von Offshore-Erdöl- und -Erdgasaktivitäten und zur Änderung der Richtlinie 2004/35/EG.
- 277 WHG §§ 33 – 35
- 278 Umweltbundesamt (2015): Forum „Fischschutz und Fischabstieg“ - Empfehlungen und Ergebnisse des Forums. In: UBA TEXTE 97/2015. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/forum-fischschutz-fischabstieg> Auftragnehmer: Ecologic Institut, Berlin. Eleftheria Kampa, Ulf Stein.
- 279 UBA (2013): Globale Landflächen und Biomassen nachhaltig und ressourcenschonend nutzen. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/globale-landflaechen-biomasse>
- 280 Mit dem EEG 2014 entfielen die Einsatzstoffvergütungsklassen und damit die erhöhte Vergütung für den Einsatz von z. B. Nachwachsenden Rohstoffen (Nawaro). Mit dem EEG 2012 wurde der Einsatz von Mais und Getreidekorn auf 60 % beschränkt. Dieser „Maisdeckel“ wurde mit dem EEG 2017 auf 50 %, bzw. 47 % in 2019 und 2020 und 44 % in 2021 und 2022 reduziert. (EEG vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 22. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3106) geändert)
- 281 Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung vom 23. Juli 2009 (BGBl. I S. 2174), die durch Artikel 8 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1786) geändert worden ist und Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung vom 30. September 2009 (BGBl. I S. 3182), die durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. April 2016 (BGBl. I S. 590) geändert wurde.
- 282 Die novellierte Düngeverordnung beschränkt die Ausbringungsmenge organischer Düngemittel auf 170 kg N/ha Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305)
- 283 <http://www.gesamtkonzept-elbe.bund.de/>
- 284 <http://www.blaues-band.bund.de/>
- 285 <http://www.cdni-iwt.org/de/>
- 286 <http://www.imo.org/About/Pages/Structure.aspx#4>
- 287 [http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Umweltschutz/MARPOL\\_Uebereinkommen/index.jsp](http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Umweltschutz/MARPOL_Uebereinkommen/index.jsp)
- 288 <http://www.helcom.fi/news/Pages/Baltic-Sea-Clean-Shipping-Guide-released.aspx>
- 289 <http://www.havariekommando.de/>
- 290 <http://helcom.fi/Recommendations/Rec%2028E-10.pdf>

- <sup>291</sup> <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Sewage/Pages/Default.aspx>
- <sup>292</sup> <http://www.helcom.fi/about-us/convention/annexes/annex-iv>
- <sup>293</sup> Mehr Infos: <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Umweltschutz/Ballastwasser/>
- <sup>294</sup> Nehring, S. & Rabitsch, W. (2017): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde aquatische Pilze, Niedere Pflanzen und Wirbellose Tiere. BfN-Skripten 458. <http://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript458.pdf>
- <sup>295</sup> aktuelle Fassung: EU/ 2016/802; <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L0802&from=EN>
- <sup>296</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/auswirkungen-von-abgasnachbehandlungsanlagen>
- <sup>297</sup> [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Nitrogen-oxides-\(NOx\)-Regulation-13.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Nitrogen-oxides-(NOx)-Regulation-13.aspx)
- <sup>298</sup> <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/gewerbe/schiffsbetrieb>
- <sup>299</sup> <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/gewerbe/schiffsdesign>
- <sup>300</sup> <https://www.gesetze-im-internet.de/uvpg/>
- <sup>301</sup> Verordnung über Rohrfernleitungsanlagen (Rohrfernleitungsverordnung) vom 27. September 2002 (BGBl. I S. 3777, 3809), durch Artikel 280 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 21 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808)
- <sup>302</sup> Der Afr umfasst 13 Mitglieder von Landes- und Bundesbehörden bzw. -ministerien, Fernleitungsbetrieben, Hersteller- und anderen -verbänden sowie Sachverständigenorganisationen. Die aktuellen Arbeitsergebnisse zu Fragen der Pipelinesicherheit können unter <http://www.tes.bam.de/de/mitteilungen/afr/afr-arbeitsergebnisse.htm> eingesehen werden.
- <sup>303</sup> siehe: <http://www.unece.org/env/teia/pubs/pipelines.html>
- <sup>304</sup> Worm et al. (2006) Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. Science 314 (5800):787-790; DOI: 10.1126/science.1132294
- <sup>305</sup> Europäische Kommission (2013): Mitteilung der Kommission. Konsultation zu den Fangmöglichkeiten. KOM(2013) 319 final. Brüssel: Europäische Kommission, S. 5
- <sup>306</sup> Sachverständigenrat für Umweltfragen (2011) „Fischbestände nachhaltig bewirtschaften“ Aktuelle Stellungnahme Nr. 16. [http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/2011\\_11\\_Stellung\\_16\\_Fischbestaende.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2011_11_Stellung_16_Fischbestaende.pdf?__blob=publicationFile)
- <sup>307</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016) MSRL-Maßnahmenprogramm zum Meeresschutz der deutschen Nord- und Ostsee – Bericht gemäß § 45h Absatz 1 des WHG [http://meeresschutz.info/berichte-art13.html?file=tl\\_files/meeresschutz/berichte/art13msrl/massnahmen/MSRL\\_Art13\\_Massnahmenprogramm\\_Rahmentext.pdf](http://meeresschutz.info/berichte-art13.html?file=tl_files/meeresschutz/berichte/art13msrl/massnahmen/MSRL_Art13_Massnahmenprogramm_Rahmentext.pdf)
- <sup>308</sup> Webseite des MSC: <https://msc.org/de>
- <sup>309</sup> Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91, ABl. L 189, 1, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 967/2008 des Rats vom 29. September 2008 (ABl. Nr. L 264 vom 3. 10. 2008, S. 1)
- <sup>310</sup> Strategische Leitlinien für die nachhaltige Entwicklung der Aquakultur in der EU (COM(2013)229).
- <sup>311</sup> <http://www.emas.de/aktuelles/2016/28-04-16-srd-eu/> und <http://www.emas.de/ueber-emas/>
- <sup>312</sup> <http://www.blaue-flagge.de/>
- <sup>313</sup> Richtlinie 2006/7/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. 2. 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung, ABl. Nr. L 64, S. 37 ff.
- <sup>314</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rund-um-das-badewasser>
- <sup>315</sup> <http://www.lawa.de/Publikationen.html>

# 7 Ausblick





Die vielfältigen auf die Wasserwirtschaft zukommenden Aufgaben wurden in Kapitel 6 ausführlich dargestellt. Auf drei sektorübergreifende Themenkomplexe von großer Bedeutung soll hier exemplarisch hingewiesen werden.



## 7.1 Überprüfung der WRRL

Nach Art. 19 Abs. 2 WRRL überprüft die Europäische Kommission bis spätestens 2019 die WRRL und schlägt gegebenenfalls erforderliche Änderungen der Richtlinie vor. Da die Bewirtschaftungsziele bis spätestens 2027 zu erreichen sind und die WRRL für die Zeit danach keine Vorgaben enthält, hängt von dieser Prüfung ab, wie die Gewässerbewirtschaftung in der EU fortgesetzt werden soll. Kritik an der WRRL wird von den verschiedensten Interessensgruppen geäußert, insbesondere von denen, denen im Zuge der Gewässerbewirtschaftung zusätzliche Lasten auferlegt wurden und werden und von denen, die eine Reduzierung des Bürokratieaufwands (Bewirtschaftungsplanung, Berichterstattung) wünschen. In der Umweltverwaltung von Bund und Ländern ist man sich hingegen weitgehend einig, dass die erheblichen Fortschritte, die die WRRL für den Gewässerschutz durch ihren integrierten Bewirtschaftungsansatz gebracht hat, nicht wieder rückgängig gemacht werden dürfen, sondern erhalten werden müssen. Deshalb muss schnellstmöglich von der Europäischen Kommission ein transparenter Überprüfungsprozess auf den Weg gebracht werden, sowie eine Änderung der WRRL vorgeschlagen werden, damit auch für die Zeit nach 2027 in der EU ambitionierte Zielsetzungen für die Verbesserung des Gewässerzustands bestehen. Aus deutscher Sicht sollte deshalb am Kern der WRRL, das heißt an den Zielen, den Instrumenten, dem Flussgebietsbezug und der Öffentlichkeitsbeteiligung festgehalten werden. Der Bewirtschaftungsmechanismus ist über 2027 hinaus weiter zu führen.



## 7.2 Spurenstoffstrategie des Bundes

Um die in Kapitel 3.1.4 geschilderten Einträge von Mikroverunreinigungen in die Gewässer deutlich zu reduzieren, bedarf es einer abgestimmten Strategie, die Maßnahmen an der Quelle mit Maßnahmen in der Anwendung und nachgelagerten Maßnahmen so kombiniert, dass daraus ein volkswirtschaftlich effizientes und zeitnah umsetzbares Konzept wird. Dazu müssen die Maßnahmenadressaten, die Maßnahmenveranlasser, die Effektivität und Effizienz der Maßnahmen und die Kostenträger benannt werden. Zu diesem Zweck sondiert das BMU mit relevanten Stakeholdern (Stoffherstellern, Inverkehrbringern, Anwendern, Entsorgern und sonstigen Betroffenen), welchen Beitrag die einzelnen Stakeholder zur Eintragsreduzierung leisten können. Danach wird das Ministerium über einen (freiwilligen und/oder obligatorischen) Maßnahmenkatalog entscheiden. Parallel dazu werden von den verschiedensten Akteuren noch offene Forschungsfragen (z. B. zu Belastungssituation, Umwelteffekten, Vermeidungs- und Reinigungstechnologien, Finanzierbarkeit von Maßnahmen) geklärt, woran das Umweltbundesamt maßgeblich beteiligt ist.

## 7.3 Notwendigkeit einer integrierten Stickstoffstrategie

Zu hohe Stickstoffbelastungen sind nicht nur ein Problem für die Gewässer (siehe Kap. 3.2.2 und Kap. 4). Erhöhte Stickstoffeinträge belasten ebenso Böden und die Luftqualität und können zu gesundheitlichen Folgewirkungen führen. In der Konsequenz haben wir neben ökologischen und gesundheitlichen Folgen auch soziale und wirtschaftliche Folgen zu tragen. Das Schadensausmaß tritt dabei auf verschiedenen räumlichen Skalen auf – von lokal bis global.

- ▶ Besonders gefährdet sind empfindliche Ökosysteme. Erhöhte Stickstoffeinträge führen zur Eutrophierung und Versauerung von aquatischen und terrestrischen Ökosystemen. Stickstoffbelastungen sind weltweit eine der Hauptursachen für den Rückgang der Biodiversität.

- ▶ Verschiedene Stickstoffkomponenten können über pfadspezifische Wirkungen die menschliche Gesundheit beeinträchtigen. So können luftgetragene Stickstoffverbindungen direkt oder als Vorläufersubstanzen für Feinstaub zu Atemwegs- und Herz-Kreislaufkrankungen führen.
- ▶ Vielfach führen Belastungen zur Überschreitung festgelegter Schutzziele und reduzieren Nutzungsmöglichkeiten bzw. erhöhen Aufwand und Kosten zur Nutzbarmachung von Umweltgütern, z. B. bei der Trinkwasserversorgung<sup>315</sup> oder im Bereich Erholung und Tourismus.
- ▶ Stickstoffverbindungen tragen als Lachgas oder als Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon zum Klimawandel bei.
- ▶ Hinzu kommen materielle Schäden an Bauwerken, Qualitätsverluste von Böden und die Einbuße an Landschaftsqualität.

Zwar ist die Landwirtschaft in Deutschland und auch in Europa der hauptverursachende Sektor von Stickstoffbelastungen, aber auch die Verbrennung fossiler Energieträger in den Bereichen Verkehr, Industrie – und Energiewirtschaft und in geringen Teilen die Abfall- und Abwasserwirtschaft tragen zu überhöhten Emissionen in die Umweltmedien bei. Nicht zuletzt verantworten die Verbraucher durch ihr jeweiliges Ernährungs- und Mobilitätsverhalten Stickstoffbelastungen, die die natürliche Tragfähigkeit der Umweltsysteme überschritten haben.

In den letzten Jahren wurden zahlreiche Minderungsmaßnahmen ergriffen und sektorale Einzelpolitiken aufgelegt. In der Summe sind deren Reduktionserfolge jedoch nicht ausreichend. Das Stickstoffproblem hat multikausale Ursachen, betrifft alle Umweltmedien und die menschliche Gesundheit, tritt auf verschiedenen räumlichen Skalen auf und berührt die Interessen unterschiedlicher wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Akteure. Zur Lösung des Problems ist deshalb ein sektor- und medienübergreifender, kohärenter Politikansatz erforderlich, hinter dem sich alle verantwortlichen Ressorts und handelnden Akteure vereinen. Mit anderen Worten: erforderlich ist eine integrierte Strategie zur Stickstoffminderung.<sup>317</sup>

*Auch die Verbrennung fossiler Energieträger in Verkehr, Industrie- und Energiewirtschaft trägt zu überhöhten Stickstoffemissionen bei.*



<sup>316</sup> UBA-Texte 43/2017: Quantifizierung der landwirtschaftlich verursachten Kosten zur Sicherung der Trinkwasserbereitstellung, Mai 2017, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-05-24\\_texte-43-2017\\_kosten-trinkwasserversorgung.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-05-24_texte-43-2017_kosten-trinkwasserversorgung.pdf)

# 8 Informationen, Broschüren, Datenbanken



Zum Weiterlesen und Recherchieren stehen folgende Informationsquellen bereit:

## 8.1 Datenbanken, Register

### 8.1.1 Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister PRTR – Onlineinformation über Emissionen und Abfallentsorgungen der Industrie ([www.thru.de](http://www.thru.de))

Die deutschen PRTR-Daten (Pollutant Release and Transfer Register) werden seit Juli 2009 im Internet unter [www.thru.de](http://www.thru.de) (Thru.de) der Öffentlichkeit frei zugänglich und unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Thru.de enthält Informationen über Freisetzungen aus Anlagen in Luft, in Wasser und in Boden sowie zur Verbringung von in Abwasser enthaltenen Schadstoffen und Entsorgung von gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen.

Weitere Informationen zu PRTR finden Sie unter Kapitel 3.3.1 dieser Broschüre.

### 8.1.2 Umweltprobenbank

Fachleute der Umweltprobenbank des Bundes sammeln, untersuchen und archivieren seit den 1980er Jahre Proben von Mensch und Umwelt. Darunter sind auch Proben von Fischen, Muscheln und Schwebstoffen. In der Umweltprobenbank lagern Proben von wenigen ausgewählten Flächen in Deutschland, die aber bis auf die 1990er Jahre zurückgehen. Diese Proben kann der Bund jederzeit für retrospektive Trendanalysen nutzen. Bei den Fischen handelt es sich um Brassen, die jährlich an 18 Stellen der Donau, Rhein und Saar, der Elbe mit Mulde und Saale sowie an zwei Seen in Norddeutschland gefangen werden. An der Nord- und Ostseeküste sammelt die Umweltprobenbank Aalmuttern, Miesmuscheln und Eier von Silbermöwen. Für die biota-relevanten prioritären Stoffe liegen neue Zeitreihen der Umweltprobenbank für Fische der Binnen- und Küstengewässer vor.



*Im Archiv der Umweltprobenbank des Bundes lagern über 500.000 Proben aus den letzten 30 Jahren*

Sie können unter [www.umweltprobenbank.de](http://www.umweltprobenbank.de) und als Veröffentlichung <https://umweltprobenbank.de/de/documents/publications/24323> direkt eingesehen werden. Bei dem Vergleich der Werte der Umweltprobenbank mit den Ergebnissen der Bundesländer muss beachtet werden, dass die Fische mit 8 – 12 Jahren erheblich älter sind als die Vorgaben des LAWA-Rahmenkonzept Monitoring (RAKON) für Biota Monitoring unter der Wasserrahmenrichtlinie.

### 8.1.3 Qualität der Badegewässer

Die EG-Badegewässerrichtlinie fordert eine umfassende Information der Öffentlichkeit. Auf den Internetseiten der Bundesländer und auf Infotafeln an den Badegewässern finden Interessierte Informationen zum Badegewässer in Form von zusammengefassten Badegewässerprofilen sowie die Ergebnisse der Messungen zur Wasserqualität. Auch auf mögliche Probleme mit Cyanobakterien wird hingewiesen.

Die Europäische Kommission gibt jährlich im Mai/Juni einen Bericht über die „Qualität der Badegewässer“ in Europa heraus. Grundlage sind die von den Mitgliedstaaten erhobenen Daten zur hygienischen Qualität der Badegewässer aus der jeweils vorangegangenen Badesaison.

Diese Informationen zur Qualität der Badegewässer sind zugänglich über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/schwimmen-baden/badegewaesser> und <https://umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/qualitaet-von-badegewaessern-an-kuesten>

## 8.2 Weitere Informationen

### 8.2.1 Broschüren und Hintergrunddokumente des UBA

- ▶ Umweltschutz in der Landwirtschaft, Januar 2017 <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltschutz-in-der-landwirtschaft>
- ▶ Gewässer in Deutschland – Zustand und Bewertung, März 2017 <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gewaesser-in-deutschland>
- ▶ Die Wasserrahmenrichtlinie – Deutschlands Gewässer 2015, September 2016, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/die-wasserrahmenrichtlinie-deutschlands-gewaesser>
- ▶ Rund um das Trinkwasser, Juli 2016 (4. Aufl.), <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rund-um-trinkwasser>
- ▶ „Brassen – die Trendmacher“, März 2016, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/brassen-die-trendmacher>
- ▶ Arzneimittel: NICHT in die Toilette und Spüle, Oktober 2015, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/arzneimittel-nicht-in-die-toilette-spuele>
- ▶ Organische Mikroverunreinigungen in Gewässern- Vierte Reinigungsstufe für weniger Einträge, Positionspapier, März 2015. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/organische-mikroverunreinigungen-in-gewaessern>
- ▶ Wie viel Antifouling vertragen unsere Gewässer? Umwelt-Risiken durch Sportboote in Deutschland, Oktober 2014, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wie-viel-antifouling-vertragen-unsere-gewaesser>
- ▶ Gesundes Trinkwasser aus eigenen Brunnen und Quellen – Empfehlungen für Betrieb und Nutzung, Januar 2013, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gesund-trinkwasser-aus-eigenen-brunnen-quellen>
- ▶ Trinkwasser wird bleifrei, November 2013, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/flyer-trinkwasser-wird-bleifrei>
- ▶ Hochwasser -Verstehen, erkennen, handeln!, Januar 2012, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/hochwasser>
- ▶ Handlungsmöglichkeiten zur Minderung des Eintrags von Humanarzneimitteln und ihren Rückständen in das Roh- und Trinkwasser, August 2010, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handlungsmoeglichkeiten-zur-minderung-des-eintrags>

- ▶ Gewässerschutz mit der Landwirtschaft, Januar 2010, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gewaesserschutzlandwirtschaft>
- ▶ Kleine Fließgewässer pflegen und entwickeln – Neue Wege für die Gewässerunterhaltung, Januar 2009, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kleine-flieessgewaesser-pflegen-entwickeln>
- ▶ Grundwasser in Deutschland, August 2008, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/grundwasser-in-deutschland>
- ▶ Die Wasserrahmenrichtlinie – Neues Fundament für den Gewässerschutz in Europa, November 2004, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wasserrahmenrichtlinie-neues-fundament-fuer-den>
- ▶ Wassersparen in Privathaushalten: sinnvoll, ausgereizt, übertrieben? – Fakten, Hintergründe, Empfehlungen, September 2014, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wassersparen-in-privathaushalten-sinnvoll>
- ▶ Ratgeber: Trink was – Trinkwasser aus dem Hahn, Gesundheitliche Aspekte der Trinkwasser-Installation <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ratgeber-trink-was-trinkwasser-aus-hahn>
- ▶ Versickerung und Nutzung von Regenwasser – Vorteile, Risiken, Anforderungen, Ratgeber, Januar 2005, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/versickerung-nutzung-von-regenwasser>

## 8.2.2 Internetseiten

UBA-Themenseiten „Wasser“

- ▶ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser>

UBA – Wasserbezogene Daten zur Umwelt

- ▶ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/gewaesserbelastung>
- ▶ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser-als-ressource>
- ▶ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasserwirtschaft>

Mediendatenbank H<sub>2</sub>O-Wissen

- ▶ Datenbank des Umweltbundesamtes zu Unterrichts- und Bildungsmaterialien zum Thema Wasser: <http://www.h2o-wissen.de>

KomPass – Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung

- ▶ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/kompass>

## 8.2.3 Videos

Erklärfilm Wasserhärte „Hartes Wasser, weiches Wasser“

- ▶ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/hartes-wasser-weiches-wasser>

Erklärfilm Stickstoff „Was ist Stickstoff, und warum ist zu viel davon ein Umweltproblem?“

- ▶ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/stickstoff-ein-komplexes-umweltproblem>

Erklärfilm „Medikamente richtig entsorgen“

- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=nLH6s5fPUDA>

Kurzfilm „Landwirtschaft mit Zukunft“

- ▶ [https://www.youtube.com/watch?v=Z9s\\_X9hQekl](https://www.youtube.com/watch?v=Z9s_X9hQekl)





### 8.3 Was kann jeder Einzelne tun? – Tipps zum Gewässerschutz

#### Trinkwasser

Trinken Sie Leitungswasser!

Im Vergleich zu abgefülltem Wasser spart das Trinken von Leitungswasser Geld und Verpackung und schont die Umwelt. Für 50ct bekommen Sie täglich 121 l Trinkwasser (Abwasserentsorgung inbegriffen). Man kann Leitungswasser in Deutschland ganz unbesorgt trinken – es ist das in Deutschland am besten überwachte Lebensmittel.



Weitere Informationen finden Sie hier

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wasser-wertvolles-nass-ueberfluss>



#### Lebensmittel und Einkauf

Kaufen Sie Produkte aus ökologischem Landbau!

Stickstoffeinträge und Pflanzenschutzmittel aus der Landwirtschaft belasten die Qualität unseres Grundwassers, der Flüsse, Seen und Meere. Der ökologische Landbau zielt auf die Vermeidung von Stoffausträgen aus der Landwirtschaft in Grund- und Oberflächengewässer ab. Dies wird erreicht durch ein Einsatzverbot chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel. Stickstoff-Mineraldünger werden ersetzt durch Anbau von Leguminosen (Hülsenfrüchte, die Stickstoff mit Bakterien fixieren können) in Verbindung mit vielfältigeren Fruchtfolgen – problematische Nitratverlagerungen ins Grundwasser sind selten. Ein intakter Boden und Bodenwasserhaushalt sind für den ökologischen Landbau wesentliche Voraussetzung. Dies führt dadurch auch zu einer verbesserten Grundwasserneubildung. Mit dem

Kauf von Produkten, die aus ökologischem Landbau stammen und entsprechend gekennzeichnet sind, leisten Sie einen wertvollen Beitrag zum Grundwasserschutz.

Außerdem ...

- ▶ Regionale und saisonale Lebensmittel führen meist nicht zu Wassermengenproblemen – kritisch hingegen sind Lebensmittel aus trockenen Regionen.
- ▶ Weniger Lebensmittel wegzuerwerfen, ist ein Beitrag zum Wasserressourcenschutz. Häufig werden unsere Lebensmittel in wasserarmen Regionen unter Einsatz großer Wassermengen hergestellt.

Essen Sie weniger Fleisch! Achten Sie beim Kauf von Fisch und Fleisch auf Nachhaltigkeit!

Unser Fleischkonsum hat erhebliche Auswirkungen auf unsere Umwelt. Nitrat im Grundwasser, Ammoniak in der Luft und Antibiotika im Boden sind nur einige wenige Beispiele. Diese Umweltschäden sind zu einem Großteil auf die intensive Tierhaltung in Deutschland zurückzuführen. 60 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche wird für Futtermittel für Rinder, Schweine und andere Tiere verwendet. Nur 20 % sind direkt für den menschlichen Verzehr bestimmt. Wenn wir mehr Obst und Gemüse und weniger Fleisch essen, schützt das unmittelbar die Umwelt und das Klima und kommt zudem der Gesundheit zugute. Heute liegt der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch im Durchschnitt bei 60 Kilo – die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt aus Gesundheitsgründen die Hälfte. Essen Sie also lieber weniger Fleisch und achten Sie bei dessen Kauf auf eine Bio-Zertifizierung.

Setzen Sie auch beim Kauf von Fischprodukten auf Nachhaltigkeit. Mehr als ein Drittel der regulierten Fischbestände gilt heute als überfisch, Fischereigeräte verursachen strukturelle Schäden an Lebensräumen am Meeresboden. Fische, aber auch Seevögel, Meeresschildkröten, Robben und Wale enden als ungewollter Beifang in Fischernetzen oder Langleinen. Das unabhängige „MSC“-Siegel bestätigt, dass der gewählte Fisch aus einer vorbildlich und verantwortungsvoll geführten Fischerei stammt. Für die Zertifizierung durch den „Marine Stewardship Council“<sup>317</sup> (MSC) gelten drei Grundsätze: die Nachhaltigkeit der Zielbestände, das Aufrechterhalten der betroffenen Ökosysteme sowie ein effektives Fischereimanagement.

Seit 2016 stellt ein neues Portal „Fischbestände online“<sup>318</sup> des Thünen-Instituts Informationen zum Zustand von Fischbeständen zur Verfügung, die für den deutschen Markt von Bedeutung sind.

### Entsorgung

Entsorgen Sie verantwortungsbewusst!

Bitte helfen Sie mit, dass in die Kanalisation und in die Kläranlagen keine Stoffe gelangen, die nicht mehr herausgefiltert oder nur durch aufwändige Behandlungsverfahren zurückgehalten werden können. Nur so können wir unsere Flüsse, Seen und Meere wirksam schützen, denn der aktive Gewässerschutz beginnt nicht bei der Abwasserreinigung, sondern bei der Vermeidung von Abwasser! Folgende Stoffe, Produkte und Abfälle dürfen nicht über Toilette und Spüle entsorgt werden.

#### a) Feste Abfallstoffe, wie z. B.

- ▶ Textilien,
- ▶ Wegwerfwindeln,
- ▶ Hygieneartikel,
- ▶ Watte,
- ▶ Ohrenstäbchen,
- ▶ Rasierklingen,
- ▶ Zigarren- und Zigarettenreste,
- ▶ Kleintiersand etc.

#### b) Lacke, Farben, Arzneimittel

Chemikalienreste, Tabletten und Arzneimittelreste gehören nicht in die Spüle oder die Toilette. Wenn Chemikalien und Wirkstoffe der Arzneimittel über die Entsorgung in der Toilette und die Kanalisation entsorgt werden, gelangen sie in die Kläranlage. Die Kläranlagen können diese Stoffe nicht vollständig entfernen. Mit dem geklärten Abwasser gelangen beispielsweise nicht abgebaute Arzneimittel und deren Abbauprodukte in Oberflächengewässer und über die Bodenpassage oder über Uferfiltration ins Grundwasser.

Für unverbrauchte Medikamente werden in Deutschland regional unterschiedliche Entsorgungswege angeboten. Eine erste Hilfestellung, wie in Ihrer Region Altmedikamente richtig entsorgt werden, gibt [www.arzneimittelentsorgung.de](http://www.arzneimittelentsorgung.de)



Weitere Informationen finden Sie hier  
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/arzneimittel-nicht-in-die-toilette-spuele>

#### c) Gebrauchte *Haushalts-Öle und Fette*

Zusammen mit dem Ballast des Abwassers verfestigen sich diese Stoffe zu einer zähen Masse. Gebrauchtes Bratöl (z. B. Pommes-frites-Öl) und Bratfette gehören, ebenso wie Küchenabfälle und Essensreste, in die Biotonne.

Entsorgen Sie Batterien und Akkus fachgerecht!

Batterien und Akkus dürfen nicht in den Hausmüll gelangen oder gar einfach weggeworfen werden! Geschieht dies doch, können die in ihnen enthaltenen Schadstoffe über die Müllverbrennung oder die Deponien das Grundwasser belasten. Besonders umweltgefährdend sind Batterien, die die Schwermetalle Quecksilber, Cadmium oder Blei enthalten.

In Deutschland wurden im Jahr 2012 43.549 Tonnen Gerätebatterien verkauft. Dies entspricht über 1,5 Milliarden Stück. Das heißt, im Durchschnitt kauft jede Verbraucherin und jeder Verbraucher rund 20 Batterien pro Jahr. Diese bestehen – je nach Batteriesystem – zu großen Teilen aus Wertstoffen wie Zink, Nickel, Eisen/Stahl, Aluminium, Lithium, Kobalt und Silber. Weitere mögliche Inhaltsstoffe wie Quecksilber, Cadmium und Blei sind giftig und gefährden bei einer unsachgemäßen Entsorgung die Umwelt. So können Schwermetalle gesundheitsschädigende Wirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen haben und sich in der Nahrungskette sowie in der Umwelt anreichern.

*Batterien enthalten umweltgefährdende Stoffe und sind daher ordnungsgemäß zu entsorgen*



Nutzen Sie nach Möglichkeit statt Batterien Akkus, da diese durch mehrfacher Wiederaufladen effizienter sind. Bevorzugen Sie bei häufig benutzten Geräten Nickel-Metallhydrid (NiMH)-



Akkus oder Lithium-Ionen-Akkus. Nickel-Cadmium-Akkus sind für die meisten Haushaltsgeräte verboten und sollten nicht mehr gekauft werden, da sie giftiges Cadmium enthalten.

Sammeln Sie alle unbrauchbar gewordenen Batterien und Akkus und bringen Sie diese zu einer Batteriesammelstelle des Händlers oder der Gemeinde – sie werden dort kostenlos entgegen genommen. Der gesetzlichen Pflicht zur Rückgabe von Altbatterien kommt eine steigende Anzahl von 2016 Verbraucherinnen und Verbraucher nach – 2016 betrug die Sammelquote 46 %.



Nähere Informationen zur Nutzung und Entsorgung von Batterien und Akkus finden Sie unter:

<https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/elektrogeraete/batterien-akkus>

### Waschen und Reinigen

Dosieren Sie Wasch- und Reinigungsmittel angemessen!

Mit superkompakten Waschmitteln können Sie sparsam gemäß Dosieranleitung bei möglichst geringer Wascht Temperatur waschen. Das spart Waschmittel und Energie und damit auch Geld. Dabei sind die verschiedenen Wasserhärten zu beachten. Die Wasserhärte ist von Ort zu Ort verschieden und kann bei Ihrem Wasserwerk oder bei Ihrer Gemeindeverwaltung erfragt werden. Die Verwendung von biologisch abbaubaren Wasch- und Reinigungsmitteln trägt darüber hinaus zum Gewässerschutz bei.



Hinweise zum Waschen:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltbewusstleben/waesche-waschen-waschmittel>

Überdosierung verursacht Putzstreifen! Daher auch mit Reinigungs- und Pflegemitteln gemäß Dosieranleitung möglichst sparsam umgehen. Auf den vorsorgenden Gebrauch von Desinfektionsreinigern im Privathaushalt verzichten, da dies Allergien fördern kann. Kosmetika wie Duschgele, Haarshampoo und Badewasserzusätze nur nach Bedarf sparsam verwenden.

Reinigen Sie Ihr Auto nur in Waschstraßen! Autos sollten immer in der Waschanlage gewaschen werden, um zu vermeiden, dass Schadstoffe in die Gewässer gelangen.

Aus Sicht der Umwelt empfiehlt es sich prinzipiell, die Fahrzeugwäsche nur in dafür vorgesehenen Waschanlagen vorzunehmen, am besten in solchen, die mit dem „Blauen Engel“ als umweltschonend gekennzeichnet sind. Das bei der Fahrzeugwäsche anfallende Abwasser enthält verschiedene chemische Stoffe und Verbindungen, die das Grundwasser schädigen können – auch wenn nur mit klarem Wasser gewaschen wird. Wer sein Auto auf unbefestigtem Grund wäscht, gefährdet das Grundwasser und begeht zumindest eine Ordnungswidrigkeit.

Einkaufstaschen mitnehmen – Plastiktüten vermeiden

Plastiktüten gelten nicht nur als Symbol der Wegwerfmentalität, sondern sie können, wenn sie in die Umwelt gelangen über weite Strecken verdriftet werden und sich zum Beispiel in Bäumen und Sträuchern verfangen oder in Gewässern gelangen. Über das ästhetische Problem der „Vermüllung“ hinaus besteht ferner das Problem, dass sich Plastik in einer langen Abbauphase zum Teil in immer kleinere Teile zersetzt, wobei Additive wie Weichmacher freigesetzt werden. Kleine Plastikteile werden von Tieren mit Nahrung verwechselt oder versehentlich verschluckt. Die Plastikfragmente können den Verdauungstrakt schädigen, die Mägen der Tiere verstopfen, was zum Tod durch Verhungern oder durch innere Verletzungen führen kann.

Wer bei jedem Einkauf eine neue Tüte kauft, verschwendet nicht nur unnötig Geld und Ressourcen.

cen, sondern verursacht auch meistens unnötig Abfall. Stattdessen sollte lieber ein Einkaufsbeutel aus Stoff oder ein langlebiger und stabiler Einkaufskorb genutzt werden, in dem Obst und Gemüse auch unverpackt sicher transportiert werden kann. Beim Kauf von Brot und Brötchen kann ein sauberer und waschbarer Stoffbeutel verwendet werden. Wenn sich eine Plastiktüte nicht vermeiden lässt, sollte darauf geachtet werden, sie mehrmals zu verwenden.



<https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/haushalt-wohnen/plastiktueten>

Vermeiden Sie die Versiegelung von Flächen oder verwenden Sie durchlässige Flächenbeläge!

Regenwasser versickert normalerweise an Ort und Stelle in den Untergrund – in bebauten oder flächenhaft versiegelten Gebieten ist dies meist nicht mehr der Fall. Das Niederschlagswasser gelangt dort nur noch teilweise auf natürlichem Weg in den Wasserkreislauf, es wird zu einem erheblichen Anteil über die Kanalisation abgeleitet. Um den Grundwasserhaushalt möglichst wenig zu beeinträchtigen, sollte der erste Schritt daher die Überprüfung der Notwendigkeit versiegelter und befestigter Flächen sein. Oftmals ist eine Nutzung entfallen oder eine geplante Nutzung nicht eingetreten, so dass diese Flächen wieder in Grünflächen umgewandelt werden können. Für Flächen, die aufgrund ihrer Nutzung befestigt sein müssen, gibt es diverse Möglichkeiten zur Minimierung der Versiegelung. So können beispielsweise Wege, Zufahrten, Stellplätze und Terrassen mit wasserdurchlässigen Belägen befestigt werden.

### Garten und Außenbereich

Versickern Sie Regenwasser nach dem Stand der Technik!

Das Prinzip der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung im Bereich von Siedlungs- und Verkehrsflächen ist Stand der Technik. Es gibt keinen stichhaltigen Grund, diese Technik nicht anzuwenden. Bei der Versickerung von gering bis mäßig belastetem Niederschlagswasser ist der Stand der Technik eingehalten, wenn dies über eine ausreichend dimensionierte bewachsene Bodenzone erfolgt, oder über Versickerungsanlagen, deren Wirksamkeit im Stoffrückhalt nachgewiesen wurde.



Nähere Informationen zur Regenwasserversickerung und -nutzung finden Sie unter: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/versickerung-nutzung-von-regenwasser>

Verzichten Sie in Ihrem Garten auf den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und Biozide und verwenden Sie Dünger sparsam!

Auch im eigenen Garten tragen der Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel und Biozide sowie der sparsame Düngereinsatz dazu bei, Belastungen des Grundwassers zu vermeiden. Beachten Sie: Viel hilft nicht immer viel!

*Wasserdurchlässige Beläge ermöglichen mehr Regenversickerung*



Verzichten Sie auf den Einsatz von Streusalz im Winter!

Streusalz schadet der Flora und Fauna entlang den Straßen. Salzwasser, das im Boden versickert, kann wertvolles Grundwasser beeinträchtigen. Streusalz belastet neben unseren Gewässern auch die Kläranlagen, die das Schmelzwasser über die Kanalisation erreicht. Streusalz schadet auch der Autokarosserie. Umweltfreundliche Alternativen sind salzfreie, abstumpfende Streumittel wie Sand und Granulate.

### Reisen und Freizeit

Reisen Sie umweltfreundlich und gehen Sie verantwortungsbewusst mit begrenzten Wasserressourcen im Ausland um!

Reisende, die die Umwelt schonen möchten, können sich vor ihrer Buchung informieren, ob das Reiseangebot mit einem Umweltzertifikat (z. B. EMAS, TourCert, Travelife, Green Key, Green Globe, Eco Camping, EU Ecolabel) ausgezeichnet ist. Diese enthalten neben Anforderungen zur



Energieeinsparung auch Kriterien zur Reduktion des Wasserverbrauchs. Weiterhin können Gäste im Beherbergungsbetrieb auf tägliche Handtuch- und Bettwäschewechsel verzichten. Im Übrigen gilt ein sorgsamer Umgang mit Wasser im Urlaub ebenso wie im Alltag. In trockenen Gebieten ist dies von besonderer Wichtigkeit. Die Gestaltung des Urlaubs, die Wahl der Unterkunft und das persönliche Verhalten können gerade in ariden Gebieten einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der dortigen knappen Wasserressourcen leisten.

Vermeiden Sie Gesundheitsgefahren beim Baden

Je besser die Wasserqualität, desto geringer das Infektionsrisiko. Daher möglichst in Badegewässern mit sehr guter oder guter Qualität baden. In Gewässern mit Problemen durch Massentwicklungen von Cyanobakterien: TIPP: wenn man knietief im Wasser steht und seine Füße nicht mehr erkennen kann, sind zu viele Cyanobakterien im Wasser und man sollte nicht mehr baden gehen.

#### Nutzen Sie Beteiligungsmöglichkeiten

Im Rahmen von EU-Richtlinien und Initiativen sind verschiedene Beteiligungsmöglichkeiten

vorgesehen. So muss die Öffentlichkeit z. B. bei der Ausweisung von neuen Badegewässern die Möglichkeit zur Beteiligung haben.

Die nächsten Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme nach WRRL werden von Dezember 2020 bis Juni 2021 zur Öffentlichkeitsanhörung ausliegen bzw. im Internet veröffentlicht.

Gleiches gilt für die Bewertungen und Maßnahmenprogramme nach MSRL. Nach dem Wasserhaushaltsgesetz werden zur Anhörung ausliegen bzw. im Internet wie folgt veröffentlicht:

- ▶ der Entwurf der Folgebewertung (sowie Aktualisierung der Beschreibung des guten Umweltzustands und der Festlegung der Umweltziele): von 15.10.2017 bis 14.04.2018
- ▶ der Entwurf zur Aktualisierung des Maßnahmenprogramms: von 31.03. bis 30.09.2021.



Weitere Umwelttipps für den Alltag finden

Sie unter:

<https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag>

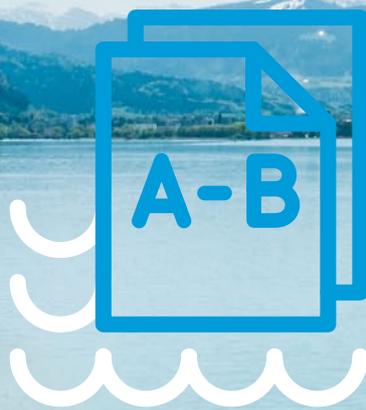
<sup>317</sup> Webseite des MSC: <https://msc.org/de>

<sup>318</sup> „Fischbestände online“: <http://fischbestaende.portal-fischerei.de/>



*Hinweise zur  
Wasserqualität in  
Badeseen gibt es  
im Internet:  
[https://www.umwelt-  
bundesamt.de/  
wasserqualitaet-in-  
badegewaessern](https://www.umweltbundesamt.de/wasserqualitaet-in-badegewaessern)*

# 9 Glossar





## A

**Abfluss:** Der Teil des gefallenen Niederschlags, der in Bächen und Flüssen abfließt. Er wird gemessen als Wassermenge pro Zeiteinheit und wird in Kubikmeter pro Sekunde ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) angegeben. Der Abfluss wird indirekt über die Geschwindigkeit des Wassers gemessen.

Diese Messungen werden in größeren zeitlichen Abständen bei unterschiedlichen Wasserständen durchgeführt. Daraus wird eine Abflusskurve erstellt. Jedem gemessenen Wasserstand kann über diese Abflusskurve ein zugehöriger Abfluss zugeordnet werden.

**Abschwemmung:** Vorgang, bei dem im Oberboden enthaltene Stoffe im Regenwasser gelöst und mit dem Oberflächenabfluss diffus in Oberflächengewässer gelangen.

**Abwasser:** Das durch häuslichen-industriellen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser).

**anorganisch:** Den unbelebten Teil der Natur betreffend; in den Naturwissenschaften im Allgemeinen die aus mineralischen Stoffen sich unmittelbar ableitenden Körper, im Gegensatz zu den aus dem Pflanzen- oder Tierreich stammenden (organischen) Stoffen.

**anthropogen:** Durch den Menschen verursacht.

**arid:** Bezeichnung für eine Klimazone, in der die potentielle Verdunstung die jährliche Niederschlagsmenge übersteigt. Dies hat eine niedrige Luftfeuchtigkeit zur Folge.

**Ästuare:** Flussmündungsgebiete. Viele der in der Nordsee einmündenden Flüsse haben unter dem Einfluss der Gezeiten trichterförmige Mündungen (Ästuare) gebildet. An der deutschen Nordseeküste trifft dies für die Mündungen von Eider, Elbe, Weser und Ems zu. In diesem Bereich kommt es zu Entstehung einer natürlichen Brackwasser und Trübungszone, in der sich erhebliche Mengen von Sand und abgestorbenen Schwebstoffen ablagern und Sand- oder Schlicksedimente bilden. Ästuare sind Übergangsgewässer.



**Ausschließliche Wirtschaftszone:** Nach dem Seerechtsübereinkommen (SRÜ) ist die Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) das Meeresgebiet, das sich seewärts der 12-Seemeilengrenze an das Küstenmeer anschließt. Der Küstenstaat besitzt bestimmte souveräne Rechte und Hoheitsbefugnisse zur wirtschaftlichen Nutzung der Wassersäule und des Meeresbodens und -untergrunds (z. B. Fischfangrechte). Für Deutschland ist der Bereich der AWZ mit dem Gebiet des Festlandsockels identisch.

**B** **Badegewässer:** Gewässer oder Teile eines Gewässers bei dem die zuständige Behörde mit einer großen Anzahl von Badenden rechnet und für den sie kein dauerhaftes Badeverbot erlassen hat.

**Badegewässer,** die Teil eines Gewässers sind, werden oft auch als Badestellen bezeichnet.

**Beifang:** Als Beifang bezeichnet man Meerestiere, die zwar im Netz landen, nicht aber der gewünschten Fangzielart entsprechen. Die meisten Tiere verenden qualvoll in den Netzen. Darunter viele bedrohte Tierarten wie Haie und Meeresschildkröten, aber auch Meeresvögel und Delfine.

**Bemessungshochwasser:** Ein bestimmtes Hochwasserereignis, das der Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen, z. B. von Deichen, zugrunde liegt. Ein HQ100 z. B. ist ein Hochwasserereignis, das mit einer Wahrscheinlichkeit von 1-mal in 100 Jahren auftritt. Die diesem Ereignis zugeordneten Größen „Wasserstand“ und „Abfluss“ bestimmen die Höhe eines Deiches, der nach HQ100 bemessen wurde.

**Benthos:** Gesamtheit der auf und in der Bodenzone eines Gewässers lebenden Organismen.

**Bewirtschaftungsplan:** Zentrales Steuerungselement zur Umsetzung der WRRL; enthält die fortzuschreibende Bestandsaufnahme, angepasste Überwachungsprogramme und verbindliche Maßnahmenprogramme zur Erreichung der Bewirtschaftungs-/Umweltziele; ab 2009 ist für jedes Flussgebiet alle sechs Jahre ein Bewirtschaftungsplan zu erstellen.

**Binnengewässer:** Alle an der Erdoberfläche stehenden oder fließenden Gewässer sowie alles Grundwasser auf der landwärtigen Seite der Basislinie, von der aus die Breite der Hoheitsgewässer gemessen wird.

**Bioakkumulation:** Anreicherung von Stoffen in Organismen sowohl aus dem umgebenden Medium als auch über die Nahrung.

**Biozide:** Substanzen und Produkte, die Schädlinge und Lästlinge wie Insekten, Mäuse oder Ratten, aber auch Algen, Pilze oder Bakterien bekämpfen. Biozide werden z. B., als antibakterielle Putz- und Desinfektionsmittel, Holzschutzmittel, Mückenspray und Ameisengift eingesetzt.

**Brackwasser:** Mit Meerwasser vermishtes Süßwasser der Flussmündungen; stark bakterienhaltig.

**C** **chemischer Zustand:** Im Sinne der Richtlinie 2000/60/EG (WRRL) chemische Beschaffenheit von Oberflächenkörpern und Grundwasserkörpern; definiert durch von der EU festgelegte Schadstoffgrenzwerte, bei Grundwasserkörpern sind weitere Aspekte der chemischen Beschaffenheit zu betrachten; die Richtlinie unterscheidet nach gutem und schlechtem chemischen Zustand.

**Colibakterien:** Im menschlichen und tierischen Darm lebende Bakterien. Der Nachweis von Colibakterien im Trinkwasser ist ein wichtiges Indiz dafür, dass eine Verunreinigung mit Fäkalien vorliegt und andere Krankheitskeime (pathogene Mikroorganismen) enthalten sein können.

**D** **Denitrifikation:** Durch Bakterien vorgenommener Abbau von Nitrat zu Stickstoff und Sauerstoff. Die Bakterien entnehmen den Sauerstoff, während der Stickstoff von der Luft aufgenommen wird.

**Direkteinleiter:** Direkteinleiter sind alle kommunalen und industriellen/gewerblichen Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen (Kläranlagen), die das gereinigte Abwasser direkt in ein Gewässer einleiten.

**Drainage:** Ableitung von Bodenwasser (Entwässerung) mit künstlichen Hohlgängen oder Gräben in ein Oberflächengewässer.

**Düngerordnung:** Vorgaben für die gute fachliche Praxis beim Düngen, unter anderem auch die Umsetzung der Nitratrichtlinie in nationales Recht.

**Durchgängigkeit (auch biologische Durchgängigkeit):** Wanderungsmöglichkeit für Tiere in einem Fließgewässer. Querbauwerke, z. B. Stauwehre, unterbrechen die Durchgängigkeit. Umgehungs bäche oder Fischpässe stellen die Verbindung wieder her.

**E Einzugsgebiet:** Ein Gebiet, aus dem über oberirdische Gewässer der gesamte Oberflächenabfluss an einer einzigen Flussmündung, einem Ästuar oder einem Delta ins Meer gelangt.

**Emission:** Ablassen oder Ausstoß fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe, welche Menschen, Tiere, Pflanzen, Luft, Wasser oder andere Umweltbereiche schädigen.

**Epidemiologie:** Die Lehre von den Epidemien oder von der Verbreitung von Krankheiten oder krankheitsverursachenden Organismen.

**Erosion:** Abtrag von Boden/Gestein vor allem durch das Wirken von Wasser.

**Europäische Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG (WRRL):** Seit Dezember 2000 gültige Richtlinie zum Schutz der Gewässer in Europa. Ziel der WRRL ist es, die Einzugsgebiete von Flüssen und Seen sowie Grundwasservorkommen so zu bewirtschaften, dass ein bestehender sehr guter oder guter Zustand erhalten bzw. der gute Zustand erreicht wird. Die WRRL enthält u. a. einen detaillierten Zeitplan für die Umsetzung der wasserwirtschaftlichen Vorgaben. So sollen bis 2015 alle Oberflächengewässer ökologisch (biologisch und morphologisch) und chemisch in einen guten Zustand bzw. das Grundwasser in einen guten chemischen und mengenmäßigen Zustand versetzt werden

**Eutrophierung:** Zunahme der pflanzlichen Produktion (Algenblüten und starke Wasserpflanzenbestände) im Gewässer aufgrund eines hohen Nährstoffangebots. Dies wird z. B. verursacht durch Einträge aus der Landwirtschaft oder Abwassereinleitungen.

**F Flussgebietseinheit:** Ein als Haupteinheit für die Bewirtschaftung von Einzugsgebieten festgelegtes Land- oder Meeresgebiet, das aus einem oder mehreren benachbarten Einzugsgebieten, dem ihnen zugeordneten Grundwasser und den ihnen zugeordneten Küstengewässern im Sinne des §7 Absatz 5 Satz 2 WHG besteht.

**Flussregulierung:** Korrektur eines Flusslaufes zugunsten Landwirtschaft, Schifffahrt, Siedlungsbau und Wasserkraftnutzung durch Flussbegradigungen, Uferbefestigungen und Sohlenverbau. Mit Hilfe von Querbauwerken, Sohlschwällen, Abstürzen, Wehren oder Stautufen wird eine zu starke Tiefenerosion verhindert.

**G Geo-Engineering:** beschreibt Konzepte, die den Klimawandel durch großtechnische Eingriffe in die globalen ökologischen Abläufe zu bremsen versuchen, z. B. die Ozeandüngung mit Eisen.

**Geothermie:** Der Begriff leitet sich vom griechischen geo = Erde und therme = Wärme ab und bedeutet übersetzt Erdwärme. In Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Erdoberfläche (Syn.: Erdwärme).

**Gewässerbett:** Umfasst die Gewässersohle und das Ufer bis zur Böschungsoberkante.

**Gewässerbewirtschaftung:** Bewirtschaftung von ober- und unterirdischen Gewässern. Dabei stehen der Erhalt oder die Wiederherstellung des ökologischen Gleichgewichts in Verbindung mit der gleichzeitigen, optimalen Trink- und Brauchwasserversorgung der Bevölkerung bzw. der Industrie im Vordergrund.

**Gewässergüte:** Nach vorgegebenen biologisch-chemischen Kriterien bewertete Qualität eines Gewässers.

**Gewässerstruktur (Hydromorphologie):** Die vom natürlichen Fließprozess erzeugte Formenvielfalt (Prall- und Gleitufer, Mäander, Kolke oder Inseln) in einem Gewässerbett. Die Gewässerstruktur ist entscheidend für die ökologische Funktionsfähigkeit: Je vielfältiger die Struktur, desto mehr Lebensräume für Tiere und Pflanzen.

**Gewässertyp:** Gewässer von vergleichbarer Größe, Höhenlage, Morphologie und Physiko-Chemie in derselben Region zeichnen sich durch ähnliche aquatische Lebensgemeinschaften aus. Dies ermöglicht die Gruppierung von individuellen Gewässern zu Gewässertypen. Der Referenzzustand, welcher Bezugspunkt für die biologische Bewertung ist, wird durch die biologischen, chemischen und hydromorphologischen Eigenschaften eines Gewässertyps beschrieben.

**Gewässerüberwachung:** Die Gewässerü-



berwachung wird (meist) von den Wasserwirtschaftsämtern stichprobenartig oder kontinuierlich durchgeführt. Diese Kontrollen sollen die Gewässergüte und Abweichungen davon rechtzeitig erkennen.

**Gewässerunterhaltung:** Gewässerunterhaltung bezeichnet das Gestalten und Entwickeln eines Gewässers und seiner Ufer- und Hochwasserabflussbereiche nach biologischen und landwirtschaftspflegerischen Gesichtspunkten.

**Grundwasser:** Das unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht. Es füllt die Hohlräume der Erdrinde (Poren, Klüfte und dergleichen) zusammenhängend aus und steht unter gleichem oder größerem Druck als er in der Atmosphäre herrscht und seine Bewegung wird durch Schwerkraft und Reibungskräfte bestimmt.

**Grundwasserkörper:** Ein abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter.

**Grundwasserleiter (=Aquifer):** Lockeres (z. B. Kies, Sand) oder festes Gestein (z. B. Kalk, Sandstein), dessen zusammenhängende Hohlräume (Poren, Klüfte) groß genug sind, dass Wasser leicht hindurchströmen kann. Im Gegensatz dazu wirken Gesteine mit sehr kleinen oder kaum zusammenhängenden Poren (z. B. Ton) als Grundwasserhemmer.

**Grundwasserneubildung:** Durch Versickerung von Niederschlägen neu entstehendes Grundwasser.

**Grundwasserrichtlinie:** EG-Tochterraichtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.

**Grundwasserstockwerk:** Eine Abfolge von miteinander kommunizierenden Grundwasserleitern.

## H

**Habitat:** Natürlicher Lebensraum eines Tieres oder einer Pflanze.

**Hochwasser:** Hochwasser ist laut WHG die zeitlich begrenzte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land durch oberirdische Gewässer oder durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser.

**Hochwasserschutzpläne/ Hochwasserrisiko-management-Pläne:** Ziel dieser Pläne ist es die Gefahren, die mindestens von einem statisch einmal in 100 Jahren zu erwartenden Hochwasser ausgehen, so weit wie möglich zu minimieren. Die Pläne enthalten beispielsweise Maßnahmen wie: Erhalt und Rückgewinnung von Rückhalteflächen, Rückverlegung von Deichen, Erhalt und Wiederherstellung von Auen.

**Hohe See:** Nach dem Seerechtsübereinkommen (SRÜ) umfasst die Hohe See alle Teile des Meeres, die nicht zur ausschließlichen Wirtschaftszone, zum Küstenmeer oder zu den inneren Gewässern gehören. Die Hohe See steht allen Staaten offen. Die Staaten sind frei, die Gewässer gemäß den Bedingungen des SRÜ zu nutzen.

**humid:** Bezeichnung für eine Klimazone, in der die jährliche Niederschlagsmenge größer ist als die Verdunstungskapazität. Dies hat eine hohe Luftfeuchtigkeit zur Folge.

**Immission:** Das Einwirken von Luftverunreinigungen, Schadstoffen, Lärm, Strahlen u. ä. auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Luft, Wasser und andere Umweltbereiche.

**Indirekteinleiter:** Alle Industrie- und gewerbebetriebe, die das Abwasser in eine öffentliche Kanalisation oder öffentliche Kläranlage einleiten. Je nach Abwasserzusammensetzung kann eine Abwasservorbehandlung erforderlich sein.

## K

**Kläranlage:** Anlage zur Reinigung von Industrie- und Haushaltsabwässern. Je nach Abwasserbeschaffenheit, Konstruktion und Leistungsfähigkeit der Kläranlage erfolgt die Abwasserreinigung mechanisch (1. Stufe), biologisch (2. Stufe) und weitergehend (3. Stufe). Die mechanische Reinigung entfernt auch Spur- und Sinkstoffe. Sie nutzt die physikalischen Eigenschaften zur Rückhaltung der im Abwasser enthaltenen ungelösten Stoffe. In der 2. Stufe werden die meist mechanisch vorgereinigten Abwässer mit Hilfe von Mikroorganismen gereinigt. In der weitergehenden Abwasserreinigung werden durch Einsatz von Chemikalien weitere Stoffe wie Phosphate und Schwermetalle gefällt und geflockt und aus dem Wasser entfernt.

**Klärschlamm:** Bezeichnung für den ausgefaulten bzw. auf sonstige Weise stabilisierten Schlamm aus Kläranlagen. Klärschlamm aus häuslichen Abwässern enthält viele Nähr- und Humusstoffe und kann

unter bestimmten Voraussetzungen als Düngemittel verwendet werden. Klärschlamm kann je nach Abwasserart und Behandlungsverfahren umwelt-/gesundheitsgefährdende Stoffe enthalten.

**Küstengewässer:** Nach dem Wasserhaushaltsgesetz umfassen die Küstengewässer

- ▶ das Küstenmeer nach Seerechtsübereinkommen (SRÜ), d. h. die Gewässer seewärts der Basislinie bis maximal 12 Seemeilen und
- ▶ die Gewässer landseitig der Basislinie bis zur Küstenlinie bei mittlerem Hochwasser oder der seewärtigen Begrenzung der oberirdischen Gewässer. Die Küstengewässer sind Teil der inneren Gewässer nach SRÜ.

In den Küstengewässern besitzt der Küstenstaat uneingeschränkte Hoheitsrechte.

**Küstenzone:** Die Küstenzone ist ein dynamisches und natürliches System, das sich seewärts und landwärts von der Küstenlinie erstreckt. Die Grenzen werden durch die geographische Ausdehnung der natürlichen Prozesse und der anthropogenen Einflüsse, die dort stattfinden, bestimmt. In der Küstenzone, als einzigartiger und begrenzter Bestandteil der physischen Umwelt, herrscht eine komplexe Wechselbeziehung zwischen Land und Meer vor.

**LAWA:** Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser ist ein Arbeitsgremium der Umweltministerkonferenz (UMK) innerhalb der Bundesrepublik Deutschland. Mitglieder der LAWA sind die Abteilungsleiter der obersten Landesbehörden für Wasserwirtschaft und Wasserrecht der Bundesländer und seit 2005 auch der Bund, vertreten durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). <http://www.lawa.de>

**Legionelle:** Legionellen sind im Wasser lebende, stäbchenförmige Bakterien. Sie können sowohl im Süß- als auch im Salzwasser vorkommen. Aufgrund ihrer natürlichen Verbreitung kommen sie auch in geringer Anzahl im Trinkwasser vor. Es gibt unterschiedliche Maßnahmen zur Legionellenvermeidung wie z. B. chemische und thermische Desinfektion.

**Limnologie:** Binnengewässerkunde, Forschung und Lehre von den stehenden und fließenden Binnengewässern sowie dem Grundwasser, insbesondere von deren Stoffhaushalt.

**M**

**Makrophyten:** In diesem Zusammenhang Wasserpflanzen, die mit dem bloßen Auge erkennbar sind.

**Makrozoobenthos:** Mit dem bloßen Auge erkennbare wirbellose Tiere, die auf der Gewässersohle leben.

**Maritime Raumordnung:** Ordnung, Entwicklung und Sicherung von Meeresgebieten durch Raumordnungspläne. Dabei sind die unterschiedlichen Anforderungen an den Meeresraum aufeinander abzustimmen und Vorsorge für einzelne Nutzungen und Funktionen des Meeresraums zu treffen. Leitvorstellung ist eine nachhaltige Raumentwicklung, die die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt.

**Mischwasser:** Gesammeltes Abwasser, das Haushaltsabwasser, gewerbliche und Industrieabwasser, Fremdwasser (in die Kanalisation eingesickertes Grundwasser) und Niederschlagswasser enthält.

**Monitoring:** Beobachtung oder Überwachung von Naturerscheinungen zur Gewinnung von Daten und Wissen, zur Prüfung von Hypothesen sowie zum besseren Verständnis von Phänomenen.

**Morphologie, morphologisch:** Allg. die Lehre von den Gebilden, Formen, Gestalten, Strukturen. Hier: die Laufgestalt eines Flusses; seine Breite und Tiefe, seine Sohle und Ufer sowie die angrenzende Beschaffenheit des Geländes.

**N**

**NATURA 2000:** Als NATURA 2000-Netz wird ein länderübergreifendes Schutzgebietssystem innerhalb der Europäischen Union bezeichnet. Es umfasst die Schutzgebiete nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) von 1992 und die Schutzgebiete gemäß der Vogelschutzrichtlinie von 1979. NATURA 2000-Gebiete sind demnach Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung bzw. besondere Schutzgebiete der Europäischen Union, die die Mitgliedstaaten der Europäischen Union ausgewiesen haben.

**Niedrigwasser:** Als Niedrigwasser bezeichnet man den Wasserstand von Gewässern, der unter einem als normal definierten Zustand liegt. Zu unterscheiden ist Niedrigwasser im Tidebereich und in Binnengewässern.



**O** **Oberflächengewässer:** Binnengewässer mit Ausnahme des Grundwassers sowie die Übergangsgewässer und Küstengewässer, wobei im Hinblick auf den chemischen Zustand ausnahmsweise auch die Hoheitsgewässer eingeschlossen sind.

**Off-shore:** Kurzbezeichnung für die Erschließung von Erdöl- und Erdgasvorkommen vor der Festlandküste, auf dem die Kontinente umgebenden Schelfgürtel und in größeren Binnengewässern. In Off-shore-Regionen befinden sich etwa 37 % der weltweit nachgewiesenen Ölreserven. In der Nordsee sind seit Ende der 50er Jahre bis 1978 etwa 1000 Suchbohrungen niedergebracht worden. Zur völligen Erschließung der Erdölvorkommen werden noch einige 1000 weitere für erforderlich gehalten. Von diesen Aktivitäten geht eine ständige Gefährdung der Meere und Flüsse aus.

**Ökologie:** Ökologie ist die Wissenschaft vom Haushalt der Natur. Neben den Wechselbeziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt befasst sie sich mit den Reaktionen und Entwicklungen komplexer Systeme, die viele verschiedene Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere enthalten.

**Ökologischer Zustand:** Hier: Qualität von Struktur und Funktionsfähigkeit aquatischer, in Verbindung mit Oberflächengewässern stehender Ökosysteme.

**Ökosysteme:** System der Gemeinschaft und Abhängigkeiten zwischen Lebewesen verschiedener Arten untereinander und zu ihrem Lebensraum.

**organisch:** Zur belebten Natur gehörend, durch Lebewesen erzeugt.

**P** **Phytobenthos:** Benthische, d. h. am Gewässerboden (benthal) lebende Algen.

**Phytoplankton:** Im Wasser schwebende Algen.

**prioritäre Stoffe:** Liste von aktuell 45 Schadstoffen bzw. Schadstoffgruppen, die nach WRRL für die Bestimmung des guten chemischen Zustands der Oberflächengewässer relevant sind. Ein Teil dieser Stoffe werden als prioritäre gefährliche Stoffe eingestuft.

**R** **RCP – „Repräsentative Konzentrationspfade“:** „Repräsentative Konzentrationspfade“ (Representative Concentration Pathways) – für diese

Szenarien werden bestimmte Treibhausgaskonzentration für das Jahr 2100 sowie der Strahlungsantrieb für den Zeitraum von 1850 – 2100 angenommen. Der Strahlungsantrieb wiederum hängt von den Treibhausgasen, der Oberflächen-Rückstrahlung, vom Ozongehalt, den Aerosolen etc. ab. Diese Szenarien lösten 2013/14 die SRES – Szenarien des IPCC ab

**Regenbecken:** Regenbecken sind künstliche Becken, mit deren Hilfe Regen- und Mischwasser zurückgehalten und/oder behandelt werden, z. B. Regenrückhaltebecken.

**Regenrückhaltebecken:** Regenrückhaltebecken ist eine Form der Regenbecken, durch dessen Speicherraum Niederschlagswasser zurückgehalten wird, das nicht sofort in den Vorfluter gelangen soll.

**Regenüberlauf:** Ein Regenüberlauf ist ein Überlaufbauwerk der Mischwasserkanalisation, das der Regenentlastung dient. Kläranlagen sind üblicherweise für den Schmutzwasserzufluss und für die gleiche Menge Regenwasser ausgelegt. Da bei Starkregen der Regenwasserabfluss bis zum 100fachen des Schmutzwasserabflusses ausmachen kann, ist eine Begrenzung des Kläranlagenzuflusses notwendig.

**Renaturierung:** Allg. Umgestaltung eines früher technisch ausgebauten Gewässers in eine naturnahe, ökologisch wirksame Form. Hier: Rückführung einer durch menschliche Einwirkung naturfernen Flusslandschaft in einen naturnahen Zustand. Vor allem durch Wiederherstellung bzw. wesentliche Verbesserung der Gewässerstruktur.

**Rohwasser/Reinwasser:** Wasser, das vom Wasserwerk für die Nutzung als Trinkwasser aus einem Wasservorkommen (Grundwasser, Quelle, oberirdisches Gewässer) entnommen wird. Sofern keine Aufbereitung notwendig ist, sind Roh- und Reinwasser identisch.

**S** **Salzwasser:** Salzwasser ist im allgemeinen Meereswasser, das im Durchschnitt 3 % gelöste Salze enthält. Es ist für den menschlichen Genuss ungeeignet. Sonderformen sind Quell- und Grundwasser, die im Kontakt mit Salzlagerstätten gestanden und aus diesen z. T. ganz erhebliche Mengen Salze herausgelöst haben (Salzsohlen, Heilquellen).

**Saprobien:** Aerobe, also sauerstoffzehrende Organismen, die in Gewässern leben und tote organische Substanz mineralisieren. Damit bewirken sie eine biologische Selbstreinigung der Gewässer. Zu den Saprobien gehören z. B. bestimmte Arten aus den Gruppen der Würmer, Bakterien, Pilze und Algen.

**Schwebstoffe:** Ungelöste, feinstverteilte mineralische und organische Feststoffe (Partikel), die aufgrund ihrer Dichte bzw. der Fließgeschwindigkeit im Wasser schweben.

**Seerechtsübereinkommen (SRÜ):** Globales Übereinkommen der Vereinten Nationen mit 168 Vertragsparteien, das die Rechte und Pflichten der Staaten in Bezug auf Nutzung und Schutz der Meeresgewässer und ihrer Ressourcen regelt.

**Sediment:** Durch Absetzen (Sedimentation) von mineralischen und/oder organischen Feststoffteilchen entstandene Ablagerungen in Gewässern. Man unterscheidet je nach Ablagerungsart Meeres-(marine), Seen-(limnische) und Fluss-(fluviatile) Sedimente. Einige Schadstoffe (z. B. Schwermetalle wie Cadmium) können sich in Sedimenten in hohen Konzentrationen ansammeln, aber auch aus diesen wieder herausgelöst werden und so eine Gefahr für die Lebensgemeinschaften in Gewässern bilden.

**SRES-Szenarien:** Die IPCC –Szenarien von 1992 wurden ab 1996 überarbeitet. Im Ergebnis standen die SRES-Szenarien (nach: „Special Report on Emissions Scenarios“). Sie zeigen mögliche Entwicklungen im 21. Jahrhundert für die Bereiche Bevölkerungswachstum, ökonomische und soziale Entwicklung, technologische Veränderungen, Ressourcen-Verbrauch und Umweltmanagement. Sie waren die Grundlage für die IPCC-Berichte von 2001 und 2007 und wurden 2013/14 durch die RCP-Szenarien abgelöst.

**Süßwasser:** Unter Süßwasser wird im allgemeinen Wasser verstanden, das von Menschen getrunken werden kann, also Niederschlagswasser, Oberflächenwasser auf den Kontinenten und Grundwasser mit weniger als 500 mg/l gelösten Salzen.

**T Teileinzugsgebiet:** Ein Gebiet, aus dem über oderirdische Gewässer der gesamte Oberflächenabfluss an einem bestimmten Punkt in ein oberirdisches Gewässer gelangt.

**Trinkwasser:** Für menschlichen Genuss und Gebrauch geeignetes Wasser, das bestimmte in Gesetzen und anderen Rechtsnormen festgelegte Güteeigenschaften erfüllen muss. Die Grundanforderungen an einwandfreies Trinkwasser sind: frei von Krankheitserregern, keine gesundheitsschädigenden Eigenschaften, keimarm, appetitlich, farblos, kühl, geruchlos, geschmacklich einwandfrei, geringer Gehalt an gelösten Stoffen. Darüber hinaus darf Trinkwasser keine übermäßigen Korrosionsschäden am Leitungsnetz hervorrufen und sollte in genügender Menge mit ausreichendem Druck zur Verfügung stehen.

## U

**Übergangsgewässer:** Die Oberflächenwasserkörper in der Nähe von Flussmündungen, die aufgrund ihrer Nähe zu den Küstengewässern einen gewissen Salzgehalt aufweisen, aber im Wesentlichen von Süßwasserströmungen beeinflusst werden.

**Überschwemmungsgebiet:** Flächen, die bei Hochwasser überschwemmt werden. Rechtlich festgesetzte Überschwemmungsgebiete müssen von den Gemeinden in der Bauleitplanung berücksichtigt werden.

**Überschwemmungsgefährdetes Gebiet/ Risikogebiet:** Überschwemmungsgefährdete Gebiete/ Risikogebiete sind Gebiete, die über Überschwemmungsflächen hinausreichen oder bei Versagen öffentlicher Hochwasserschutzanlagen überschwemmt werden können.

**Uferfiltrat:** Grundwasser, das durch Abstrom oder Versickerung von Bach- und Flusswasser (Infiltration) gebildet wird.

**Umweltqualitätsnorm:** Umweltqualitätsnormen legen Grenzwerte für die prioritären Stoffe fest. Durch Umweltqualitätsnormen soll das Vorkommen bestimmter chemischer Stoffe, die ein erhebliches Risiko für die Umwelt oder die menschliche Gesundheit darstellen, in den Oberflächengewässern reduziert werden.

**Umweltverträglichkeit:** Maß der Auswirkung eines Vorhabens auf die Schutzgüter Boden, Wasser, Luft, Klima, Mensch, Tier und Pflanzen einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen.

**Umweltverträglichkeitsprüfung:** Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ist ein systematisches Prüfungsverfahren, mit dem die unmittelbaren und



mittelbaren Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt bereits im Planungsstadium nachvollziehbar festgestellt, beschrieben und bewertet werden.

**V**

**Vorbehandlung:** Innerbetriebliche Reinigungsmaßnahmen für gewerbliche und industrielle Abwässer vor deren Einleitung in öffentliche Kanalisationen oder Kläranlagen.

**W**

**Wasserbeschaffenheit:** Die physikalische, chemische oder biologische Beschaffenheit des Wassers eines oberirdischen Gewässers oder Küstengewässers sowie des Grundwassers.

**Wasserentnahmeentgelt (WEE):** Das WEE wird in einigen Bundesländern für die Wasserentnahme und den Gebrauch erhoben. Die Einnahmen kommen in der Regel dem Trinkwasser- und Gewässerschutz zugute.

**Wassergefährdende Stoffe:** Chemische Stoffe sowie Stoffgemische oder deren Reaktionsprodukte, die geeignet sind, Gewässer zu verunreinigen oder sonst in ihren Eigenschaften nachteilig zu verändern. Hierzu gehören u. a. Lösemittel, mineralöhlhaltige Rückstände, Pflanzenbehandlungsmittel, Schwermetalle (z. B. Cadmium, Quecksilber), Phosphate sowie halogenierte Kohlenwasserstoffe, Säuren, Laugen, PCB.

**Wassergefährdungsklasse:** Aufgrund von biologischen Testverfahren und sonstiger Eigenschaften wird das Potential von Stoffen und Zubereitungen, die Eigenschaften des Wassers nachteilig zu verändern, in einem Klassifizierungsschema bewertet.

Die Wassergefährdung ist in 3 Klassen eingeteilt:

WGK 1 = schwach Wassergefährdend

WGK 2 = Wassergefährdend

WGK 3 = stark Wassergefährdend

**Wasserhaushaltsgesetz:** Bundesgesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts mit den Bestimmungen für die Bewirtschaftung der Gewässer, um dem Wohl der Allgemeinheit zu dienen. Um Beeinträchtigungen zu vermeiden, werden z. B. bei der Wassergewinnung, der Wasserspeicherung oder der Abwasserbeseitigung Anforderungen gestellt. Auch die Bewirtschaftungsvorgaben der WRRL für die Gewässer sind festgelegt.

**Wasserkörper:** Einheitliche und bedeutende Abschnitte eines oberirdischen Gewässers oder Küstengewässers (Oberflächenwasserkörper)

sowie abgegrenzte Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter (Grundwasserkörper).

**Wasserkreislauf:** Durch die Sonnenenergie ist Wasser einem ständigen Kreislauf unterworfen. Es verdunstet an der Oberfläche der Meere und Kontinente. Der aufsteigende Wasserdampf kühlt sich in der Höhe ab und kondensiert zu Wolken. Bei weiterer Abkühlung geben diese ihre Feuchtigkeit als Niederschlag ab.

**Wassernutzung:** Im Sinne der Richtlinie 2000/60/EG Wasserdienstleistungen sowie jede menschliche Tätigkeit, die signifikante Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit hat. Wasserdienstleistungen sind Dienstleistungen wie die Abwasserbeseitigung oder die Wasserversorgung.

**Wasserschutzgebiet:** Teil des Einzugsgebietes oder das gesamte Einzugsgebiet einer Trinkwassergewinnungsanlage, in dem zum Schutze der Trinkwassergewinnung Nutzungsbeschränkungen verordnet werden. Die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes bedarf eines förmlichen Verfahrens.





 [www.facebook.com/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [www.twitter.com/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)

► **Diese Broschüre als Download**

[www.umweltbundesamt.de/publikationen](https://www.umweltbundesamt.de/publikationen)