



Programm Reine Ruhr zur Strategie einer nachhaltigen Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität in Nordrhein-Westfalen

Programm Reine Ruhr

zur Strategie einer nachhaltigen Verbesserung der
Gewässer- und Trinkwasserqualität in Nordrhein-Westfalen



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	9
Vorwort des Ministers	11
1 Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf	13
1.1 Problemstellung	14
1.2 Spannungsfeld Trinkwasserversorgung aus Oberflächenwasser	14
1.3 Zielsetzung in Nordrhein-Westfalen	16
1.4 Umsetzung von Minimierungsmaßnahmen – Vermeidung	17
1.5 Begleitende Forschungsvorhaben	19
1.6 Zusammenfassung und Positionierung	19
2 PFT- (PFC-) Maßnahmen im Abwasserbereich	20
2.1 Einleitung – Was sind PFT / PFC?	21
2.2 PFT / PFC - Analytik in NRW	22
2.3 Bewertung von Gewässerbelastungen in NRW	26
2.4 Datenlage zur Belastungssituation in NRW	28
2.4.1 Gesamtüberblick Messstellen und Analysen	28
2.4.2 Belastungssituation der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen	28
2.5 Quellen der PFT-Belastung und Minderungsmaßnahmen	35
2.6 Bewertungskriterien für Abwassereinleitungen in Nordrhein-Westfalen	36
2.6.1 Kriterien zur Identifikation relevanter Einleitungen	36
2.6.2 Identifikation der relevanten PFT / PFC-Einleitungen in NRW	37
2.6.3 Maßnahmen zur Reduzierung der landesweiten PFT-Belastung	37
2.7 Ableitung von justiziablen Qualitätsnormen für Gewässer und Abwasser	40
2.8 Zusammenfassung und Positionierung	42

Inhaltsverzeichnis

3 Ist-Zustand Mikroverunreinigungen	44
3.1 Monitoring der organischen Mikroverunreinigungen durch das LANUV NRW	45
3.1.1 Messprogramme im Rahmen der WRRL und weiterer Fragestellungen	45
3.1.1.A Überblicksmonitoring	45
3.1.1.B Operatives Monitoring	47
3.2 Zeitnahe Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen	47
3.3 Befunde in der Ruhr	48
3.3.1 Komplexbildner (EDTA, NTA, DTPA, PDTA)	49
3.3.2 Röntgenkontrastmittel	50
3.3.3 Arzneistoffe	51
3.3.4 Antidepressiva	54
3.3.5 Flammschutzmittel	54
3.3.6 Biozide	55
3.3.7 Sonstige Chemikalien	56
3.3.8 Zusammenfassende Bewertung des Ruhreinzugsgebietes nach WRRL	59
4 Integriertes Überwachungskonzept	60
5 Ableitung von justitziablen Qualitätsnormen für Gewässer und Abwasser	66
6 Bewertung von Mikroverunreinigungen: Bewertungsstrategie „Reine Ruhr“	69
7 Elimination von Spurenstoffen	76
7.1 Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen zur Elimination von organischen Mikroverunreinigungen	77
7.2 Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe	80
8 Wasserübertragene Krankheitserreger	81

Inhaltsverzeichnis

9 Strategien zur Kontrolle mikrobiologischer Risiken in Roh- und Trinkwasser	83
9.1 Einleitung	84
9.2 Bedeutung mikrobiologischer Risiken	84
9.2.1 Technische Chemisch-Physikalische Aufbereitungsverfahren	85
9.2.2 Die so genannten Naturnahen Verfahren	85
9.3 Die hygienisch-mikrobiologische Überwachung	85
9.4 Aktuelle hygienisch-mikrobiologische Risiken	86
9.5 Die neuen Konzepte zur mikrobiologischen Surveillance entsprechend den Vorgaben der Weltgesundheitsorganisation	88
9.6 Vorschlag für die Umsetzung des Water Safety Konzeptes und Reine Ruhr Programmes zur Kontrolle mikrobiologischer Risiken in NRW in Roh- und Trinkwasser	91
9.6.1 Schulung von Mitarbeitern von Gesundheitsämtern, Umweltämtern, Wasserversorgern sowie Vertretern der Verbraucher	92
9.6.2 Festlegung für Indexpathogene in Rohwasser und deren Reduktion durch Aufbereitung sowie deren Erfassung bzw. deren Untersuchung	92
9.6.3 Implementierung des Water safety-Konzeptes und Reine Ruhr-Programm	93
9.6.4 Definition der strukturellen Voraussetzungen bei Überschreitung von Anforderungen bei wasserbedingten Ausbrüchen	93
10 Status quo der Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr	109
10.1 Präsentation der Betreiber der Wasserwerke an der Ruhr	110
10.2 Technische Chemisch-Physikalische Aufbereitungsverfahren	111
10.2.1 Wasserwerk Mülheim Dohne	112
10.2.2 Wasserwerk Styrum-Ost	114
10.2.3 Wasserwerk Styrum-West	116
10.2.4 Wasserwerk Essen-Kettwig	118
10.2.5 Wasserwerk Essen-Horst/Essen-Überruhr, WGE – Wassergewinnung Essen	120
10.2.6 Wasserwerk Langel	124
10.2.7 Wasserwerk Mengesohl, Hochsauerlandwasser	126
10.2.8 Wasserwerk Stockhausen, Hochsauerlandwasser	128
10.2.9 Stadtwerke Menden GmbH, Stadtwerke Fröndenberg GmbH	130

Inhaltsverzeichnis

10.3 Die technikfreien sogenannten „Naturnahe Verfahren“	133
10.3.1 Stadtwerke Hamm GmbH, Wasserwerk Warmen	134
10.3.2 Wasserwerk Echthausen	136
10.3.3 Wasserwerk Halingen	138
10.3.4 Wasserwerk Hengsen	140
10.3.5 Wasserwerk Villigst	142
10.3.6 Wasserwerk Ergste	144
10.3.7 Wasserwerk Westhofen 1 und 2	146
10.3.8 Wasserwerk Hengstey	148
10.3.9 Wasserwerk Volmarstein	150
10.3.10 Wasserwerk Witten	152
10.3.11 Wasserwerk Witten-Heven	156
10.3.12 Wasserwerk Insel, Hochsauerlandwasser	158
10.3.13 Wasserwerk Hennenohl, Hochsauerlandwasser	160
10.3.14 Wasserwerk Bochum Stiepel	162
10.4 Fazit – Ertüchtigung der Trinkwasseraufbereitung zur Elimination von organischen Mikroverunreinigungen und mikrobiellen Krankheitserregern	164
Impressum	168

Inhaltsverzeichnis

Anhänge (als PDF-Datei auf CD - Innenseite Umschlag)	167
<hr/>	
A1 Untersuchungsergebnisse an der Ruhr - 2006-2007	
<hr/>	
A 1.1 Konzentrationen und Frachten von PFOA und PFOS an 23 Entnahmestellen der Ruhr	167
A 1.2 Untersuchungsergebnisse (Konzentrationen und Frachten) von PFOS und PFOA im Ablauf der Kläranlagen des Ruhrverbands im Einzugsgebiet der Ruhr	191
<hr/>	
A2 Konzentrationen und Frachten von PFOS und PFOA im Ruhrlängsverlauf 2008-2009	203
<hr/>	
A 2.1 Ruhrverbandsmessstellen (Auswertung Ruhrverband)	203
A 2.2 Ruhrverbandsmessstellen (Auswertung Ruhrverband)	219
A 2.3 Ruhrverbandsmessstellen (Auswertung Ruhrverband)	227
A 2.4 Ruhrverbandsmessstellen (Auswertung Ruhrverband)	233
<hr/>	
A3 Untersuchungsergebnisse an der Ruhr - 2010-2012 (Daten LANUV)	241
<hr/>	
A 3.1 Trinkwasserspezifische Zielwerte (TWZ) und statistische Kenngrößen für anthropogen eingetragene Mikroschadstoffe an Messstellen der Ruhr - 2010 - 2012 (Daten LANUV)	241
A 3.2 Einzelwerte für anthropogen eingetragene Mikroschadstoffe an Messstellen der Ruhr - 2010 - 2012 (Daten LANUV)	271
<hr/>	
A4 Ergebnisse des letzten WRRL-Monitoringzyklusses (2009-2011)	577
<hr/>	
A5 PERFLUOROCTANE SULPHONATE (PFOS) EQS dossier 2011	601
<hr/>	

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
AWWR	Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BezReg	Bezirksregierung
D-E-A	Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser (Nordrhein- Westfalen)
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
NTA	Nitrilotriessigsäure
PDTA	1,3-Propylendiaminpentaessigsäure
EG	Europäische Gemeinschaft
ELWAS	Elektronisches Wasserwirtschaftliches Verbund System
EU	Europäische Union
FlussWinIMS	s. ELWAS
F&E	Forschung und Entwicklung
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert
GÜS	Gewässergüteüberwachungssystem
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
InKa	Indirekteinleiterkataster (Nordrhein-Westfalen)
ISA	Informationssystem Anlagen
IT.NRW	Information und Technik (früher: Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik - LDS)
IÜK	Integriertes Überwachungskonzept
KbE	Koloniebildende Einheit (Größenordnung bei Krankheitserregern)
LW	Leitwert
LWG	Landeswassergesetz Nordrhein-Westfalen
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PFBA	Perfluorbutansäure
PFOA	Perfluoroctansäure
PFOS	Perfluoroctansulfonsäure
PFT	Perfluorierte Tenside
PIUS	Produktionsintegrierter Umweltschutz
PWct	Prüfwert für Maßnahmen zum Schutz vor chronischer Toxizität
PWctmax	maximaler Vorsorgeprüfwert
PWak	Prüfwert für Maßnahmen zum Schutz vor akuter Toxizität
REACH	EG-Chemikalienverordnung (1907/2006) vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)
TOSU	2, 4, 8,10-Tetraoxaspiro[5,5]undecan
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
TWK	Trinkwasserkommission
VWs	spezieller Vorsorgewert
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WHO	World Health Organization, englische Bezeichnung für Weltgesundheitsorganisation der Vereinten Nationen
WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)
UBA	Umweltbundesamt
UQN	Umweltqualitätsnorm
UWB	Untere Wasserbehörde
ZEA	Zentrale Entsorgungsanlage Iserlohn
Z-TEIS	Zentrales Trinkwasserdatenerfassungs- und Informationssystem
ZVO	Zentralverband Oberflächentechnik e.V.
ng/l	Nanogramm (1/1.000.000.000 Gramm) je Liter (Konzentration)
µg/l	Mikrogramm (1/1.000.000 Gramm) je Liter (Konzentration)
µs/cm	mikroSiemens je Zentimeter (Leitfähigkeit)

Vorwort des Ministers



Das Programm „Reine Ruhr“ startete im Juni 2008. Der nun vorliegende Statusbericht des Programms „Reine Ruhr“ beruht auf der gemeinsamen Arbeit der Expertenkommission „Reine Ruhr“, des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) Nordrhein-Westfalen und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) Nordrhein-Westfalen. Die Expertenkommission setzte sich aus drei fachlich anerkannten Mitgliedern zusammen. Dies waren:

- Herr Prof. Dr. med. Martin Exner, Direktor des Instituts für Hygiene und Öffentliche Gesundheit des Universitätsklinikums Bonn,
- Herr Prof. Dr. rer. nat. Klaus Kümmerer, Leiter der Sektion für Angewandte Umweltforschung, Universitätsklinikum Freiburg und
- Herr Prof. Dr. techn. Helmut Kroiss, Vorstand des Instituts für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft der Technischen Universität Wien

Die Expertenkommission hat bis Juni 2010 die Arbeiten zur Gestaltung und Umsetzung des Programms „Reine Ruhr“ wissenschaftlich begleitet und die entwickelte Strategie sowie die getroffenen und zu treffenden Maßnahmen unabhängig beurteilt.

Das Programm „Reine Ruhr“ hat eine umfassende und nachhaltige Strategie zur Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität insbesondere an der Ruhr zum Ziel. Die Strategie des Programms „Reine Ruhr“ und deren Umsetzung betrifft aber ganz NRW. Aufgrund der Historie der Programmstehung zielt das Konzept bisher primär auf den Umgang mit chemischen Mikroverunreinigungen. Neben den chemischen Belastungen ist auch die Betrachtung wasserübertragener Krankheitserreger in Bezug auf die Trinkwasserversorgung elementar; dieses Thema wird aufgrund der im Vergleich zum Umgang

mit Mikroverunreinigungen unterschiedlichen Bewertung insbesondere der akuten Gefährdung, Anforderungen und Herangehensweisen gesondert im Rahmen des Programms behandelt.

Im Sinne eines Multibarrierensystems sind bei der Konzeptionierung „Reine Ruhr“ vorrangig Maßnahmen an der Quelle (Stoffvermeidung / Produktionsintegrierter Umweltschutz), aber auch bei der Abwasserbehandlung und Trinkwasseraufbereitung zu prüfen und ggf. einzuleiten, vorhandene Monitoringsysteme zu verzahnen, zu erweitern und zu optimieren und durch vernetzte Kommunikationsstrukturen der Wissensaustausch und die Information zu verbessern. Damit bietet das Programm einerseits einen strategischen Ansatz, eine nachhaltige Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität zu erreichen. Das Programm ist andererseits dabei pragmatisch und umsetzungsorientiert ausgerichtet.

Das Programm besteht aus sieben Elementen, die teilweise parallel und teilweise aufeinander aufbauend bearbeitet und sukzessive abgearbeitet werden:

1. Darstellung des Ist-Zustands
2. Erarbeitung eines neuen Überwachungskonzepts
3. Erweiterung des Anlagenkatasters
4. Vermeidung an der Quelle
5. Zusätzliche Reinigungsstufen bei Kläranlagen
6. Zusätzliche Maßnahmen bei der Trinkwasseraufbereitung
7. Information und Beratung

Operative Instrumente dazu sind:

- Strategie zur Bewertung bislang nicht bewertbarer Stoffe (zu 1 und 2),
- Warn- und Informationsplan (Ruhr) (zu 7),
- begleitende Forschung (zu 4 bis 6).

Die konkrete Planung und pragmatische Umsetzung erfolgt unter Beteiligung der Vollzugs- und Fachbehörden der Wasserwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

Vorwort des Ministers



Der Statusbericht baut auf den Ergebnissen, die im ersten Zwischenbericht „Reine Ruhr“ (04/2009) enthalten sind, auf. Dort werden u. a. die seit bekannt werden von bislang nicht bewerteten und regulierten Spurenstoffen im Einzugsgebiet der Ruhr vom Land veranlassten Maßnahmen zur Schadensabwehr beschrieben und ein Überblick über die Ist-Situation hinsichtlich anthropogener Spurenstoffe in der Ruhr gegeben. Auf die seitdem getroffenen Maßnahmen und entwickelten Konzepte wird in dem nun vorliegenden Statusbericht eingegangen und der aktuelle Ist-Zustand der Emissions- und Immissions-situation sowohl im Einzugsgebiet der Ruhr und in der Ruhr als auch in anderen Gewässern in NRW dargestellt.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Johannes Remmel'. The signature is written in a cursive style and is positioned above the printed name.

Johannes Remmel, MdL

Minister für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

1 Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf



1.1 Problemstellung

In der industrialisierten Welt ist der Einsatz von anthropogenen Stoffen unverzichtbar. Die Anzahl der entwickelten organischen chemischen Verbindungen beträgt inzwischen mehr als 50 Millionen. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen hat vor Jahren 5.000 Substanzen als potenziell umweltrelevant eingestuft. Die europäische Chemikalienagentur hat inzwischen (2010) den Nachweis über den Einsatz von mehr als 400 gesundheitsgefährdenden, krebserregenden Chemikalien in verschiedenen Produkten erbracht.

Mit der Stockholmer Konvention vom 22.05.2001, die inzwischen von 133 Staaten unterzeichnet ist, wird das Ziel des Herstellungs- und Anwendungsverbots von besonders schädlichen Chemikalien verfolgt. Bis 2010 betraf dies 12 Chemikalien („das dreckige Dutzend“), 9 weitere Chemikalien sind 2010 hinzugefügt worden, darunter auch die in Nordrhein-Westfalen besonders relevante Chemikalie PFOS. Eine weltweite Vermeidung des Eintrags dieser Chemikalien in die Umwelt konnte bis heute nicht erreicht werden.

Der Eintrag anthropogener Spurenstoffen in die Umwelt nimmt weiter zu. So steigt beispielsweise der Arzneimittelkonsum, auch aufgrund einer älter werdenden Gesellschaft und des medizinischen Fortschritts kontinuierlich. Durch neue Technologien und deren vielfältige Verbreitung, wie z. B. die Nanotechnologie, können sich ebenfalls weitere Belastungen ergeben, deren Auswirkungen auf die Umwelt noch nicht bekannt sind.

Aufgrund der ubiquitären Verwendung vieler anthropogener Spurenstoffe, stellen kommunale Abwässer heute den Haupteintragspfad in die Oberflächengewässer dar. Sie sind jedoch nicht die einzige Quelle.

Die teilweise allgegenwärtige Verwendung von anthropogenen Stoffen, wie z. B. Medikamenten, Kosmetika oder Industriechemikalien führt zu nachweisbaren Belastungen der Gewässer, die vielfältig genutzt werden und die dem besonderen Schutz des Artikels 20 a GG unterliegen.

Eine besondere Relevanz ist dann gegeben, wenn die Trinkwassergewinnung direkt oder indirekt aus Oberflächengewässern (Uferfiltrat, Grundwasseranreicherung) erfolgt, empfindliche Gewässerökosystemen zu schützen sind, eine hohe Industriedichte vorliegt, eine hohe Besiedlungsdichte besteht und der demographische Wandel einen zunehmenden Arzneimittelbedarf erwarten lässt.

1.2 Spannungsfeld Trinkwasserversorgung aus Oberflächenwasser

Die Ruhr stellt die Grundlage der Wasserversorgung für ca. 5 Mio. Menschen in Nordrhein-Westfalen dar. Die Ruhrwasserqualität ist deshalb in Nordrhein-Westfalen von besonderer Bedeutung.



In der fließenden Welle der Ruhr werden 300 chemische Stoffe überwacht. Diese Überwachung der Ruhr ergibt folgenden Sachverhalt:

- 300 Einzelverbindungen
- 77 Verbindungen ruhrrelevant
- 19 Verbindungen im Trinkwasser nachgewiesen

Im Einzelnen sind dies die folgenden chemischen Verbindungen (Jahresfrachten 2008):

- EDTA	23,2 t/a
- DTPA	17,0 t/a
- Röntgenkontrastmittel	160-730 kg/a
- Antibiotika	35-100 kg/a
- PFC	25-150 kg/a
- Flammschutzmittel	25-150 kg/a
- Humanpharmaka	25-200 kg/a

Die folgenden chemischen Stoffe wurden direkt als Belastung in der fließenden Welle der Ruhr, im Rohwasser für die Trinkwasseraufbereitung und im Trinkwasser nachgewiesen:

- aus der Gruppe der leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe: 1,1,1-Trichlorethan
- aus der Gruppe der Flammschutzmittel: vor allem Phosphorsäure-tris-(2-chlorpropyl)ester
- aus der Gruppe der Arzneimittel: die Stoffe Carbamazepin und Diclofenac
- aus der Gruppe der Röntgenkontrastmittel: die Stoffe Amidotrizoesäure und Iopamidol
- Perfluorierte Tenside (PFT)
- Komplexbildner EDTA und DTPA
- TOSU (2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]-undecan)
- Sulfolan (Organisches Lösungsmittel)
- Benzotriazol

Im Sinne eines vorsorgenden Gewässer- und Verbraucherschutzes sind deshalb Anstrengungen aller Beteiligten zum nachhaltigen Schutz der Wasserressourcen essentiell.

Das Land Nordrhein-Westfalen hat deshalb das Programm Reine Ruhr beschlossen. Zielsetzung sind die Vermeidung und der weitgehende Rückhalt von Mikroschadstoffen. Die vorliegenden Erkenntnisse aus einer umfassenden Bestandsaufnahme und einer Reihe von durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen zeigen, dass es eines Multi-Barrieren-Schutzes bedarf. Dazu gehören sowohl Maßnahmen zur Vermeidung und Maßnahmen zur Verminderung an der Quelle zur Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen sowie Maßnahmen bei der Trinkwasseraufbereitung. Auf der Basis der vorliegenden Erkenntnisse soll das Programm Reine Ruhr weiterentwickelt werden.

1.3. Zielsetzung in Nordrhein-Westfalen

Die Oberflächengewässerverordnung ist im Jahr 2011 von der Bundesregierung verabschiedet und am 25. Juli 2011 veröffentlicht worden. Diese Verordnung enthält für das Schutzgut Gewässer ökologische bzw. ökotoxikologische abgeleitete Umweltqualitätsnormen (UQN). Sie enthält

jedoch für die Mehrzahl heute relevanter anthropogener Mikroschadstoffe keine einzuhaltenden Gewässerkonzentrationen. Im Wesentlichen werden EU-weite Vorgaben umgesetzt, die vielfach heute in Deutschland nicht mehr relevante Chemikalien betreffen. Dieses Defizit ist auch von DVGW, DWA und Wasserchemischer Gesellschaft bereits 2008 moniert worden. Daher erfolgt in NRW für relevante Mikro-Schadstoffe, für die keine gesetzlich verbindlichen UQN vorliegen, die Bewertung anhand von Qualitätszielen, die auf validierten UQN-Vorschlägen bzw. „Predicted no Effect Concentrations“ (PNEC) beruhen.

Für das Schutzgut Trinkwasser hat das Land Nordrhein-Westfalen auf der Grundlage des GOW-Konzeptes des Umweltbundesamtes (Ableitung von gesundheitlichen Orientierungs- und Leitwerten) einen Vorschlag erarbeitet, der eine Bewertung von anthropogenen Stoffen im Einzugsgebiet von Trinkwassergewinnungsanlagen beinhaltet. Die Übernahme dieses Konzeptes mit vorgeschlagenen Vorsorgewerten von 0,1 µg/l bei völlig unbekanntem Stoffeigenschaften bis hin zu 50 µg/l zum Ausschluss akuter Toxizität in die Oberflächengewässerverordnung hätte die Möglichkeit eröffnet, auf der Grundlage einer bundesweit einheitlichen und verbindlichen Methodik für neu auftretende Mikroschadstoffe schnell belastbare Anforderungen zu formulieren und in der Folge wasserbehördlich zu handeln.



Das Land Nordrhein-Westfalen muss den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen für zukünftige Generationen gemäß Artikel 20 a GG sicherstellen, d.h. die Einhaltung der allgemeinen Sorgfaltspflicht und des Gebots zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Gewässer (§§ 5, 6, 48, 55 WHG) zu gewährleisten. Daraus kann als allgemeines und langfristiges Mindestqualitätsziel unter dem Aspekt des vorsorgeorientierten und generationsübergreifenden Gewässer- und Trinkwasserschutzes grundsätzlich für organische Schadstoffe die Einhaltung bzw. Unterschreitung eines allgemeinen Vorsorgewertes (VW) in Höhe von $< 0,1 \text{ ug/l}$ in allen Oberflächengewässern und Grundwasserkörpern, aus denen direkt oder indirekt Trinkwasser gewonnen wird oder werden soll, abgeleitet werden. Der Wert von $< 0,1 \text{ ug/l}$ dient dem Reinheitsanspruch gemäß DIN 2000 für Trinkwasser sowie dem hygienischen Prinzip der Minimierung vermeidbarer Belastungen im Trinkwasser unter Bezug auf § 6(3) TrinkwV 2001 und auch der rechtlichen Konkretisierung des ALARA-Prinzips („As Low As Reasonably Achievable“, so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar).

Diese Zielsetzung wird unter gewässer- und trinkwasserhygienischer Sicht verfolgt. Sie gilt auch dann, wenn unter humantoxikologischer und ökotoxikologischer Sicht für den Einzelstoff höhere Konzentrationen tolerierbar sind und sollte im Prinzip auch auf alle anderen Oberflächengewässer angewandt werden.

Bei Überschreitung des allgemeinen Vorsorgewertes für Gewässer, Rohwasser und Trinkwasserressourcen erfolgt in Nordrhein-Westfalen, auch ohne dass dies derzeit in der Bundesverordnung festgelegt ist, eine weitergehende Bewertung des Stoffes und eine Ursachenermittlung. Soweit es sich um eine kurzfristige Belastung handelt, werden Vorsorgekonzepte erarbeitet. Soweit es sich um eine andauernde Belastung handelt, werden Gegenmaßnahmen eingeleitet. Die Umsetzung dieses Konzeptes erfolgt derzeit für die Chemikalien PFC.

1.4 Umsetzung von Minimierungsmaßnahmen – Vermeidung

Grundsätzlich wird die Vermeidung des Einsatzes anthropogener Spurenstoffe, die umweltgefährdend sind, angestrebt. Dies kann nur durch Herstellungsverbote oder Einsatzverbote erreicht werden, die deutschlandweit, europaweit und weltweit gelten. Dieses Ziel wird verfolgt, seine Umsetzung wird, wenn sie gelingen sollte, jedoch Jahrzehnte benötigen. Es sind deshalb weitere Maßnahmen erforderlich.

Maßnahmen an der Quelle

Dort, wo es punktuelle Einträge von Mikroschadstoffen gibt, ist eine Entfernung an der Quelle (Gewerbe und Industrie) erforderlich. Dies trifft beispielsweise auf Chemikalien, wie PFT, TOSU, Sulfolan oder einzelne Komplexbildner zu. Entsprechende Maßnahmen wurden in den letzten Jahren bei rd. 80 indirekt einleitenden und direkt einleitenden Firmen – zum großen Teil auf freiwilliger Basis – umgesetzt.

Grundsätzlich muss für Branchen, bei denen der Einsatz von Mikroschadstoffen wie PFT derzeit unvermeidlich erscheint, eine Fortschreibung des Standes der Technik erfolgen und die Abwasserverordnung angepasst werden. Nordrhein-Westfalen hat für die Fortschreibung des Anhangs 40 (Metallbearbeitung) 2010 einen konkreten Vorschlag für eine PFT-Begrenzung gemacht.

Kommunale Kläranlagen

Für die überwiegende Mehrzahl von Mikroschadstoffen gilt, dass sie einer allgegenwärtigen Verwendung unterliegen und auch über kommunale Kläranlagen in die Gewässer eingetragen werden. Die Ertüchtigung der kommunalen Kläranlagen stellt deshalb die effizienteste Methode dar, den Eintrag von Mikroverunreinigungen in die Gewässer zu reduzieren. Erste Erfahrungen mit den beiden Eliminationstechnologien Aktivkohle und Ozonierung in Baden-Württemberg und von auf freiwilliger Basis ertüchtigten Anlagen liegen vor. Anhand der Ergebnisse können Kosten- und Gebührenbelastungen abgeschätzt und die Verhältnismäßigkeit entsprechender Maßnahmen dokumentiert werden kann.

Die Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen zur Mikroschadstoffentfernung wird vom Land Nordrhein-Westfalen finanziell unterstützt.

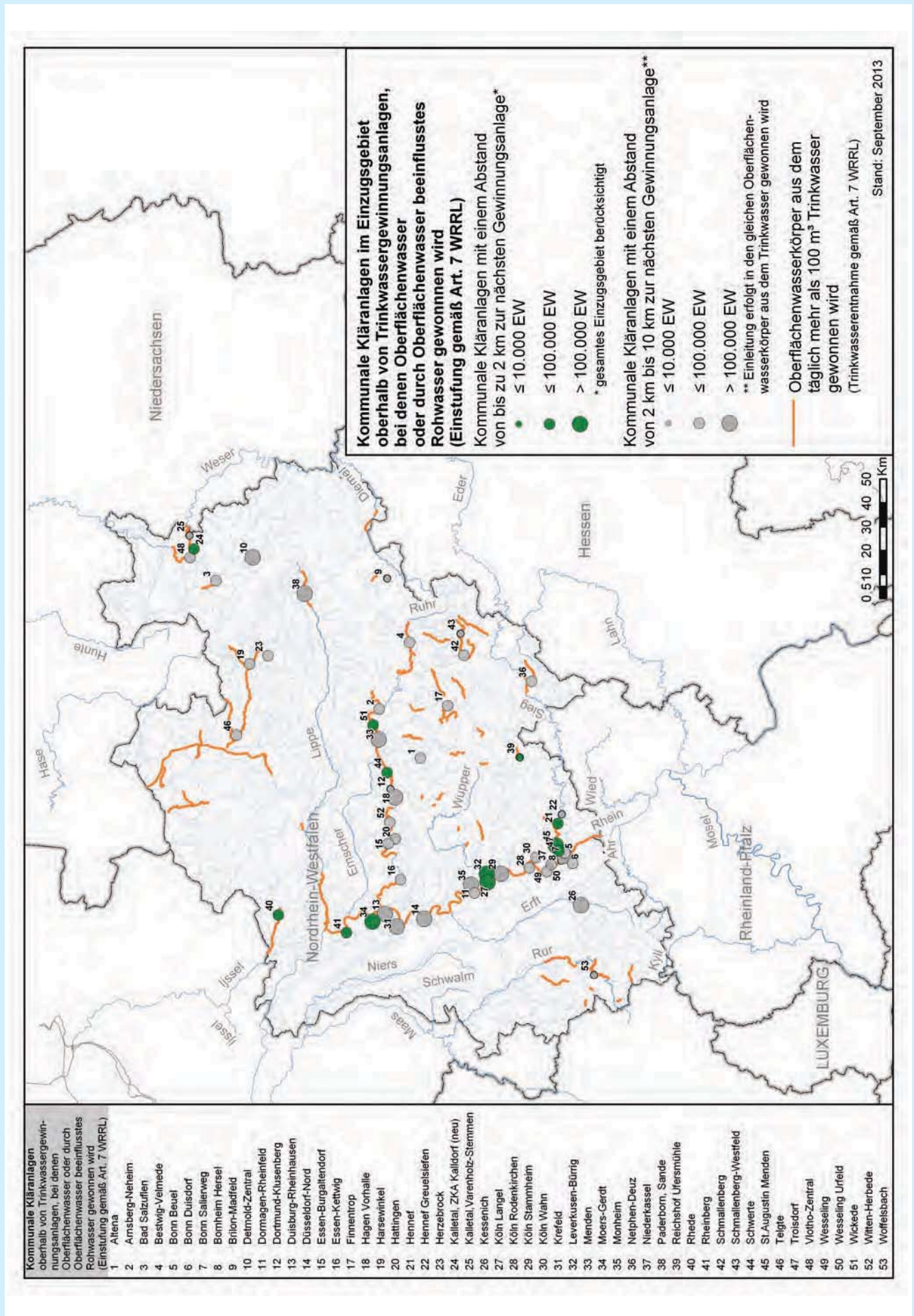
Grundsätzlich wird eine Freiwilligkeit der Umsetzung von Maßnahmen angestrebt. Bei festgestellten Belastungsschwerpunkten (Beispiel Ruhr) muss zukünftig die Möglichkeit ordnungsrechtlichen Handelns ermöglicht werden. Dazu bietet sich eine Vollzugshilfe zur Umsetzung der Oberflächengewässerverordnung unter Berücksichtigung des GOW-Konzeptes an.

Von besonderer Bedeutung ist, dass in NRW im Gegensatz zu allen anderen Bundesländern ein sehr hoher Anteil des Trinkwassers aus Uferfiltrat gewonnen wird. Die Belastung der Fließgewässer mit organischen Spurenstoffen, die mehrheitlich aus kommunalen Abwassereinleitungen stammen, ist deshalb trinkwasserrelevant.

Insbesondere bei den Kläranlagen, die sich im Einzugsgebiet von Trinkwassergewinnungsanlagen befinden, ist die Ertüchtigung zur Mikroschadstoffelimination zu prüfen. Dies betrifft die in der folgenden Abbildung dargestellten Kläranlagen:

Karte 1

Kommunale Kläranlagen im Einzugsgebiet von Oberflächenwasserkörpern



Niederschlagswassereinleitungen

Der Eintrag anthropogener organischer Mikroschadstoffe durch Niederschlagswassereinleitungen ist weniger relevant. Allerdings können einige Chemikalien, wie z. B. phosphororganische Flammenschutzmittel, über atmosphärische Deposition in das Niederschlagswasser eingetragen werden. Durch eine Anpassung der Niederschlagswasserbehandlung an die allgemein anerkannten Regeln der Technik wird eine deutliche Reduzierung dieses Eintragspfades erreicht werden. Diese Anpassung erfolgt im Zuge der Umsetzung des Maßnahmenprogramms gemäß WRRL.

Diffuse Einträge

Diffuse Einträge von anthropogenen Spurenstoffen sind vorwiegend auf die Verwendung von Wirtschaftsdüngern und den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und anderen bioziden Wirkstoffen zurückzuführen. Wirtschaftsdünger enthalten Mikroschadstoffe wie zum Beispiel Tierarzneimittel oder auch natürliche Hormone, die in entsprechenden Konzentrationen gewässerrelevant sind. Durch Auswaschung oder Erosion gelangen die Mikroschadstoffe in den Wasserkreislauf. Im Zuge der Umsetzung des Maßnahmenprogramms nach WRRL werden Minderungsmaßnahmen, wie z. B. Erosionsschutzmaßnahmen durchgeführt.

1.5

Begleitende Forschungsvorhaben

Unabhängig von der Umsetzbarkeit großtechnischer Maßnahmen zur Mikroschadstoffelimination sowie der Notwendigkeit entsprechende Maßnahmen auch jetzt umzusetzen, wird das Land Nordrhein-Westfalen weiterhin Forschungsprojekte initiieren, die eine Verbesserung der Erfassung von Mikroschadstoffen, die Erstellung von Konzepten und die Elimination von Mikroschadstoffen zum Ziel haben. Im Jahr 2012 bzw. 2013 wird mit Ergebnissen zu folgenden Projekten gerechnet:

- Eintragspotenzial von Industriechemikalien durch Industriebetriebe am Beispiel des Eintragsgebietes der Ruhr
- Analyse der Eliminations- und Vermeidungsmöglichkeiten von Industriechemikalien in Industriebetrieben
- Analyse der Eliminationsmöglichkeiten von Arzneimitteln in den Krankenhäusern in Nordrhein-Westfalen
- Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen insbesondere kommunaler Flockungsfiltrationsanlagen durch den Einsatz von Aktivkohle
- Elimination von Arzneimittelrückständen in kommunalen Kläranlagen

- Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen durch den Einsatz der Membrantechnik
- Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen durch den Einsatz von Verfahren mit UV-Behandlung
- Volkswirtschaftlicher Nutzen der Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen zur Elimination von organischen Spurenstoffen, Arzneimitteln, Industriechemikalien, bakteriologisch relevanten Keimen und Viren
- Metabolitenbildung beim Einsatz von Ozon

Am 21.6.2012 fand das 2. Fachsymposium Mikroschadstoffe.NRW statt, auf dem die aktuellen Ergebnisse und Erkenntnisse zur Elimination von Mikroverunreinigungen präsentiert und den mehr als 300 anwesenden Akteuren der Wasserwirtschaft zur Diskussion gestellt wurden (siehe auch www.masterplan-wasser.nrw.de/index.php?/veranstaltungen-messen/internationales-fachsymposium-2012.html)

1.6

Zusammenfassung und Positionierung

1. Mikro-Verunreinigungen sind ein wichtiges Thema, dessen Bedeutung durch die weitere Entwicklung von Chemikalien und der Zunahme des Verkehrs von Arzneimitteln in einer alternden Bevölkerung größer werden wird. Die Gewässerüberwachung muss auf die Erfassung dieser Stoffe ausgerichtet sein.
2. Belastungen der aquatischen Umwelt bedürfen einer Bewertung bzgl. Toxikologie und Auswirkungen auf Mensch und Umwelt; hierzu liegen für das Schutzgut Trinkwasser mit den auf der Grundlage der aus dem GOW-Konzept des UBA ableitbaren Vorsorgewerten ein geeignetes Instrument vor. Für das Schutzgut Gewässer erfolgt parallel der Abgleich mit ökologischen bzw. ökotoxikologischen Umweltqualitätsnormen bzw. Qualitätszielen.
3. Maßnahmen zur Reduzierung des Eintrags müssen dem Multi-Barrieren-Prinzip folgend an der Quelle bei der Verwendung bzw. beim Inverkehrbringen beginnen, müssen aber auch gezielte Maßnahmen an industriellen sowie kommunalen Kläranlagen sowie Konzepte zur Minderung diffuser Schadstoffausträge umfassen.
4. Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung des Trinkwassers müssen vor dem Hintergrund diffuser Einträge und möglicher unvorhersehbarer Belastungen ggfls. auch in der Wasseraufbereitung etabliert werden, um die an einen vorbeugenden Gesundheitsschutz ausgerichteten Anforderungen einzuhalten.

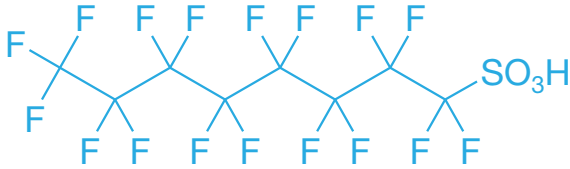
2 PFC- (PFT-) Maßnahmen im Abwasserbereich



2.1

Einleitung – Was sind PFT/PFC ?

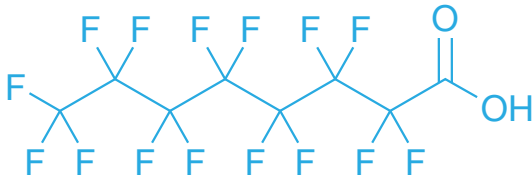
PFOS


Chemische Bezeichnung:

Perfluorooctansulfonsäure

Summenformel: $C_8HO_3F_{17}S$
Molmasse: $500,13 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
CAS 1763-23-1

PFOA


Chemische Bezeichnung:

Perfluorooctansäure

Summenformel: $C_8HO_2F_{15}$
Molmasse: $414,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
CAS 335-67-1

Perfluorierte Verbindungen (PFT = Perfluorierte Tenside) sind industriell hergestellte organische Verbindungen, bei denen am Kohlenstoffgerüst alle Wasserstoffatome vollständig (z. B. Perfluorooctansäure, PFOA) oder fast vollständig (z. B. Perfluorooctansulfonsäure, PFOS) überwiegend durch Fluoratome ersetzt sind. Wegen ihrer besonderen chemisch-physikalischen Eigenschaften und ihrer hohen Stabilität gegenüber chemischen und physikalischen Prozessen werden PFT als Tenside u. a. in Feuerlöschschäumen, galvanischen Bädern und in der photochemischen Industrie eingesetzt. Daneben enthalten eine Vielzahl von chemischen Produkten zur Imprägnierung von Papier, Textilien und Leder diese Verbindungen als Bausteine von Wirkstoffen, als produktionsbedingte Verunreinigungen oder als Abbauprodukte.

International gebräuchlich ist die Bezeichnung „PFC“ für organische Verbindungen mit mehrfach fluorierter Alkylkette, die im weiteren Sinne auch für perfluorierte Verbindungen (z. B. H4PFOS) angewandt wird. Die OECD listet insgesamt 853 verschiedene PFC auf, darunter 369 Substanzen, die auf Perfluorsulfonsäuren und Perfluorcarbon-säuren zurückgehen.

Die Verwendung der Abkürzung „PFT“ für die o.g. Stoffe ist auf den deutschen Sprachraum begrenzt. Mit diesem Begriff werden synthetisch hergestellte, nicht in der Natur vorkommende, persistente organische Chemikalien mit speziellen grenzflächenaktiven Eigenschaften und vollständig fluorierter (perfluorierter) Alkylkette zusammengefasst. Zusammen mit den polyfluorierten Verbindungen werden die PFT als Stoffgruppe auch unter dem Begriff PFC zusammengefasst.

Längerkettige Verbindungen, wie PFOA und PFOS reichern sich im Blut und in der Leber an und weisen Halbwertszeiten von mehreren Jahren im menschlichen Körper auf. In Tierversuchen wurden eine Reihe von toxischen Effekten beobachtet (Tumorbildung, Reproduktionsstörungen).

PFOS wurde auf dem vierten Treffen der Stockholm Convention im Mai 2009 als sogenannter Persistent Organic Pollutant (POP) eingestuft und in die Liste Annex B (restriction) offiziell als zu beschränkender Wirkstoff aufgenommen. Neben PFOS erfüllen weitere Verbindungen die auch für die Einstufung als POP als relevant betrachteten, sogenannten PBT-Kriterien (Persistent, Bioaccumulative, Toxic)

Eine daraus ableitbare Beschränkung der Anwendung von PFOS in der EU erfolgte bereits mit der RL 2006/122/EG. PFOS darf nach dieser RL in der Europäischen Union nur in Ausnahmefällen, z. B. in Feuerlöschschäumen (bis Juli 2011) und für den Einsatz in der Galvanik verwendet werden.

Durch diese Richtlinie werden wichtige Eintragspfade für PFOS in die Umwelt reglementiert. Die bekanntesten relevanten Gewässerbelastungen in NRW stammen überwiegend aus davon nicht betroffenen Herkünften (z.B. Galvanik, Entsorgungsindustrie, ehemalige Löschplätze). Zudem werden Einsatz und Produktion der vielen anderen PFT/PFC-Verbindungen dadurch nicht beeinflusst. Eine zeitnah zu erwartende signifikante Verbesserung der Umweltsituation hinsichtlich des „Gesamtkomplexes PFC/PFT“ kann daher durch die RL 2006/122 nicht erwartet werden.

2.2 PFT/PFC-Analytik in NRW

Durch Herstellung, Anwendung und Entsorgung gelangen PFT/PFC in den Wasserkreislauf. Unmittelbar nach Bekanntwerden der PFT-Problematik hat das Land NRW im Juni 2006 die Substanzen PFOA (Perfluorooctansäure) und PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) in seine Routineanalytik zur Gewässer- und Abwasserüberwachung aufgenommen und umfangreiche Messprogramme durchgeführt. Mit entsprechend niedrigen analytischen Bestimmungsgrenzen konnten PFOA und PFOS in NRW in vielen Oberflächengewässern nachgewiesen werden.

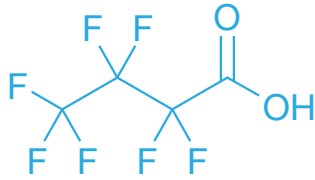
Die Analytik wurde fortlaufend weiterentwickelt und an aktuelle Fragestellungen angepasst. Seit Oktober 2007 werden neben PFOA und PFOS acht weitere als Umweltkontaminanten vorliegende PFT-Verbindungen analysiert (vergl. Tabelle 1). Neben den Konzentrationen der Einzelstoffe wird seitdem auch die Summe der vorliegenden PFT-Verbindungen ($\Sigma 10$ PFT) zur Beurteilung der Gewässerbelastungen herangezogen. Seit 2012 werden vom LANUV NRW 17 verschiedene PFT-Verbindungen analysiert.

Die Auswahl dieser Stoffe erfolgte im Rahmen der Normung nach ihrer Relevanz und ihrem Vorkommen in bundesdeutschen Gewässern. In der folgenden Tabelle sind die in NRW überwachten und nun auch nach dem neuen DIN-Verfahren standardisiert analysierbaren Verbindungen zusammengestellt.

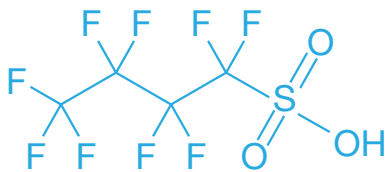


Tabelle 1

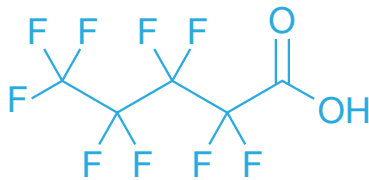
In NRW überwachte PFT/PFC-Verbindungen (gem. DIN 38407)

PFBA**Chemische Bezeichnung:**

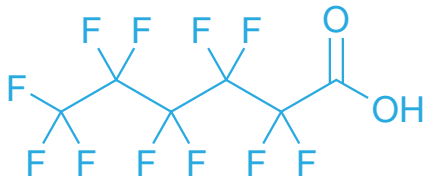
Perfluorbutansäure

Summenformel: C₄HO₂F₇**Molmasse:** 214,04 g · mol⁻¹**CAS** 375-22-4**PFBS****Chemische Bezeichnung:**

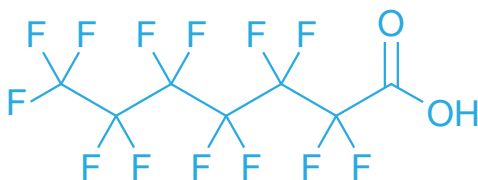
Perfluorbutansulfonsäure

Summenformel: C₄HO₃F₉S**Molmasse:** 300,10 g · mol⁻¹**CAS** 375-73-5**PFPeA****Chemische Bezeichnung:**

Perfluorpentansäure

Summenformel: C₅HO₂F₉**Molmasse:** 264,05 g · mol⁻¹**CAS** 2706-90-3**PFHxA****Chemische Bezeichnung:**

Perfluorhexansäure

Summenformel: C₆HO₂F₁₁**Molmasse:** 314,05 g · mol⁻¹**CAS** 307-24-4**PFHpA****Chemische Bezeichnung:**

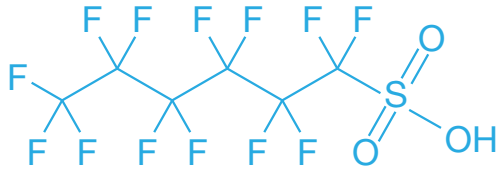
Perfluorheptansäure

Summenformel: C₇HO₂F₁₃**Molmasse:** 364,06 g · mol⁻¹**CAS** 375-85-9

Tabelle 1

In NRW überwachte PFT/PFC-Verbindungen (gem. DIN 38407) Fortsetzung

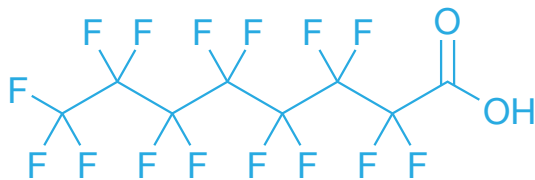
PFHxS

**Chemische Bezeichnung:**

Perfluorhexansulfonsäure

Summenformel: $C_6HO_3F_{13}S$ **Molmasse:** $400,11 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ **CAS** 355-46-4

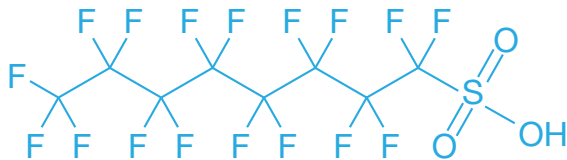
(PFOA)

**Chemische Bezeichnung:**

Perfluorooctansäure

Summenformel: $C_8HO_2F_{15}$ **Molmasse:** $414,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ **CAS** 335-67-1

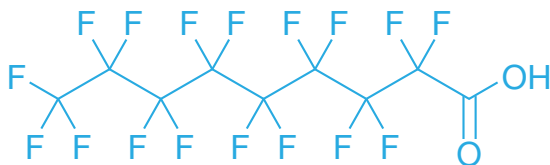
PFOS

**Chemische Bezeichnung:**

Perfluorooctansulfonsäure

Summenformel: $C_8HO_3F_{17}S$ **Molmasse:** $500,13 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ **CAS** 1763-23-1

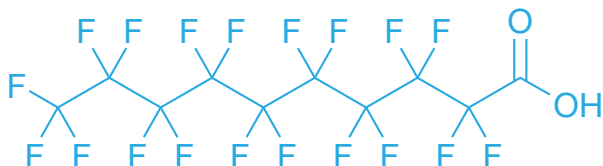
PFNA

**Chemische Bezeichnung:**

Perfluornonansäure

Summenformel: $C_9HO_2F_{17}$ **Molmasse:** $464,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ **CAS** 375-95-1

PFDA

**Chemische Bezeichnung:**

Perfluordecansäure

Summenformel: $C_{10}HO_2F_{19}$ **Molmasse:** $514,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ **CAS** 335-76-2

In 2008 wurde unter der Federführung des LANUV NRW mit den Arbeiten zur bundesweiten Normung der PFT Analytik begonnen. Im Januar 2010 wurde die Validierung des Verfahrens mit dem Ringversuch erfolgreich abgeschlossen. Die Norm für die Analytik der 10 wichtigsten PFT-Verbindungen in Trinkwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser und gereinigtem Abwasser (DIN 38407 Teil 42) ist fertig gestellt und verabschiedet.

Neben den bereits bekannten Problemeinleitungen von PFOA/PFOS wurden durch die Erweiterung der Analytik weitere relevante Befunde für andere PFT-Verbindungen nachgewiesen (z. B. PFBS, PFBA im Rhein bei Leverkusen). Seit Oktober 2007 werden für einige PFT-Verbindungen zusätzlich auch die verschiedenen Isomere als Summe mit erfasst. Aus den Angaben für das unverzweigte Isomere des PFOS werden so z.B. die etwas höheren Konzentrationsangaben für die Summe aus unverzweigten PFOS und den verzweigten PFOS-Isomeren. Die Angabe dieser Summe erfolgt seitdem als gPFOS und führte so zu einer scheinbaren Konzentrationserhöhung im Vergleich mit den Vorwerten. Vor allem bei der Analytik von Abwasserproben wird bei PFOS häufiger ein signifikanter Anteil verzweigter Isomere festgestellt.

In NRW erfolgt an den bekannten PFT-Belastungsschwerpunkten ein gezieltes Monitoring im Rahmen von fallbezogenen, auf die jeweilige Situation fachlich zugeschnittenen Sondermessprogrammen. Zusätzlich findet in NRW an den besonders intensiv betrachteten Überblicksmessstellen ein systematisches Monitoring der PFT-Belastungen aller größeren Fließgewässer im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie statt, dessen Ergebnisse als repräsentativ für die jeweiligen Teileinzugsgebiete bewertet werden können. Aus diesen Ergebnissen kann eine übergreifende Einschätzung der Belastungssituation im landesweiten Gewässernetz abgeleitet werden.

Um für den Bürger und alle anderen beteiligten Institutionen eine größtmögliche Transparenz im Umgang mit der PFT-Belastung zu schaffen, wurde sehr früh auf der Homepage des LANUV (www.LANUV.NRW.de) eine öffentlich zugängliche Informationsplattform für die Resultate der PFT-Untersuchungen geschaffen.



PFT-Sanierung Brilon-Scharfenberg

2.3 Bewertung von Gewässerbelastungen in NRW

Beim Bekanntwerden der PFT-Belastung von Gewässern und Trinkwasser im Jahr 2006 existierten für diese Schadstoffgruppe noch keine speziellen Trinkwassergrenzwerte, Qualitätsnormen für Oberflächengewässer, Zielvorgaben oder Orientierungswerte für eine fachliche Bewertung der gefundenen Belastungen.

Auch die Datenlage für eine (öko-) toxikologische Bewertung der Belastungen war nicht befriedigend. In solchen Fällen neu auftretender persistenter organischer Stoffe mit potentieller toxikologischer Relevanz erfolgen die ersten Bewertungen anhand des „Allgemeinen Vorsorgewertes“ für Trinkwasser von $0,1 \mu\text{g/l} = 100 \text{ ng/l}$.

Dieser Wert wurde damals (Mai 2006) in der Ruhr und in der Möhne z.T. deutlich überschritten. Frühzeitig hat das Umweltbundesamt (UBA) nach Anhörung der Trinkwasserkommission eine Bewertung der gefundenen Konzentrationen mit Blick auf die Trinkwasserversorgung herausgegeben. Demnach sind PFOA- und PFOS-Konzentrationen im Trinkwasser bis zu $0,3 \mu\text{g/l}$ (Trinkwasserleitwert LW) lebenslang gesundheitlich duldbar.

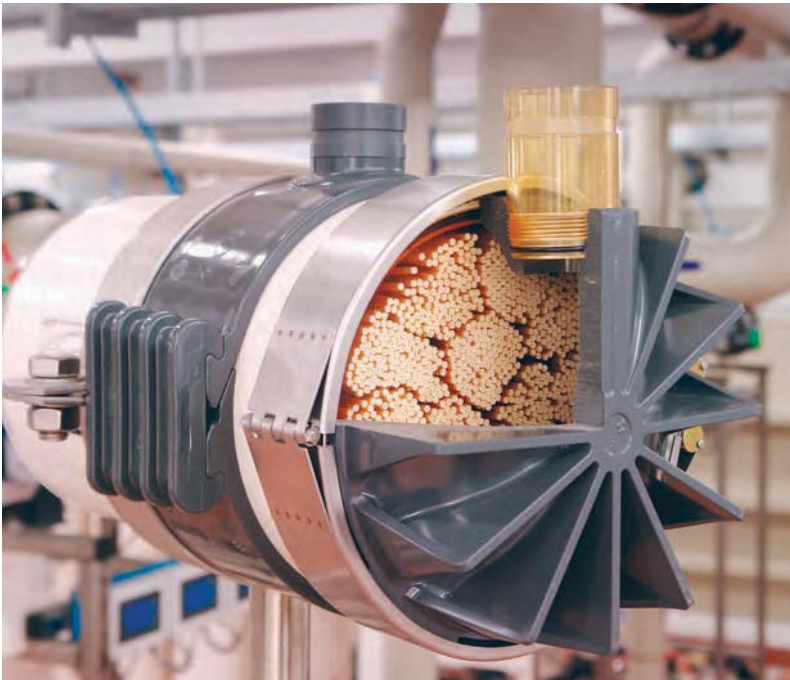
Mittlerweile können die Belastungseinschätzungen zusätzlich für weitere PFT (sowie für PFT-Summen) unter Berücksichtigung des GOW-Konzeptes des UBA aus dem Jahr 2003 und der vom UBA darüber hinaus für Trinkwasser und Trinkwasserressourcen empfohlenen, langfristigen Ziel- und Vorsorgewerte (VW) erfolgen (Tabelle 2). Für Stoffe, für die noch kein LW toxikologisch abgeleitet werden kann, wird nach diesem Konzept ein gesundheitlicher

Tabelle 2
Trinkwasserspezifische Bewertungsmaßstäbe für Perfluorverbindungen (PFC) gemäß Umweltbundesamt und Trinkwasserkommission (Stand 10/2009)

Stoff	Allg. Vorsorgewert VW [ng/l] (allgemeine Zielvorgabe für Rohwasser, Trinkwasser und Gewässer)	GOW [ng/l] Gesundheitlicher Orientierungswert für das Trinkwasser (gilt vorläufig, bis ein LW existiert)	(LW) [ng/l] Gesundheitlich lebenslang duldbarer Trinkwasserleitwert (toxikologisch abgeleitet)	Quotientensumme gemäß Additionsregel bei Belastungen mit mehreren Stoffen
Σ alle gemessenen PFC	$\leq 100^*$	100	–	$\leq 1,0^{**}$
Σ PFOA + PFOS		–	300	
PFBA		–	7.000	
PFPA		3.000		
PFHxA		1.000		
PFHpA		300		
PFNA		100		
PFDA		100		
PFUA		100	–	
PFDoA		100		
PFBS		3.000		
PFHxS		300		
H4PFOS		100		
4:2FTS		100		
PFHpS		300		
8:2FTS		100		

* Der Wert von 100 ng/l dient dem Reinheitsanspruch gemäß DIN 2000 für Trinkwasser sowie dem hygienischen Prinzip der Minimierung vermeidbarer Belastungen im Trinkwasser unter Bezug auf § 6(3) TrinkwV 2001 und auch der rechtlichen Konkretisierung des ALARA-Prinzips (As Low As Reasonably Achievable“). Hiernach sollen Belastungen mit Substanzen, die aufgrund ihrer Eigenschaften ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher verursachen können, in Lebensmitteln (hier: Trinkwasser, Trinkwasserressource) so weit wie „vernünftigerweise“ möglich minimiert werden.

** Treten zeitgleiche Belastungen mit mehreren PFT-Verbindungen auf, erfolgt neben der Bewertung der Einzelparameter zusätzlich eine summarische Betrachtung der Belastungssituation nach der Additionsregel gem. TRGS 403. Hierbei wird zunächst für jede einzelne Komponente der Quotient aus gemessener Konzentration und dem zugehörigen, stoffspezifischen GOW bzw. LW gebildet und die Summe dieser Quotienten berechnet (Ergibt die Summe aller Quotienten einen Wert ≤ 1 , gilt die PFT-Belastung des betreffenden Trinkwassers als lebenslang gesundheitlich duldbar. Wässer, bei denen die Summe der Quotienten dauerhaft über 1 liegt, sollten nicht lebenslang konsumiert werden, kürzere Konsumspannen sind aber gesundheitlich zunächst nicht bedenklich.



Offene Filtereinheit

Orientierungswert (GOW) festgelegt. Auf Basis dieser Vorgehensweise hat das Land NRW zwischenzeitlich eine Bewertungsstrategie entwickelt, die auch für das Auftreten anderer bislang nicht bewerteter, nicht oder nur teilbewertbarer Stoffe eine rasche Bewertungsgrundlage zum Schutze der Trinkwasserressourcen bietet (Bewertungsstrategie Reine Ruhr).

In 2012 wurde PFOS seitens der EU-Kommission zur Aufnahme in die EU-weite Liste der Prioritären Stoffe vorgeschlagen (Vorschlag zur Überarbeitung der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EC) und der Richtlinie über Umweltqualitätsnormen (UQN-RL, 2008/105/EC) vom 31.1.2012). Als relevante UQN für das Schutzgut menschliche Gesundheit über Fischkonsum wurde ein Wert von $9,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ vorgeschlagen, der in Fischen nicht überschritten werden darf. Der korrespondierende Wert für die Wasserphase beträgt $0,65 \text{ ng}/\text{l}$. Diese neuen Bewertungsmaßstäbe für Oberflächengewässer und Fische werden in NRW nach bisherigen Erkenntnissen wahrscheinlich häufig überschritten werden. Der UQN-Vorschlag von $9,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ wurde an 40% der untersuchten Oberflächenwasserkörper überschritten.

Als langfristiges Mindestqualitätsziel für Gewässer, Rohwasser und Trinkwasserressourcen wurden bis 2013 in NRW aufgrund der Empfehlungen der Trinkwasserkommission und des UBA die Einhaltung des allgemeinen Vorsorgewertes von $100 \text{ ng}/\text{l}$ für die Summe aller PFT angestrebt. Das Qualitätsziel für das Schutzgut Gewässer und Trinkwasser war somit identisch.

Vor dem Hintergrund des neuen Vorschlages der Europäischen Kommission, der in 2013 gesetzlich verbindlich werden könnte, ist ein niedrigeres Qualitätsziel für das Schutzgut Gewässer heranzuziehen ($9,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ in Biota bzw. Fischen).

2.4 Datenlage zur Belastungssituation in NRW

2.4.1 Gesamtüberblick Messstellen und Analysen

Nachdem die PFT/PFC-Problematik im Ruhreinzugsgebiet publik wurde, wurden bereits 2006 umfangreiche Untersuchungsprogramme initiiert. Seit Juni 2006 werden PFOA (Perfluorooctansäure) und PFOS (Perfluorooctansulfonsäure), seit Oktober 2007 zusätzlich weitere acht PFC/PFT-Verbindungen analysiert. Einen Überblick über die gesamte Datenlage (2006-2012) zu PFT-Untersuchungen in Oberflächengewässern ergibt sich aus den Tabellen 3 a und b.

Zur Aufklärung der PFT/PFC-Belastungen der Oberflächengewässer wurden bisher bis 2012 an 360 Messstellen insgesamt 4814 Proben untersucht. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag hierbei im Ruhreinzugsgebiet, wo für 120 Messstellen Analysenergebnisse zu insgesamt 2436 Proben vorliegen. Intensive Sondermessprogramme wurden an Gewässern im Bereich PFT-belasteter Böden (obere Ruhr bis Echthausen, Möhne-, teilweise im Lippe-Einzugsgebiet) zur Ursachenermittlung und als strategisches Dauermonitoring von Belastungsschwerpunkten durchgeführt.

Als Resultat der PFT-Intensiv-Messprogramme an Belastungsschwerpunkten (Schwerpunkt : Umweltfolgen belasteter Böden) liegen für 210 Messstellen Analysenergebnisse zu insgesamt 3113 Proben vor. Erwartungsgemäß lagen bei einem hohen Anteil dieser Messstellen an Belastungsschwerpunkten auch die mittleren Konzentrationen der PFT-Belastung sowohl für die Summe von PFOA + PFOS (Kriterium $\Sigma < 300$ ng/l, Überschreitung bei 48 von 160 Messstellen = 30 %) als auch für die Summe der 10 PFT (Kriterium $\Sigma 10$ PFT < 100 ng/l, Überschreitung bei 71 von 160 Messstellen = 44 %) häufig über den angewandten Bewertungskriterien.

Die PFC-Untersuchungsstellen und die Frequenz der Untersuchung werden - entsprechend der gewonnenen Erkenntnisse - fortlaufend angepasst und aktualisiert.

2.4.2 Belastungssituation der Fließgewässer in NRW

Die Auswertung der Ergebnisse der Jahre 2008 bis 2012 ergibt für NRW, dass an den meisten Überblicksmessstellen sowohl für die Einzelparameter als auch für die Summe der 10, bzw. seit 2012 17, wichtigsten PFT ($\Sigma 10$ bzw. 17 PFT) der angestrebte Zielwert von 100 ng/l im Jahresmittel eingehalten wurde. Seit 2010 zeichnet sich eine Tendenz zu einem – im Vergleich mit 2008 und 2009 – leicht abgesenkten Belastungslevel. Diese positive Tendenz hat sich erfreulicherweise bis 2012 weiter fortgesetzt und ist an den sinkenden Konzentrationen wie Frachten in NRW-Gewässern gut zu beobachten. Die PFOS-Konzentrationen in der Ruhr lagen in den Jahren 2011 und 2012 im Jahresmittel deutlich unter 0,1 µg/ L. Oft liegen die Konzentrationen in der Ruhr inzwischen unterhalb der Bestimmungsgrenze, sind also gar nicht mehr nachweisbar. An den Nebengewässern sind teilweise noch erhebliche Belastungen festzustellen.

Tabelle 3 a
PFC-Gewässeruntersuchungen in gesamt NRW sowie im Ruhreinzugsgebiet (2006-2012)
incl. Daten Ruhrverband (GUES-DB) (GUES, Stand 18.04.2013)

	NRW gesamt (2006 – 2012)	NRW gesamt (2012)	Ruhr EZG (2006 – 2012)	Ruhr EZG (2012)
Anzahl stationierter Gewässer*	148	56	43	15
Anzahl Messstellen	360	109	120	28
Anzahl Messstellen mit mind. einem Jahres-MW > 0,1 µg/l	90	26	46	10
Anzahl Proben	4.814	454	2.436	135

* zusätzliche Beprobung von Gewässern, die nicht im Gewässerkatalog enthalten sind

Tabelle 3 b

Überschreitungen des langfristigen Mindestqualitätsziels von 0,1 µg/l bei der Betrachtung der Jahresmittel 2006-2012 an Messstellen im Ruhreinzugsgebiet

Gewässer	Messstellen-Name	Jahresmittelwert für die Summe der im jeweiligen Jahr bestimmten PFC, soweit der Jahresmittelwert >0,1 µg/L liegt [Angaben in µg/L]						
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ruhr	Mülheim-Kahlenberg				0,111			
Ruhr	Hattingen			0,103				
Ruhr	uh Hattingen			0,163				
Ruhr	UH HARKORTSEE			0,135	0,118			
Ruhr	(R 29b) südlich Westhofen	0,190	0,100	0,147	0,108			
Ruhr	Fröndenberg	0,120	0,160	0,121				
Ruhr	(R 22) oh Einmdg. Röhr	0,110						
Ruhr	(R 19) bei Oeventrop	0,130						
Ruhr	WH7; Ruhr WW Mengsohl	0,197	0,233	0,229				
Ruhr	WH4; (R 8) oh Einmdg. Elpe							0,104
Möhne	(M 75) vor Mdg. in die Ruhr		0,300		0,213	0,169	0,106	
Möhne	WW Möhnebogen (Rohwasser)	0,570						
Möhne	WH3; Entnahme WW Möhnebogen	0,597	0,316	0,307	0,249	0,170	0,108	
Möhne	Möhnetalsperre vor Mauer	0,523	0,293	0,396	0,259	0,206		
Möhne	Möhnetalsperre (Hauptsperr)					0,170	0,104	
Möhne	(M 57) uh KA Völlinghausen		0,220		0,177	0,160		
Möhne	(M 56) oh KA Völlinghausen				0,186			
Möhne	Möhne in Sichtigvor				0,116			
Möhne	(M 16a) oh Glenne, Kuhbrücke				1,053			
Möhne	(M 11) Haltepunkt Kneblinghausen				0,425			
Möhne	WS1; (M 10) oh Heidberg	5,445	1,218	0,545	0,175	0,243		
Möhne	WH1; Möhne oh Bermecke	0,196						
Lenne	(R247) OH ALTENA			0,161				
Wenne	(R 71) uh Wenholthausen	0,110						
Öse	UH HEMER			0,120		0,125		
Abbabach	(R360) V MDG I D RUHR				0,290			
Baarbach	V MDG I D RUHR			0,405	1,674			
Baarbach	(R366) UH KA BAARBACHTAL				4,869	1,193		1,634
Elpe	(R 42) vor Mdg. in die Ruhr	0,899	0,620	0,593	0,287	0,229	0,236	0,150
Nierbach	(R 55) vor Mdg. in die Ruhr	0,869	0,527	0,532	0,343	0,232	0,205	0,255
Bermecke	(M 8) uh KA Scharfenberg		1,582	1,589	0,702	0,580	0,377	0,379
Bermecke	(M 7) oh KA Scharfenberg	6,184	1,422					
Rahmede	V MDG I D LENNE				1,121			
Rahmede	(R309) UH KA RAHMEDETAL			2,200		0,832		1,029
Berlarer Bach	(R 54b) vor Mdg. i. d. Nierbach	0,430						
Steinbecke	WH2; (M 9) vor Mdg. in die Möhne	36,267	14,382	1,170	0,503	0,950	0,242	0,255
Küttelbecke	WS3; (M 18) vor Mdg. in die Möhne	0,823	4,006	3,812	5,232	5,235	1,805	2,336
Küttelbecke	oh. Mündung Kitzelbach		1,685					
Küttelbecke	uh. Gewerbegebiet Lindental		2,760					
N.N.	WS2; Silberbach vor Mdg. i.d. Möhne	9,100	4,311	20,506	13,372	7,255	5,188	3,538
Silberbach	WS2; Silberbach vor Mdg. i.d. Möhne	9,100	4,311	20,506	13,372	7,255	5,188	3,538
Schlittenbach	UH RV KLG			0,179		0,817		0,599
Kützelbach	Kitzelbach Vor dem Durchlass an der L741		29,380					
Kützelbach	Kitzelbach, Durchlass K 76		2,240					
Kützelbach	Kitzelbach, Rindertränke		2,340					
Kützelbach	Kitzelbach Quellen Höhe Windrad		14,170					
Kützelbach	Kitzelbach, Durchlass L 741		19,670					

Karte 2

PFT-Belastungen im Ruhrlängsverlauf

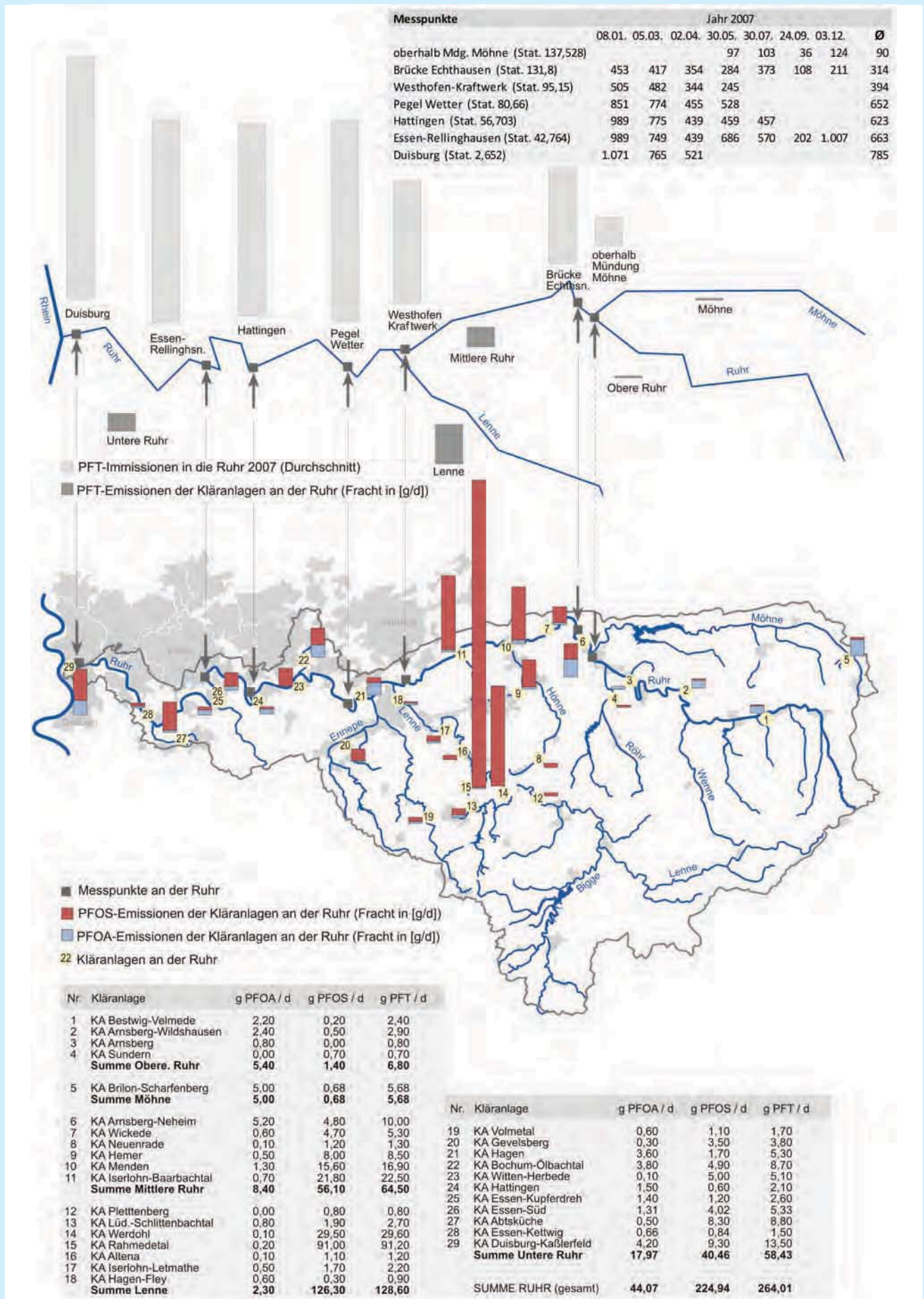
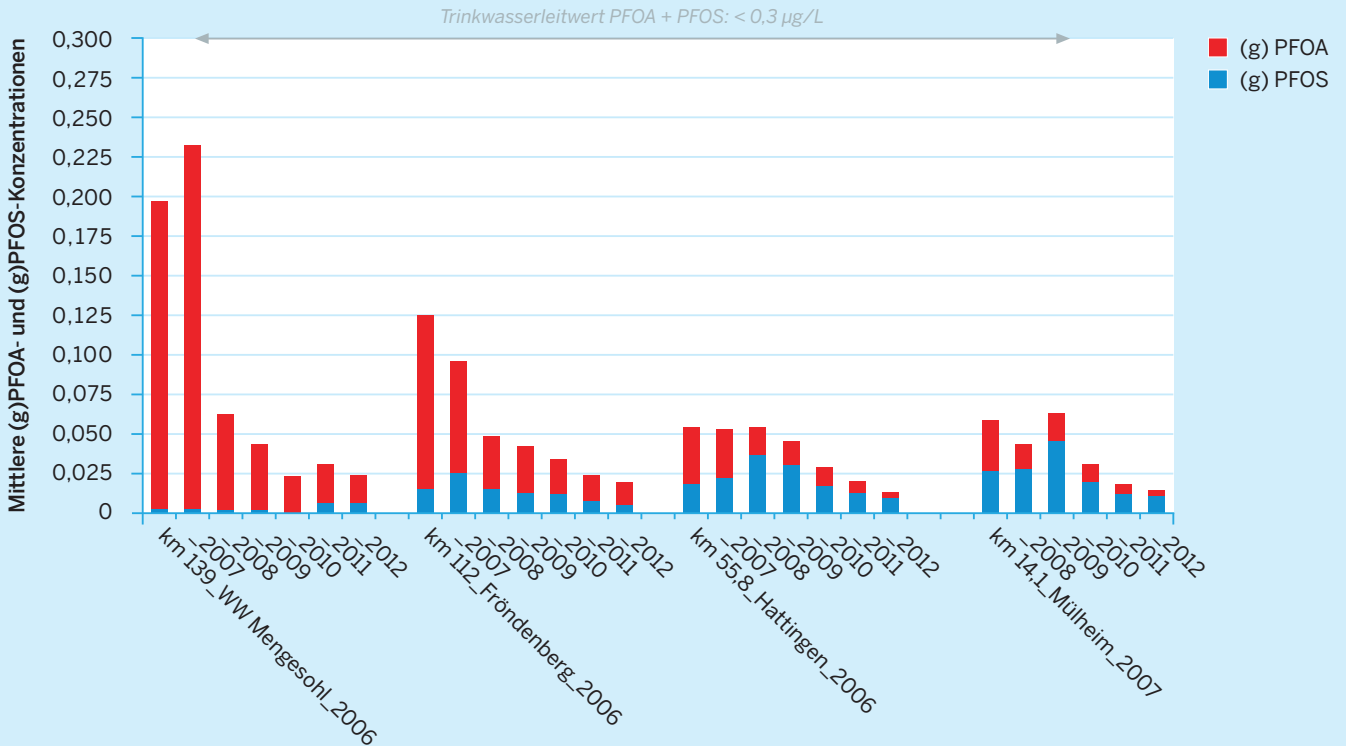


Abbildung 2

Entwicklung der Jahresdurchschnittswerte für die Jahre 2006-2012

Mittlere (g)PFOA- und (g)PFOS-Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] in der Ruhr (2006-2012)*

* Umstellung PFC-Analytik: Bis 2007 wurden nur lineare Isomeren von PFOA und PFOS bestimmt; ab 2008/2009 werden alle Isomeren (g-PFOA, g-PFOS) erfasst. Zusätzlich wurden ab 2008 weitere 8 PFT in den Routineumfang ("10PFT") aufgenommen. H4PFOS wird seit 2012 analysiert.

Erläuterungen zu den dargestellten LANUV-Messstellen

km	Lage der Messstelle	Name der Messstelle
139,0	obere Ruhr (oh Möhne)	WW Mengesohl
112,0	mittlere Ruhr (uh Möhne)	Fröndenberg
55,8	Ruhr (uh Lenne)	Hattingen
14,1	untere Ruhr	Mülheim-Kahlenberg

Erläuterungen Stoffkürzel

Kurzname	Stoff/Parameter	CAS-Nr.	Stoff-Nr	Stoffgruppe
PFBA	Perfluorbutansäure	375-22-4	2853	PFC
(g)PFBS	Perfluorbutansulfonsäure Isomeren		4009	PFC
(g)PFOA	Perfluoroktansäure Isomeren		4008	PFC
(g)PFOS	Perfluoroktansulfonsäure Isomeren		4007	PFC
PFPA	Perfluorpentansäure	2706-90-3	2854	PFC
PFHxA	Perfluorhexansäure	307-24-4	2855	PFC
(g)PFHxS	Perfluorhexansulfonsäure Isomeren		4010	PFC
PFHpA	Perfluorheptansäure	375-85-9	2856	PFC
PFNA	Perfluornonansäure	375-95-1	2857	PFC
PFDA	Perfluordekansäure	335-76-2	2858	PFC
PFUA	Perfluorundekansäure	2058-94-8	2859	PFC
PFDoA	Perfluordodekansäure	307-55-1	2860	PFC
H4PFOS	H4-Perfluoroctylsulfonsäure	27619-97-2	4089	PFC

Abbildung 3

PFT-Konzentrationen in der Möhne (WW Möhnebogen / v Mdg. i.d.Ruhr)

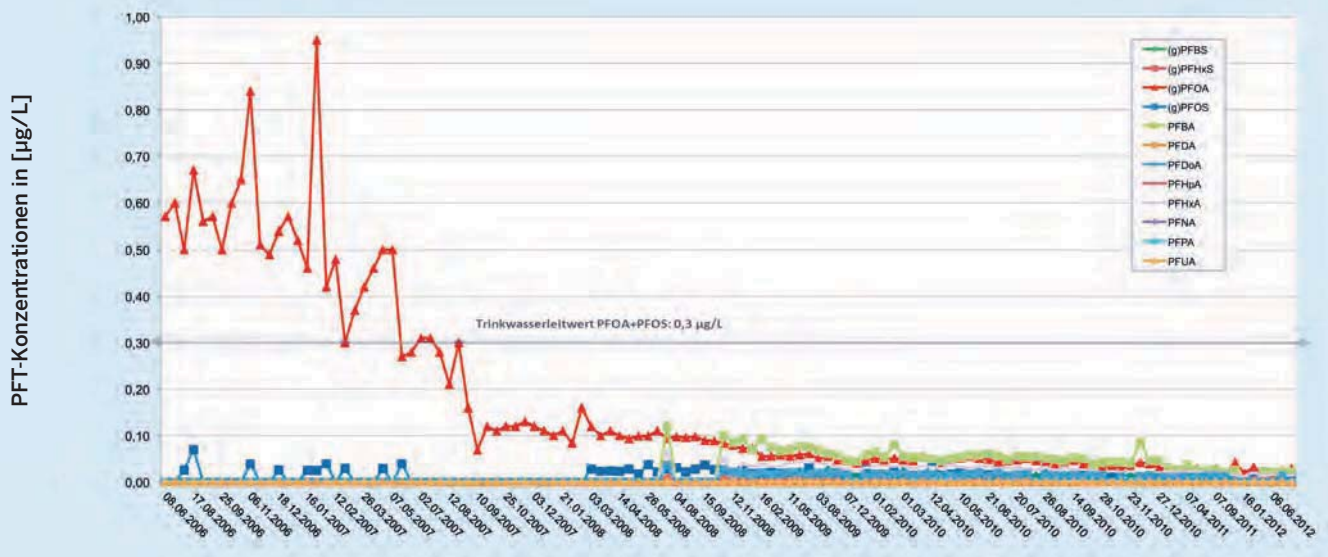
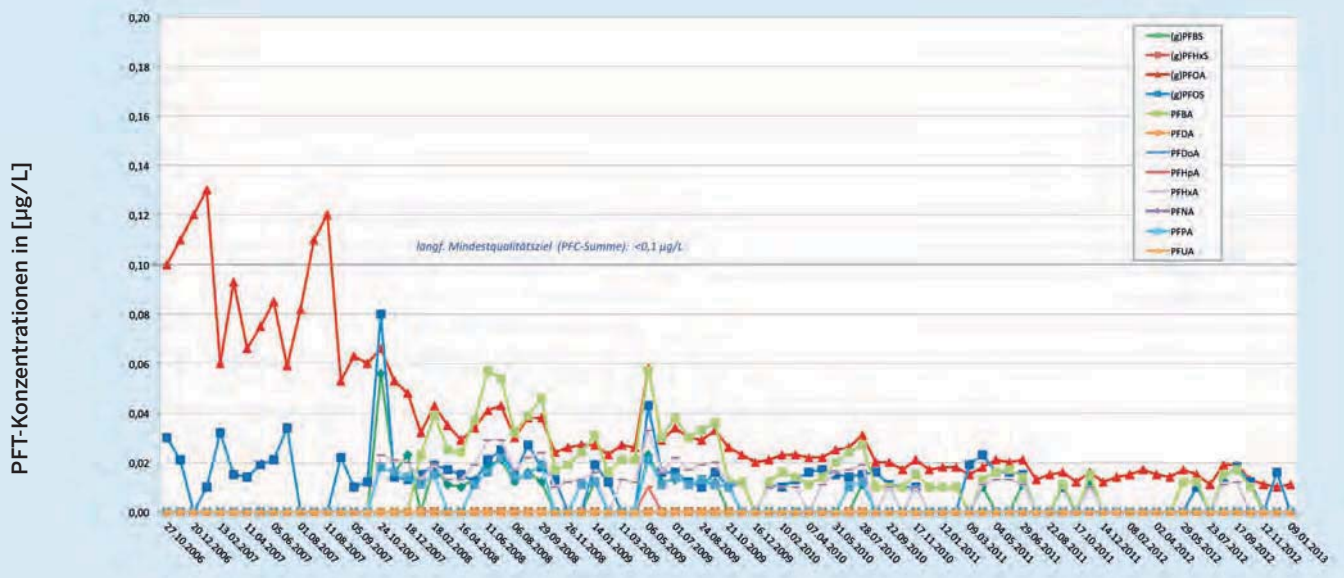


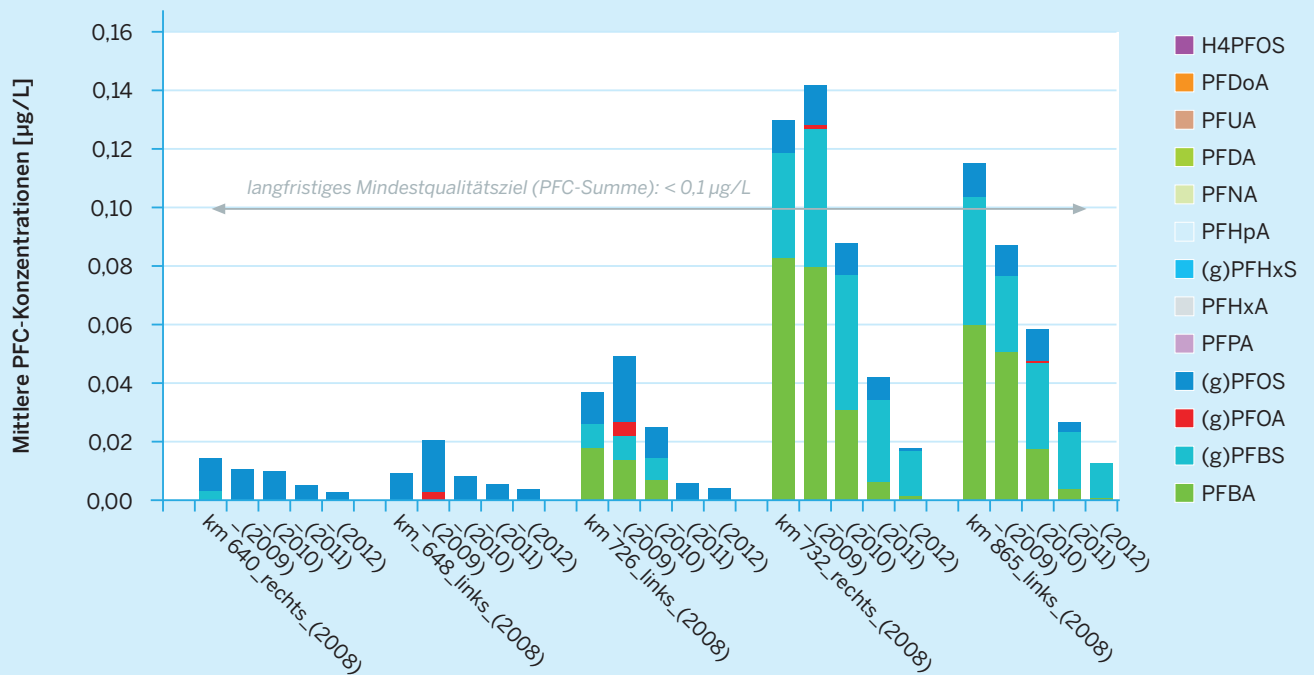
Abbildung 4

PFT-Konzentrationen in der Ruhr [km 113,8] (MST Fröndenberg)



An der mittleren und unteren Ruhr resultiert(e) die PFT-Belastung aus PFOS- und PFBS-haltigen Abwässern, die meist über Indirekteinleitungen von galvanischen Betrieben, CP-Anlagen, etc. in die jeweiligen kommunale Kläranlagen herbeigeführt werden. Die sinkenden durchschnittlichen Jahresfrachten 2007 - 2011 in der Ruhr zeigen die Erfolge der ergriffenen Maßnahmen, siehe auch LANUV-Fachbericht 34).

Aktuell (2011-2012) sind die PFOA- und PFOS-Frachten in der Ruhr nicht mehr realistisch quantifizierbar, da die in der Ruhr gemessenen Konzentrationen oft unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze ($< 0,01 \mu\text{g/L}$) liegen. Die Emissionen aus den kommunalen Kläranlagen (betrifft PFOS) sind aufgrund emissionsmindernder Maßnahmen bei den indirekt einleitenden Betrieben (v.a. Galvanik) weiter gesunken.

Abbildung 5**Entwicklung der Jahresdurchschnittswerte für die Jahre 2008-2012****Mittlere PFC-Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] im Rhein, NRW-Abschnitt (km 640 bis km 865)**

Am Rhein wurde seit 2010 der Zielwert 100 ng/l ($\Sigma 10$ PFT) im Jahresmittel an allen nordrheinwestfälischen Überblicksmessstellen eingehalten. Die höchsten mittleren PFT-Konzentrationen fanden sich mit 86 ng/l ($\Sigma 10$ PFT, vorl. Wert 2010) bei Düsseldorf-Flehe am rechten Rheinufer. Für die bereits identifizierten Ursachen dieser Belastungen (Eintrag von Perfluorbutansäure (PFBA) und Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) im Raum Leverkusen) wurden Minderungsmaßnahmen durchgeführt, deren Wirkungen bereits seit 2010 messbar waren (Jahresmittel $\Sigma 10$ PFT 2009: 166 ng/l; 2010: 86 ng/l).

Wie oben bereits angeführt, lagen im Jahr 2012 sowohl im Rhein, als auch in der Ruhr im mittleren und unteren Flussabschnitt, alle Messergebnisse unter dem Zielwert von 0,1 $\mu\text{g/L}$ (Summe aller gemessenen PFC). Dagegen wurden in 2012 in anderen Gewässern Konzentrationen über dem angestrebten Vorsorgewert (Summe 10 PFC < 100 ng/L) nachgewiesen. Dies betraf folgende Gewässer: Baarbach, Bega, Berkel, Lippe, Rahmede, Reiherbach, Rheder Bach und Schlittenbach (Hinweis: Bache und Gewässerabschnitte im unmittelbarem Einfluss von Bodenkontaminationen sind bei dieser Auflistung nicht berücksichtigt).

Zwischenzeitlich in 2010 nachgewiesene Auffälligkeiten in trinkwasserrelevanten Gewässerabschnitten an der Stever und am Dortmund-Ems-Kanal haben sich nicht fortgesetzt.

In anderen Bundesländern werden die PFT-Verbindungen zum Teil in einem wesentlich geringeren Umfang, zum Teil überhaupt nicht systematisch in den Gewässern untersucht. Aus den publizierten Daten lässt sich jedoch ableiten, dass auch andere große Fließgewässer außerhalb von NRW deutliche PFT-Belastungen aufweisen. Für PFOS und PFOA wurden in diesem Bericht für Gewässer außerhalb von NRW Konzentrationen im Bereich zwischen 20 und 50 ng/l aufgeführt. Das Belastungslevel der großen Fließgewässer in NRW mit PFOS und PFOA ist somit mit der Belastungssituation der anderen Bundesländer vergleichbar.

2.5 Quellen der PFT-Belastung und Minderungsmaßnahmen

Als relevante Eintragsquellen in die Gewässer sind zu nennen:

- Kommunales Abwasser (meist Indirekteinleitungen von Galvanikbetrieben).
- Produktionsstätten (in NRW: PFBA, PFBS, Leverkusen)
- Bodenbelastungen durch illegale Abfallbeseitigung (PFT-haltige „Boden-verbesserer“ der Fa. GW Umwelt im Sauerland)
- Abfallablagerungen
- Abfallbehandlungsanlagen (CP-Anlagen)
- Altlasten
- Der Einsatz von fluorhaltigen Schaumlöschmitteln bei Bränden oder zu Übungszwecken (auch Bodenkontaminationen ehemaliger Brandstätten oder Übungsplätze).

Eine Zusammenstellung der derzeit in Deutschland vorliegenden Erkenntnisse über PFT-Quellen findet sich ebenfalls im LAWA-Bericht 2010. Im Jahr 2006 wurde als wesentlicher Eintragspfad für die außergewöhnlich hohen PFOA-Belastungen der Ruhr die (illegale) Ablagerung von kontaminierten Bioabfallgemischen und sog. „Bodenverbesserern“ auf landwirtschaftlich genutzten Flächen im Hochsauerland identifiziert.

Die Ergebnisse der Untersuchungen der PFOA- und PFOS-Belastungen im Ruhrlängsverlauf (Konzentrationsprofile, Frachtab-schätzungen) und erste PFOS-Analysen von

kommunalem Abwasser deuteten aber bald auf weitere Emissionsquellen (vor allem für PFOS) hin, so dass in NRW landesweit alle kommunalen Kläranlagen >2000 EW untersucht wurden. Zeitgleich wurden auch die relevanten industriellen Direkteinleiter und Gewässerabschnitte mit Relevanz für die Trinkwassergewinnung überprüft. Auch die Ergebnisse der Abwasseranalysen sind auf der Homepage des LANUV: www.LANUV.NRW.de einsehbar.

Zur effektiven Aufklärung der Belastungsursachen und zur Vorbereitung und Begleitung von Maßnahmen zur Minderung der Gewässerbelastung durch PFT hat das Land NRW in 2007 einen regelmäßigen interdisziplinären Arbeitskreis „PFT Fachgespräche“ eingerichtet. Neben der Umweltverwaltung (MKULNV, LANUV, Bezirksregierungen) sind auch Vertreter von Industrie und Gewerbe in diesen Arbeitskreis einbezogen.

Neben dem Sachstand zu den laufenden Untersuchungsergebnissen wird hier intensiv der Stand der Sanierungs- und Minderungsmaßnahmen diskutiert und zusätzlich notwendiger Handlungsbedarf auf Grundlage der aktuellen Überwachungsergebnisse und weiterer Erkenntnisse (z. B. Forschung) abgesprochen. Ein wichtiges Ziel dieser Fachgespräche ist die Initiierung von freiwilligen Vereinbarungen mit der PFT-nutzenden Industrie zur Durchführung geeigneter Minderungsmaßnahmen (Verminderung der Einsatzmengen, Ersatz dieser Stoffe, Abwasserbehandlung, Abwassertrennung). Zusätzlich erfolgt ein Erfahrungsaustausch zu den erprobten neuen Verfahrenstechniken.



2.6

Bewertungskriterien für Abwasser-einleitungen in NRW

2.6.1

Kriterien zur Identifikation relevanter Einleitungen

Zunächst wurde als Relevanzkriterium für Kläranlagen eine Einleitungskonzentration von ≤ 300 ng/l (orientiert am Trinkwasserleitwert LW) für PFOA/PFOS im Abwasser festgelegt. Bei höheren Konzentrationen wurden die Verursacher der Belastung des kommunalen Abwassers identifiziert und es wurden auf freiwilliger Basis Maßnahmen auf den Weg gebracht.

2009 wurde das Relevanzkriterium verschärft. Neben der Vorgabe einer PFOA/PFOS Konzentration ≤ 300 ng/l wurde, orientiert am Stand der Technik und eines Vorsorgemaßnahmenwertes, zusätzlich für die Summe der 10 analysierten PFT-Verbindungen eine einzuhaltende Konzentration von ≤ 1000 ng/l ($= \leq 1\mu\text{g/l}$) festgelegt.

Die Suche nach signifikanten PFT-Einträgen in Oberflächengewässer erfolgte somit in mehreren Schritten, wobei die beiden ersten weitgehend abgeschlossen sind. Im aktuell laufenden dritten Schritt wird im Rahmen neu konzipierter Überwachungsprogramme intensiv nach signifikanten PFT-Frachten gesucht.

1. Schritt:

Erfassung von gravierenden PFOS und PFOA Einträgen (Summe PFOA + PFOS > 300 ng/l) und Einleitung von Sanierungsmaßnahmen.

Stand: In 2010 weitestgehend abgeschlossen.

2. Schritt:

Erfassung von gravierenden Einträgen anderer PFT-Verbindungen ($\Sigma 10$ PFT, $> 1\mu\text{g/l}$) und Einleitung von Sanierungsmaßnahmen.

Stand: In 2010 weitgehend abgeschlossen.

3. Schritt:

Ziel ist die weitere Reduzierung des Eintrags von PFT über große kommunale Kläranlagen mit niedrigen Konzentrationen, aber vergleichsweise hohen Frachten. Im Rahmen des in 2009 neu konzipierten Überwachungsprogrammes wird intensiv nach signifikanten PFT-Frachten (Σ PFOA + PFOS: > 10 g/Tag; $\Sigma 10$ PFT: > 35 g/d) gesucht.

Hierbei werden zusätzlich alle Direkteinleiter identifiziert, die trotz Einhaltung des Zielwertes der Ablaufkonzentrationen von 300 ng/l (Σ PFOS+PFOA) sowie 1000 ng/l ($\Sigma 10$ PFT) auf Grund ihrer hohen Abwassermengen immer noch relevante Frachten in Oberflächengewässer emittieren. Im Anschluss werden die verursachenden Indirekteinleiter ermittelt und wenn möglich saniert. Diese Sanierungsmaßnahmen werden unabhängig von der Oberflächengewässerqualität durchgeführt, die inzwischen an fast allen Gewässern NRWs im Hinblick auf PFT als unkritisch angesehen werden kann.

Mit Blick auf die Einhaltung des Schutzgutes menschliche Gesundheit über Fischkonsum (Richtlinien-Vorschlag der EU - siehe Seite 27) ist bei Abwasseranlagen zukünftig sicherzustellen, dass der Gewässerwert von $0,65$ ng/l eingehalten wird.

Tabelle 4

Anzahl der PFT-Analysen bei Direkt- und Indirekteinleitern in NRW (Stand: 11.11.2010)

Proben	Direkteinleitungen					
	2006-2010	2006	2007	2008	2009	2010
Amtliche Überwachung	1.608	19	197	601	536	255
Sonstige	2.060	126	784	608	535	7
Gesamt	3.668	145	981	1.209	1.071	262

Proben	Indirekteinleitungen					
	2006-2010	2006	2007	2008	2009	2010
Amtliche Überwachung	636	18	20	156	256	186
Sonstige	662	12	326	178	144	2
Gesamt	1.298	30	346	334	400	188

2.6.2

Identifikation der relevanten PFT/PFC-Einleitungen in NRW

Zur der Aufklärung der Belastungsquellen wurden seit 2006 insgesamt 692 Direkteinleitungen, davon 586 kommunale Kläranlagen, auf ihre PFT-Belastungen untersucht.

Im Zeitraum von 2006-2010 wurden insgesamt 3668 Proben von Direkteinleitungen und 1298 bei Indirekteinleitungen analysiert. Bei der Auswertung der Daten konnte bei 564 Direkteinleitern eine signifikante PFT-Emission ausgeschlossen werden. Bei 69 Direkteinleitern wurden anhand der Ergebnisse der ersten Messungen intensivere Untersuchungen eingeleitet, da sie als potentiell relevante PFT-Einleitungen eingestuft werden mussten. Bei diesen Anlagen wurden die PFT-Verbindungen in die Parameterliste der Überwachung aufgenommen und bei den Proben der amtlichen Überwachung mit analysiert.

Parallel dazu erfolgte für diese 69 Anlagen eine intensive Suche die nach der Ursache der PFT-Belastung, deren Ursache bei industriellen Indirekteinleitungen in die entsprechenden Kläranlagen vermutet wurde. Im Fokus stehen metallverarbeitende Betriebe (Schwerpunkt Galvanik) und textilt bearbeitende Unternehmen. Vereinzelt handelte es sich auch nur um temporäre Überschreitungen, die z. B. auf Brandereignisse mit PFT-haltigem Löschmitteleinsatz zurückzuführen waren.

Insgesamt wurden bei dieser weitgehenden aber noch nicht komplett abgeschlossenen Ursachenforschung bisher 231 potenzielle Indirekteinleiter überprüft. Bei 143 Indirekteinleitern wurden anhand der Ergebnisse der ersten Messungen intensivere Untersuchungen veranlasst, da sie als potentielle Ursache der hohen PFT-Belastungen der nachgeschalteten (i.d.R. kommunalen) Kläranlage identifiziert wurden. Bei diesen Indirekteinleitungen wur-

den die PFT zusätzlich in die Parameterliste der amtlichen Überwachung aufgenommen, um den Maßnahmenbedarf zu ermitteln und die Wirkung der laufenden oder in Erprobung befindlichen Maßnahmen zu kontrollieren. Diese zusätzlichen Ergebnisse trugen dazu bei, den notwendigen Maßnahmenbedarf zu ermitteln.

Ein Problem bei der Überwachung dieser Indirekteinleitungen besteht darin, dass die PFT-Einleitungen in vielen Fällen nicht kontinuierlich, sondern als temporär vorliegende Belastungen (Chargenbetrieb) auftreten. Eine effektive Beprobung ist daher mit einem hohen logistischen Aufwand für die Planung der Probenahme verbunden, die trotzdem nicht immer erfolgreich verläuft.

2.6.3

Maßnahmen zur Reduzierung der landesweiten PFT-Belastung

Aktuelle Belastungssituation

Aus 2012 liegen die Analysendaten von 81 Direkteinleitungen (kommunalen Kläranlagen, Industriekläranlagen und direkt einleitenden Deponien) auf PFC vor. Ein Befund (Auffällig / Unauffällig): lag bei Erfüllung der folgenden Relevanzkriterien für Abwassereinleitungen vor:

- SUM2PFT: >0,3 µg/L bzw. >10 g/Tag*
- Summe aller gemessenen PFC: >1,0 µg/L bzw. >35g/Tag*.

Bei der Auswertung der Jahresmittelwerte waren in 2012 insgesamt 3 kommunale Kläranlagen, 5 industrielle Direkteinleitungen und 3 Deponien hinsichtlich mindestens eines der verschärften Relevanzkriterien (bezogen auf den Jahresmittelwert) als relevant einzustufen (s. Tabelle 5).

Bei der aktuellen Auswertung im April 2013 lag der jeweils letzte Analysenwert (Momentaufnahme) bei 6 Direkteinleitungen über mindestens einem der Signifikanzkriterien (1 kommunale Kläranlagen, 3 industrielle Direkteinleitungen, 2 Deponien).

Im Jahr 2011 wurden seitens des LANUV insgesamt 88 Indirekteinleitungen auf PFC untersucht, davon waren 69 Betriebe zumindest bei einer Probe nach den LANUV-Einstufungskriterien auffällig. Im Jahr 2012 wurden bisher 56 Indirekteinleitungen untersucht, davon waren 44 Betriebe nach den LANUV-Einstufungskriterien auffällig. Darüber hinaus erfolgte auch 2012 bei den relevanten Indirekteinleitern eine Überprüfung des Handlungsbedarfs und Maßnahmenkontrolle anhand der Überwachungsergebnisse aus der Indirekteinleiterüberwachung bei den Betrieben.



Tabelle 5

Direkteinleitungen, bei denen im Jahr 2012 für mindestens ein Relevanzkriterium eine Überschreitung des Jahresmittelwertes hinsichtlich PFT vorlag (Stand März 2013)

BR	Einleiter-Typ	Name	Betreiber	Vorfluter
Arnsberg	Kom.-KA	Rahmedetal	RV	Rahmede
Arnsberg	Kom.-KA	Werdohl	RV	Lenne
Münster	Kom.-KA	Rhede	Stadt Rhede	Rheder Bach
Arnsberg	IGL-KA	Ablauf CPB-Anlage	Remondis Herne	Schmiedesbach
Köln	IGL-KA	Kläranlage Bürriig	Lanxess	Rhein
Köln	IGL-KA	P1: Ablauf ZABA; Schacht nach NKB	Shell Deutschland Oil GmbH, Werk Nord / Godorf	Rhein
Münster	IGL-KA	"Hubert Eing Textilveredlung GmbH u. Co."	"Hubert Eing Textilveredlung GmbH u. Co."	N.N.
Münster	IGL-KA	Infracor Kläranlage Ost	Infracor Kläranlage Ost	Silvertbach
Detmold	Deponie	Ablauf Venturi, Deponie Heisterholz	AML IMMO GmbH - Altdeponie Heisterholz	Weser
Detmold	Deponie	Einleitung	Abfallbeseitigungs-GmbH Lippe - Deponie Hellsiek	Brokhauser Bach
Köln	Deponie	PN-Stelle 17; Ablauf Speicherbecken	Abwasser-Gesellschaft Knapsack ZABA Hürth	N.N.

Stand der Maßnahmen

Bis Ende 2012 konnten bereits bei 79 Indirekteinleitern und 14 Direkteinleitern Maßnahmen zur Reduzierung der PFT- Belastung durchgeführt, vorbereitet oder vereinbart werden.

Bei den direkt einleitenden kommunalen KA werden i.d.R. keine zentralen Maßnahmen bzgl. PFT durchgeführt. Der Ansatzpunkt für effektive Maßnahmen liegt bei den relevanten Indirekteinleitern dieser Kläranlagen. Bei diesen Anlagen sind i.d.R. auch Maßnahmen vorgesehen. In einigen Fällen besteht inzwischen kein Problem mehr (z.B. Firma umgezogen oder existiert nicht mehr). Zu neuen Fällen müssen ggf. Sachstand und Vorgehensweise beim nächsten PFT-Fachgespräch geklärt werden.

Zu den industriellen Direkteinleitungen liegen für die länger bekannten Fälle Maßnahmenberichte vor. Eine von vier industriellen Einleitungen ist mittlerweile unter das Relevanzkriterium gefallen. Bei zwei Deponien werden Aktivkohlefilteranlagen eingesetzt, die aber keinen besonders guten Wirkungsgrad zur Elimination der kurz-kettigen PFC (z.B. PFBA, PFBS, PFPA) aufweisen. Die Ertüchtigung dieser Anlagen muss unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit geprüft werden. Als technologische Möglichkeit bieten sich Ionenaustauscher an.

Zwischen 2007 und 2012 hat das Land NRW insgesamt 39 Vorhaben und Studien zur Reduzierung der PFT- Belastungen in Abwasserströmen von Direkt- und Indirekteinleitern mit einer Gesamtsumme von 3.059.581 € gefördert. In diesem Rahmen wurden im Jahr 2011 und 2012 Maßnahmen bei zwei mittelständischen Unternehmen (Σ 337.148 €) gefördert.

Folgende Aktivitäten wurden im Zeitraum vom 2007 bis 2012 weitergeführt bzw. eingeleitet:

- Das Indirekteinleiterkataster ist soweit fertig gestellt, dass alle relevanten PFT- Einleitungen erfasst sind.
- Die Beratung von Betrieben mit PFT belasteten Abwässern wird kontinuierlich fortgeführt und intensiviert. Diese Beratung erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen den Überwachungs- und Genehmigungsbehörden sowie Vertretern von VCI, Unternehmer NRW, der Textilindustrie und dem Zentralverband Oberflächentechnik (ZVO).
- In einem gemeinsamen Runderlass mit dem Ministerium für Inneres und Kommunales wurden im Dezember 2010 die Bezirksregierungen erneut beauftragt, die kommunalen Brandschutzaufgabenträger sowie die Unternehmen mit Werksfeuerwehren auf die Einhaltung des Verwendungsverbotes für PFT- haltige Feuerlöschmittel (gem. RL 2006/122/EG) ab dem 27.07.2011 hinzuweisen.
- Für Forschungsvorhaben, in denen allgemein die Elimination von Spurenstoffen (und damit auch von PFT) im Fokus stehen, wurden vom LandNRW seit 2010 (teilweise noch in der vorherigen Legislaturperiode), mehr als 5 Millionen Euro zur Verfügung gestellt.
- In einem Erlass des Umweltministeriums wurde im Dezember 2012 ein Musterbescheid für Indirekteinleiter, der zwei Grenzwerte für PFT beinhaltet, in Nordrhein- Westfalen eingeführt.

Erfolgreiche Minderungsmaßnahmen wurden bei verschiedenen Direkt- und Indirekteinleitern durchgeführt.

- Als eine der ersten kommunalen Kläranlagen im Einzugsgebiet der Ruhr wurde die KA Schwerte mit einer Spurenstoffelimination (Verfahren erfasst auch FT/PFC) ertüchtigt.
- Im Einzugsgebiet der Ruhr wurde ein Indirekteinleiter mit einem Dünnschichtverdampfer nachgerüstet und zwei Indirekteinleiter mit einer Ionenaustauscheranlage, die zu einer erheblichen Absenkung der PFT- Einträge führt, eingesetzt. Aber auch außerhalb des Ruhr-einzugsgebietes wurden emittierende Indirekteinleiter mit Ionenaustauschern versehen.
- Bei einer indirekt einleitenden Galvanik (Standort: Paderborn) wurde mit einer Ionenaustauscheranlage eine erhebliche Absenkung der PFT- Einträge erreicht. Zurzeit wird der Betrieb der Anlage unter Praxisbedingungen in Zusammenarbeit zwischen Herstellerfirma, Universität Wuppertal, ZVO und der BR Detmold optimiert.
- Mit den Resultaten dieser von NRW geförderten Anlage wird dazu beigetragen, den „Stand der Technik für Abwasserbehandlungsanlagen“ für den Anhang 40 (Galvanik) der AbwV weiter zu entwickeln.
- Am Rhein wurde die PFT/PFC- Frachten eines großen Einleiters im Raum Leverkusen in einem weiteren Maßnahmenschritt deutlich vermindert. In Leverkusen werden Perfluorbutansäure (PFBA) und Perfluorbutan-sulfonsäure (PFBS) als Ausgangsstoffe für die Herstellung von Flammenschutzmitteln produziert. Aus dieser Produktion gelangten über die betreffende Kläranlage in der Vergangenheit mehrere Tonnen PFBA und PFBS über eine Kläranlage in den Rhein.

Als Sofortmaßnahme wurde ein besonders hoch belasteter Teilstrom vom Kanal getrennt und zukünftig einer Verbrennung zugeführt. Für die anderen Teilströme wurde eine Pilotanlage (Ionenaustauscher) vor Einleitung in die Kläranlage installiert. Mittlerweile ist die Anlage mit drei hintereinander geschalteten, unterschiedlich bestückten Ionenaustauschern in Betrieb gegangen. Für die Kläranlage wird eine Entlastung von mindestens 80 % der eingetragenen Frachten erwartet.

- Das Land NRW fördert in Einzelfällen die Sanierung von PFT- Belastungen aus Brandschadensfällen. Zum Beispiel wurde eine Sanierungsuntersuchung gefördert, um eine zielgerichtete Sanierung eines Brandschadens in Düsseldorf-Gerresheim (PFT- belastete Böden und Grundwasser) zu unterstützen.

Insgesamt sind in einem Zeitraum von 2007 bis 2011 die Fracht der jährlichen PFOS- Emissionen der Kläranlagen im Ruhreinzugsgebiet durch viele PFT- reduzierenden Maßnahmen bei den Indirekteinleitern (v.a. Galvanik) von ca. 80 kg/Jahr auf ca. 18 kg/Jahr gesunken. Damit konnte die jährliche PFOS Fracht in die Ruhr um ca. 62 kg/Jahr reduziert werden.

2.7

Ableitung von justiziablen Qualitätsnormen für Gewässer und Abwasser

Der Mangel an ausreichenden bundesgesetzlichen Grundlagen für die Begrenzung von PFT/PFC in den wasserrechtlichen Einleitungserlaubnissen stellt ein grundsätzliches Problem dar. Es gibt weder bundesweite Emissionsvorgaben noch einen Immissionsstandard.

Emissionsstandards

Hinsichtlich einer Grenzwertfestsetzung im Abwasser hat die UMK auf der Basis eines LAWA-Berichtes zu PFT auf der 74. Sitzung beschlossen, den Bund prüfen zu lassen, ob in einzelnen Anhängen der Abwasserverordnung (dies betrifft zunächst Anhang 40 -Metallindustrie- und Anhang 28 -Herstellung von Papier und Pappe-) Grenzwerte für PFT einzuführen sind.

Für die Definition des derzeitigen „Standes der Technik“ hat NRW beim IWW eine „Gutachterliche Stellungnahme zur Entfernung von PFT aus Galvanikabwässern“ erarbeiten lassen und wird dem BMU auf dieser Grundlage einen Vorschlag zur Formulierung von Emissionsanforderungen unterbreiten. Auch für den Anhang 27 (CP-Anlagen) strebt NRW eine derartige Ergänzung an. Eine zeitnahe Änderung der bundesweit geltenden Anhänge der Abwasserverordnung ist aber nicht absehbar.

Immissionsstandards

Die neue Oberflächengewässerverordnung von 2011 sieht keine Umweltqualitätsnorm für PFT vor.

Es ist beabsichtigt, PFOS EU-weit in die Liste der prioritären Stoffe aufzunehmen (Vorschlag zur Überarbeitung der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EC) und der Richtlinie über Umweltqualitätsnormen (UQN-RL, 2008/105/EC) vom 31.1.2012). Daher wurde seitens der Kommission im Rahmen der Erarbeitung des Richtlinienvor-

schlages ein Vorschlag für eine Umweltqualitätsnorm (JD-UQN, Jahresmittelwert) erarbeitet, der für das Schutzgut menschliche Gesundheit über Fischkonsum eine UQN von 9,1 µg/kg in Fischen bzw. 6,5 · 10⁻⁴ µg/l vorsieht (EQS dossier 2011; siehe Anlage 5). Diese neuen Bewertungsmaßstäbe für Oberflächengewässer und Fische werden in NRW nach bisherigen Erkenntnissen wahrscheinlich häufig überschritten werden. Der UQN-Vorschlag von 9,1 µg/kg wurde an 40% der untersuchten Oberflächenwasserkörper überschritten.

Um das Risiko der Kontamination von Trinkwasser, das aus Oberflächengewässern gewonnen wird (Rohwasser) mit Spurenstoffen zu begrenzen, hat die Trinkwasserkommission empfohlen, die Gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) für Spurenstoffe in die Qualitätsbewertung von Oberflächengewässern, die der Trinkwassergewinnung dienen, im Sinne des Multibarrierenkonzepts aufzunehmen.

Notwendigkeit einer NRW-Lösung

Es ist nicht zu erwarten, dass die Vorschläge der Kommission kurzfristig in nationales Recht umgesetzt sein werden. In Konsequenz war bisher angestrebt, in NRW langfristig mindestens die Einhaltung des aus dem GOW-Konzept ableitbaren allgemeinen Vorsorgewertes von 100 ng/l (Höchstwert) für die Summe der 10 relevantesten PFT ($\Sigma 10$ PFT) als Qualitätsziel für Gewässer und Trinkwasserressourcen einzuführen und auch in den noch fortzuschreibenden „Allgemeinen Güteanforderungen NRW“ (AGA) zu definieren. Vor dem Hintergrund des neuen Vorschlages der Europäischen Kommission für PFOS in Fisch, der in 2013 gesetzlich verbindlich werden könnte, ist ein niedrigeres Qualitätsziel für das Schutzgut Gewässer heranzuziehen (9,1 µg/kg in Biota bzw. Fischen).

Diese NRW-interne Lösung ist auf Grund der spezifischen wasserwirtschaftlichen Bedingungen in NRW notwendig. NRW ist das wichtigste Industrieland in Deutschland.



Sowohl die Bevölkerungsdichte als auch die damit verbundene Abwasserbelastung der Oberflächengewässer ist im bundesweiten Vergleich die höchste aller Flächenländer.

Trinkwasser wird in NRW, anders als in anderen Bundesländern, überwiegend aus Oberflächengewässern gewonnen. Das ist ein wesentlicher Grund, dass NRW Initiativen z. B. bei der Begrenzung von PFT und anderen Mikroschadstoffen fördert. Andere Bundesländer betrachten derartige Initiativen weniger positiv, weil hier eine trinkwasserrelevante Gewässerbelastung häufig nicht gegeben ist.

Aus wissenschaftlich-fachlicher Sicht ist die weltweite Notwendigkeit derartiger Maßnahmen jedoch unumstritten, um nachhaltige Schäden für Ökosysteme und Trinkwasserversorgung zu vermeiden. NRW hat daher als besonders betroffenes Industrieland die Vorreiterrolle eingenommen.

Das Ziel von 100 ng/l dient dem Reinheitsanspruch gemäß DIN 2000 für Trinkwasser sowie dem hygienischen Prinzip der Minimierung vermeidbarer Belastungen im Trinkwasser unter Bezug auf § 6(3) TrinkwV 2001 und auch der rechtlichen Konkretisierung des ALARA-Prinzips („As Low As Reasonably Achievable“). Nach dem ALARA-Prinzip soll der Gehalt einer Substanz, die aufgrund ihrer Eigenschaften ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher darstellen kann, in einem Lebensmittel (hier: Trinkwasser, Trinkwasserressource) so weit minimiert werden, wie dies „vernünftigerweise“ möglich ist.

Daher wurde in 2011 seitens NRW eine Initiative zur Schaffung eines anforderungsgerechten Immissionsstandards gestartet, die jedoch leider an dem Widerstand der anderen Bundesländer gescheitert ist.

- Die Landesregierung hatte die Bundesregierung aufgefordert, in der Oberflächengewässerverordnung ausreichende und rechtlich belastbare Regelungen zur Bewertung von Spurenstoffen zu treffen, die den Vollzug bei der Durchsetzung von Vermeidungsmaßnahmen an der Quelle, d.h. vor Eintritt von Spurenstoffen in die Gewässer, unterstützen.

Initiative zur Schaffung anforderungsgerechter Emissionsstandards

- Ein wesentliches Ziel ist die Schaffung von bundesweiten Rechtsgrundlagen für die Begrenzung von PFT-Belastungen. Das MKULNV hat bereits mit Schreiben vom 04.11.2010 auf Bundesebene angeregt, den Anhang 40 der Abwasserverordnung für die besonders PFT-trächtige Galvanikbranche um Vorgaben für PFT zu ergänzen.
- Ein Vorschlag aus NRW, auch den Anhang 27 (Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CP-Anlagen) sowie Altölaufarbeitung) um Vorgaben für die Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen (u.a. PFT) zu ergänzen, ist in 2011 erfolgt.



Überwachung der Ultrafiltration

2.8.

Zusammenfassung und Positionierung

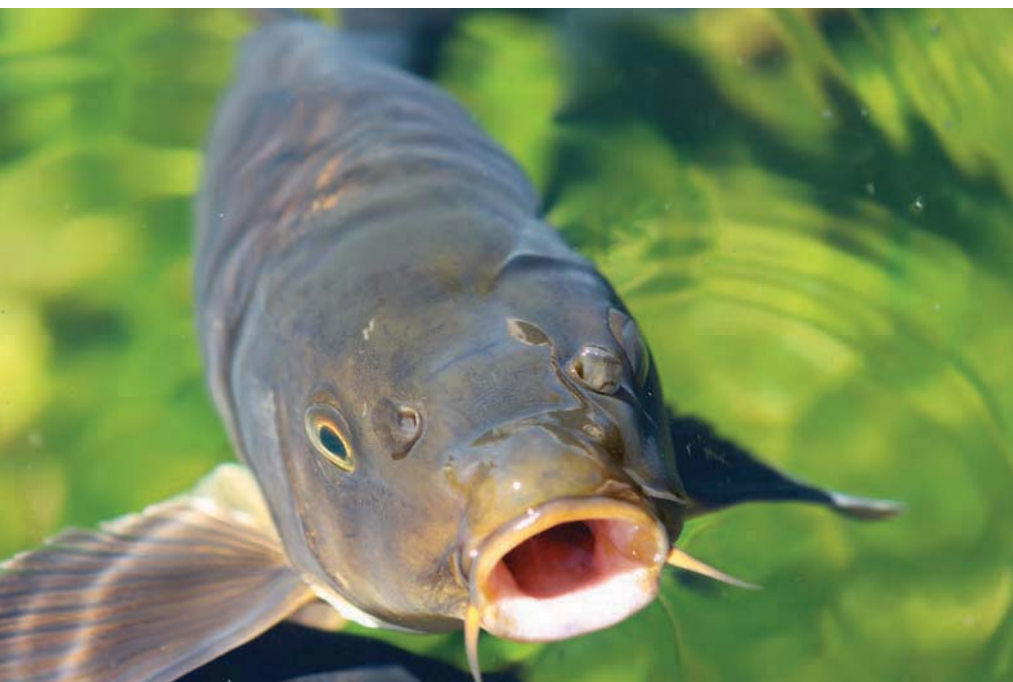
- Mikroverunreinigungen, wie z.B. PFT/PFC, sind ein wichtiges Thema, dessen Bedeutung durch die weitere Entwicklung von Chemikalien und deren Verwendung in offenen Systemen immer weiter zunimmt.
- NRW hat auf die erkannte PFT-Problematik schnell reagiert und zur Aufklärung der immissionseitigen Belastungssituation und zur Ermittlung der signifikanten PFC-Einleitungen intensive Messprogramme durchgeführt.
- Analysiert wurden im Zeitraum 2006-2012 ca. 4.600 Proben von 349 Gewässermessstellen und ca. 5.000 Proben von Direkteinleitungen sowie im Zeitraum 2006-2011 ca. 2.000 Proben von Indirekteinleitungen
- 69 Direkteinleiter wurden als potentiell relevante PFT-Einleitungen eingestuft, für 564 Direkteinleiter konnte eine bedeutende PFT-Emission ausgeschlossen werden. Von den untersuchten 231 Indirekteinleitern wurden bei 143 Anlagen auf Grund der PFT-Einträge intensivere Untersuchungen veranlasst.
- Die Relevanzeinschätzungen von PFC-Einträgen erfolgt in NRW sowohl konzentrationsbasiert als auch unter Berücksichtigung der Frachten.
- Schwellen für Konzentrationen:
 - Summe der Konzentrationen von PFOS und PFOA: 300 ng/l
 - Summe der Konzentrationen der 10 PFT ($\Sigma 10$ PFT) 1000 ng/l.

- Schwellen für die Tagesfrachten
 - Summe PFOA & PFOS >10 g/d
 - Summe 10 PFT >35 g/d
- Werden Konzentrationen oder Frachten überschritten, erfolgen weitere Untersuchungen zur Ursachenforschung. Nach der Identifikation relevanter Quellen werden Sanierungs- oder Minderungsmaßnahmen veranlasst, die bereits mittelfristig zur Beseitigung der relevanten PFT/PFC-Quellen führen. Soweit auf freiwilliger Basis realisierbar und technisch möglich, sollen die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen für alle bereits bekannten signifikanten Einträge abgeschlossen werden.
- Die Sanierungsmaßnahmen werden an folgenden Kriterien ausgerichtet:
 1. Vermeidung des Eintrages von PFT durch Verfahrensumstellung auf PFC-freie Ersatzstoffe
 2. Elimination an der Quelle (z. B. ein der emittierenden Anlage nachgeschalteter Ionenaustauscher).
 3. Ertüchtigung der kommunalen Kläranlagen zur Elimination von großflächig eingetragenen Mikroschadstoffen, durch die auch PFT-Konzentrationen reduziert werden können.

Ein wichtiges Ziel ist die Schaffung von Rechtsgrundlagen für die Begrenzung von PFC-Belastungen:

Bundesweite Aktivitäten

- Das MKULNV hat Vorschläge unterbreitet, um auf Bundesebene bei PFC-trächtigen Branchen die entsprechenden Anhänge der Abwasserverordnung um Bestimmungen für eine emissionsseitige PFC-Begrenzung zu ergänzen.





- Das MKULNV hatte einen Vorschlag zur Aufnahme des GOW-Konzeptes in die Oberflächengewässerverordnung eingebracht. Damit wäre eine immissionsseitige Bewertung aller Mikroschadstoffe gegeben gewesen. Leider ist dieser Vorschlag nicht akzeptiert worden.

Landesaktivitäten in NRW

- Als langfristiges Mindestqualitätsziel für Gewässer, Rohwasser und Trinkwasserressourcen wird in NRW die Einhaltung des allgemeinen Vorsorgewertes von 100 ng/l für die Summe der 10 bzw. 17 nach DIN im Wasser analysierten PFC angestrebt. Dieser Wert sollte auch aus Sicht von NRW als verbindliche Qualitätsnorm in die Verordnungen zum wasserwirtschaftlichen Vollzug aufgenommen werden. Dieses Qualitätsziel ist ggf. noch aufgrund zu erwartender neuer Vorgaben bzw. UQN der EU anzupassen.
- Für NRW sollen durch die Erarbeitung einer Vollzugshilfe zur Umsetzung der Oberflächengewässerverordnung (AGA) unter Berücksichtigung der vom GOW-Konzept abgeleiteten allgemeinen Vorsorgewerte verbindliche Grundlagen für eine immissionsseitige Betrachtung der Gewässerbelastung bei Genehmigungsverfahren geschaffen werden.
- Aus den anstehenden Gerichtsurteilen zur Umsetzung von Maßnahmen bei PFC-Emittenten sollen ordnungsrechtliche Möglichkeiten zur zukünftigen Umsetzung von Maßnahmen zur Begrenzung von PFC-Emissionen abgeleitet werden.

3 Ist-Zustand Mikroverunreinigungen



3.1 Monitoring der organischen Mikro- verunreinigungen durch das LANUV NRW

3.1.1 Messprogramme im Rahmen der WRRL und weiterer Fragestellungen

3.1.1.A Überblicksmonitoring

Die Wasserrahmenrichtlinie sieht vor, die Messergebnisse der Überblicksmessstellen für eine übergreifende Bewertung von Gewässereinzugsgebieten heranzuziehen. Zusätzlich sind diese Messstellen die Grundlage für die Erfüllung von EU-weiten Berichtspflichten, z. B. zur Belastungssituation der Oberflächengewässer mit den sog. prioritären Stoffen. Aus diesem Grunde werden Überblicksmessstellen sowohl hinsichtlich der Beprobungsdichte als auch des Parameterumfanges besonders intensiv untersucht.

Im Ruhreinzugsgebiet gibt es insgesamt 5 Überblicksmessstellen. Die Messstellen Fröndenberg und Mülheim sind Messstellen mit einem besonders umfangreichen Untersuchungsprogramm. Zusätzliche Überblicksmessstellen liegen an den Mündungen von Lenne, Volme und Möhne. Sie dienen zur integrativen Betrachtung der jeweiligen Teileinzugsgebiete.

In der Regel werden Überblicksmessstellen mindestens 13-mal im Jahr beprobt. Die Analyse einzelner Parametergruppen kann auf weniger als 13 Analysen im Jahr reduziert sein. Im Zeitraum 2009-2011 wurden an den Überblicksmessstellen folgende Parametergruppen (einjährig oder fortlaufend) untersucht.

Tabelle 6
Liste der untersuchten Parametergruppen an Messstellen entlang der Ruhr

Gruppe	Mülheim a.d.R.	Fröndenberg	Lenne	Möhne	Volme	Hattingen *
Humanarzneimittel	ja	ja	ja	÷	ja	÷
Röntgenkontrastmittel	ja	ja	ja	÷	ja	÷
PFT-Verbindungen	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Saure Herbizide	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Neutral-basische Herbizide	ja	ja	ja	ja	ja	÷
Glyphosat/Ampa	ja	ja	ja	÷	ja	÷
Zinnorganik	ja	ja	ja	÷	÷	÷
Komplexbildner	ja	ja	ja	ja	ja	÷
Phosphororganik	ja	ja	ja	ja	ja	ja
P-org. Insektizide	ja	ja	ja	÷	ja	÷
BTX	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Moschusxylole	ja	ja	÷	÷	ja	÷

* Hattingen ist keine offizielle Überblicksmessstelle, aber eine intensiv beprobte Messstation der zeitnahen Gewässerüberwachung, an der zusätzlich besonders ruhrrelevante Schadstoffgruppen untersucht werden.

Die aktuellen Daten des Gewässermonitorings der Stationen Mülheim und Fröndenberg sind über die Internetseite des LANUV (www.lanuv.nrw.de) einsehbar.

Tabelle 7

Untersuchungsumfang für das Monitoring im 2. Untersuchungszyklus der Wasserrahmenrichtlinie an den Messstellen am Hauptlauf der Ruhr. Zusätzlich wurde der Überwachungsaufwand an einzelnen Messstellen anlassbezogen, z.B. durch zusätzliche Analysen bei Schadensfällen oder durch Sondermessprogramme (z.B. PFT) anlassbezogen erhöht.

Messstellen Nr.	Gewässer	Bezeichnung Messstelle	WRRL 2. Zyklus	Anzahl Probenahmen
Überblicksmessstellen				
022810	Ruhr	Mülheim-Kahlenberg*	2009-11	78
004108	Ruhr	Fröndenberg*	2009-11	78
004157	Ruhr	Hattingen **	2009-11	39
Operative Messstellen WRRL, Untersuchungsrahmen für 2. Zyklus				
			Untersuchungsjahr	
503812	Ruhr	Mendener Brücke	2010	4
505043	Ruhr	Unterhalb Baldeneysee	2010	4
505020	Ruhr	Oberhalb Baldeneysee	2010	4
503800	Ruhr	Brücke Dahlhausen	2010	4
503708	Ruhr	Unterhalb Hattingen	2010	4
503400	Ruhr	Unterhalb Witten Lakebrücke	2010	4
503605	Ruhr	Oberhalb Hattingen	2010	4
503253	Ruhr	Brücke in Wetter	2010	4
503101	Ruhr	Herdecke, Ruhrbrücke	2010	4
503204	Ruhr	Unterhalb Hartkortsee	2011	4
402801	Ruhr	Am Pegel Villigst	2010	4
402503	Ruhr	In Langschede	2010	4
402308	Ruhr	Unterhalb Wickede	2010	4
402059	Ruhr	Untehalb Möhne	2009	4
401808	Ruhr	Oberhalb Einmdg. Röhr	2009	4
401535	Ruhr	Bei Oeventrop	2011	4
400907	Ruhr	Oberhalb Meschede	2009	4
400907	Ruhr	Oberhalb Meschede	2011	4
400701	Ruhr	In Velmede	2009	4
686360	Ruhr	In Olsberg	2009	4

* die beiden Überblicksmessstellen sind auch Messstationen der zeitnahen Gewässerüberwachung, an der zusätzlich zum Monitoring für die Wasserrahmen fortlaufend 8-h-Mischproben genommen werden. diese werden in Form von Tagesmischproben zusätzlich intensiv untersucht.

** Hattingen ist keine Überblicksmessstelle, aber eine Messstation der zeitnahen Gewässerüberwachung mit erhöhtem Messaufwand für die WRRL



3.1.1.B Operatives Monitoring

Zusätzlich liegen im Einzugsgebiet der Ruhr insgesamt 346 operative Messstellen. Operative Messstellen dienen dazu, die Entwicklung spezieller regionale Belastungen und ggf. den Erfolg von Sanierungsmaßnahmen zu dokumentieren und/oder Begleitparameter für die biologischen Untersuchungen zu erheben. Durch diese regionalen Fragestellungen ist der zu untersuchende Parameterumfang in der Regel auf tatsächlich vorliegende Gewässerbelastungen fokussiert und somit erheblich geringer als bei den Überblicksmessstellen. Teilweise wird, neben den immer mitanalysierten „Grundparametern“ nur die betroffene Schadstoffgruppe analysiert. Die Beprobung erfolgt in der Regel viermal im Jahr. Für den Zeitraum 2009-2011 liegen für folgende Anzahlen von operativen Messstellen Analyseergebnisse für die einzelnen Parametergruppen der organischen Mikroverunreinigungen vor (Tabelle 8).

Die aktuellen Daten des Gewässermonitorings in Nordrhein-Westfalen sind über die Internetseite des LANUV (www.lanuv.nrw.de) einsehbar.

Tabelle 8
Anzahl an operativen Messstellen
– Untersuchungen im Wasser (2009-2011)

Gruppe	Anzahl Messstellen
Humanarzneimittel	13
Röntgenkontrastmittel	9
PFT-Verbindungen	41
Saure Herbizide	25
Neutral-basische Herbizide	54
Glyphosat/Ampa	14
Zinnorganik	4
Komplexbildner	12
Phosphororganik	1
Insektizide	26
BTX	13

3.2 Zeitnahe Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen

Das LANUV führt eine zeitnahe Überwachung der Ruhr an den drei Messstationen

- Fröndenberg (Ruhr-km 113,6)
- Hattingen (Ruhr-km 56,7) und
- Mülheim a.d.Ruhr (Ruhr-km 14,3)

durch, um das für die Trinkwasserversorgung in Nordrhein-Westfalen besonders bedeutende Einzugsgebiet der Ruhr zu schützen. Zwei dieser Messstationen dienen gleichzeitig als Überblicksmessstellen für die Langzeitüberwachung der Ruhr.

Diese sehr leistungsfähigen Untersuchungen durch das Land stellen eine wichtige Ergänzung der übrigen Gewässerüberwachung (s.o.) dar. Sie stellen sicher, dass auch temporär auftretende Belastungen erkannt werden, während die übrige Überwachung im Allgemeinen auf das Erkennen von Trends bzw. von länger andauernden, „chronischen“ Gewässerbelastungen ausgerichtet ist.

Mit den Ergebnissen wird eine erste Einschätzung der potentiellen toxikologischen Relevanz für die Trinkwassergewinnung und die aquatische Biozönose möglich.

Überwacht werden rd. 45 bis 50 Einzelsubstanzen, die im Rahmen der zeitnahen Gewässerüberwachung quantifiziert werden können. Die Auswahl der zeitnah untersuchten Substanzen ergibt sich aus der Gesamtschau der Ergebnisse aller im Rahmen der zeitnahen Gewässerüberwachung betriebenen Messstationen an Rhein, Ruhr und anderen großen Rheinbegewässern. Die Liste der sofort quantifizierbaren Substanzen wird fortlaufend aktualisiert.

Zusätzlich erfolgt als besonders wichtiger Untersuchungsschritt ein intensives Stoffscreening, um auch bisher im Gewässersystem unbekannte Stoffe zu entdecken. Unbekannte bzw. unerwartete Substanzen erscheinen beim Screening zunächst als unidentifizierte Messsignale. Die dazu gehörigen Stoffe müssen dann in weiterer umfangreicher Laborarbeit sicher identifiziert werden. Viele der gegenwärtig regelmäßig quantifizierten Substanzen (z. B. TOSU, Sulfolan etc.) konnten nur durch das zusätzliche Screening der zeitnahen Gewässerüberwachung in der Ruhr detektiert werden. Im Rahmen der üblichen Gewässeruntersuchungen wären sie mit großer Wahrscheinlichkeit unerkannt geblieben.

Die aktuellen Daten der zeitnahen Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen sind, stations- bzw. ereignisbezogen, über die Internetseite des LANUV (www.lanuv.nrw.de) einsehbar.

3.3

Befunde in der Ruhr

Die Analyse des Ist-Zustands der Ruhr bezieht sich auf ggf. problematische Mikroverunreinigungen mit Blick auf den Gewässerzustand, die Rohwasser- und Trinkwasserbeschaffenheit. Für das Schutzgut Trinkwasser werden die Gewässerbefunde mit humantoxikologisch abgeleiteten Trinkwasserleitwerten und dem allgemeinen Vorsorgewert VWa als langfristigen Mindestqualitätsziel $< 0,1 \mu\text{g/l}$ verglichen (siehe auch Kapitel 6). Für das Schutzgut Gewässer erfolgt nach Wasserrahmenrichtlinie dagegen der Abgleich mit ökologischen bzw. ökotoxikologischen Umweltqualitätsnormen bzw. Qualitätszielen.

Die bundesweite Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie erfolgt derzeit in der Regel auf Basis der Jahresmittelwerte der Einzelstoffe. Hohe Maximalkonzentrationen werden - wie auch die summarische Wirkung von Stoffen - bis auf wenige Ausnahmen nicht berücksichtigt. Diese sind jedoch für das Schutzgut Trinkwasser wie auch für aquatische Lebensgemeinschaften relevant. Daher werden diese aus Vorsorgegründen in die Betrachtung der Gewässer - unabhängig von den jetzigen Vorgaben der WRRL - in NRW zusätzlich mit einbezogen.

Die amtliche Überwachung der Gewässerqualität der Ruhr wird vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) durchgeführt. Zusätzlich führen Ruhrverband und die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) regelmäßige Untersuchungen und Sondermessprogramme durch. Insgesamt liegen Analysendaten für mehr als 370 synthetische organische Stoffe vor.

Weitere Untersuchungen werden im Rahmen von Forschungsprogrammen durchgeführt. So hat beispielsweise die Bundesanstalt für Gewässer (BfG) Ergebnisse zu weiteren Arzneistoffen und ihren Abbau- bzw. Transformationsprodukten publiziert.

Ein ausführlicher Hintergrundbericht des LANUV (2013) zur Analyse des Ist-Zustandes der Ruhr ist auf der Homepage des LANUV nachzulesen (http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/presse/biozide/21-03_2013%20Hintergrundbericht_Wasserqualitaet_Homepage.pdf). Dort findet man für den Zeitraum 2002 bis 2012 speziell für die Ruhr Auswertungen des LANUV zu Gewässer- und Trinkwasseruntersuchungen. Berücksichtigt sind in diesem Kapitel neben den eigenen Daten des Landesamtes auch die Untersuchungen des Ruhrverbands sowie weiterführende Literatur.

Für die hier vorliegende aktuelle Auswertung für diesen Bericht wurden für das Schutzgut Trinkwasser Messdaten des LANUV aus dem Gewässer Ruhr (Einzelwerte) von 2010 bis 2012 für die Feststellung und Bewertung von Einzelfunden betrachtet. Für statistische Aussagen zu daraus ausgewählten (relevanten) Substanzen / Substanzgruppen wurden Mittelwerte über den Zeitraum 2010 bis 2012 ergänzend hinzugezogen. Ergänzend wird je Stoffgruppe für das Schutzgut Gewässer kurz auf das Ergebnis des letzten WRRL-Monitoringzyklusses (2009 – 2011) eingegangen (Bewertung der Mikroschadstoffe in den Stufen sehr gut/ gut/ mäßig - siehe auch Anhang 4).

Abbildung 6
Bewertung gemäß WRRL

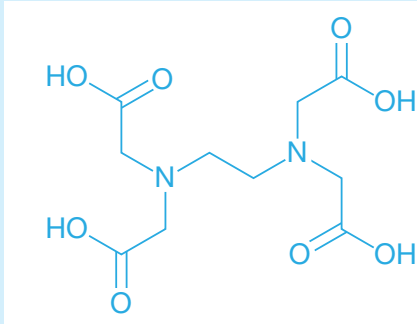
sehr gut	gut	höchstens mäßig		
Wert \leq $\frac{1}{2}$ UQN bzw. OW	$\frac{1}{2}$ UQN bzw. OW < Wert \leq UQN bzw. OW	UQN bzw. OW < Wert \leq $2 \times$ UQN bzw. OW	$2 \times$ UQN bzw. OW < Wert \leq $4 \times$ UQN bzw. OW	Wert > $4 \times$ UQN bzw. OW

UQN: Umweltqualitätsnorm, OW: Orientierungswert

3.3.1

Komplexbildner (EDTA, NTA, DTPA, PDTA)

EDTA

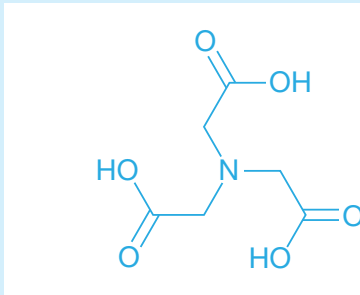


Chem. Bezeichnung: Ethylendiamintetraessigsäure

Summenformel: $C_{10}H_{16}N_2O_8$

Molmasse: $292,24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ **CAS** 60-00-4

NTA

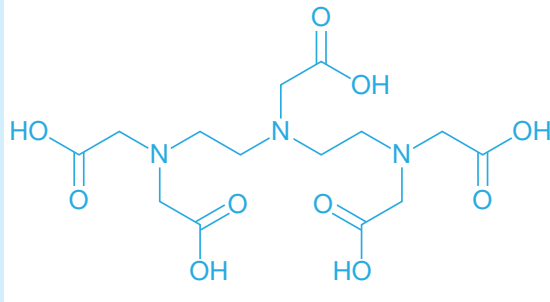


Chem. Bezeichnung: Nitrilotriessigsäure

Summenformel: $C_6H_9NO_6$

Molmasse: $191,14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ **CAS** 139-13-9

DTPA

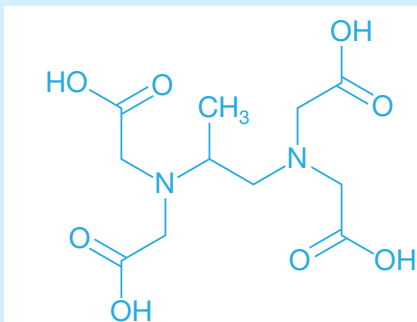


Chem. Bezeichnung: Diethylentriaminpentaessigsäure

Summenformel: $C_{14}H_{23}N_3O_{10}$

Molmasse: $393,35 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ **CAS** 67-43-6

PDTA



Chem. Bezeichnung: Propylendiamintetraessigsäure

Summenformel: $C_{11}H_{18}N_2O_8$

Molmasse: $306,27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ **CAS** 1939-36-2

Das langfristige Mindestqualitätsziel von $0,1 \mu\text{g/l}$ für Komplexbildner in Gewässern wird landesweit in NRW überschritten. Dagegen werden die toxikologisch abgeleiteten Leitwerte (siehe Kapitel 6) in Höhe von $600 \mu\text{g/l}$ bzw. $200 \mu\text{g/l}$ für EDTA, NTA und DTPA deutlich unterschritten. Für PDTA liegt bisher keine Leitwerte vor, es ist aber anzunehmen, dass auch für diesen Stoff bei vollständiger humantoxikologischer Bewertung ein Leitwert deutlich oberhalb des VWs erhalten wird.

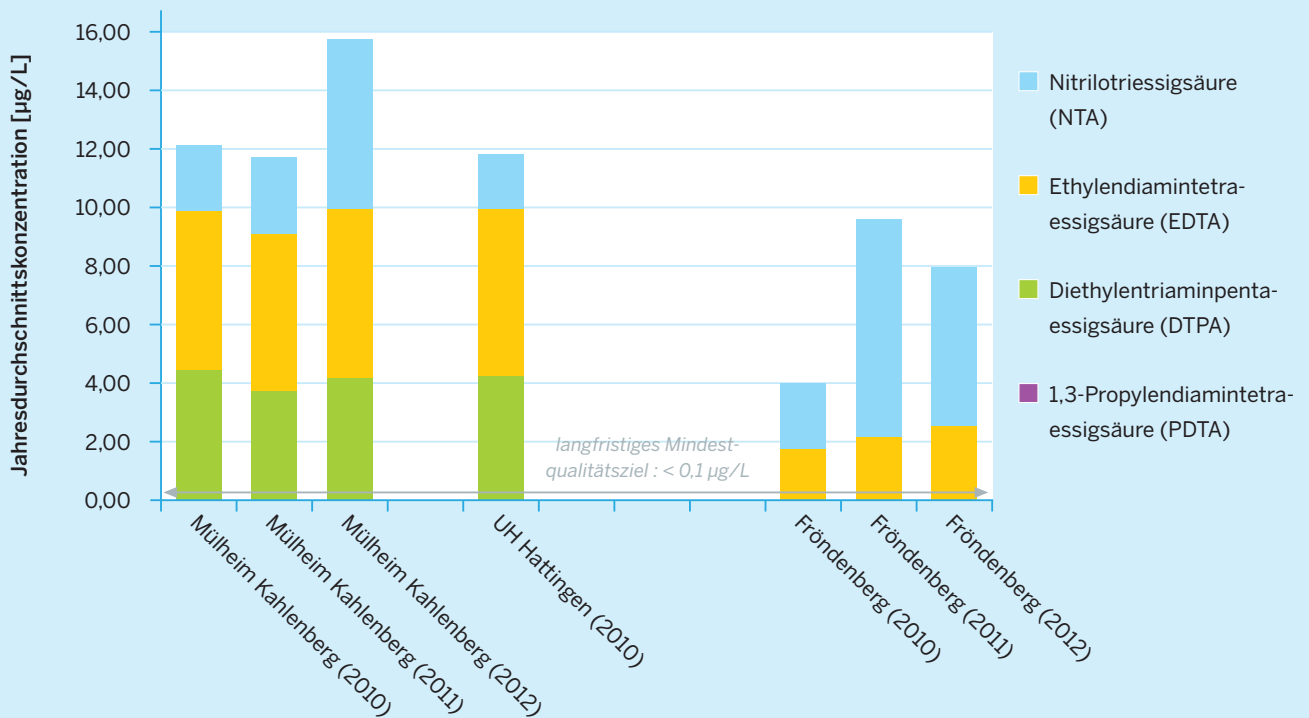
Bewertungsgrundlage mit Blick auf die Wassergewinnung ist der VWs von $10 \mu\text{g/l}$ für Komplexbildner sowie das langfristige Mindestqualitätsziel von $0,1 \mu\text{g/l}$. Die Jahresmittelwerte bei den Komplexbildnern EDTA, DTPA, und PDTA an den Ruhr-Messstellen Fröndenberg, Hattingen und Mülheim liegen im Zeitraum 2010-2012 alle unter dem VWs von $10 \mu\text{g/l}$. Die Konzentrationen in der Ruhr unterliegen jedoch emissionsseitigen und abflussbedingten Schwankungen [siehe hierzu LUA, MUNLV, 2003]. Einzelwerte in der Ruhr überschreiten den VWs dagegen z.T. deutlich: Der höchste im Zeitraum gemessene Einzelstoffwert lag bei $36,4 \mu\text{g/L}$ für NTA und wurde im Jahr 2011 an der Mittleren Ruhr oberhalb der Kläranlage Hagen-Boele, Messstelle Fröndenberg, gemessen. DTPA wurde mit einem Maximum von $16,9 \mu\text{g/l}$ an der Messstelle Mülheim-Kahlenberg und EDTA unterhalb von Hattingen mit $16 \mu\text{g/l}$ nachgewiesen.

Festzustellen ist auch, dass zum einen die genannten unerwünschten Spitzenwerte erreicht werden, zum anderen aber viele Messwerte auch häufig unter der Bestimmungsgrenze ($BG < 0,5 \mu\text{g/l}$) liegen. Das langfristige Mindestqualitätsziel von $0,1 \mu\text{g/l}$ wird für die drei Komplexbildner entlang der Ruhr jedoch nicht erreicht.

Der Komplexbildner NTA ist bei den Wasserwerken an der Ruhr bisher nicht im Trinkwasser nachgewiesen worden und gilt im Gegensatz zu EDTA und DTPA nicht als trinkwasserrelevant (vgl. LANUV Hintergrundbericht 2013). Der Emissionsschwerpunkt für die erhöhten NTA-Konzentrationen in der Ruhr scheint oberhalb von Ruhr-km 113 (Messstelle Fröndenberg) zu liegen. Im Gegensatz dazu liegt der Emissionsschwerpunkt für EDTA und DTPA im Bereich Hagen (KA Hagen-Boele), d.h. unterhalb von Ruhr-km 113 (Messstelle Fröndenberg) und oberhalb von Ruhr-km 56,1 (Messstelle Hattingen).

Zur Bewertung der Gewässerrelevanz werden die Jahresmittelwerte betrachtet. Die vom UBA entsprechend der nach Anhang 5 WRRL (2000/60/EG) anzuwendenden Methodik abgeleiteten UQN-Vorschläge für EDTA ($2.200 \mu\text{g/l}$) und für NTA ($930 \mu\text{g/l}$) zum Schutz der aquatischen Biozönose werden bei Weitem unterschritten. Die Ruhr wurde für die Jahre 2009 - 2011 nach WRRL bezogen auf die Komplexbildner entsprechend als "sehr gut" bewertet.

Abbildung 7
Komplexbildner-Konzentrationen in der Ruhr:
Jahresdurchschnittswerte: Jahre 2010-2012



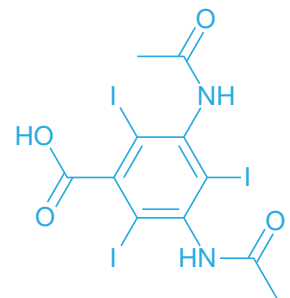
3.3.2 Röntgenkontrastmittel

Für die betrachteten Röntgenkontrastmittel liegen derzeit keine toxikologisch abgeleiteten Leitwerte vor. Als Bewertungsgrundlage mit Blick auf die Trinkwassergewinnung dient der GOW (UBA, 2008) von 1,0 µg/l sowie das langfristige Mindestqualitätsziel von 0,1 µg/l.

Die Jahresmittelwerte im Zeitraum 2010-2012 liegen jeweils unter 1,0 µg/l. Einzige Ausnahme war die Messstelle Hattingen in 2011 - hier wurde zweimal Iomeprol analysiert und mit Konzentrationen von 1 bzw. 2 µg/l nachgewiesen. An der Messstelle Fröndenberg liegen die mittleren Konzentrationen im Zeitraum 2010 bis 2012 bei 0,23 µg/l für Amidotrizoesäure, 0,50 µg/l (Iomeprol) und 0,4 µg/l (Iopamidol) und damit oberhalb des langfristigen Mindestqualitätszieles von 0,1 µg/l.

An der unteren Ruhr (Mülheim) sind die mittleren Konzentrationen tendenziell höher und betragen im Zeitraum 2010-2012 0,50 µg/l für Amidotrizoesäure, 0,80 µg/l (Iomeprol) und 0,61 µg/l (Iopamidol). Bei Betrachtung der Einzelwerte werden Überschreitungen des für diese Substanzen geltenden GOW festgestellt. Ausgeprägte Konzentrationsschwankungen wie z. B. bei den Komplexbildnern werden nicht beobachtet. Die Maximalwerte bezogen auf die Einzelfunde wurden an der unteren Ruhr gemessen und betragen 1,1 µg/l für Amidotrizoesäure,

Amidotrizoesäure



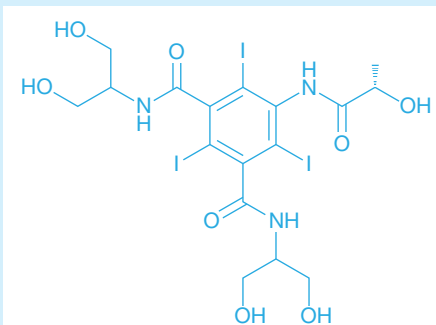
Chem. Bezeichnung: 3,5-Bis(acetamido)-2,4,6-triiodbenzoesäure

Summenformel: C₁₁H₉I₃N₂O₄

Molmasse: 613,91 g · mol⁻¹

CAS 117-96-4

Iopamidol



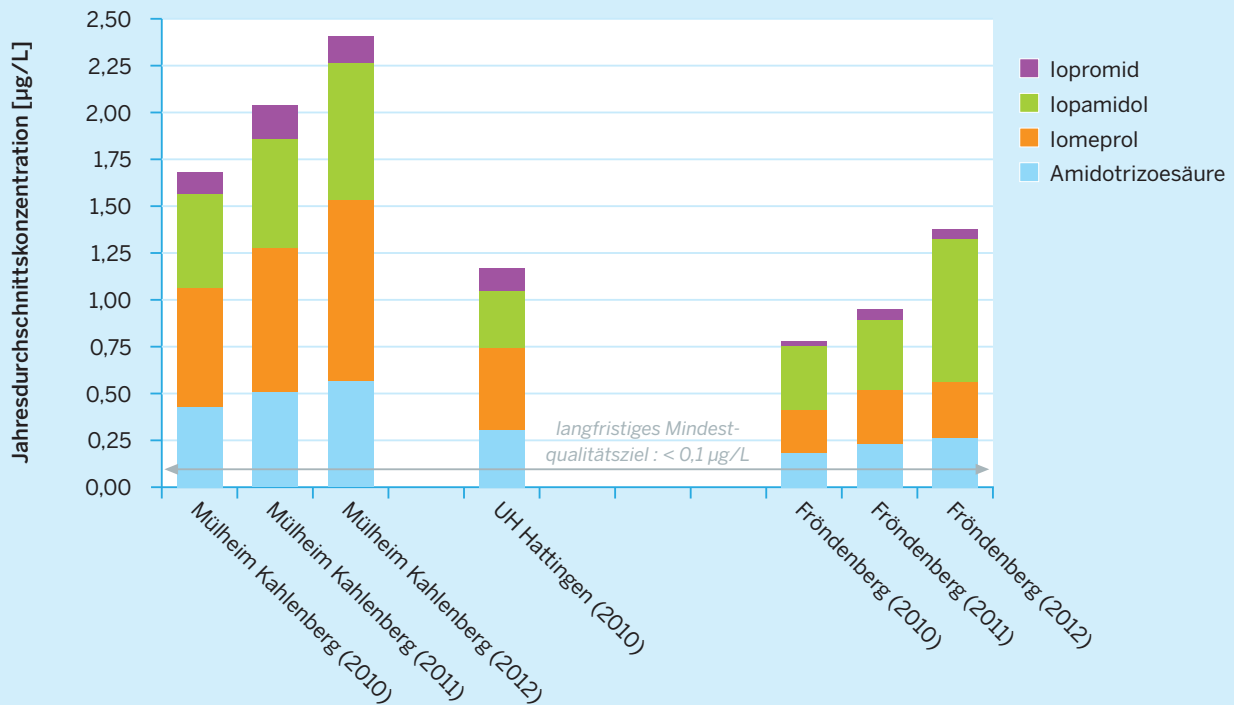
Chem. Bezeichnung: (S)-NN-Bis(1,3-dihydroxy-2-propyl)-2,4,6-ijod-5-lact-amidoisophthalamid

Summenformel: C₁₇H₂₂I₃N₃O₈

Molmasse: 777,08 g · mol⁻¹

CAS 60166-93-0

Abbildung 8
Röntgenkontrastmittelkonzentrationen in der Ruhr:
Jahresdurchschnittswerte: Jahre 2010-2012



2,0 µg/l für Iomeprol und 1,4 µg/l für Iopamidol (Zeitraum 2010-2012).

Umweltqualitätsnormen oder ökotoxikologisch abgeleitete UQN-Vorschläge liegen zu den jodierten Röntgenkontrastmitteln nicht vor. Eine ökotoxikologische Relevanz der vorliegenden Befunde wird nach allen bisherigen Erkenntnissen nicht erwartet.

3.3.3 Arzneistoffe

Aus der großen Anzahl der in der Ruhr im Zeitraum 2010-2012 untersuchten Humanarzneistoffe (z. B. LANUV-Messstelle Hattingen: > 45 Einzelstoffe) sind Konzentrationen über dem allgemeinen Vorsorgewert (VWa) von 0,1 µg/l bei mehreren Stoffen feststellbar. Das sind u.a. Diclofenac, Carbamazepin, Metoprolol, Sotalol und Sulfamethoxazol.

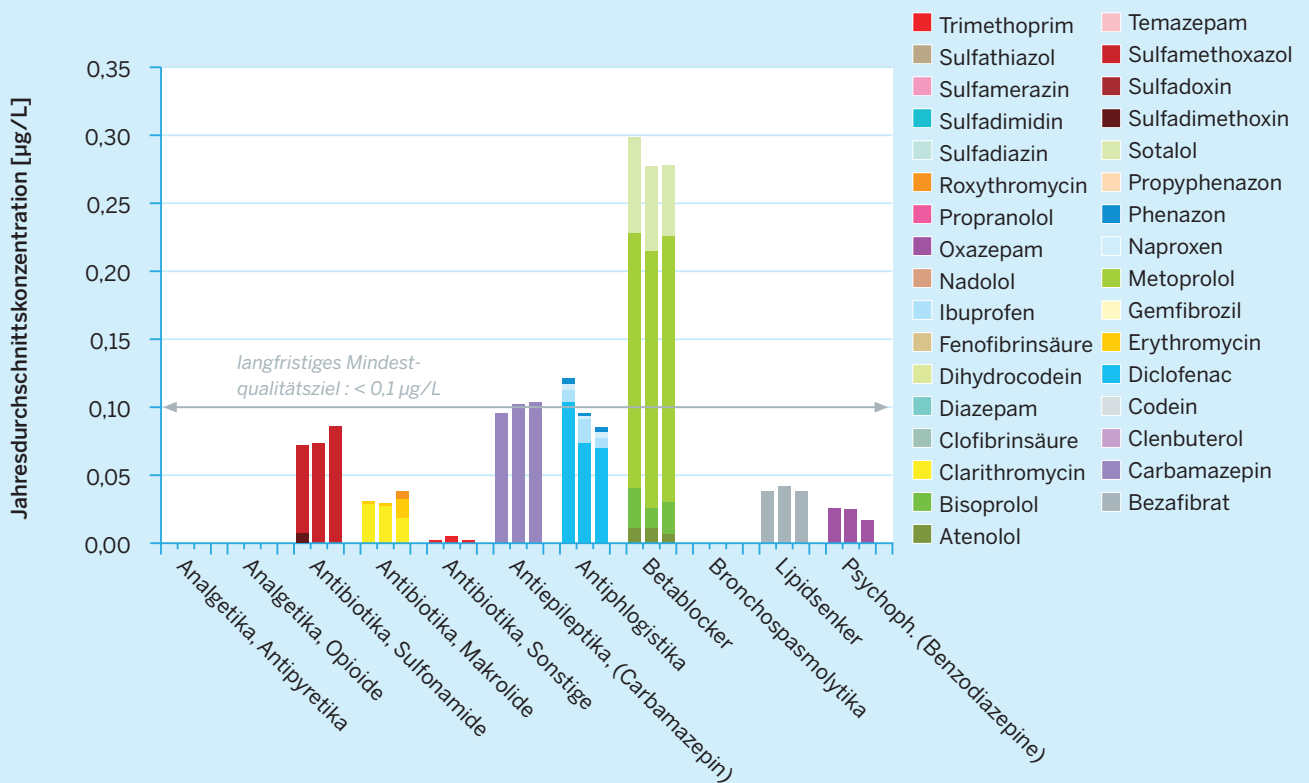
Ökotoxikologisch abgeleitete Qualitätskriterien für Humanarzneimittel existieren nur für wenige Substanzen. So wurde auf europäischer Ebene ein UQN-Vorschlag von 0,1 µg/l für Diclofenac erarbeitet. Leitwerte (LW) existieren nur zu einzelnen dieser Arzneistoffe. So hat das UBA im Jahr 2008 einen LW für den als Schmerzmittel und zur Behandlung von Entzündungen und Schwellungen eingesetzten Wirkstoff Diclofenac abgeleitet. Der trinkwasserrelevante LW für Diclofenac von 1,75 µg/l wurde an allen Messstellen in der Ruhr deutlich unterschritten. Die

Mittelwerte aus den Messungen im Gesamt-Zeitraum 2010-2012 liegen an den Messstellen Mülheim, Fröndenberg und Hattingen jeweils zwischen 0,07 - 0,08 µg/l.

Der vom UBA veröffentlichte Leitwert für das Schmerzmittel Ibuprofen (8,75 µg/l) wurde ebenfalls sehr weit unterschritten. Der Maximalwert beträgt 2010 - 2012 0,06 µg/l. Im Zeitraum 2010 - 2012 betrug der gemessene Maximalwert 0,06 µg/l an der Messstelle Fröndenberg. Ibuprofen ist im Vergleich zu den anderen hier genannten Arzneistoffen in der Ruhr seltener festzustellen.

Für das auch häufig in der Geriatrie eingesetzte Antiepileptikum Carbamazepin hat das UBA im Jahr 2008 einen gesundheitlichen Orientierungswert GOW von 0,3 µg/l abgeleitet. Auch dieser Wert wurde in allen Messungen eingehalten. An der Messstelle Hattingen Mülheim liegt der Mittelwert 2010-2012 für Carbamazepin bei 0,1 µg/l.

Für Metoprolol und Sotalol (beide Betablocker) wurden bisher keine GOW abgeleitet. Für Sulfamethoxazol (Antibiotikum) existiert ein LW von 35 µg/l. Nur für Sotalol liegen die in der Ruhr gemessenen Konzentrationen im Jahresmittel jeweils unterhalb des langfristigen Mindestqualitätszieles von 0,1 µg/l. Für Metoprolol und Sulfamethoxazol liegen signifikant steigende Trends in der Ruhr vor (Metoprolol: Messstelle Mülheim, 2002 - 2012, Sulfamethoxazol: Messstelle Fröndenberg, 2005 - 2012). So lagen die Mittelwerte für beide Stoffe z.B. an der Mess-

Abbildung 9**Arzneimittelwirkstoff-Konzentrationen in der Ruhr:****Messstelle Mülheim-Kahlenberg (km 12,1), Jahresdurchschnittswerte nebeneinander: 2010-2012**

stelle Hattingen für den Zeitraum 2010 - 2012 oberhalb des Mindestqualitätszieles von $0,1 \mu\text{g/l}$.

Im Trinkwasser der Wasserwerke an der Ruhr liegen zu Metoprolol und Sulfamethoxazol bisher keine Befunde vor. Der steigende Trend im Oberflächengewässer verdeutlicht aber die Notwendigkeit des von NRW verfolgten ganzheitlichen Konzeptes gegen Mikroschadstoffe in Oberflächengewässern.

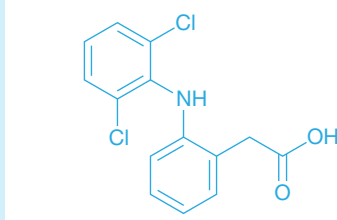
Die mittleren Konzentrationen (2010-2012) liegen an der Messstelle Fröndenberg für Sotalol bei ca. $0,01 \mu\text{g/l}$, für Metoprolol bei $0,12 \mu\text{g/l}$, an der Messstelle Mülheim liegen sie bei $0,06 \mu\text{g/l}$ (Sotalol) und $0,19 \mu\text{g/l}$ (Metoprolol). Die Maximalkonzentrationen betragen in Fröndenberg $0,10 \mu\text{g/l}$ (Sotalol), $0,122 \mu\text{g/l}$ (Metoprolol), $0,0711 \mu\text{g/l}$ (Sulfamethoxazol); an der Messstelle Hattingen betragen sie $0,07 \mu\text{g/l}$ (Sotalol), $0,18 \mu\text{g/l}$ (Metoprolol), und $0,10 \mu\text{g/l}$ (Sulfamethoxazol) und an der Messstelle Mülheim liegen sie bei $0,14 \mu\text{g/l}$ (Sotalol), $0,3 \mu\text{g/l}$ (Metoprolol) und $0,09 \mu\text{g/l}$ (Sulfamethoxazol).

Die bei Humanarzneimitteln beobachteten Konzentrationsschwankungen folgen den Wasserständen der Ruhr [vgl. IWW/ISA, 2008]. Hinweise auf emissionsbedingte Stoßbelastungen ergeben sich erwartungsgemäß nicht. Insgesamt sind die Konzentrationen bei den Arzneistoffen an der unteren Ruhr oft höher als an der mittleren und

oberen Ruhr. Diese Zunahme ist plausibel, wenn eine Korrelation zur Zahl der Einwohnerdichte im jeweiligen Einzugsgebiet angenommen wird.

Die Wirkschwellen für Gewässerlebewesen sind bei einigen Stoffen niedriger als die mit Blick auf die Wasserversorgung betrachteten Prüfwerte VW, die dem gesundheitlichen Orientierungswert bzw. dem Leitwert entsprechen. Für Diclofenac hat die Kommission (2012) eine Umweltqualitätsnorm von $0,1 \mu\text{g/l}$ zur Aufnahme in die Liste der Prioritären Stoffe zum Schutz der Oberflächengewässer vorgeschlagen, die pro Jahr im Jahresmittel einzuhalten ist. Dies ist in den vorliegenden Messungen ab 2010 bis 2012 nicht an allen Messstellen der Fall. Nach WRRL werden die Messungen pro Jahr im Mittelwert beurteilt. Dies führt dazu, dass die Ruhr in einigen wenigen Abschnitten wegen knapper Überschreitung des o.g. UQN-Vorschlags von $0,1 \mu\text{g/L}$ in 2010 mit mäßig beurteilt wurde. Der überwiegende Teil der Fließstrecke der Ruhr wurde dagegen mit "gut" bewertet.

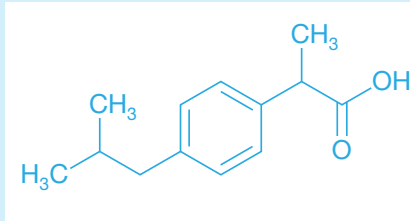
Für Carbamazepin hat das UBA dem BMU zur Aufnahme in der BundesVO zum Schutz der Oberflächengewässer eine Umweltqualitätsnorm von $0,5 \mu\text{g/l}$ vorgeschlagen. Dieser Wert wird in der Ruhr selbst bei Betrachtung der Einzelwerte deutlich unterschritten. Dementsprechend wird die Ruhr für das Schutzgut Gewässer (2009 - 2011) durchgängig mit „sehr gut“ bewertet.

Diclofenac

Chem. Bezeichnung: [2-[(2,6-Dichloranilino)phenyl]-essigsäure (Natriumsalz)

Summenformel: C₁₄H₁₀Cl₂NO₂

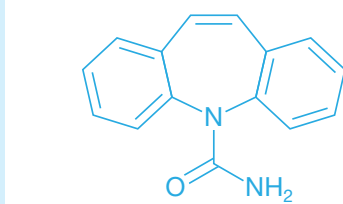
Molmasse: 296,2 g · mol⁻¹ **CAS** 15307-86-5

Ibuprofen

Chem. Bezeichnung: (RS)-2-(4-Isobutylphenyl)propionsäure

Summenformel: C₁₃H₁₈O₂

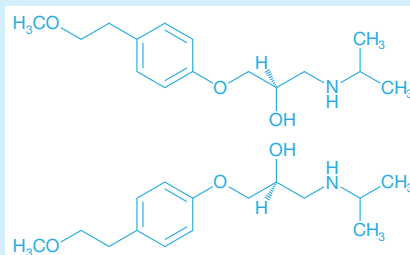
Molmasse: 206,2 g · mol⁻¹ **CAS** 15687-27-1

Carbamazepin

Chem. Bezeichnung: 5H-Dibenz[b,f]azepin-5-carbamid

Summenformel: C₁₅H₁₂N₂O

Molmasse: 236,2 g · mol⁻¹ **CAS** 298-46-4

Metoprolol

Chem. Bezeichnung: (RS)-1-(Isopropylamino)-3-[4-(2-methoxyethyl)-phenoxy]-2-propanol

Summenformel: C₁₅H₂₅NO₃

Molmasse: 267,3 g · mol⁻¹ **CAS** 51384-51-1

Das LANUV kommt zu dem Ergebnis, dass ökotoxikologische Wirkungen angesichts der festzustellenden Gewässerbelastungen in der Ruhr, ebenso wie in anderen Gewässern, bei verschiedenen Humanarzneistoffen nicht mit ausreichender Sicherheit ausgeschlossen werden können. Neben dem Schmerzmittel Diclofenac sind diesbezüglich einzelne Vertreter aus der Gruppe der Antibiotika zu nennen (u.a. Sulfamethoxazol).

Für diesen Stoff existiert derzeit ein Vorschlag für eine Umweltqualitätsnorm. Der Wert liegt bei 0,1 µg/l und wird voraussichtlich in zahlreichen Gewässern überschritten werden. Für andere Antibiotika-Wirkstoffe, z. B. Clarithromycin und Erythromycin, werden die ökotoxikologischen PNEC-Werte (Predicted No Effect Concentration) ebenfalls in einigen Gewässern sehr deutlich überschritten. Für Erythromycin gilt eine PNEC von 0,02 µg/l und für Clarithromycin von 0,002 µg/l (LANUV, 2007). Während in Trinkwasserproben aus Nordrhein-Westfalen aktuell keine, nur vereinzelte Positivbefunde für Carbamazepin bekannt sind. (Die vorliegenden Trinkwasseruntersuchungsdaten der Wasserwerke an der Ruhr (Stand 1.3.2013) in der zentralen Trinkwasserdatenbank des Landes (ZTEIS) weisen trotz der regelmäßigen Befunde im Gewässer nur vereinzelte Positivbefunde und nur für das Carbamazepin auf - jedoch ohne Überschreitung des allgemeinen Vorsorgewertes von 0,1 µg/l.), zeichnet sich vor allem aus gewässerökologischer bzw. ökotoxikologischer Sicht, aber auch aus Gründen des allgemein vorsorgenden Ressourcen- und Trinkwasserschutzes, für diese Stoffgruppe ein Handlungsbedarf ab. Letzteres gilt in besonderem Maße für die Ruhr, auch vor dem Hintergrund einer älter werdenden Gesellschaft mit zu erwartenden steigenden Arzneistoffverbräuchen.

3.3.4

Antidepressiva

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde hat im Rahmen des KLIWAS-Projektes 5.04 im Jahr 2010 Untersuchungen der Ruhr auf Antidepressiva durchgeführt [Schlüsener, M. P. et al, 2010]. Untersucht wurden Venlafaxin und Citalopram und deren Abbauprodukte Desmethylvenlafaxin, Didesmethylvenlafaxin und Desmethylcitalopram. Die in der Ruhr gefundenen Werte liegen deutlich unterhalb des für die Trinkwassergewinnung geltenden allgemeinen Vorsorgewertes bzw. dem langfristigen Mindestqualitätsziel von 0,1 µg/l. Zur ökotoxikologischen Wirkung dieser Substanzen besteht noch Klärungsbedarf.

3.3.5

Flammschutzmittel

Aus der Gruppe der Flammschutzmittel liegt eine Bewertung mit Blick auf die Trinkwasserversorgung bislang nur zu dem Stoff Tris-(2-chlorethyl-)phosphat (TCEP; CAS 115-96-8) vor, die nach Stellungnahme des UBA aus dem Jahr 2008 auch auf die toxikologisch und strukturell vergleichbare Verbindung Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPP; (CAS13674-84-5) übertragbar ist. Dieser Leitwert (LW) liegt bei 22 µg/l. Als Prüfwert tritt dann nach den Ausführungen in Kapitel 2 der VWs von 10 µg/l ein. Abweichend davon hat das UBA für diesen Stoff aber einen Wert von 1 µg/l i.S. des VWs empfohlen (UBA, 2008). Für die Flammschutzmittel Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat und Tris-2-(chlorethyl)-phosphat (TCEP) gab es vereinzelte Positivbefunde im Trinkwasser. Die Konzentrationen

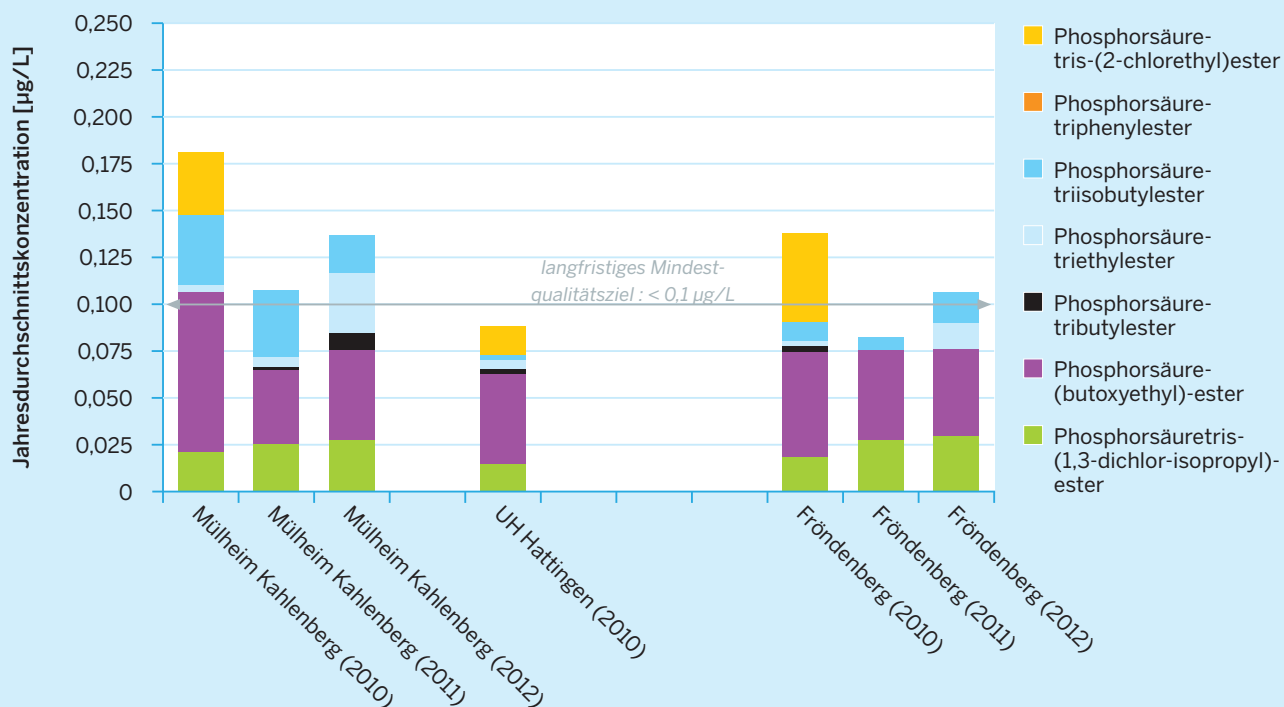
im Trinkwasser lagen aber unter dem allgemeinen Vorsorgewert von 0,1 µg/l wie auch unter dem Leitwert.

Die Konzentrationen für die untersuchten Flammschutzmittel liegen in der Ruhr zwischen < BG und 0,13 µg/l (2010 - 2012) und damit immer wieder auch über dem langfristigen Mindestqualitätsziel von 0,1 µg/l. Der Stoff Phosphorsäure-tris-(2-chlorethylester) war in den Jahren 2011 und 2012 nicht mehr nachweisbar, was eine Verbesserung mit Blick auf die Belastung der Ruhr mit halogenierten organischen Triphosphonaten darstellt. An der mittleren und oberen Ruhr sind die Konzentrationen etwas niedriger als an der unteren Ruhr.

Zu anderen Flammschutzmitteln, die in der unteren Ruhr ebenfalls festzustellen sind, liegt eine toxikologische Bewertung mit Blick auf die Trinkwasserversorgung noch nicht vor. Dazu zählen die Stoffe Phosphorsäure-(butoxyethyl)-ester, Phosphorsäuretributylester und Phosphorsäuretriisobutylester. Für diese Stoffgruppe gibt es nur wenige ökotoxikologisch abgeleitete UQN Vorschläge.

Ausnahme ist u.a. das Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)-ester - für diesen Stoff gibt es einen ökotoxikologisch abgeleiteten UQN Vorschlag von 4 µg/l. Da dieser Wert deutlich unterschritten werden, wird die Ruhr für das Schutzgut Gewässer (2009 - 2011) für dieses Flammschutzmittel - wie auch für andere Flammschutzmittel - durchgängig mit "sehr gut" bewertet.

Abbildung 10
Phosphororganische Flammschutzmittel in der Ruhr:
Jahresdurchschnittskonzentrationen: Jahre 2010-2012



3.3.6 Biozide

Biozide und Pflanzenschutzmittel können im Rahmen ihrer Anwendung, z. B. in der Landwirtschaft, im Bauten- und Fassadenschutz oder bei der Antifoulingbehandlung von Booten in Gewässer eingetragen werden. In der deutschen Landwirtschaft werden jährlich ca. 43.000 t Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (2008) zur Sicherung des Ertrags eingesetzt (vgl. Ruhrgütebericht 2011).

Die Biozid- und Pflanzenschutzmittel (PBSM-)Konzentrationen im Gewässer (Wasserproben) sind bezogen auf die Trinkwassergewinnung aus der Ruhr unkritisch (vgl. auch Landtagsbericht zu Bioziden (2013)). Die Jahresdurchschnittswerte liegen weit unter dem langfristig einzuhaltenden Mindestqualitätsziel von 0,1 µg/L. Auch der Wert von 0,5 µg/L, der gemäß der TrinkwV 2001 für die PBSM-Summe gilt, wird bei Weitem unterschritten.

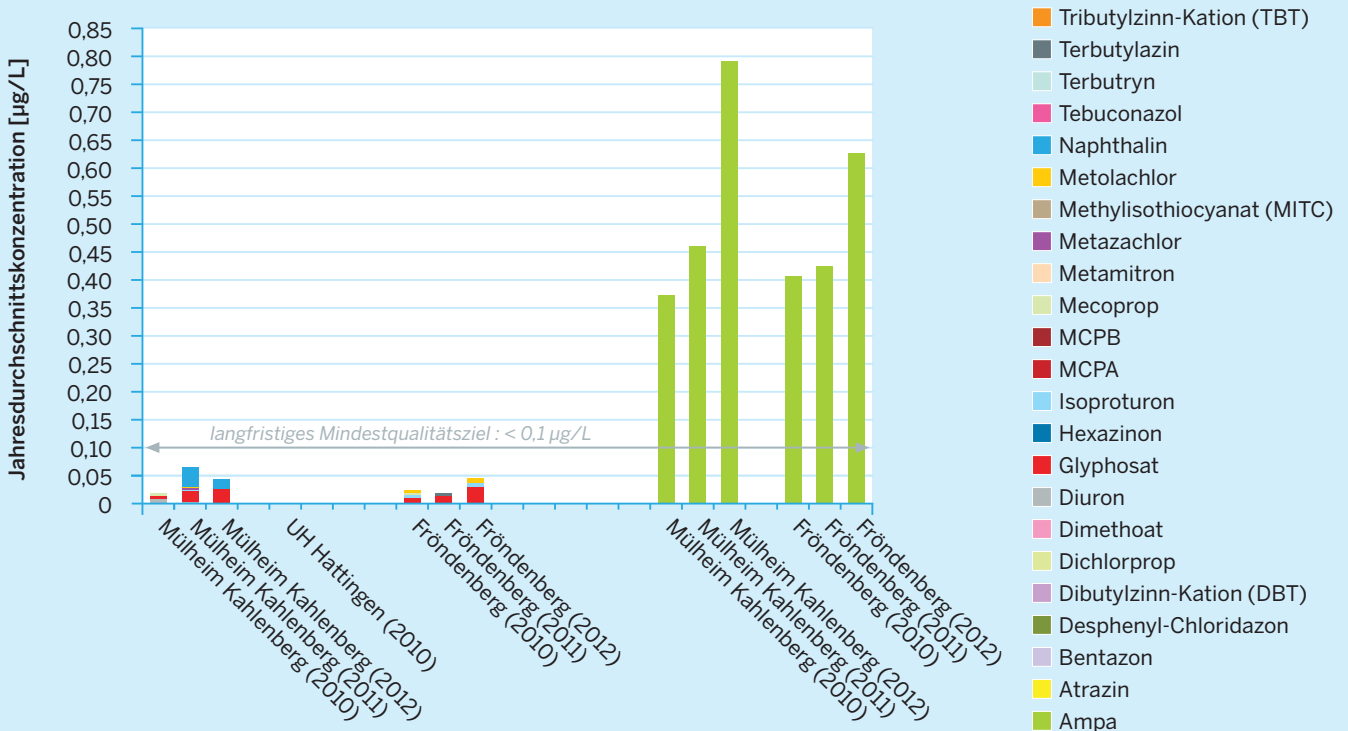
Dies gilt auch für den Metaboliten Ampa, da dieser Stoff nicht gemäß PBSM-Grenzwert der TrinkwV zu bewerten ist. Die trinkwasserspezifischen Zielwerte für Ampa richten sich daher nach dem GOW-Konzept. Daraus resultiert ein mittelfristig einzuhaltender Vorsorgewert von 10 µg/L. Die Werte für AMPA lagen jedoch in der Ruhr deutlich niedriger: zwischen 0,07 und 1,6 µg/l (2010 – 2012, weitere Informationen: LANUV-Fachbericht Nr. 46 (<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe46/Fabe46.pdf>)). Überschreitungen ökologischer Qualitätsziele gemäß WRRL an der Ruhr betreffen im Zeitraum 2009 – 2011 nur die

Messstelle Mülheim-Kahlenberg (unterer Ruhrabschnitt) und treten für die Organo-Zinn-Verbindung Tributylzinn (TBT) in den Jahren 2010 und 2011 auf. Im Ruhrgütebericht 2011 wird ebenfalls auf Belastungen durch Organozinnverbindungen an der Messstelle Mülheim-Kahlenberg hingewiesen. In den Jahren 2010 und 2011 betrifft die Überschreitung den Parameter Tributylzinn im Schwebstoff (nicht gesetzlich relevant), wohingegen die Bewertung für den Parameter Tributylzinn in der Wasserphase (gesetzlich relevant) „eingehalten“ war.

Überschreitungen im Schwebstoff (TBT) besitzen keine Relevanz für die Trinkwassergewinnung und -aufbereitung, da diese bereits bei der Untergrundpassage und spätestens im Zuge der weiteren Aufbereitungsschritte (Filtration) zurückgehalten werden. Da die Umweltqualitätsnorm für DBT deutlich unter dem Trinkwassergrenzwert liegt, dieser jedoch nicht überschritten ist, besteht für die Trinkwassergewinnung keine Relevanz. Die derzeitige Bewertung nach WRRL vernachlässigt für die Biozide und Pflanzenschutzmittel unter den flussgebietsspezifischen Stoffen - im Gegensatz zu den Prioritären Stoffen - die Betrachtung von Jahresmaximalwerten. Damit wird die tatsächliche Belastung eines Gewässers durch die Bewertung nach WRRL ggf. nicht wieder gegeben. Während der Anwendungszeiten kann es zu unerwünschten Belastungsspitzen im Gewässer kommen.

Abb. unten: Biozid- und Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffkonzentrationen (farblich differenzierte Balken, links) und PBSM-Metabolitenkonzentrationen / AMPA (grüne Balken, rechts).

Abbildung 11
Biozide, Pflanzenschutzmittel- und PBSM-Metaboliten- Konzentrationen in der Ruhr:
Jahresdurchschnittswerte: Jahre 2010-2012



3.3.7

Sonstige Chemikalien

Weitere Stoffe, die in der Ruhr festzustellen sind und von denen bekannt ist, dass sie bei der Trinkwasseraufbereitung nicht bzw. nicht vollständig entfernt werden können, sind z. B.

- Chlorkohlenwasserstoffe CKW (z. B. 1,1,1-Trichlorethan, Tetrachlorethen),
- Benzinzusatzstoffe (MTBE, ETBE).

Für den Stoff Tetrachlorethen existiert ein Grenzwert gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001). Dieser liegt bei 10 µg/l und wird in der Ruhr mit einem Maximalwert von 0,68 µg/l unterschritten. Zu 1,1,1-Trichlorethan hat das UBA im Jahr 2008 einen von der WHO im Jahr 2003 veröffentlichten Leitwert in Höhe von 2000 µg/l mitgeteilt, und in diesem Schreiben einen GOW von <3,0 µg/l als Vorsorgewert empfohlen (UBA, 2008). Dieser GOW wird in der Ruhr ebenfalls deutlich unterschritten. Die für Gewässer geltenden Umweltqualitätsnormen werden eingehalten. Es ist zu beachten, dass das langfristige Mindestqualitätsziel von 0,1 µg/l noch nicht eingehalten wird.

MTBE wurde in der Ruhr mit Messwerten zwischen <0,025 und 0,25 µg/l nachgewiesen (2010 - 2012). ETBE wurde im Gegensatz zu vorangegangenen Jahren in der Ruhr an den Messstellen Mülheim und Fröndenberg nicht mehr oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Für MTBE wurde aus trinkwasserhygienischer Sicht ein Wert von 5 µg/l abgeleitet. In den genannten Konzentrationsbereichen ist eine humantoxikologische wie ökotoxikologische Wirkung nach jetzigen Erkenntnissen nicht gegeben.

Weitere wasserlösliche anthropogen eingetragene Stoffe und Industriechemikalien, die vom LANUV häufiger mit Messwerten >0,1 µg/l in der Ruhr gemessen werden (2010-2012) und zu denen noch kein gesundheitlicher Orientierungswert oder Trinkwasserleitwert gemäß Bewertungsstrategie vorliegen, sind

- 1,1,1,2-Tetrachlorethan: bis 0,25 µg/l
- 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol (TMDD; Trivialname: „Surfynol 104“): Messwerte zwischen <0,13 und 3,2 µg/l
- Triphenylphosphinoxid: <0,001 und 0,075 µg/l
- Diglyme, Triglyme, Tetraglyme: <0,3 und 1,1 µg/l
- Coffein: 0,0095 und 0,15 µg/l

Nach den vorliegenden Erkenntnissen sind für diese Stoffe weder aus Sicht des Trinkwasserschutzes noch aus gewässerökologischer bzw. ökotoxikologischer Sicht in den Konzentrationsbereichen, wie sie in der Ruhr festzustellen sind, negative Wirkungen bekannt. Entsprechend ist die Ruhr durchgängig für diese Stoffe für das Schutzgut Gewässer mit "sehr gut" bewertet. Nichtsdestotrotz ist das langfristige Mindestqualitätsziel von 0,1 µg/l noch nicht erreicht.

Zu dem als Lichtschutzmittel eingesetzten Stoff 2,2,6,6-Tetramethyl-piperidinol (Triacetamin, CAS-Nr. 826-36-8) liegen allerdings keine eindeutigen Toxizitäts- und Abbaudaten und keine näheren Erkenntnisse zur Trinkwassergängigkeit vor. In der Ruhr wurde Triacetamin im Zeitraum 2010-2012 mit einem Maximalwert von 0,25 µg/l bestimmt; im Rhein ist der Stoff ebenfalls, teilweise auch in höheren Konzentrationen, festzustellen.

Benzotriazole

Im Frühjahr 2011 hat das LANUV im Auftrag des MKUNLV eine orientierende Untersuchung zur Belastung von Oberflächen- und Abwässern in Nordrhein-Westfalen mit Benzotriazolen durchgeführt. Die Stoffgruppe der Benzotriazole wurde in allen untersuchten Proben in nennenswerten Konzentrationen nachgewiesen. Benzotriazole werden verbreitet v. a. als Korrosionsschutzmittel in Geschirrspülmitteln, Kühlflüssigkeiten, Frostschutzmitteln und Enteisungsmitteln für Flugzeuge sowie als Zusätze in Fotochemikalien, Farben und Schmierstoffen eingesetzt. Die Konzentrationen bewegten sich im Oberflächenwasser in NRW in der Summe zwischen 0,2 und 3,4 µg/l (Emscher 38 µg/l) und im Ablauf von Kläranlagen in der Summe zwischen 2 und 37 µg/l. Aus der Stoffgruppe untersucht wurden vier Einzelstoffe, von denen vor allem das Benzotriazol und die zwei Tolyltriazole (4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol) relevant sind. Das 5,6-Dimethylbenzotriazol wurde in keiner Literaturstelle erwähnt und im Rahmen dieser Untersuchung auch in keiner Probe nachgewiesen.

Die Stoffe weisen eine relativ gute Wasserlöslichkeit und schlechte Abbaubarkeit auf. Benzotriazol ist in die Wassergefährdungskategorie 1 (schwach wassergefährdend) eingestuft. Toxizitätstest mit Wasserorganismen ergaben EC50/LC50-Konzentrationen ab 20 mg/l. Benzotriazole können bei der Wasseraufbereitung mittels Ozon und Aktivkohlefiltration wirksam entfernt werden.

Die ubiquitär in Gewässern verbreiteten Stoffe wurden bereits auch in anderen Ländern in den Gewässern in vergleichbaren Größenordnungen wie in Nordrhein-Westfalen gemessen. Im Trinkwasser konnte Benzotriazol einer aktuellen Literatúrauswertung zufolge bei einer nieder-

Abbildung 12
Benzotriazol-Konzentrationen in der Ruhr:
Jahresdurchschnittswerte: Jahre 2011-2012

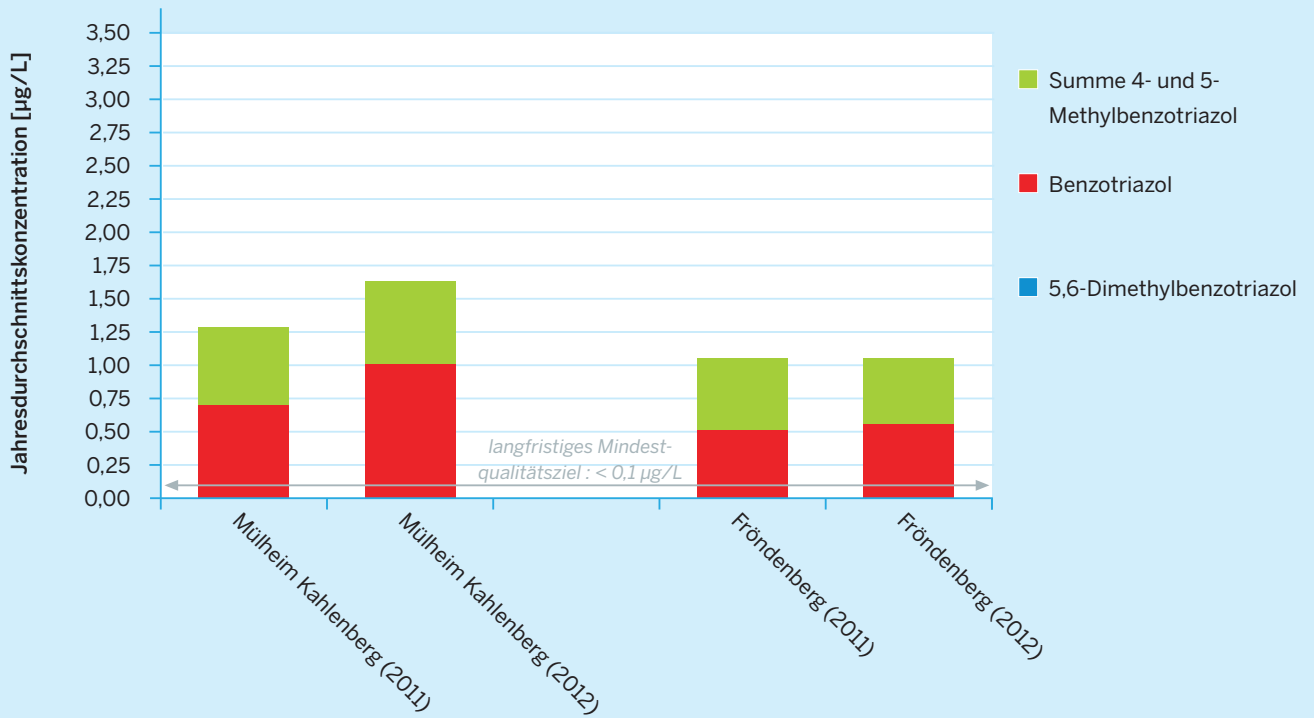
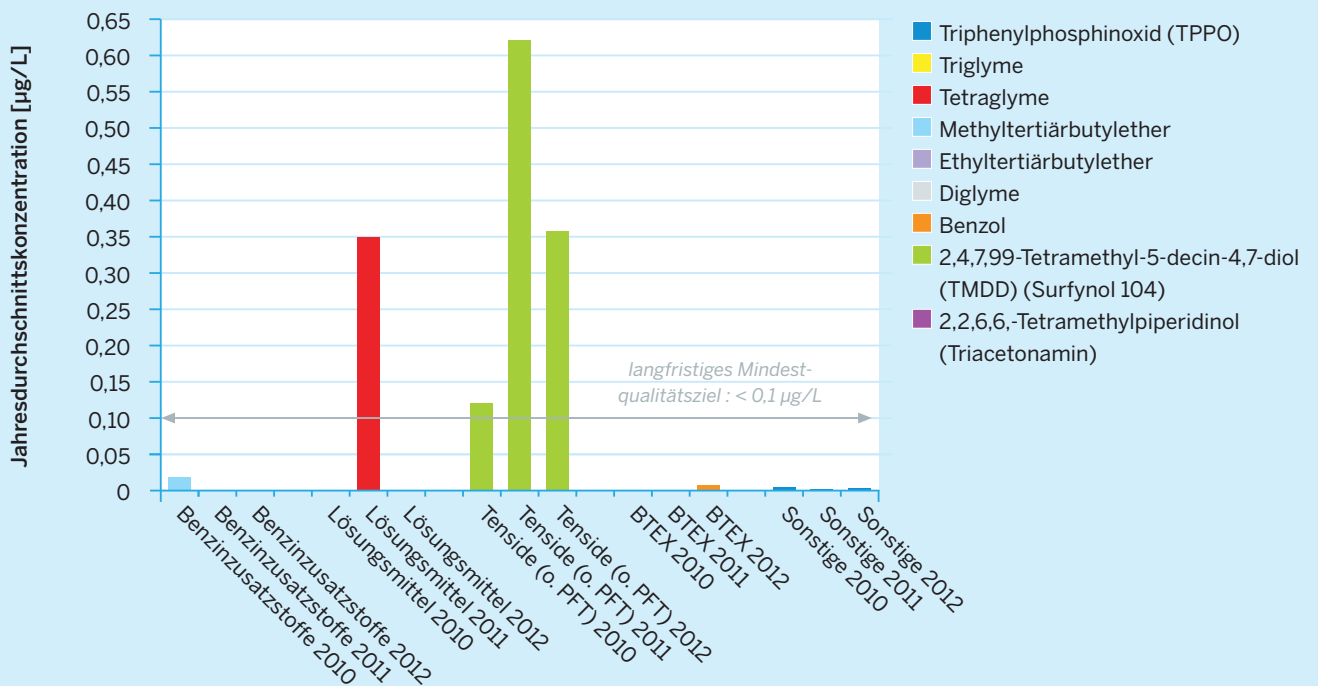


Abbildung 13
Sonstige Industriechemikalien in der Ruhr:
Messstelle Mülheim-Kahlenberg (km 12,1), Jahresdurchschnittswerte nebeneinander: 2010-2012



ländischen Untersuchung im Jahr 2007 in einer Konzentration bis 0,20 µg/l nachgewiesen werden. In Rohwasserproben (Uferfiltrat) wurden Benzotriazole in Konzentrationen bis 0,36 µg/l (Benzotriazol) bzw. in der Summe bis 0,64 µg/l gemessen.

Für Oberflächenwasser hat die schweizerische EAWAG ein chronisches Qualitätskriterium (CQK) für Benzotriazol von 35 µg/l hergeleitet. Das Schutzgut Gewässer ist auch entsprechend mit "sehr gut" bewertet. Das UBA hat einen GOW von 3 µg/l für die Summe der Benzotriazole empfohlen. Diese Werte wurden in allen vorliegenden nordrhein-westfälischen Gewässerproben mit Ausnahme der Emscher fast immer unterschritten. In der Ruhr wurden Summenkonzentrationen zwischen 1,0 und 1,6 µg/l gemessen (2010-2012). Bei den Benzotriazolen zeigt sich jedoch dennoch langfristig umzusetzender Minderungsbedarf, um das langfristige Mindestqualitätsziel von 0,1 µg/l einzuhalten. Das mittelfristige Qualitätsziel (basierend auf dem GOW = 3,0 µg/L) wird eingehalten.

2,4,8,10-Tetraoxa-spiro-(5,5)-undecan (TOSU)

Ende der 1980er Jahre wurde die Industriechemikalie 2,4,8,10-Tetraoxa-spiro-(5,5)-undecan (TOSU) im Rahmen des Screening der zeitnahen Gewässerüberwachung erstmalig in der Ruhr detektiert und seitdem regelmäßig nachgewiesen. Die ökotoxikologisch lange nicht bewertete Substanz wird u.a. als Komplexbildner beschrieben. Bis zum Jahr 2008 wurde TOSU am Pegel Fröndenberg im Mittel in Konzentrationen von ca. 5 µg/l, maximal bis ca.

30 µg/l, gefunden. Auch im Trinkwasser war TOSU feststellbar. Die dauerhaften Belastungen der Ruhr waren auf die Indirekteinleitung einer Firma im Raum Arnsberg (Fa. Perstorp) zurückzuführen, bei deren Produktion TOSU als Nebenprodukt anfällt.

Seitens des Umweltbundesamtes wurde am 14. März 2008 für TOSU ein vorläufiger gesundheitlicher Orientierungswert (GOW3) in Höhe von 0,3 Mikrogramm pro Liter mitgeteilt. Dieser Wert wurde seitens der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit mit Stellungnahme vom 20.06.2008 bestätigt. Im Jahr 2009 hat das UBA aufgrund einer weitergehenden Bewertung einen aktuelleren GOW für TOSU in Höhe von 3,0 µg/l veröffentlicht [UBA, 2009]. Durch das Umsetzen von Behandlungsmaßnahmen am Ort des Anfalls wird der GOW von 3,0 µg/l an allen Messstellen in der Ruhr sowie im Trinkwasser deutlich unterschritten bzw. in 2010 - 2012 lagen alle Messungen in Mülheim und Fröndenberg unterhalb der Bestimmungsgrenze vom 0,5 µg/l.

Sulfolan

Ab dem 23.02.2009 traten beim Screening von Wasserproben aus den Stationen Hattingen und Mülheim hohe Messsignale einer bisher in der Ruhr nicht nachgewiesenen organischen Verbindung auf, die anschließend vom LANUV identifiziert und quantitativ bestimmt werden konnte. Bei der gefundenen Substanz „Sulfolan“ (Tetrahydrothiophen-1,1-dioxid) mit der Summenformel $C_4H_8O_2S$ handelt es sich um ein zu den Sulfonen gehören-



des polares Lösungsmittel. Die außergewöhnliche Belastung war auf die Entsorgung von Sonderabfällen aus Stappeltanks bei einer physikalisch-chemischen Behandlungsanlage zurückzuführen und wurde daraufhin unterbunden.

Die in der Ruhr aufgetretenen Maximalkonzentrationen lagen vom 23.-24.02.2009 im Bereich von etwa 60-70 µg/l. Mit abnehmender Tendenz und deutlich niedrigeren Konzentrationen dauerte die Sulfolanbelastung bis zum 10.03.2009 an.

Sulfolan war für wenige Tage auch im Trinkwasser aus der Ruhr in Konzentrationen von 10-15 µg/l feststellbar. Zu einer gesundheitlichen Gefährdung ist es nach Einschätzung der zuständigen Gesundheitsbehörden und des LANUV nicht gekommen. Aufgrund der vorliegenden toxikologischen Daten hat das LANUV nach dem beim Umweltbundesamt (UBA) gebräuchlichen Verfahren einen im Trinkwasser lebenslang gesundheitlich duldbaren LWTw von 34 µg/l abgeleitet.

3.3.8 Zusammenfassende Bewertung des Ruhreinzugsgebietes nach WRRL

Die Betrachtung und Bewertung von den im Rahmen dieses Berichtes betrachteten Stoffen spiegelt sich auch in der Gesamtbewertung gemäß WRRL wieder. Der gute ökologische Zustand gemäß Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird derzeit in NRW an weniger als 10% und an der Ruhr an etwa 17 % der Fließgewässerslänge erreicht. Maßgeblich für die Nichterreichung der Ziele der WRRL in 2015 bezogen auf den ökologischen Zustand wird gemäß den Ergebnissen des letzten Monitoringzyklus (2009 – 2011) in vielen Fällen die Ergebnisse der Untersuchungen der Fischfauna sowie des Makrozoobenthos sein.

Neben den biologischen Qualitätskomponenten sind auch die in diesem Bericht beschriebenen stoffliche Belastungen für die Nichterreichung des guten ökologischen Zustandes im Ruhreinzugsgebietes mit verantwortlich. Dazu kommen noch die bekannten und vielfach beschriebenen Belastungen mit Schwermetallen wie zum Beispiel Kupfer und Zink.

Der gute chemische Zustand wird 2015 im Ruhreinzugsgebiet flächendeckend nicht erreicht werden. Nach WRRL ergibt sich der chemische Zustand der Gewässer aus der Prüfung der Einhaltung von Umweltqualitätsnormen der von der EU-Kommission als besonders relevanten und damit „prioritär“ eingestuften 49 Stoffe. Insgesamt sind in NRW mehr als 70 % und im Ruhreinzugsgebiet mehr als 80 % der Gewässerslängen im guten chemischen Zustand (ohne Berücksichtigung der ubiquitären Überschreitung der Quecksilber-UQN in Fischen).

Da eine Verfehlung der WRRL-Zielerreichung in 2015 auch auf die Überschreitung der UQN, der fachlich validierten UQN-Vorschläge bzw. validierten PNEC-Werten für die in diesem Bericht genannten Stoffe zurückzuführen sein wird (u.a. PFC und Arzneistoffe), sind diese Stoffe im zweiten Bewirtschaftungsplan inklusive der Maßnahmenprogramme zu berücksichtigen. Für die betroffenen Wasserkörper sind aktuell für den anstehenden Bewirtschaftungszyklus 2015-2021 die entsprechenden Umsetzungsmaßnahmen zu erarbeiten. Sofern punktuelle oder diffuse Einleitungen ursächlich sind für problematische Belastungen mit Mikroschadstoffen, ist von den Bewirtschaftungsbehörden zu prüfen, ob und welche Minderungsmaßnahmen ergriffen werden können. Zudem ist im Hinblick auf den im Bewirtschaftungsplan 2015 zu definierenden Zeitpunkt der Zielerreichung zu prüfen, ob eine Umsetzung von Maßnahmen bis 2021 oder 2027 notwendig ist.

4 Integriertes Überwachungskonzept

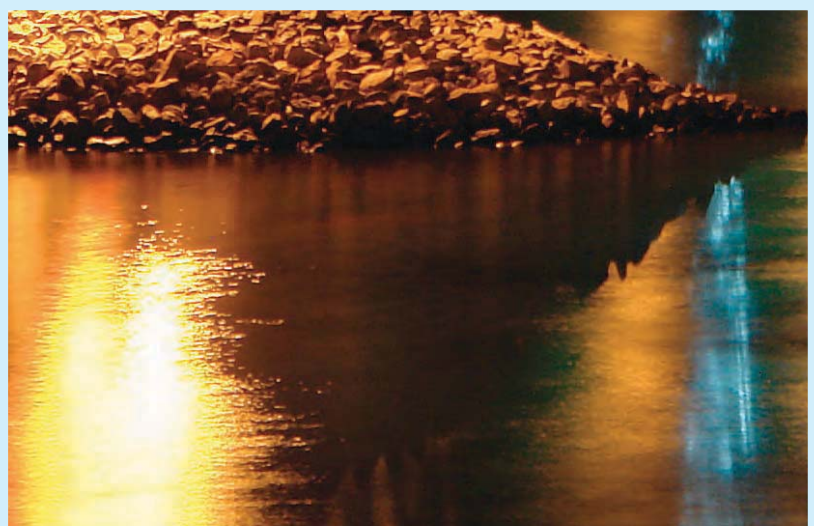
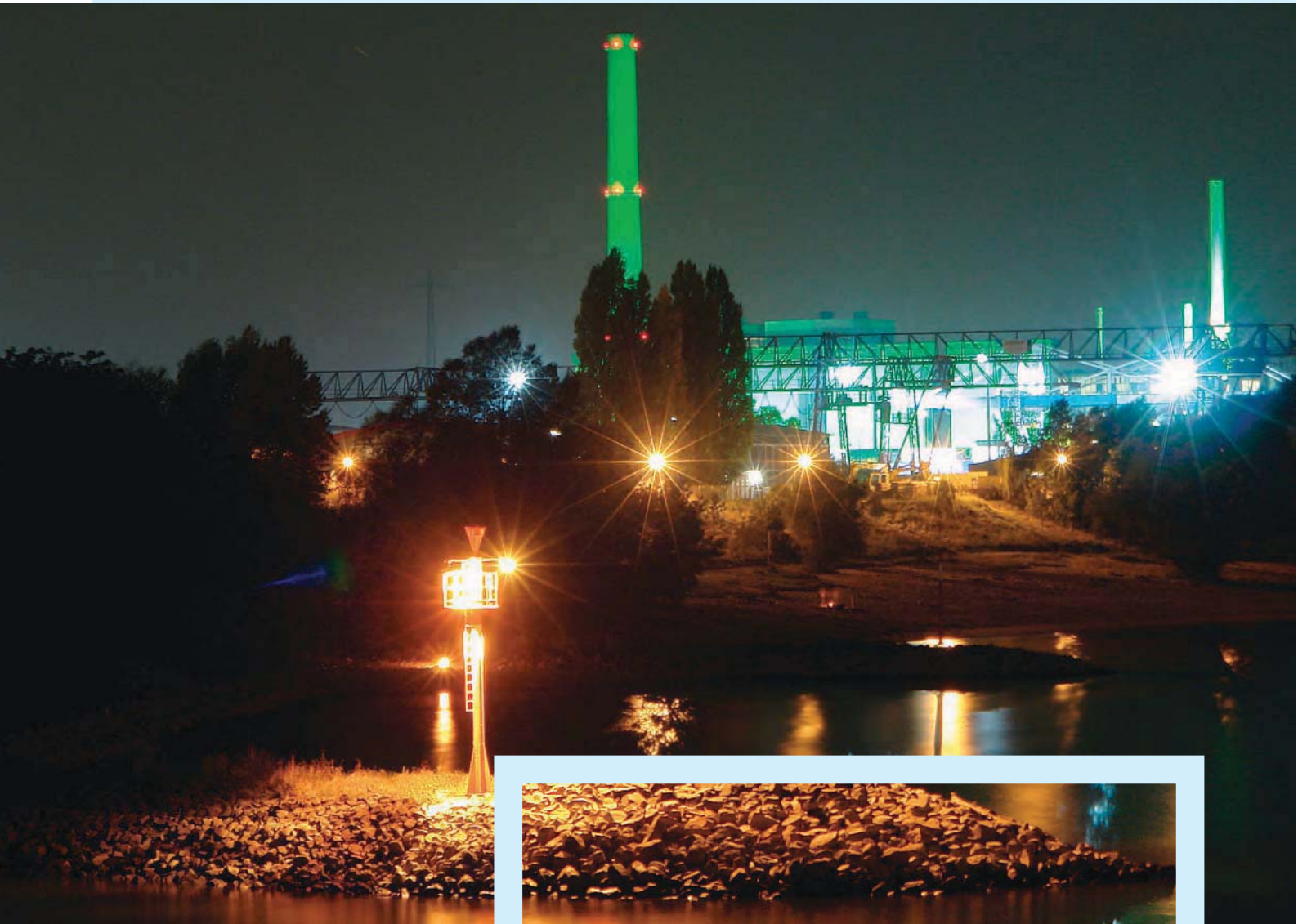
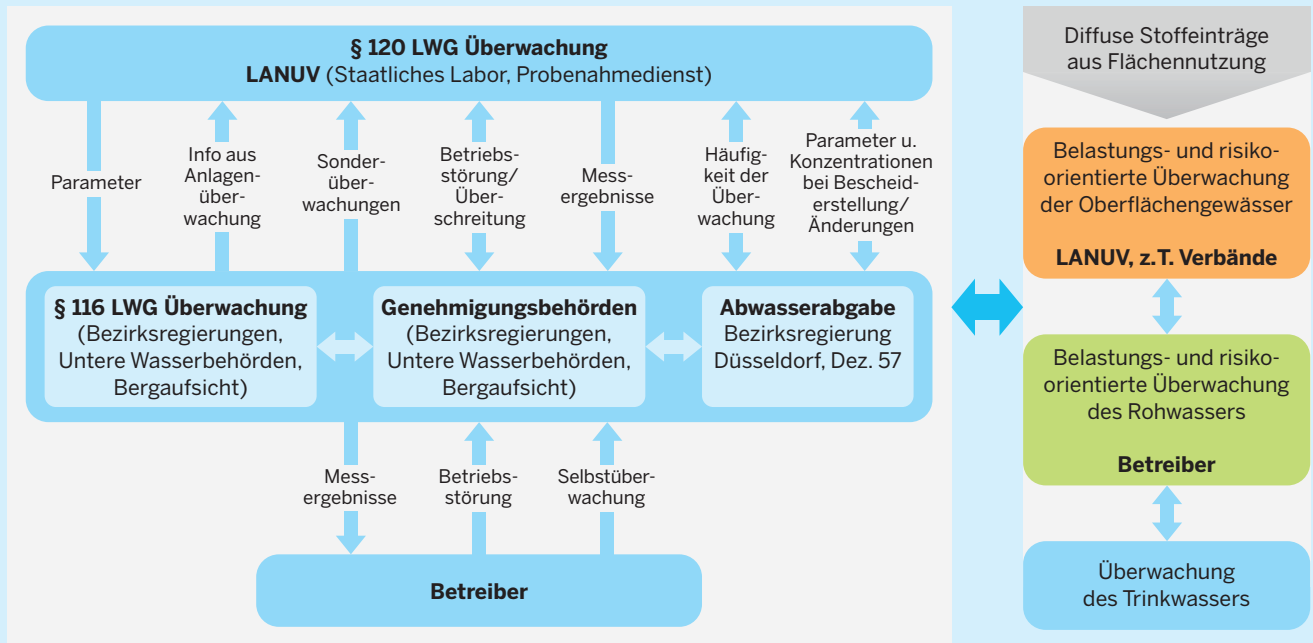


Abbildung 14
Organisation der Überwachung



Wesentliches Ziel des Integrierten Überwachungskonzepts (IÜK) ist es, alle relevanten Daten und Informationen zur Gewässerbelastung und Eintragungssituation im gesamten Fluss-Einzugsgebiet zu verknüpfen und die Früherkennung möglicher Belastungen für die Gewinnung von Trinkwasser aus Oberflächengewässern oder für die Gewässerökologie zu sichern und ständig weiter zu optimieren.

Die Überwachungsprogramme der verschiedenen Akteure (Behörden, Wasser-versorger, Wasserverbände) für Gewässer, Abwasser, Rohwasser und Trinkwasser sollen, soweit möglich und sinnvoll, noch stärker aufeinander abgestimmt und miteinander verzahnt werden.

Das integrierte Überwachungskonzept stützt sich auf drei Säulen: Zum einen die behördliche Überwachung, zum zweiten auf eigenverantwortliches Handeln und zum dritten auf eine Sensibilisierung aller Beteiligten (Wasserwirtschaft, Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, Verbrau-

cher) für die Empfindlichkeit und Schutzbedürftigkeit der Wasserressourcen und durch einen intensiven Dialog auf Augenhöhe zu der jeweiligen, sich oft sehr schnell ändernden Belastungssituation.

Nur so können die Belange des Gewässer- und Trinkwasserschutzes nachhaltig und im Idealfall bereits am Ort der Entstehung wahrgenommen werden. Durch den ständigen Dialog verbessert werden kann auch die gezielte Entwicklung entsprechender Maßnahmen, die gezielte Früherkennung möglicher Risiken und im akuten Schadensfall die rasche Ursachenermittlung und -behebung.

Bezüglich der Bereitstellung von Informationen und Daten ermöglicht das Elektronische Wasserwirtschaftliche Verbundsystem (ELWAS: siehe Abbildung 16) bereits übergreifende Auswertungen aus den genannten Sektoren. Eine besondere Bedeutung hat auch die Erweiterung des Anlagenkatasters.

Aus dem Anspruch zur Realisierung einer integrierten Überwachung im Sinne des IÜK sind folgende Handlungsfelder zu nennen und befinden sich derzeit in Bearbeitung:

- Erstellung eines Konzepts zur Überwachung von Abwassereinleitungen und Abwasseranlagen insbesondere unter Berücksichtigung des Schutzes der öffentlichen Trinkwasserversorgung
 - Seit 2010 wird die Überwachung von Abwassereinleitungen und Abwasseranlagen nach einem landesweiten Abwasserüberwachungskonzept durchgeführt.
 - Seit dem Jahr 2006 existiert in Nordrhein-Westfalen ein umfangreiches Überwachungsprogramm für die trinkwasserrelevante Schadstoffgruppe Perfluorierte Tenside (PFT). Die Vorgehensweise bei der sektorübergreifenden Organisation und Auswertung der Daten (z. B. Einbeziehung von Daten Dritter) war exemplarisch und soll sukzessive auch auf andere Stoffe/Stoffgruppen übertragen werden. Die Arbeiten dazu laufen.
 - Die Abwasser-, Anlagen- und Einleiterüberwachung wurden noch stärker auf die Aspekte des vorsorgenden Gewässer- und Trinkwasserschutzes ausgerichtet. Mit den übrigen Teilkonzepten sollen sie außerdem durch die Eingliederung in Messnetze (siehe auch Abbildung 15) sowie durch die Installierung sektoral übergreifender Auswerteprogramme besser verzahnt werden.
 - Im Bewirtschaftungsplan nach EG-Wasserrahmenrichtlinie wurden die für die Trinkwassergewinnung
- genutzten Gewässer (Grundwasser / Oberflächengewässer) gekennzeichnet. In den entsprechenden Wasserkörpern ist eine Überwachung aller im Einzugsgebiet bekannten in signifikanten Mengen eingeleiteten oder immissionsseitig festgestellten trinkwasserrelevanten Verunreinigungen und prioritären Stoffe an einer für die Trinkwassergewinnung repräsentativen Messstelle durchzuführen.
 - Die Leitfäden zur integrierten Überwachung der Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen sind unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem ersten Überwachungszyklus nach EG-WRRL sowie unter Berücksichtigung der zu erwartenden Anforderungen der Bundesverordnung zum Schutz der Oberflächengewässer und unter Berücksichtigung der Überwachungserfordernisse, die sich aus dem Programm „Reine Ruhr“ ergeben, fortgeschrieben.
 - Der Überwachung der Oberflächengewässer kommt insbesondere bezogen auf die Identifizierung von Stoffbelastungen aus diffusen Quellen und zum Erkennen von Stoßbelastungen eine besondere Bedeutung zu.
 - Deshalb werden die mit den Daten und Informationen der Abwasserüberwachung verzahnten quantitativen Überwachungsprogramme an den Flüssen, die in besonderem Maße zur Trinkwassergewinnung genutzt werden, ergänzt durch eine „zeitnahe Gewässerüberwachung“ durch Screening-Verfahren sehr schnelle qualitative Hinweise auf ggf. vorliegende Belastungen geben.

Abbildung 15

Messnetz für die Integrierte Überwachung im Einzugsgebiet einer Trinkwassergewinnungsanlage (Beispiel)

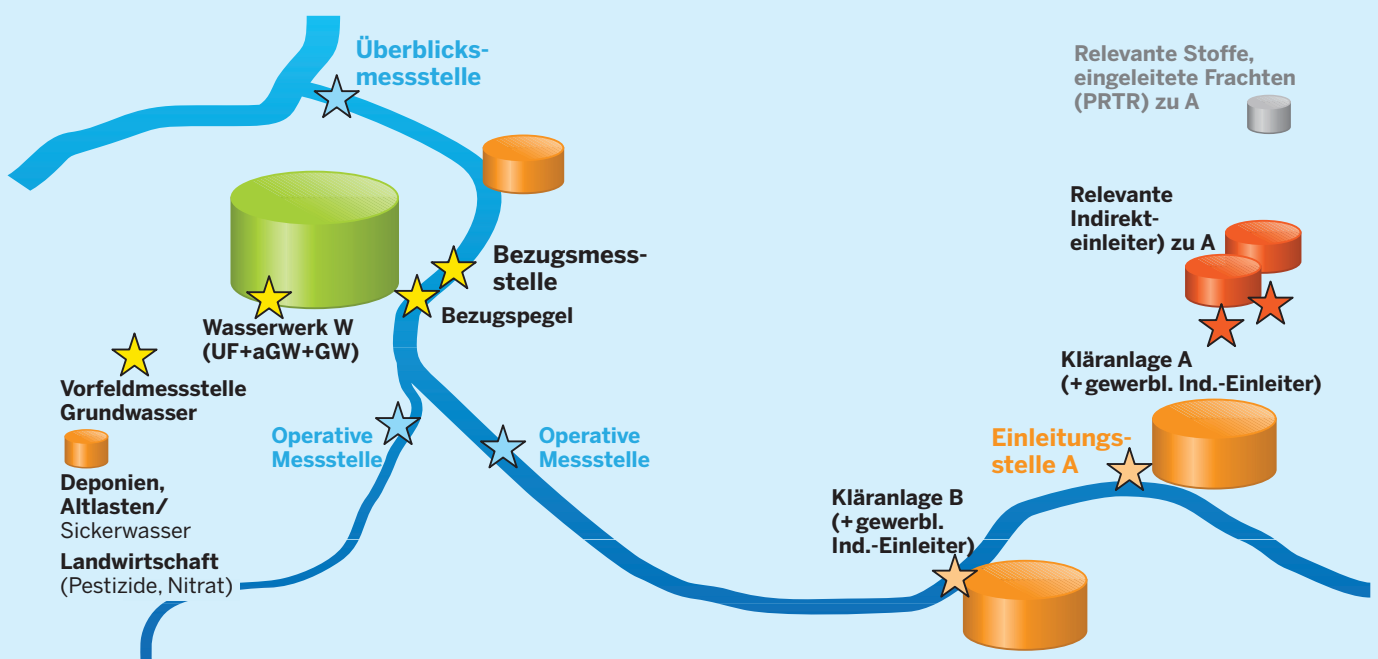


Abbildung 16
Das ELWAS (Elektronisches Wasserwirtschaftliches Verbundsystem) Konzept;
Datenbankverbund der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen



- Nach Landeswassergesetz (§ 50 LWG) sind die Betreiber von Wasserversorgungsanlagen für die öffentliche Wasserversorgung zur Überwachung des Rohwassers im unmittelbaren Einzugsgebiet der Gewinnungsanlage verpflichtet (Selbstüberwachung).
 - Die in Nordrhein-Westfalen geltende Rohwasserüberwachungsrichtlinie wird so angepasst und ausgerichtet, dass die jeweils ressourcenspezifischen Überwachungsanforderungen angemessen berücksichtigt werden.
 - Die Ergebnisse aus der Rohwasserüberwachung sollen bei der Fortschreibung der Jahresmessprogramme ebenfalls berücksichtigt werden. Umgekehrt haben ohnedies die Gewässernutzer die Möglichkeit, die Daten der landesweiten Überwachung über ELWAS-WEB ständig einzusehen.
 - Generell sollen zu den Ergebnissen aus der behördlichen Überwachung die Erkenntnisse und Daten aus der Selbstüberwachung der Betreiber, aus dem Anlagen- und Einleiterkataster, ebenso wie die Ergebnisse aus der Gewässerüberwachung, sowie von anderen Verfahren zur Früherkennung und Modellierung, in das System der Integrierten Überwachung eingegliedert und bei der fortlaufenden Anpassung und Aktualisierung der Regelprogramme berücksichtigt werden.
 - Auswerteroutinen zur Darstellung der Messnetze, Messprogramme, Messergebnisse, Bewertungskriterien, Stoff- und Anlagensteckbriefe innerhalb der im ELWAS-Verbund stehenden Datenbanken sollen weiterentwickelt werden (siehe Abbildung 16).
 - Die behördlich erhobenen Daten stehen der Öffentlichkeit über ELWAS-WEB im Internet zur Verfügung. Auch diese Auswerteprogramme werden laufend ergänzt und weiterentwickelt.
 - Stoff-Steckbriefe, die systematisch Daten und Informationen, zu in den Gewässern in Nordrhein-Westfalen „aufgefallenen“ Stoffen zusammenstellen, werden im LANUV geführt und sollen bei entsprechend gesichertem Kenntnisstand veröffentlicht werden.
- Die Liste kann jederzeit um zusätzliche, neue Elemente ergänzt werden. Beispielsweise ist denkbar, künftig auch Stoffmodellierungen an das System anzukoppeln.

Warn- und Informationsplan Ruhr (WIP Ruhr)

Bei der Ruhr als Trinkwasserressource für ca. 5 Millionen Menschen kommt der Überwachung der Wasserqualität und der Kommunikations- und Reaktionsfähigkeit bei Umweltschadensfällen eine besondere Bedeutung zu. Aus diesem Grund betreibt das LANUV Nordrhein-Westfalen an der Ruhr drei Messstationen für eine zeitnahe Gewässerüberwachung, um auch nur kurzzeitig vorliegende Gewässerbelastungen, die die Trinkwasserversorgung beeinträchtigen könnten, zu detektieren. Die erste Messstation in Fröndenberg wurde 1989 eingerichtet, die Stationen Mülheim und Hattingen folgten in den Jahren 1992 bzw. 1996.

Bereits frühzeitig haben Ruhrverband und die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) einen gemeinsamen Alarmplan aufgestellt, der eine schnelle Information über Schadensereignisse sicherstellen sollte und über den auch die Ergebnisse der von den Landesbehörden in den Messstationen detektierten Schadstoffwellen in der Ruhr kommuniziert wurden.

Im Jahr 2010 wurde der bestehende Alarmplan Ruhr in Zusammenarbeit zwischen dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV), den Bezirksregierungen Arnsberg und Düsseldorf, dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV), der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR) und dem Ruhrverband (RV) zum Warn- und Informationsplan Ruhr weiterentwickelt.

Der Warn- und Informationsplan Ruhr trifft Regelungen zur gegenseitigen Information und Zusammenarbeit in den Fällen, in denen Gewässerverunreinigungen aufgetreten bzw. zu besorgen sind. Der Warn- und Informationsplan Ruhr schließt die bei Ruhrverband und AWWR bestehenden Strukturen in die Meldewege ein und trifft Vereinbarungen zu Meldeschwellen mit Blick auf die besondere Nutzung der Ruhr und für Fälle mit überörtlichem Koordinierungsbedarf.

Es handelt sich um ergänzende bzw. konkretisierende Ausführungen zu ansonsten bestehenden Regelungen, die die Information und Zusammenarbeit zwischen den Umweltschutzbehörden, der AWWR und dem Ruhrverband betreffen. Die originären Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten der Beteiligten bleiben unberührt. Regelungen zur sofortigen Gefahrenabwehr und zur Koordinierung der Gefahrenabwehr bei Großschadensereignissen ergeben sich aus dem Gesetz über den Feuer- und die Hilfeleistungen (FSHG). Die Meldewege sind über den Melde- und Warnerlass geregelt. Die Meldewege sind über den Melde- und Warn-Erlass geregelt. In Fällen der polizeilichen Zuständigkeit sind die Meldewege über den Erlass zur Meldung wichtiger Ereignisse (WE-Erlass) geregelt.

Zur Unterstützung der Gefahrenabwehrbehörde in solchen Fällen und in eigener Zuständigkeit in Umweltalarmfällen, die keine Gefahrenabwehr i.S. des FSHG erfordern, ist eine schnelle und koordinierte Reaktionsfähigkeit der Umweltschutzbehörden sicherzustellen, damit sachgerechte Maßnahmen zur Eindämmung der Umweltgefahr



Leitwarte



Kemnader See
bei Bochum

ren, die Untersuchung und Sachverhaltsaufklärung und die rechtzeitige Information aller betroffenen Stellen sowie der Bevölkerung sichergestellt sind. Die zwischen den Umweltbehörden vereinbarten fachlichen Regelungen zur Entgegennahme und Weiterleitung von Meldungen über Schadens- oder Gefahrenfälle im Bereich des Umweltschutzes sowie zur Einsatzbereitschaft von Umweltschutzbehörden i.S.d. § 1 der Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU) sind in der Umweltalarmrichtlinie sowie in den Umweltalarmplänen der jeweiligen Umweltschutzbehörden getroffen.

Voraussetzung für wirksame präventive Maßnahmen zum Trinkwasserschutz bei auftretenden Schadstoffwellen ist die schnelle Information der – in Eigenverantwortung – handelnden Wasserwerke. D.h. die vorliegende Belastung muss bereits vor dem Eintreffen der Schadstoffwelle am Rohwasserentnahmepunkt bekannt sein.

Daher kommen für Meldungen auf dem WIP nur zeitnah vorliegende Analyseergebnisse und Meldungen über offensichtliche Schadensereignisse in Frage.

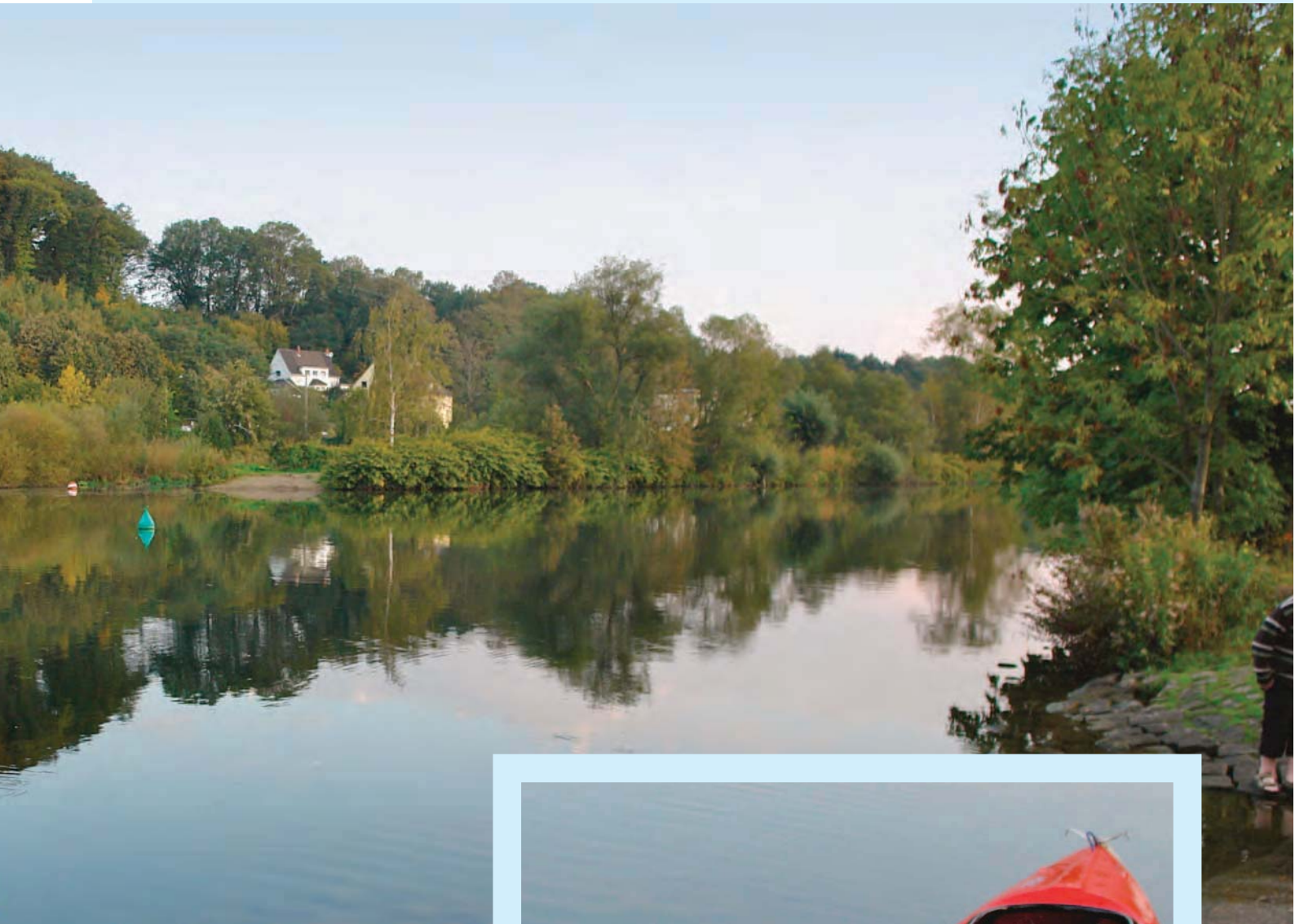
Beim Auftreten toxikologisch besonders bedenklicher Substanzen (z. B. Pestizide) erfolgt bereits bei Konzentrationen ab $0,1 \mu\text{g/l}$ eine Information über die Meldewege des WIP. Andere naturfremde organische Substanzen, die toxikologisch weniger kritisch beurteilt werden können, werden von der zeitnahen Gewässerüberwachung des LANUV ab $3 \mu\text{g/l}$ auf den Meldeweg des WIP gegeben.

Liegt ein toxikologisch besonders bedenklicher Stoff vor oder wird bei anderen naturfremden organischen Stoffen eine Konzentrationsschwelle von $50 \mu\text{g/l}$ überschritten erfolgt statt einer Information eine „Warnung“, um die Relevanz der Schadstoffwelle oder des Schadensereignisses für alle Empfänger deutlich zu machen. Die $50 \mu\text{g/l}$ -Warnschwellen leiten sich von den Vorsorgewerten des GOW-Konzeptes ab, mit denen prinzipiell die Gefahr von akut toxischen Gewässerbelastungen ausgeschlossen werden kann.

Grundsätzlich gilt: „Lieber eine Meldung zuviel, als eine zu wenig!“

In allen WIP-relevanten Fällen wird versucht, eine erste Einschätzung der toxikologischen Relevanz anhand der vorliegenden ökotoxikologischen Daten in Fachdatenbanken und ggf. Stoffdatenblättern zu geben. Eine weitergehende humantoxikologische bzw. trinkwasserhygienische Bewertung erfolgt ggf. durch die dafür zuständigen Abteilungen des LANUV in den folgenden Werktagen. Bei der humantoxikologisch orientierten Bewertung der Rohwasserbelastung können auch die Einzelstoffbezogenen „Gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW)“ einbezogen werden, die eine humantoxikologische Gefährdung der Bevölkerung beim lebenslangen Genuss eines derartig belasteten Trinkwassers ausschließen soll.

5 Ableitung von justitiablen Qualitätsnormen für Gewässer und Abwasser



Der Mangel an ausreichenden gesetzlichen Grundlagen für die Begrenzung von PFT/PFC in den wasserrechtlichen Einleitungserlaubnissen stellt ein grundsätzliches Problem dar. Es gibt weder bundesweite Emissionsvorgaben noch einen Immissionsstandard.

Emissionsstandards

Hinsichtlich einer Grenzwertfestsetzung im Abwasser hat die UMK auf der Basis eines LAWA-Berichtes zu PFT auf der 74. Sitzung beschlossen, den Bund prüfen zu lassen, ob in einzelnen Anhängen der Abwasserverordnung (dies betrifft zunächst Anhang 40 (Metallindustrie) und Anhang 28 (Herstellung von Papier und Pappe)) Grenzwerte für PFT einzuführen sind.

Für die Definition des derzeitigen „Standes der Technik“ hat Nordrhein-Westfalen beim Rheinisch-Westfälischen Institut für Wasserforschung (IWW) eine „Gutachterliche Stellungnahme zur Entfernung von PFT aus Galvanikabwässern“ erarbeiten lassen und dem BMU auf dieser Grundlage einen Vorschlag zur Formulierung von Emissionsanforderungen unterbreitet. Auch für den Anhang 27 (CP-Anlagen) strebt Nordrhein-Westfalen eine derartige Ergänzung an. Eine zeitnahe Änderung der bundesweit geltenden Anhänge der Abwasserverordnung ist aber nicht absehbar.

Immissionsstandards

Die jüngst veröffentlichte und an EU-Vorgaben adaptierte Oberflächengewässerverordnung sieht keine Umweltqualitätsnorm für PFT vor.

Es ist beabsichtigt, PFOS EU-weit in die Liste der prioritären Stoffe aufzunehmen. Daher wurde im Rahmen eines LAWA-Projektes (Expertenkreis Stoffe, 2010) ein Vorschlag für eine Umweltqualitätsnorm (JD-UQN, Jahresmittelwert) erarbeitet, der für das Schutzgut aquatische Lebensgemeinschaften (Süßwasser) eine UQN von 2.000 ng/l vorsieht.

Zusätzlich hat der Expertenkreis einen Vorschlag für eine spezifische UQN zum Schutz der aquatischen Nahrungskette (z. B. Sekundärkonsumenten wie Fischfressende Vögel; secondary poisoning“) von 40 ng/l vorgeschlagen. Eine weitere spezifische UQN (Schutzgut menschlicher Fischkonsum) würde, umgerechnet auf die zulässige Gewässerbelastung einen noch niedrigeren Konzentrationsbereich (2-20 ng/l) ergeben.

Um das Risiko der Kontamination von Trinkwasser, das aus Oberflächengewässern gewonnen wird (Rohwasser) mit Spurenstoffen zu begrenzen, wird empfohlen, die Gesundheitlichen Orientierungs-Werte (GOW) für Spurenstoffe in die Qualitätsbewertung von Oberflächengewässern, die der Trinkwassergewinnung dienen, im Sinne des Multibarrierenkonzepts grundsätzlich aufzunehmen und bezüglich PFT den Empfehlungen der Trinkwasserkom-

mission und des Umweltbundesamtes zu folgen (vgl. von der LAWA vorgeschlagene UQN_{dw} ≤ 0,1 µg/l für die Summe PFT). Die vom LAWA-Expertenkreis für aquatische Lebensgemeinschaften abgeleitete UQN (2,0 µg/l) ist aus Sicht des MKUNLV und seiner Fachbehörde für den wasserwirtschaftlichen Vollzug viel zu hoch. In den Fließgewässern würde sie in keinem Fall überschritten.

Notwendigkeit einer Nordrhein-Westfalen-Lösung

Bundesweite Vorgaben für Qualitätsnormen oder Qualitätsziele sind durch die neue Oberflächengewässerverordnung nicht entwickelt worden. In Konsequenz wird angestrebt, in Nordrhein-Westfalen langfristig die Einhaltung des aus dem GOW-Konzept ableitbaren allgemeinen Vorsorgewertes von 100 ng/l (Höchstwert) für die Summe der 10 relevantesten PFT als Qualitätsziel für Gewässer und Trinkwasserressourcen einzuführen und auch in den noch fortzuschreibenden „Allgemeinen Güteanforderungen Nordrhein-Westfalen“ (AGA) zu definieren.

Diese Nordrhein-Westfalen interne Lösung ist auf Grund der spezifischen wasserwirtschaftlichen Bedingungen in Nordrhein-Westfalen notwendig. Nordrhein-Westfalen ist das wichtigste Industrieland in Deutschland. Sowohl die Bevölkerungsdichte als auch die damit verbundene Abwasserbelastung der Oberflächengewässer ist im bundesweiten Vergleich die höchste aller Flächenländer.

Trinkwasser wird in Nordrhein-Westfalen, anders als in anderen Bundesländern, zu einem hohen Anteil direkt (Talsperren) oder indirekt (Uferfiltration bzw. Grundwasseranreicherung) aus Oberflächengewässern gewonnen. Das ist ein wesentlicher Grund, dass Nordrhein-Westfalen Initiativen z. B. bei der Begrenzung von PFT und anderen Mikroschadstoffen fördert. Andere Bundesländer betrachten derartige Initiativen weniger positiv, weil hier eine trinkwasserrelevante Gewässerbelastung häufig nicht gegeben ist.

Aus wissenschaftlich-fachlicher Sicht ist die weltweite Notwendigkeit derartiger Maßnahmen jedoch unumstritten, um nachhaltige Schäden für Ökosysteme und Trinkwasserversorgung zu vermeiden. Nordrhein-Westfalen hat daher als besonders betroffenes Industrieland die Vorreiterrolle eingenommen.

Das Ziel von 100 ng/l dient dem Reinheitsanspruch gemäß DIN 2000 für Trinkwasser sowie dem hygienischen Prinzip der Minimierung vermeidbarer Belastungen im Trinkwasser unter Bezug auf § 6(3) TrinkwV 2001 und auch der rechtlichen Konkretisierung des ALARA-Prinzips (As Low As Reasonably Achievable"). Nach dem ALARA-Prinzip soll der Gehalt einer Substanz, die aufgrund ihrer Eigenschaften ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher darstellen kann, in einem Lebensmittel (hier: Trinkwasser, Trinkwasserressource) so weit minimiert werden, wie dies „vernünftigerweise“ möglich ist.

Dieser Wert wurde auch vom LAWA-Expertenkreis übereinstimmend als spezifische UQN_{dw}, d.h. als Umweltqualitätsnorm für Gewässer, die für die Trinkwassergewinnung genutzt werden, vorgeschlagen.

Initiative zur Schaffung eines anforderungsgerechten Immissionsstandards

- Die Landesregierung hat die Bundesregierung aufgefordert, in der Oberflächengewässerverordnung ausreichende und rechtlich belastbare Regelungen zur Bewertung von Spurenstoffen zu treffen, die den Vollzug bei der Durchsetzung von Vermeidungsmaßnahmen an der Quelle, d.h. vor Eintritt von Spurenstoffen in die Gewässer, unterstützen.

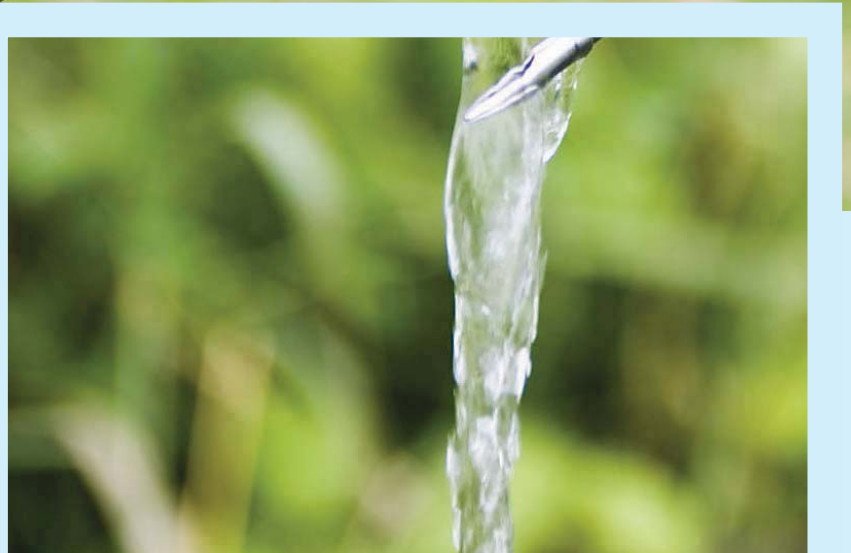
Initiative zur Schaffung anforderungsgerechter Emissionsstandards

- Ein wesentliches Ziel ist die Schaffung von bundesweiten Rechtsgrundlagen für die Begrenzung von PFT-Belastungen. Das MKULNV hat bereits mit Schreiben vom 04.11.2010 auf Bundesebene angeregt, den Anhang 40 der Abwasserverordnung für die besonders PFT-trächtige Galvanikbranche um Vorgaben für PFT zu ergänzen.
- Ein Vorschlag aus Nordrhein-Westfalen, auch den Anhang 27 (Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CP-Anlagen) sowie Altölaufarbeitung) um Vorgaben für die Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen (u.a. PFT) zu ergänzen, ist erfolgt.

Die „Nordrhein-Westfalen-Lösung“: Bewertungsstrategie Reine Ruhr / „GOW-Konzept“

- Fachliche Grundlage für die „Nordrhein-Westfalen-Lösung“ zur Bewertung und Regulierung von anthropogen eingetragenen organischen Spurenstoffen in Gewässer, Rohwasser und Trinkwasserressourcen ist ein Strategiepapier der Expertenkommission „Reine Ruhr“, das sich im Wesentlichen auf die Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA, 2003) „Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht“ stützt, und die Aspekte des vorsorgenden Gewässer- und Ressourcenschutzes einbezieht.

6 Bewertung von Mikroverunreinigungen: Bewertungsstrategie „Reine Ruhr“





Ruhr bei Essen-
Baldeney

Detektierte Gewässerbelastungen müssen zum Schutz der aquatischen Biozönosen auch einer ökotoxikologischen Bewertung unterzogen werden. Parallel dazu ist für Oberflächengewässer wie der Ruhr, die auch zur Trinkwassergewinnung dienen, eine humantoxikologische Bewertung unter Einbeziehung der trinkwasserhygienischen Gesichtspunkten unbedingt notwendig.

Das Schutzgut „aquatische Biozönose“ hat hierbei auch für die meisten organischen Mikroverunreinigungen in der Regel weit höhere Ansprüche an die Wasserbeschaffenheit als die unter humantoxikologischen Gesichtspunkten ableitbaren Qualitätskriterien der Einzelstoffe. Die aus der Bewertung beider Schutzgüter ableitbaren Qualitätsanforderungen sind ein wesentlicher Baustein zur Risikoregulierung für Trinkwasserressourcen, Roh- und Trinkwasser aus humantoxikologischer bzw. trinkwasserhygienischer Sicht und zum Schutz der aquatischen Umwelt.

Für die umfassende Bewertung vieler der aktuell in die Gewässer eingetragenen Mikroverunreinigungen ist derzeit keine ausreichende ökotoxikologische Datenbasis vorhanden. Zusätzlich fehlen häufiger auch humantoxikologische Daten zur Bewertung der Belastungssituation der in Trinkwasserressourcen, Roh- und Trinkwässern vorkommenden chemischen Stoffe („Mikroverunreinigungen“).

Für die Bewertung der Auswirkungen von Mikroverunreinigungen auf die Gewässerzönose ist in der EG-Wasserrahmenrichtlinie ein Verfahren festgelegt. Für die hier nicht geregelten Stoffe erfolgt im Einzelfall die ökotoxikologische Bewertung anhand der verfügbaren Datenbasis für aquatische Organismen.

Für die Bewertung der Auswirkungen von Mikroverunreinigungen auf Trinkwasserressourcen, Roh- und Trinkwasser fehlen hingegen bisher entsprechende verbindliche Bewertungsverfahren. Deshalb wurde hierfür im Rahmen des Programms Reine Ruhr eine Bewertungsstrategie entwickelt.

Zielsetzung der Strategie ist die Bewertung von bislang nicht regulierten bzw. nicht bewerteten oder nicht bzw. teilbewertbaren Stoffen in Trinkwasserressourcen sowie im Roh- und Trinkwasser auf humantoxikologischer Basis. Sie ist Grundlage zur Ableitung von ggf. erforderlichen Handlungskonzepten im Umgang mit neu nachgewiesenen oder anderweitig in den Fokus gelangenden Stoffen, zu denen eine entsprechende Bewertung oder Regulierung bislang fehlte.

Mit der Strategie soll eine klare und vorsorgende Regelung und auch wissenschaftlich haltbare Absicherung als Hilfestellung für Wasserbehörden, Abwasserbeseitigungspflichtige, Wasserversorgungsunternehmen und weitere potenzielle Wassernutzer gegeben werden. Die Strategie ergänzt die vorhandenen Regularien durch eine allgemein anwendbare, unverzüglich einsetzbare und nachvollziehbare Bewertungsstrategie für neu auftretende Stoffe die (noch) nicht gesetzlich reguliert sind. Mit ihr können ggf. erforderliche Präventivmaßnahmen bzw. im Bedarfsfall weitere Prüfschritte und Maßnahmen unverzüglich eingeleitet werden. Gleichzeitig kann die Information der Öffentlichkeit über die jeweilig Fallbezogene Risikoabschätzung auf der Basis transparenter Kriterien sichergestellt werden.

Bei der Strategie stehen zwei Aspekte im Vordergrund. Zum einen steht der vorsorgliche Schutz von Gewässern, aus denen Rohwasser gewonnen wird im Mittelpunkt. Dabei muss immer das wasserwirtschaftliche Gesamtsystem betrachtet und das Vorhandensein mehrerer Barrieren von der Quelle des Stoffeintrags bis zur Trinkwasseraufbereitung (Multibarrierensystem) zur vorsorgenden Sicherung der Trinkwasserversorgung in das gesamte Handlungskonzept einbezogen werden.

Zum anderen geht es darum, für die Nachsorge, d.h. bei tatsächlichen Stofffunden im Gewässer oder im Trinkwasser, rasch eine Entscheidungsgrundlage zu schaffen, wobei entsprechend den Vorgaben der Trinkwasserverordnung – unter Einbeziehung des Minimierungsgebotes bzw. des ALARA-Prinzipes – geprüft werden muss, ob ein Problem vorliegt, und wenn dies der Fall ist, wie weiter vorzugehen ist.

Die entwickelte Strategie ist dem heutigen Stand des Wissens angepasst, verlangt aber das aktuelle Vorgehen immer wieder mit dem aktuellen Wissensstand abzugleichen.

Dabei liegt der Strategie das einfache Prinzip zugrunde, dass je größer der Umfang gesicherter Erkenntnisse über einen Stoff ist, dieser umso sicherer beurteilt werden kann und potenziell ein höherer „Grenzwert“ zugelassen werden kann.

Bewertungsstrategie

Zur raschen Entscheidung nach Befund von erstmals analysierten bzw. erstmals zu bewertenden Stoffen im Trink-, Rohwasser oder Gewässer wurden „Prüfwerte“ PW (als Konzentrationswerte) festgelegt. Ihre Überschreitung im Trinkwasser, Rohwasser bzw. Gewässer löst unterschiedliche Maßnahmen zum Schutz der Trinkwasserkonsumenten

- vor möglicher akuter Gefährdung (Prüfwert PW_{ak}) und
- vor möglicher chronischer Gefährdung (Prüfwert PW_{ct}) und ggf. zum Schutz der Gewässer aus.

Die Festlegung der Prüfwerte beruht auf dem Stand des Wissens über die toxikologische Wirkung von Stoffen. Der Prüfwert wird aus Besorgnisgründen so festgelegt, dass eine Überschreitung eines Prüfwertes noch keinen Gefährdungstatbestand anzeigt. Sie erfordert aber die Entscheidung über die weitere Vorgangsweise.



Grundlagen zur Einschätzung des Vorliegens einer möglichen akuten Gefährdung des Trinkwassers

Das Vorliegen einer möglichen akuten Gefährdung wird anhand des PW_{ak} geprüft. Als PW_{ak} wird ein nach heutigen toxikologischen Erkenntnissen fixer Konzentrationswert festgelegt, bei dessen Unterschreitung eine kurzfristige (akute) humantoxikologische Wirkung nicht zu besorgen ist. Dagegen kann bei Überschreitung des Prüfwert PW_{ak} eine akute Gefährdung nach heutigem Kenntnisstand nicht ausgeschlossen werden. In diesem Fall ist daher über ggf. notwendige Sofortmaßnahmen zur Schadensminderungen zu entscheiden und es sind weitere Prüfschritte unverzüglich einzuleiten. Die Expertenkommission „Reine Ruhr“ hat unter Hinzuziehung des Umweltbundesamtes (Herr Prof. Dieter) den PW_{ak} mit $50 \mu\text{g/l}$ definiert.

Grundlagen zur Einschätzung des Vorliegens einer möglichen chronischen Gefährdung des Trinkwassers

Leitwert (LW):

Das Vorliegen einer möglichen chronischen Gefährdung wird – soweit ein solcher vorliegt - anhand des Leitwertes geprüft.

Der **Leitwert (LW)** für einen Stoff ist das Resultat einer vollständigen humantoxikologischen Bewertung nach international abgestimmten Methoden. Bei seiner Unterschreitung ist auch bei lebenslangem Genuss keine negative Wirkung für die menschliche Gesundheit durch das Trinkwassers zu besorgen. Eine Überschreitung des Leitwertes löst in jedem Falle einen Handlungsbedarf aus.

Prüfwerte für die Ersteinschätzung von Stoffen im Trinkwasser, für die keine Leitwerte vorliegen (PW_{ct}):

Für Stoffe, für die kein Leitwert vorliegt, wird als Bewertungsgrundlage zunächst der **Prüfwert PW_{ct}** herangezogen. Als PW_{ct} wird der Wert von $0,1 \mu\text{g/l}$ festgelegt. Der Wert orientiert sich an den niedrigsten Leitwerten für vollständig bewertete Stoffe, soweit sie nicht stark genotoxisch sind. Bei Unterschreiten des Prüfwertes PW_{ct} ist in der Regel weder eine akute noch eine chronische human-toxische Wirkung zu besorgen. Es muss lediglich geprüft werden, ob es sich bei dem Stoff um einen stark genotoxisch wirkenden Stoff handelt. Für solche Stoffe gilt ein $PW_{ct} = 0,01 \mu\text{g/l}$. Wird der PW_{ct} unterschritten, sind keine Maßnahmen erforderlich. Wird der PW_{ct} überschritten, muss in jedem Fall sofort ein Bewertungsprogramm gestartet werden. Dabei geht es zum einen um eine bessere Einschätzung der Wirkung des Stoffes und ausgehend von der verbesserten Bewertungsgrundlage ggf. um Maßnahmen zur Schadensminimierung abgeleitet werden.

Weitergehende Bewertung von Stoffen im Trinkwasser, für die keine Leitwerte vorliegen (GOW):

Für Stoffe, die den PW_{ct} überschreiten und für die bislang kein Leitwert vorliegt und auch nicht zeitnah abzuleiten ist, wird das für Trinkwasser entwickelte Konzept der **gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW)** herangezogen. Dieses Konzept wurde vom Umweltbundesamt nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit entwickelt und im März 2003 veröffentlicht [UBA, 2003]. Die Anwendung des GOW-Konzeptes zur Bewertung nicht bzw. nur teilbewerteter Stoffe hat sich mittlerweile vielfach in der Praxis



bewährt. Die Gesundheitlichen Orientierungswerte orientieren sich alle am gleichen Schutzniveau, nämlich dem zuverlässigen Schutz der Verbraucher bei lebenslangem Genuss des Trinkwassers. Je nach vorhandenem Wissen und Wirkungsweise der Stoffe werden GOW_x-Werte so abgeleitet, dass sie immer höher und nie niedriger als der Leitwert (LW) sind.

Der Index „x“ bei den GOW_x berücksichtigt die unterschiedliche Art und Wirkung der zu bewertenden Stoffe. Hinter dem konkreten Index verbirgt sich der jeweilige Stand des Wissens über die bekannte Wirkung vieler Stoffe auf Mensch und Umwelt und das Ausmaß seiner Übertragbarkeit auf den konkret zu bewertenden Stoff (siehe Tabelle 9).

Wenn für einen Stoff der Leitwert (LW) ermittelt wurde, ersetzt er den (vorher gültigen) GOW_x und der PW_{ct} wird für diesen Stoff ebenfalls gegenstandslos.

Vorsorgeprüfwerte für alle Stoffe (VWs) im Trinkwasser:

Um dem in der Trinkwasserverordnung (Art. 6 Abs. 3) verankerten Minimierungsgebot und dem Besorgnisgrundsatz des deutschen Wasserrechts gerecht zu werden und den berechtigten Ansprüchen der Verbraucherinnen und Verbraucher entsprechend, sollen im Trinkwasser möglichst keine Stoffe in Konzentrationen, die aus trinkwasserhygienischer Sicht relevant sind, auftreten. Dieser Anspruch ist auch international etabliert und findet sich im ALARA-Prinzips (As Low As Reasonably Achievable“ wieder. Danach sollen Stoffkonzentrationen im Trinkwasser, auch wenn keine akute oder chronische Gefährdung zu besorgen ist, so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar sein.

Um diesen Anspruch zu erfüllen, wird für alle Mikroverunreinigungen, unabhängig von ihrer human- oder ökotoxikologischen Wirkung, ein maximaler Vorsorgeprüfwert $PW_{ct,max} = 10\mu\text{g/l}$ festgelegt. Die Überschreitung dieses Wertes löst bei trinkwasserhygienisch relevanten Stoffen, z. B. bei Stoffen die ubiquitär eingesetzt und mit konventionellen Aufbereitungsverfahren nicht zurückgehalten werden, auch dann einen Handlungsbedarf aus, wenn der Leitwert $>10\mu\text{g/l}$ ist, die gemessene Konzentration aber größer als $PW_{ct,max} = 10\mu\text{g/l}$ ist. Bei solchen Maßnahmen nach dem ALARA-Prinzip sind immer auch Kosten-Nutzen Aspekte mit zu betrachten. Der Anspruch auf eine Unterschreitung dieses Prüfwertes wird aus allgemeinen Vorsorgeüberlegungen und dem Gewässerschutz abgeleitet.

Wenn Stoffe auftreten, von denen gleichzeitig eine ähnliche Wirkung (similar joint action) erwartet wird, sollte der $PW_{ct,max}$ auch als Bezugswert in das Additionsverfahren der TRGS, 403 für die Vertreter dieser Stoffgruppe eingesetzt werden (vgl. UBA, 2008).

Nur in Einzelfällen und nach begründetem behördlichem Ermessen kann für bestimmte Stoffe bzw. vorübergehend an der Wasserentnahmestelle für organische Stoffe eine Konzentration $> 10\mu\text{g/l}$ im, Rohwasser oder der Rohwasserressource geduldet (bzw. festgelegt) werden, wenn es unter Beachtung des Gebots der Verhältnismäßigkeit und/oder aus technischen Gesichtspunkten (nutzungstechnisch, vermeidungstechnisch) bis auf Weiteres geboten erscheint, alle möglichen Minderungsmaßnahmen getroffen sind und zumindest der (höhere) Leitwert eingehalten wird.

Anforderungen an den vorsorgenden Schutz der Gewässer

Grundsätzliche Ziele an den Schutz von Gewässern

Eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung nach den Grundsätzen des §§ 5, 6, 48, 57 WHG gebietet nicht nur, den vorsorgenden Schutz des Wasserdargebots vorsorgend mit Blick auf die vorhandenen und zukünftig möglichen Nutzungen sondern auch mit Blick auf den Erhalt und die Verbesserung der Funktions- und Lebensfähigkeit der Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts. Diese Anforderung bedeutet insbesondere in den Einzugsgebieten oberirdischer Gewässer in dicht besiedelten Räumen, die vielfältigen Nutzungen ausgesetzt sind, besondere Anforderungen an die Risikoregulierung, unter anderem bezogen auf unfall- oder betriebsbedingte Emissionen von Mikroverunreinigungen.

Grundsätzlich ergibt sich aus diesen Anforderungen die Notwendigkeit des Schutzes der aquatischen Biozönose vor den ökotoxischen Wirkungen der eingetragenen Mikroverunreinigungen. Dieses geschieht in der Regel unter Einbeziehung von wissenschaftlich abgesicherten Toxizitätstests an Organismen aus verschiedenen Trophiestufen (z. B. Primärproduzenten, Primär- & Sekundärkonsumenten, Destruenten) der aquatischen Biozönose. In der Regel sind diese Tests nur einzelstoffbezogen und betrachten nur relativ kurze Expositionszeiten. Kombinationswirkungen mit anderen Schadstoffen und die Folgen von permanenten, mehrere Generationen übergreifenden Expositionszeiten bleiben meist unberücksichtigt.

Unter humantoxikologischen Gesichtspunkten wird für den wasserwirtschaftlichen Vollzug der Anspruch abgeleitet, bereits in den für die Trinkwasserversorgung genutzten Trinkwasserressourcen (an den Entnahmestellen von Oberflächenwasser und Grundwasser) grundsätzlich mindestens die Einhaltung der GOW_x bzw. der Leitwerte und soweit sich hieraus strengere Anforderungen ergeben, die Einhaltung ökotoxikologisch begründeter Normen, anzustreben.

Bewertung von Stoffkonzentrationen für die Trinkwassergewinnung in Abhängigkeit von der Belastungsdauer in Gewässern

Auf Grund der vielen und veränderlichen natürlichen und anthropogenen Einflüsse ist vor allem in den Oberflächengewässern mit Schwankungen der Konzentrationen zu rechnen. Solche Schwankungen, die im Einzelfall zu einer kurzzeitigen Überschreitung des GOW_x führen können, stellen jedoch für die Trinkwassergewinnung und auch aus Sicht der Trinkwasserhygiene normalerweise kein Risiko dar, solange der PW_{ak} nicht überschritten wird. Eine zeitlich, statistisch und der Höhe nach begrenzte Überschreitung eines GOW_x ist daher duldbar. Zur Einschätzung des tatsächlichen Gefährdungspotenzials sind die Herkunft der Stoffe, ihr Verhalten bei der Wasseraufbereitung und die Aussagekraft der jeweiligen Überwachungsprogramme zu berücksichtigen.

Die Einschätzung des tatsächlichen Gefährdungspotenzials unterliegt im Einzelfall dem Ermessen der zuständigen Behörden (Gesundheits- und Wasserbehörden) und unterliegt einer wasserwirtschaftlichen Betrachtung des gesamten Bewirtschaftungssystems von der Quelle bis zur Trinkwasseraufbereitung. Eine Orientierung gibt der $PW_{ct,max}$, der grundsätzlich eingehalten werden soll.

Langfristig anzustrebender Vorsorgewert (VW) in Oberflächengewässern

Unabhängig von dieser Vorgehensweise, die bereits vorhandenen Nutzungen in Wassereinzugsgebieten Rechnung trägt, gilt grundsätzlich die allgemeine Sorgfaltspflicht und das Gebot zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Gewässer (§ 5, 6, 48, 57 WHG).

Daraus kann als allgemeines und langfristiges Mindestqualitätsziel unter dem Aspekt des Vorsorgeorientierten und Generationsübergreifenden Trinkwasserschutzes grundsätzlich für synthetische organische Schadstoffe die Einhaltung bzw. Unterschreitung eines **allgemeinen Vorsorgewertes (VW) in Höhe von $\leq 0,1 \mu\text{g/l}$** in allen Oberflächengewässern und Grundwasserkörpern, aus denen direkt oder indirekt Trinkwasser gewonnen wird oder werden soll, abgeleitet werden. Der Wert von $\leq 0,1 \mu\text{g/l}$ dient dem Reinheitsanspruch gemäß DIN 2000 für Trinkwasser sowie dem hygienischen Prinzip der Minimierung vermeidbarer Belastungen im Trinkwasser unter Bezug auf § 6(3) TrinkwV 2001 und auch der rechtlichen Konkretisierung des ALARA-Prinzips (As Low As Reasonably Achievable“, so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar).

Tabelle 9

Gesamtübersicht zur Definition von Prüf- und Vorsorgewerten bei organischen Stoffen

Prüfwerte, die weitere Handlungen / Bewertungen / Maßnahmen auslösen:

Bezeichnung	Höhe [$\mu\text{g/l}$]	Erläuterung
PW_{ct}	0,1	Prüfwert zur Einschätzung einer chronischen Belastung des Trinkwassers und anzustrebendes Immissionsziel im Gewässer als Entscheidungsgrundlage für den wasserwirtschaftlichen Vollzug bei bestehenden Gewässerbelastungen. Bei Überschreitung des Wertes für bislang nicht bewertete Substanzen erfolgt die nähere Bewertung nach dem GOW-Prinzip.
PW_{ak}	50	Prüfwert für Maßnahmen zum Schutz vor akuter Toxizität bei bislang unbekanntem Substanzen und als Entscheidungsgrundlage für den wasserwirtschaftlichen Vollzug bei bestehenden Gewässerbelastungen; ggf. unmittelbare Sofortmaßnahmen zum Schutz der Trinkwasserkonsumenten.
$PW_{ct,max}$	10	Prüfwert für die vorsorgliche Beschränkung der Konzentration eines per LW bereits vollständig bewertbaren Einzelstoffes auf $10 \mu\text{g/l}$ bzw. bei Trinkwassergängigkeit auch auf niedrigere Werte, es sei denn, selbst per ALARA Prinzip wäre ein höherer $PW_{ct,max} \leq LW$ technisch umzusetzen. Der Wert ist auf Trinkwasser anzuwenden und in Gewässern in der Regel anzustreben.

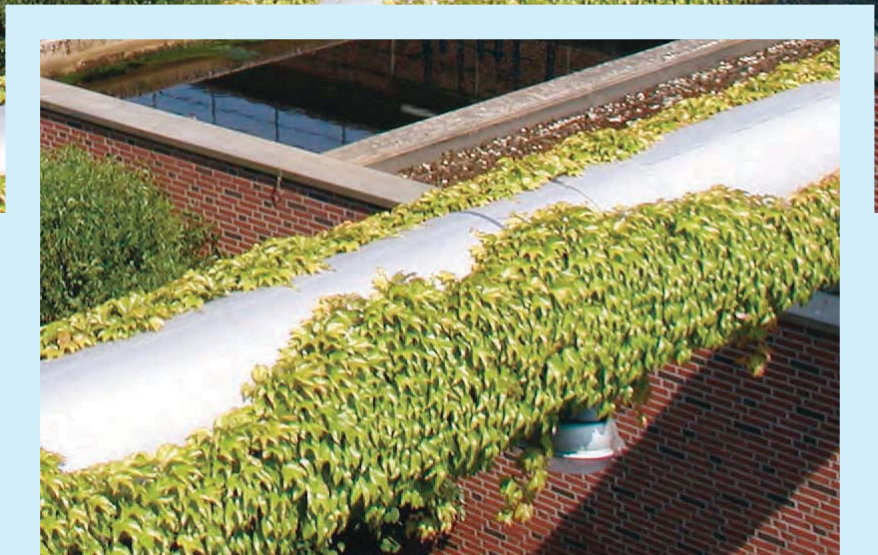
Bewertung nach dem GOW-Prinzip:

Bezeichnung	Höhe [µg/l]	Erläuterung
GOW₁	0,1	Für schwach bis nicht gentoxische oder noch nicht entsprechend bewertete Stoffe in Abwesenheit weiterer experimenteller Daten
GOW₂	0,01 bis < 0,1	Für nachweislich stark bis schwach gentoxische Stoffe
GOW₃	0,3	Für nachweislich nicht gentoxische Stoffe, für die darüber hinaus auch aussagekräftige Daten zum oralen neurotoxischen, immuntoxischen und zum keimzellschädigenden Potential vorliegen, deren Bewertung aber nicht auf einen Wert < 0,3 µg/l führt.
GOW₄	1	Für Stoffe, die in dieser Konzentration weder ein gentoxisches, noch ein keimzellschädigendes, neurotoxisches oder immuntoxisches Potenzial besitzen und für die darüber hinaus auch Daten aus mindestens einer Studie zur subchronischen Toxizität vorliegen, deren Bewertung aber nicht auf einen Wert < 1 µg/l führt
GOW₅	3	Für Stoffe, für die zusätzlich lediglich eine chronisch-orale Toxizitätsstudie vorliegt, deren Bewertung allerdings nicht auf einen Wert < 3 µg/l führt.
GOW_{Q-SAR}	0,1 bis 3	Analogie- und (Q)SAR-Betrachtungen aus einschlägigen toxikologischen Datenbanken erlauben die Nennung struktur- und/oder stoffgruppenspezifischer Maximalwerte, z. B. gemäß Cramer-Klassen des TTCKonzepts
GOW₆	> 3	Wie GOW ₅ , zusätzlich führen Daten aus mindestens einer weiteren aussagekräftigen chronisch-orale Toxizitätsstudie nicht auf einen Wert GOW ₅ . Meist ist ein solcher GOW ein wissenschaftlich abgeleiteter gesundheitlicher Leitwert (LW)
LW soweit LW < PW_{ct max}		Toxikologisch abgeleiteter Trinkwasserleitwert; (LW) ersetzt bei Vorhandensein den GOW _x . Im wasserwirtschaftlichen Vollzug ersetzt er den GOW und auch den PW _{ct} immer dann, wenn der LW ≤ 10 µg/l ist. Ein höherer LW wird im wasserwirtschaftlichen Vollzug aus allgemeinen Vorsorgegrundsätzen und zur Einhaltung des Minimierungsgebotes auf den Vorsorgeprüfwert PW _{ct max} ≤ 10 µg/l begrenzt.

Allgemeine Vorsorge- und Vorsorgeprüfwerte („Zielwerte“ für den Vollzug):

Bezeichnung	Höhe [µg/l]	Erläuterung
VW_a (allgemeiner Vorsorgewert)	≤ 0,1	Allgemeines und langfristiges Mindestqualitätsziel unter dem Aspekt des vorsorgeorientierten und generationsübergreifenden Trinkwasserschutzes für synthetische organische Schadstoffe in allen Oberflächengewässern und Grundwasserkörpern, aus denen direkt oder indirekt Trinkwasser gewonnen wird oder werden soll. Der Wert von ≤ 0,1 µg/l dient dem Reinheitsanspruch gemäß DIN 2000 für Trinkwasser sowie dem hygienischen Prinzip der Minimierung vermeidbarer Belastungen im Trinkwasser unter Bezug auf § 6 (3) TrinkwV 2001 und auch der rechtlichen Konkretisierung des ALARA-Prinzips (As Low As Reasonably Achievable“, so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar).
PW_{ct max} (auch als spezieller Vorsorgewert bezeichnet)	≤ 10	Vorsorgliche Beschränkung der Konzentration eines per LW vollständig bewertbaren Einzelstoffes auf ≤ 10 µg/l bzw. bei Trinkwassergängigkeit auch auf niedrigere Werte, es sei denn, selbst per ALARA Prinzip wäre nur ein höherer PW _{ct max} ≤ LW technisch umzusetzen. Der Wert ist auf Trinkwasser anzuwenden und in Gewässern in der Regel anzustreben.

7 Elimination von Spurenstoffen



7.1 Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen zur Elimination von organischen Mikro- verunreinigungen

PFT sind nur ein Beispiel für eine Vielzahl von Mikroschadstoffen, die z. B. in Haushaltschemikalien oder als Arzneimittel großflächig eingesetzt werden und über kommunale Kläranlagen in den Wasserkreislauf gelangen. Zum Maßnahmenbeginn stellt deshalb die Ertüchtigung der kommunalen Kläranlagen die effizienteste Methode dar, den Eintrag von großflächig emittierten Mikroverunreinigungen zu reduzieren.

Unabhängig von der Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen sollte auch weiterhin zunächst die Vermeidung des Eintrages von Schadstoffen und in einem 2. Schritt die Elimination an der Quelle erfolgen. In Konsequenz sollten, wie vom WHG grundsätzlich vorgesehen, Indirekteinleiter entsprechende Maßnahmen ergreifen, beispielsweise durch Verzicht auf die Verwendung oder durch Reduzierung des Eintrags von organischen Mikroschadstoffen wie PFT, TOSU oder Sulfolan. Die Ertüchtigung der kommunalen Kläranlagen ist zusätzlich zur Elimination von großflächig eingetragenen Mikroschadstoffen, wie beispielsweise Arzneimittel, Flammenschutzmitteln, etc. notwendig.

Die Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen zur Mikroschadstoffentfernung wird vom Land NRW finanziell unterstützt. Erste Erfahrungen mit verschiedenen Eliminationstechnologien (Aktivkohle und Ozonierung) in den in BW und NRW auf freiwilliger Basis ertüchtigten Anlagen liegen vor. Anhand der Ergebnisse können Kosten- und

Gebührenbelastungen abgeschätzt und die Verhältnismäßigkeit entsprechender Maßnahmen dokumentiert werden. Eine Mikroschadstoffelimination ist bei zusätzlichen Kosten von 5 ct/m³ Abwasser möglich.

Das Konzept zur Umsetzung von Maßnahmen zur Ertüchtigung der Kläranlagen beinhaltet folgende Elemente:

- Erarbeitung einer Vollzugshilfe zur Umsetzung der Oberflächengewässerverordnung (AGA) unter Berücksichtigung des GOW-Konzeptes und des daraus abgeleiteten allgemeinen Vorsorgewertes.
- Ermittlung der Belastungsschwerpunkte und Ertüchtigung der identifizierten Anlagen zur Elimination von Mikroschadstoffen auf der Basis einer flächendeckenden Stoffflussmodellierung von organischen Spurenstoffen in .
- Sanierung der vorhandenen kommunalen Kläranlagen mit Flockungsfiltration durch Einsatz von Aktivkohle.
- Eine Voraussetzung zur Behandlung bestimmter Abfälle (Co-Fermentation in Kläranlagen) soll zukünftig eine vorhandene Ertüchtigung zur Elimination von Mikroschadstoffen sein.
- Ertüchtigung von Kläranlagen, die unmittelbar (bis 2 km Entfernung) in Oberflächenwasserkörper einleiten, die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden (OFWK gemäß Art.7 der EU-WRRL) und sich im Fließverlauf oberhalb der Trinkwassergewinnungsanlage befinden



Ozonung Kläranlage
Duisburg

Grundsätzlich wird eine Freiwilligkeit der Umsetzung von Maßnahmen angestrebt. Bei festgestellten Belastungsschwerpunkten (Beispiel Ruhr) muss zukünftig die Möglichkeit ordnungsrechtlichen Handelns ermöglicht werden. Dazu bietet sich eine Vollzugshilfe zur Umsetzung der Oberflächengewässerverordnung unter Berücksichtigung des GOW-Konzeptes an.

Einen Maßnahmenschwerpunkt stellen vorhandene Flockungsfiltrationsanlagen dar. In Nordrhein-Westfalen sind rund 100 Flockungsfiler in Betrieb, an die 9.272.902 EW von 27.452.863 EW (653 KA) in Nordrhein-Westfalen angeschlossen sind (Stand 2008). Die meisten Flockungsfiler sind über 20 Jahre alt und betriebswirtschaftlich weitestgehend abgeschrieben. Sie wurden zur weitergehenden Phosphorelimination errichtet. Nach dem Rückgang des Phosphateintrags ins Abwasser (phosphatfreie Waschmittel) ist der Betrieb der Flockungsfiltrationsanlagen zur Einhaltung der wasserrechtlichen Einleitungserlaubnisse nicht mehr erforderlich. Bei anstehenden neuen Genehmigungen muss die Ertüchtigung dieser Kläranlagen zur Mikroschadstoffelimination das Ziel sein.

Ein weiterer Maßnahmenschwerpunkt liegt bei Kläranlagen, in denen Abfälle in den vorhandenen Faultürmen mitbehandelt werden (CO-Fermentation). Bei den mitbehandelten Abfällen handelt es sich zum Beispiel um Fette von Fettabscheidern. Die grundsätzlich aus energetischer Sicht wünschenswerte Cofermentation bzw. Biogasproduktion darf nicht dazu führen, dass zusätzlich Mikroschadstoffe in die Gewässer gelangen. Eine Ertüchtigung zur Mikroschadstoffelimination der betroffenen Kläranlagen ist daher ebenfalls anzustreben.

Zusätzliche Reinigungsstufen auf Kläranlagen

Zweite und gesamtwasserwirtschaftlich abzuwägende Barriere zum Stoffrückhalt von Mikroschadstoffen sind die kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen. In den 653 kommunalen Kläranlagen in Nordrhein-Westfalen wurden im Jahr 2008 insgesamt rund 2,8 Milliarden Kubikmeter Abwasser behandelt und in die Gewässer eingeleitet.

In den letzten Jahren hat sich die Reinigungsleistung der Kläranlagen, verbunden mit einer verringerten Gewässerbelastung aus Kläranlagen, stetig verbessert. Die kommunalen Kläranlagen in Nordrhein-Westfalen entsprechen dem Stand der Technik. Die Anforderungen der Kommunalabwasserrichtlinie werden eingehalten. Damit ist sichergestellt, dass die im häuslichen Abwasser enthaltenen Inhaltsstoffe – Kohlenstoff, Phosphor und Stickstoff – eliminiert werden.

Die Anzahl der genehmigungsbedürftigen Indirekteinleiter liegt bei etwa 40.000. Der Anteil des gewerblichen Abwassers, das in kommunalen Kläranlagen mitbehandelt wird, liegt insgesamt bei 35 %.

Mit der dem Stand der Technik entsprechenden Klärtechnik ist eine gezielte Elimination von organischen Spurenstoffen jedoch nicht möglich. Zur gezielten Elimination von Spurenstoffen müssten andere weitergehende Verfahrenstechniken zum Einsatz kommen. Grundsätzlich mögliche Verfahren sind derzeit die Nanofiltration, die Ozonierung ggf. in Kombination mit einer UV-Behandlung und die Aktivkohlefiltration. Diese Verfahren sind in Deutschland großtechnisch im Bereich der kommunalen Abwasserbehandlung nicht bzw. kaum erprobt.

Das MKUNLV hat deshalb in den letzten Jahren eine Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen in Auftrag gegeben, um die großtechnischen Einsatzmöglichkeiten dieser Verfahren und die damit verbundenen Kosten zu überprüfen. Es zeigt sich, dass ein wirtschaftlicher Einsatz der näher geprüften Verfahren grundsätzlich möglich ist. Besonders interessant erscheinen die Ozonierung und die Umrüstung von Flockungsfiltrationsanlagen zur Aktivkohlefiltration. Die wesentlichen Investitionskosten bestehen hier in dem Austausch des Filtermaterials.

Inzwischen liegen erste großtechnische Erfahrungen mit den Eliminationstechnologien Aktivkohle und Ozonung in den in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen auf freiwilliger Basis ertüchtigten Anlagen vor.

In Nordrhein-Westfalen sind die Kläranlage Bad Sassendorf, Duisburg Vierlinden, Schwerte (Versuchsanlage), Obere Lutter und Gütersloh (Teilbetrieb) bereits zur Mikroschadstoffelimination ertüchtigt; der Ausbau der Kläranlagen Bad Oeynhausen, Dülken, Dülmen, Harsewinkel und Rietberg ist in der Planung bzw. Ausschreibung. Das Land unterstützt den Ausbau kommunaler Kläranlagen zur Mikroschadstoffelimination mit bis zu 70 % der Investitionskosten.

Bis heute werden bzw. wurden für die Kläranlagen Bad Oeynhausen, Büren, Detmold, Duisburg-Hochfeld, Greven, Gütersloh, Neuss-Ost, Rietberg, Harsewinkel, Paderborn, Rheda-Wiedenbrück, Espelkamp, Obere Lutter, Ochtrup, Löhne, Borken, Herford, Warburg, Aachen-Soers und Lage Machbarkeitsstudien zur Ertüchtigung zur Mikroschadstoffelimination durchgeführt. Die Erstellung der Machbarkeitsstudie wird mit bis zu 80% vom Land gefördert.

Technologieuntersuchungen mit finanzieller Unterstützung des Landes erfolgen auf den Kläranlagen in Aachen, Dülmen, Düren-Merken, Düsseldorf, Kaarst, Köln und Wuppertal-Buchenhofen.

siehe Karte 3

Mit dem Ziel die mikrobielle Belastung des Abwassers zu reduzieren, sind die Kläranlagen gemäß Tabelle 10 mit einer Membrananlage oder mit UV-Verfahren ausgerüstet.

Karte 3

Mikroschadstoffentfernung in kommunalen Kläranlagen in NRW (Stand 12/2013)

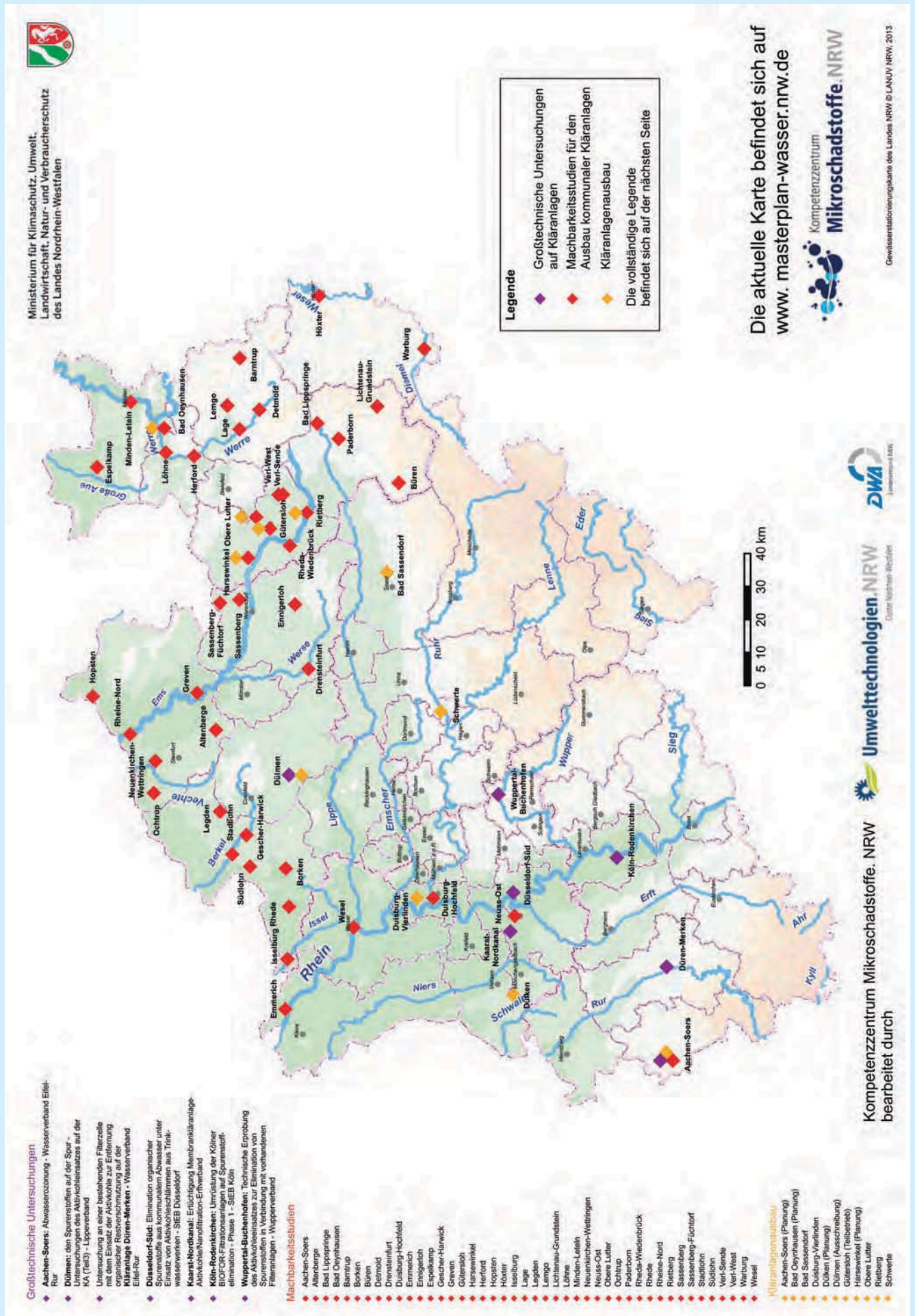


Tabelle 10

Kommunale Kläranlagen mit Membran- oder UV-Verfahren mit dem Ziel, die mikrobielle Belastung des Abwassers zu reduzieren

Kläranlage	Betreiber	Verfahren	EW-Ausbau	Art der Anlage	Betrieb
Aachen-Soers	Wasserverband Eifel-Rur	Membrananlage	458.000	Versuchsanlage	aktiv
Moers-Gerdt	LINEG	Membrananlage/PAK	250.000	Versuchsanlage	aktiv
Kaarst-Nordkanal	Ertfverband	Membranbelebungsanlage	80.000	Behandlungsanlage	aktiv
Eitorf	Stadt Eitorf	Membrananlage	46.500	Teilstrombehandlung	aktiv
Ruppicherroth-Büchel	Aggerverband	Membranbelebungsanlage	25.000	Versuchsanlage	aktiv
Hünxe	Lippeverband	Membranbelebungsanlage	15.000	Teilstrombehandlung	aktiv
Simmerath	Wasserverband Eifel-Rur	Membranbelebungsanlage	14.000	Versuchsanlage	aktiv
Seelscheid	Aggerverband	Membranbelebungsanlage/ PAK	11.000	Versuchsanlage (in Bezug auf PAK)	aktiv
Konzen	Wasserverband Eifel-Rur	Membranbelebungsanl., UV	9.700	Behandlungsanlage	aktiv
Bergheim-Glessen	Ertfverband	Membranbelebungsanlage	9.000	Behandlungsanlage	aktiv
Monschau	Wasserverband Eifel-Rur	UV-Verfahren	7.000	Behandlungsanlage	aktiv
Woffelsbach	Wasserverband Eifel-Rur	Membranbelebungsanlage	6.200	Behandlungsanlage	aktiv
Monschau-Kalterherberg	Wasserverband Eifel-Rur	UV-Verfahren	5.000	Behandlungsanlage	aktiv
Xanten-Vynen	LINEG	Membrananlage/MBR	5.000	Versuchsanlage	aktiv
Rödingen	Ertfverband	Membranbelebungsanlage	3.000	Behandlungsanlage	aktiv
Einruhr	Wasserverband Eifel-Rur	UV-Verfahren	2.800	Behandlungsanlage	aktiv
Hösel-Dickelsbach	BRW	Membrananlage	2.800	Vorplanung	nicht aktiv

7.2

Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe

Inzwischen befassen sich viele Institutionen in NRW mit dem Thema Mikroschadstoffe, sei es zum Thema Analytik und Bewertung oder der Erarbeitung von Konzepten zur Entwicklung und Umsetzung von Minderungsmaßnahmen.

Das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW hat deshalb im Jahr 2011 das Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe ins Leben gerufen, um den nationalen und internationalen Erfahrungsaustausch zu fördern, Kompetenzen sowie vorhandenes Wissen zu bündeln und einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Das Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW bildet das Dach für die Einbindung der Kompetenzen aus Wissenschaft, Kommunen und Wirtschaft aus dem Bereich der Mikroschadstoffelimination. Die dabei anstehenden Arbeiten erfolgen in Kooperation mit dem Landesverband NRW (www.dwa-nrw.de) und dem Umwelttechnologien.NRW Cluster NRW (www.umweltcluster-nrw.de). Ein wissenschaftlicher Beirat wird zukünftig die Arbeiten begleiten.

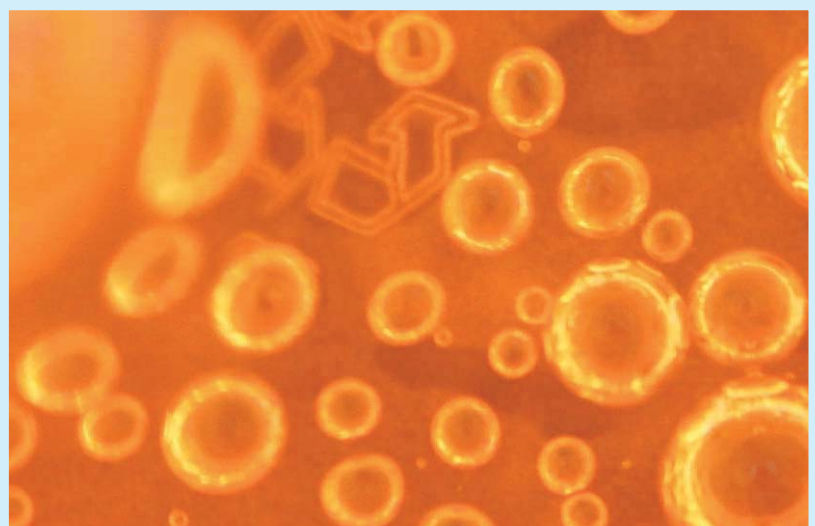
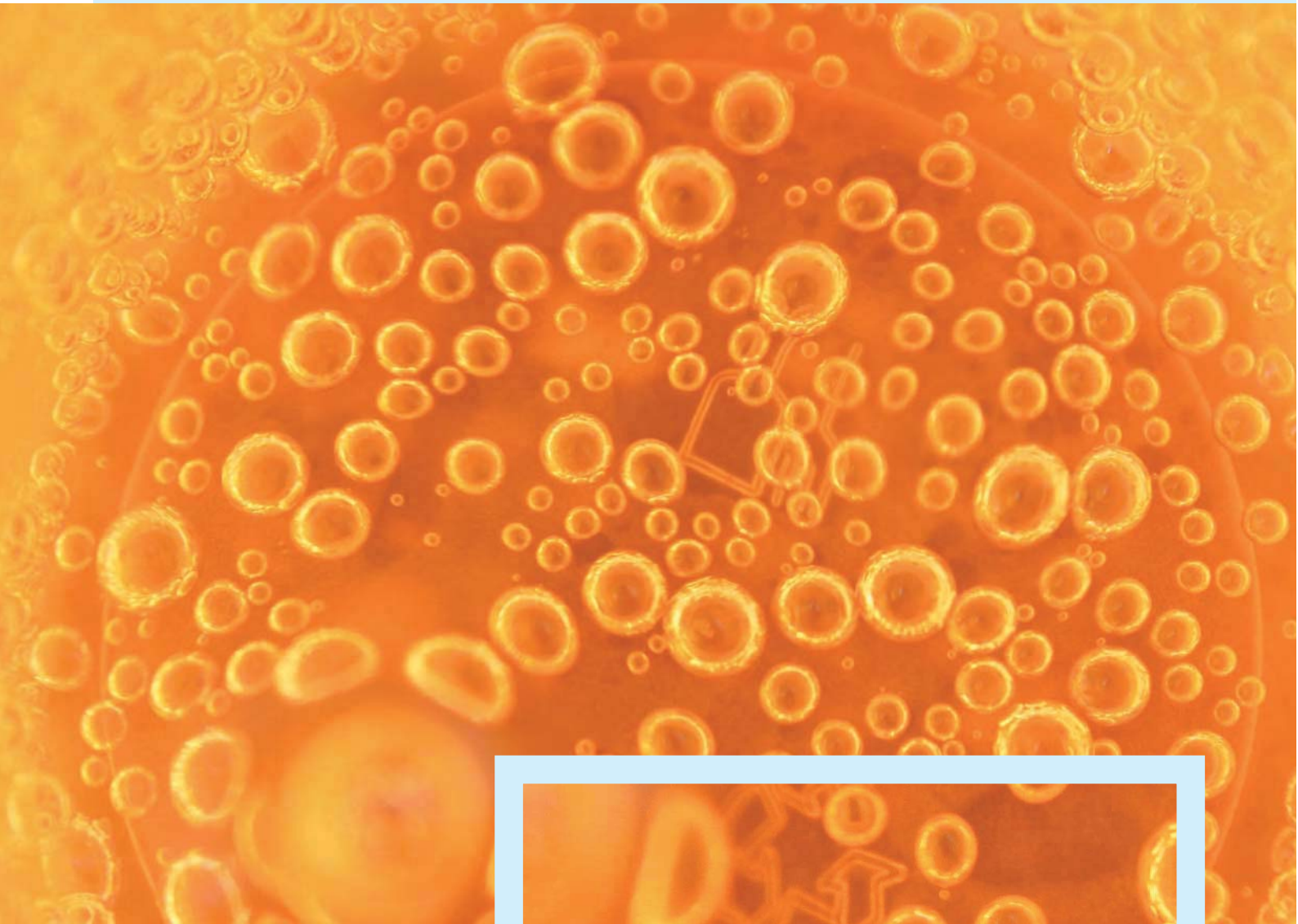
Das Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW berichtet über neue Entwicklungen in Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und der Schweiz zum Thema und informiert über bereits in Betrieb bzw. in Planung / Bau befindliche großtechnische Kläranlagen zur Mikroschadstoffentfernung. Das Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW baut in enger Abstimmung mit dem Bundesland Baden-Württemberg und den Nachbarländern Schweiz und Niederlande einen nationalen und internationalen Erfahrungsaustausch auf. Vergleichbare Einrichtungen zum Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW sind in der Schweiz sowie in Baden-Württemberg seit 2012 eingerichtet und miteinander vernetzt.

Ziel des Kompetenzzentrums Mikroschadstoffe.NRW ist es, Wissen bezüglich der Behandlung von Mikroschadstoffen zu bündeln und auszuwerten. Das Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW soll beratend als Gesprächspartner für Kommunen sowie für Trinkwasser- und Abwasserentsorger zur Verfügung zu stehen und den internationalen Erfahrungsaustausch - insbesondere mit der Schweiz und den Niederlanden - fördern. Aktuelle Informationen zum Kompetenzzentrum finden sich auf der [Internetseite www.masterplan-wasser.nrw.de](http://www.masterplan-wasser.nrw.de).



Kompetenzzentrum
Mikroschadstoffe.NRW

8 Wasserübertragene Krankheitserreger



Wasserübertragene oder wasserübertragbare Krankheitserreger lassen sich unterteilen in bakterielle, virale und parasitäre Krankheitserreger. Diese unterscheiden sich zum Teil erheblich von den Eigenschaften der bisherigen Indikatoren für die Beurteilung einer mikrobiellen Belastung des Trinkwassers. Gemäß TrinkwV (2001) sind in der Anlage 1 die Indikatorparameter *Escherichia coli* (*E. coli*), Enterokokken und Coliforme Bakterien aufgeführt.

Wasserübertragbare Viren und Parasiten können über sehr lange Zeiträume in Wasserversorgungssystemen verbleiben, verfügen über eine höhere, zum Teil extrem hohe Chlorresistenz als Bakterien und haben eine hohe relative Infektiosität, die weit über der von bakteriellen Krankheitserregern liegt. Dies bedeutet, dass die bisherigen bakteriellen Indikatoren für eine mikrobielle Belastung des Trinkwassers alleine nur bedingt geeignet sind.

Bereits 1996 wurde in den Guidelines for Drinking Water Quality der Weltgesundheitsorganisation (WHO) darauf hingewiesen, dass die Abwesenheit der bisher verwendeten mikrobiellen Indikatoren nicht gleichbedeutend ist mit dem Fehlen der aus heutiger Sicht als relevant einzustufenden viralen und parasitären Krankheitserreger (WHO 1996). Der Nichtnachweis von *E. coli*, Coliformen und Enterokokken schließt somit das Vorhandensein Wasserübertragener Viren und Parasiten in infektionsrelevanten Konzentrationen nicht aus (WHO 2006).

Die WHO hat aus diesem Grund das Water Safety Konzept entwickelt, welches das zur Aufbereitung verwendete Rohwasser in die Untersuchung hinsichtlich seiner Belastung mit Viren und Parasiten zur Verifizierung und Validierung der Effizienz der Wasseraufbereitung mit einbezieht. Dieses Konzept geht unter Berücksichtigung von Gefährdungsszenarien davon aus, dass es für eine gesicherte Wasserversorgung unverzichtbar ist, die Rohwasserqualität auch unter Worst Case-Bedingungen hinsichtlich der Belastung mit chemischen Schadstoffen und mit Krankheitserregern zu charakterisieren. Hierauf basierend müssen Belastungsquellen im Einzugsgebiet erkannt, bewertet, beseitigt und ggf. unter Kontrolle gebracht werden und die Aufbereitungstechnologien der tatsächlichen Rohwasserbelastung unter Berücksichtigung von neu erkannten Schadstoffen und wasserübertragbaren Krankheitserregern angepasst werden.

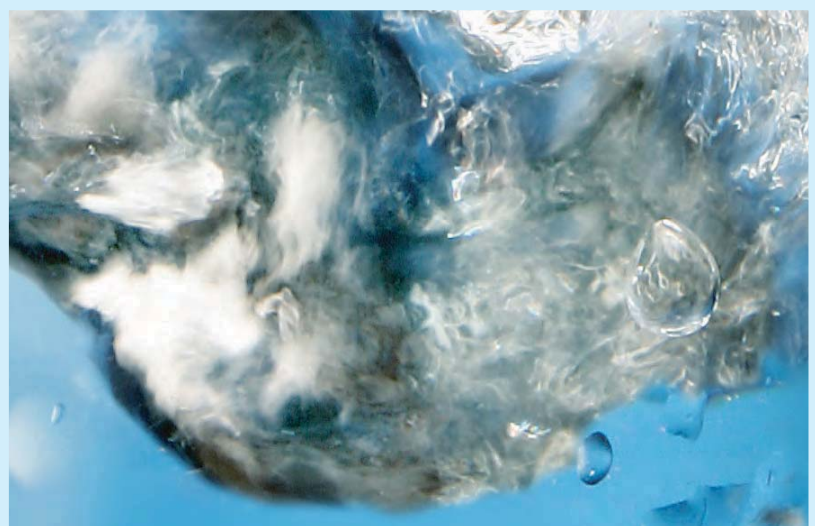
Die Bewertung und Regulierung wasserübertragener Krankheitserreger ist bislang im Europäischen Wasserrecht jedoch explizit nicht angesprochen. Dies stellt ein Defizit der europäischen Risikoregulierung dar. Die WHO Guidelines for Drinking-water Quality führt hierzu grundsätzlich aus, dass die möglichen Konsequenzen einer mikrobiellen Kontamination derartig bedeutsam sind, dass deren Kontrolle stets von höchster Bedeutung ist und niemals eingeschränkt sein darf. Die häufigsten und weit verbreitetsten wasserübertragbaren Gesundheitsrisiken sind mikrobielle Kontaminationen, weswegen deren Kontrolle höchste Bedeutung zukommt.

Auch die Bundesregierung weist auf die Gefahren im Hinblick auf wasser- und insbesondere Abwasserübertragener Krankheitserreger hin. Sie empfehlen die Prüfung des Einsatzes von weitergehenden Abwasserbehandlungsverfahren insbesondere in Gebieten, die durch eine anthropogene Nutzung geprägt sind (Trinkwassereinzugsgebiet, Badegewässer).

Die Bewertung wasserübertragener Krankheitserreger richtet sich nach deren epidemiologischer Bedeutung, nach deren Ausbruchspotential, deren ökologischen Eigenschaften, Vorkommen in der Umwelt, Persistenzverhalten in der Umwelt, der Beherrschbarkeit durch Aufbereitungs- und Desinfektionsverfahren wie Chlor-empfindlichkeit, deren Erfassbarkeit, Infektiosität, Virulenz, klinischen Konsequenzen und Therapierbarkeit sowie der Erfassbarkeit durch die bisher etablierten mikro-biologischen Indikatorsysteme durch Untersuchung auf *E. coli*, Coliforme und Koloniezahl.

Notwendig ist es daher, andere Überwachungsstrategien zur Validierung und Verifizierung einer einwandfreien Wasserqualität einzuführen. Die WHO schlägt daher im Rahmen des Water Safety Konzeptes die Untersuchung des Rohwassers vor, welches zur Trinkwasseraufbereitung entnommen wird. Die Ermittlung von Konzentrationen der jeweiligen Erreger unter Berücksichtigung von Worst Case Situationen, wie z. B. Starkregenfälle im Verlauf eines Jahres, gibt den Maßstab für die Reduktionsleistung der Wasseraufbereitung vor. Für die wichtigsten Bakterien, Viren und Parasiten bietet die WHO Orientierungsdaten für die notwendige Aufbereitungsleistung. Gerade hier ist es wichtig, ein zulässiges Risiko verbindlich festzulegen, da hierbei die statistische Verteilung auch solcher Ereignisse eine ganz wichtige Rolle spielt.

9 Strategien zur Kontrolle mikrobiologischer Risiken in Roh- und Trinkwasser



In diesem Kapitel wird die **wissenschaftliche Stellungnahme „Strategien zur Kontrolle mikrobiologischer Risiken in Roh- und Trinkwasser“ von Prof. Dr. med. Martin Exner**, Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit, Universität Bonn, dargestellt.

9.1 Einleitung

In den folgenden Ausführungen werden

- die Bedeutung mikrobiologischer Risiken für die Trinkwasserversorgung
- die bisherigen Verfahren zur mikrobiologischen Surveillance der Wasserqualität
- die heute relevanten wasserbedingten Erreger
- die Konsequenzen für die mikrobiologische Surveillance
- die Grundprinzipien der WHO-Strategie des Water Safety Plan Konzeptes
- die Strategien zur Umsetzung des Water Safety Plan Konzeptes zur Sicherung vor trinkwasserbedingten mikrobiologischen Risiken

erläutert und in der Anlage durch eine detaillierte Beschreibung der relevanten durch Trinkwasser übertragenen Krankheitserreger gegeben.

9.2 Bedeutung mikrobiologischer Risiken für die Trinkwasserversorgung

Wasserübertragene Krankheitserreger bedingen nach Feststellung der WHO die größte Gesundheitsgefährdung durch Trinkwasser.

Erst mit der Kontrolle wasserbedingter Infektionen durch geeignete Aufbereitungs- und Desinfektionsverfahren und deren Überwachung mit mikrobiologischen Verfahren kam es zu einem Rückgang der bedrohlichen wasserbedingten Seuchenerkrankungen, wie Cholera, Typhus, Shigellenruhr und anderer trinkwasserbedingter Gastro-intestinal Infektionen und damit einhergehend zur Reduktion der hohen Kindersterblichkeit in den entwickelten Ländern Ende des 19. Jahrhunderts und Anfang des 20. Jahrhunderts.

Die Verbesserung der Trinkwasserhygiene und die einer gesicherten Abwasserentsorgung waren ebenso entscheidende Voraussetzungen für die Zunahme der Lebenserwartung und den Rückgang der Sterblichkeitsrate der Bevölkerung noch vor Einführung spezifischer Impfung sowie nachhaltiger kurativer Maßnahmen, wie der Antibiotika-Therapie.

Auch an der Ruhr kam es im 19. Jahrhundert infolge unzureichender Wasseraufbereitung für die Trinkwasserversorgung und unzureichender Kanalisation und Abwasseraufbereitung regelmäßig zu großen trinkwasserbedingten Seuchenerkrankungen, wie Cholera- und Typhus-Epidemien. Von besonderer Bedeutung waren die Typhus-Epidemie 1901 in Gelsenkirchen und die Typhus-Epidemie in Mülheim im Jahre 1909, die u. a. auf Anregung von Robert Koch dazu führten nachhaltige Strategien zur Kontrolle trinkwasserbedingter Seuchenerkrankungen und eine gesicherte Trinkwasser-Versorgung im Ruhrgebiet einzuführen (Talsperrensystem zur Sicherstellung einer jederzeitigen fließenden Welle in der Ruhr, Aufbereitungstechnologien, Überwachung der Wasserqualität durch unabhängige Hygiene- Institute unter Supervision der zuständigen Gesundheitsämter sowie zur Surveillance wasserbedingter Erkrankungen).

Die gesicherte Trinkwasserversorgung mit hygienisch-mikrobiologisch kontrollierter Wasserqualität und der Schutz der Rohwasserressource gilt mit als der wichtigste medizinische Erfolg seit mehr als 150 Jahren, ohne die die allgemeine Steigerung der Lebenserwartung um 30 bis 35 Jahren nicht hätte erreicht werden können.

In den Ländern der Dritten Welt zählen jedoch nach Einschätzung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) die unzureichende Trinkwasserversorgung und Trinkwasserqualität und unzureichende Sanitation weiterhin zu den weltweit wichtigsten Ursachen für verhütbare Morbidität und Mortalität. Hygienerelevante Erkrankungen haben in den Ländern der 3. Welt erhebliche Auswirkungen für die öffentliche Gesundheit weltweit. Diarrhoen alleine verursachen 2,2 Millionen der 3,4 Millionen wasserassoziierten Todesfälle pro Jahr weltweit. Aus diesem Grunde gelten nach WHO-Einschätzung die gesicherte Wasserversorgung und die Sanitation sowie ein gutes Wassermanagement als fundamentale Voraussetzung für die Sicherung der globalen Gesundheit. Zirka ein Zehntel der globalen Krankheitslasten könnte verhütet werden durch eine Verbesserung der Wasserhygiene.

Wasserbedingte Infektionsrisiken stellen – im Gegensatz zu Risiken durch chemisch-physikalische Schadfaktoren mit klinischer Manifestation erst nach chronischer Exposition – akute Ereignisse dar, die durch plötzliches Auftreten massenhafter Erkrankungen charakterisiert sind.

Mit Erreichen einer bestimmten infektionsrelevanten Konzentration von Krankheitserregern kann es entweder zunächst zu sporadischen Infektionen und bei höheren Konzentrationen zu einem massenhaften Auftreten wasserbedingter Infektionskrankheiten im Sinne einer Explosivepidemie kommen.

Die immunologische Disposition hat dabei Einfluss auf das Krankheitsgeschehen. Insbesondere Kleinkinder, Immunsupprimierte sowie ältere Personen können besonders schwere klinische Verläufe entwickeln.

Wasserbedingte Infektionserreger zeichnen sich in der Regel durch eine sehr niedrige Infektionsdosis aus.

In den letzten zwei Jahrzehnten konnten durch Verbesserung der epidemiologischen sowie der mikrobiologischen Diagnostik zahlreiche bis dahin unbekannt wasserassoziierte Krankheitserreger aufgedeckt werden, die auch in westlichen Ländern zu zum Teil zu großen, (im Fall der Trinkwasser bedingten Milwaukee Cryptosporidien 1993 erkrankten 400.000 Personen, 4000 Personen mussten hospitalisiert, > 70 Personen verstarben, verbunden mit Kosten von > 90 Mill. US-\$) Epidemien geführt haben.

Von wesentlicher Bedeutung ist, dass die heute als relevant angesehenen Krankheitserreger durch das bisherige mikrobiologische Überwachungssystem nicht sicher erfasst werden und relevante Trinkwasser bedingte Krankheitserreger den Radarschirm des bislang praktizierten mikrobiologischen Überwachungssystem für die Verifizierung einer hygienisch-mikrobiologisch gesicherte Wasserversorgung unterlaufen können. Ziel der nachfolgend erläuterten Strategien ist es, für die nächsten 50 Jahre eine nachhaltige Sicherstellung der Wasserversorgung unter Berücksichtigung der derzeit aktuellsten Erkenntnisse über potentielle Gesundheitsrisiken und deren Kontrolle zu gewährleisten.

9.2.1

Technische Chemisch-Physikalische Aufbereitungsverfahren

Im Wasserwerk Witten der Wasserwerke Westfalen wird seit 1980 das angereicherte Grundwasser nach dem sog. Wittener Verfahren mittels Ozonung, Flockung und geschlossener Mehrschichtfiltration weitergehend aufbereitet, bevor es nach abschließender Entsäuerung und Desinfektion in das Trinkwassernetz eingespeist wird.

9.2.2

Die so genannten Naturnahen Verfahren

Hierbei wird das Rohwasser durch das Verfahren der künstlichen Grundwasseranreicherung (DVGW Technische Regel W 126) gewonnen. Das aus der Ruhr entnommene Rohwasser wird dabei nach unterschiedlicher Vorbehandlung über den Verfahrensschritt der Langsandsandfiltration in Versickerungsbecken infiltriert und nach einer Untergrundpassage als angereichertes Grundwasser dem weiteren Aufbereitungsprozess zugeführt.

Den Fassungsanlagen fließt bei allen Anlagen zusätzlich neben diesem versickerten Wasser landseitiges, oberflächennahes Grundwasser und das Uferfiltrat aus der Ruhr zu. Trinkwasser wird vereinzelt auch nur aus Uferfiltrat bzw. Grundwasser gewonnen.

Die Verfahren unterscheiden sich auch hinsichtlich der Bedingungen und der Verweilzeiten während der Unter-

grundpassage bzw. Langsandsandfiltration beispielsweise darin, ob eine Vor- und Nachreinigung des geförderten Ruhrwassers erfolgt.

Je nach Standortbedingungen und Rohwasserqualität bzw. Hydrogeologie werden unterschiedliche Vor- und Nachreinigungsschritte bzw. Aufbereitungsverfahren eingesetzt. Diese können bestehen aus Belüftung in Verbindung mit Flockungs-/Sedimentationsverfahren, Kiesvorfiler, Mehrschichtfilter, Aktivkohlefilter oder Pulveraktivkohledosierung oder anderen Verfahren bzw. Verfahrenskombinationen zur weitergehenden Partikelentfernung und Adsorption. Die einzelnen Aufbereitungsschritte werden teilweise vor der Untergrundpassage, teilweise auch nach der Passage des Grundwasserleiters eingesetzt (vgl. hierzu 9.1).

In Kapitel 10.1 ist eine zusammenfassende Übersicht über die Verfahrensschemata der Wasserbehandlungsanlagen dargestellt."

9.3

Die hygienisch-mikrobiologische Überwachung

Die hygienisch-mikrobiologische Überwachung von Trinkwasser beginnt mit der Beschreibung der neuen Untersuchungsmethoden zum Nachweis von Mikroorganismen in Boden, Luft und Wasser durch Robert Koch 1883. Die hygienisch-mikrobiologische Überwachung ist seit dieser Zeit eine der Säulen des wasserbezogenen Gesundheitsschutzes geworden, da hiermit einerseits fäkal-oral übertragene Erreger nachgewiesen werden können und andererseits die Validierung und Verifizierung der Effizienz der Aufbereitungs- und Desinfektions-Maßnahmen zur Wasserhygiene routinemäßig überwacht werden können.

Die hygienisch-mikrobiologische Überwachung basiert im Wesentlichen auf dem Nachweis der bakteriellen Indikatoren E. coli/Coliforme bzw. der Koloniezahl.

Die Strategie der hygienisch-mikrobiologischen Überwachung durch die o. g. bakteriellen Indikatoren hat sich bezüglich der Kontrolle klassischer wasserassoziierte bakterieller Krankheitserreger wie Typhus, Cholera, Shigellenruhr bewährt und ist bis heute eine wichtige entscheidende Maßnahme zur Verifizierung und Validierung.

Diese mikrobiologischen Überwachungsstrategien sind jedoch seit mehr als 100 Jahren seit deren Einführung im Grundprinzip nicht mehr geändert worden und auch nicht den heute relevanten Krankheitserregern entsprechend angepasst worden.

Zum Teil werden Parameter der hygienisch-mikrobiologischen Überwachung, wie z. B. Coliforme auch in der novellierten Trinkwasser-Verordnung hinsichtlich ihrer Bedeutung wieder relativiert.

9.4 Aktuelle hygienisch-mikrobiologische Risiken

Während die früher bedrohlichen trinkwasserbedingten Seuchenerkrankungen durch die heutigen Strategien einschließlich der klassischen mikrobiologischen Überwachung des aufbereiteten Endproduktes sicher unter Kontrolle sind und Cholera sowie Typhus in Deutschland entweder eradiziert oder in ihrer epidemiologischen Bedeutung vollständig marginalisiert wurden, sind neue wasserassoziierte mikrobiologische Risiken erkannt worden, die bis heute durch die bisherigen hygienisch-mikrobiologischen Überwachungsstrategien nicht sicher indiziert und evaluiert werden können.

Vor dem Hintergrund der Zunahme des Anteils älterer Menschen in der Bevölkerung sowie immunsupprimierter Personen kommt der Verhütung und Kontrolle neu erkannter wasserbedingter Krankheitserreger jedoch hohe Bedeutung zu.

Die Weltgesundheitsorganisation hat daher in ihren Guidelines for drinking water quality die wichtigsten wasserassoziierten Krankheitserreger und deren Bedeutung bei der Wasserversorgung unter Bezug auf deren Bedeutung für die öffentliche Gesundheit, die Persistenz der Krankheitserreger in Wasserversorgungssystemen, deren Resistenz gegenüber Chlor, der relativen Infektiosität und wichtiger tierischer Infektionsquellen in Tabelle 11 zusammengefasst.

In Deutschland lassen sich die wichtigen Krankheitserreger unterteilen in

- bakterielle Krankheitserreger
- virale Krankheitserreger
- parasitäre Krankheitserreger.

Bakterien	Campylobacter spp.
	Enterohämorrhagische Escherichia coli
	Yersinia
Viren	Enteroviren
	Noroviren
	Rotaviren
Protozoen	Cryptosporidien
	Giardia

Zu den sich im Trinkwasser autochthon vermehrenden Bakterien zählen

- Legionellen
- Pseudomonas aeruginosa
- nicht tuberkulöse Mykobakterien
- coliforme Bakterien

Diese Erreger unterscheiden sich in wichtigen ökologischen und infektiologisch-epidemiologischen Charakteristika, die bei der Überwachung und Kontrolle wasserassoziiierter Krankheitserreger zu berücksichtigen sind.

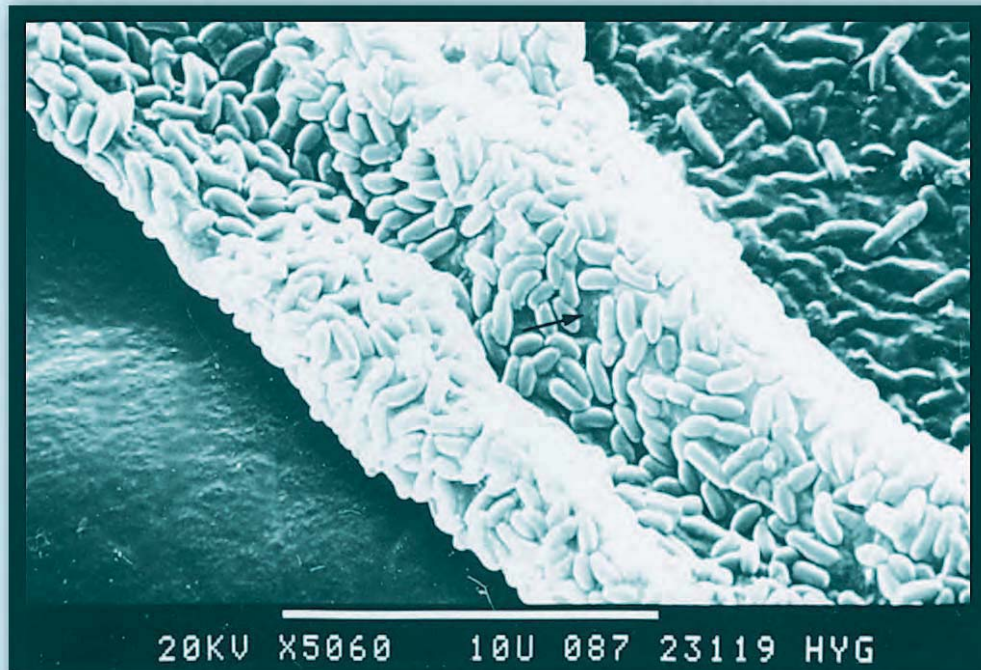
Im Gegensatz zu Bakterien vermehren sich Viren und Parasiten nicht im Wasserversorgungsnetz.

Bakterien jedoch können sich im Wasserversorgungsnetz und in der Trinkwasserinstallation insbesondere in Biofilmen an Oberflächen des Leitungsnetzes und Dichtungen oder in Trinkwasserinstallation in Gebäuden zu erheblichen Konzentrationen vermehren.

Viren und Parasiten werden im Wesentlichen aus dem Rohwasser bei unzureichender Aufbereitung oder bei Einschwemmung z. B. bei Rohrbrüchen in das Trinkwasserversorgungsnetz eingetragen.

Trinkwasserrelevante virale und parasitäre Krankheitserreger müssen daher primär dadurch unter Kontrolle gebracht werden, dass deren Konzentration im Rohwasser so gering wie möglich gehalten wird und eine sichere Eliminierung oder Minimierung ihrer Konzentration unter infektiionsrelevante Konzentrationen durch Wasseraufbereitungsverfahren gewährleistet wird, um die Anforderung des § 5 der Trinkwasserverordnung Mikrobiologische Anforderungen zu erfüllen: (§ 5 (1) Im Wasser für den menschlichen Gebrauch dürfen Krankheitserreger im Sinne des § 2 Nr. 1 des Infektionsschutzgesetzes nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen.).

Während auch bei Bakterien die Vermeidung des Eintrages aus dem Rohwasser in das Trinkwassernetz durch sichere Aufbereitung und ggf. Chlorung von erheblicher Bedeutung ist, muss jedoch deren potentielle Vermehrung im Wasserversorgungsnetz oder in der Trinkwasserinstallation in Gebäuden risikoregulatorisch mitberücksichtigt werden. Hierzu sind sowohl coliforme Bakterien, Pseudomonas aeruginosa und Legionellen bevorzugt in der Lage.

Abbildung 17**Biofilm auf einem mit Wasser durchströmten Silikonschlauch nach 7 tägiger Durchströmung mit Leitungswasser**

Die derzeit existierenden hygienisch-mikrobiologischen Überwachungsverfahren sind nicht sicher geeignet, um Aussagen über die virologische und parasitologische Trinkwasserqualität zu gestatten. Ebenso sind diese nicht geeignet, um andere nicht fäkal-oral übertragene trinkwasserbedingte Erreger wie Legionellen und *Pseudomonas aeruginosa* sicher zu indizieren.

Von entscheidender Bedeutung ist weiterhin, dass trinkwasserbedingte Ausbrüche trotz fehlendem Vorkommen von *E. coli* oder Coliformen beschrieben wurden, die auftraten, ohne dass diese durch das Auftreten von *E. coli* oder coliformen Bakterien im Trinkwasser hätten erkannt werden können.

Somit ist festzustellen, dass mit den klassischen bakteriologischen Indikatorverfahren zur Überwachung der Trinkwasserqualität eine falsche Sicherheit assoziiert wird und das bisherige bakteriologische Indikatorensystem zur Verifizierung der hygienisch einwandfreien Wasserqualität nicht mehr ausreichend ist. Dieser Sachverhalt ist aus hygienisch-medizinischer Sicht mit erheblichen Risiken für die öffentliche Gesundheit verbunden und daher nicht akzeptabel.

Ursache hierfür ist, dass das bisherige auf bakteriologischen Indikator Parametern beruhende Verfahren bezüglich der Herkunft, der ökologischen Charakteristika von Viren und Parasiten, aufgrund der höheren Tenazität, der höheren Chlorresistenz und anderer infektionsrelevanter Aufnahmefähigkeiten beim Trinken nicht übertragbar sind. Aus diesem Grunde sieht die WHO die dringende Notwendigkeit, ein neues prädiktives System unter Berücksichtigung der heute relevanten wasserbedingten Krankheitserreger zur Gefährdungseinschätzung und zur Trinkwasserüberwachung zu etablieren.

Das vorliegende Konzept hat zum Ziel unter Berücksichtigung der heute als relevant erkannten Trinkwasserbedingten Krankheitserreger und deren ökologischer Charakteristika sowie den Konzepten der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für die nächsten Jahrzehnte ein nachhaltiges und beispielgebendes System zur Sicherung einer modernen Wasserhygiene in NRW zu implementieren.



9.5 Die neuen Konzepte zur mikrobiologischen Surveillance entsprechend den Vorgaben der Weltgesundheitsorganisation

Die WHO Guidelines for Drinking Water Quality beschreiben die neuen Anforderungen an die hygienisch-mikrobiologische Trinkwasserüberwachung als sogenanntes Water safety-Plan Konzept.

Die neue Konzeption beruht auf dem

- Disability Adjusted Life Year (DALY) - Konzept
- Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA)
- Hazard Analysis Critical Control Point-Konzept (HACCP) sowie dem
- Multibarrieren-Konzept (siehe Glossar) .

Entsprechend dem DALY-Konzept wird als Referenzmaßstab des konsentierten zulässigen Infektionsrisikos in der WHO Guideline for drinking water quality 10^{-6} krankheitsadjustierte Lebensjahre pro Person und pro Jahr angenommen und hierfür unter Berücksichtigung der infektiologischen Charakteristika unterschiedlicher wasserassoziierter Krankheitserreger Kriterien für die hygienisch-mikrobiologische Qualitätsanforderung errechnet (siehe Tabelle 12).

Auf dieser Grundlage wird unter Bezug auf eine bekannte Rohwasserbelastung unter Berücksichtigung auch von Worst case Ereignissen (Starkregen, Überschwemmung, Trockenperioden) die erforderliche Reduktion der festgestellten maximalen mikrobiellen Belastung durch Aufbereitung des Rohwassers quantitativ angegeben als Log-Reduktion errechnet.

Es zeigt sich dabei, dass entsprechend den WHO Angaben rechnerisch zur Sicherung einer hygienisch einwandfreien Trinkwasserqualität bezogen auf bestimmte bakterielle, virale und parasitäre Krankheitserreger Untersuchungsvolumina zwischen 1.600 Liter bei Cryptosporidien, 8.000 Liter bei Campylobacter und 32.000 Liter bei Rotaviren resultieren würden, die frei von den jeweiligen Krankheitserregern sein müssten (Tabelle 13).

Derart hohe Untersuchungsvolumina können weder mit vertretbarem Aufwand untersucht werden, noch existieren bislang, insbesondere zur Untersuchung von Viren, Untersuchungsverfahren für derart hohe Wasservolumina.

Zudem hält die Weltgesundheitsorganisation es unter Berücksichtigung des heutigen epidemiologischen und infektiologischen Kenntnisstandes nicht mehr für vertretbar, sich wie bisher ausschließlich auf eine Endproduktkontrolle des aufbereiteten Trinkwassers zu konzentrieren.

Die WHO hält es vielmehr für notwendig, die bisherige Strategie durch eine Vorverlagerung der Überwachung auf das Rohwasser und das Einzugsgebiet zu ändern.

Aus diesem Grunde basiert das WHO-Konzept auf der Untersuchung des Rohwassers auf relevante Indexpathogene wie *Campylobacter*, *Cryptosporidien* bzw. *Giardien* und Indikatorviren. Die Berechnung des erforderlichen Aufbereitungserfordernisses nach Ermittlung der Rohwasserqualität werden angegeben in Log-Stufen, um das Ziel des entsprechenden Referenzlevels von 10^{-6} krankheitsadjustierten Lebensjahren pro Person und pro Jahr zu erreichen.

Je nach Ausgangskonzentration sind hierzu Reduktionserfordernisse von 4,2 – 5,9 Log-Stufen erforderlich (siehe Tabelle 13).

Eine einstufige Flockungsfiltration erreicht lediglich ohne zusätzliche Maßnahmen zur Aufbereitung eine Reduktion von 2,5 – 3 Log-Stufen Reduktionsleistung für Bakterien.

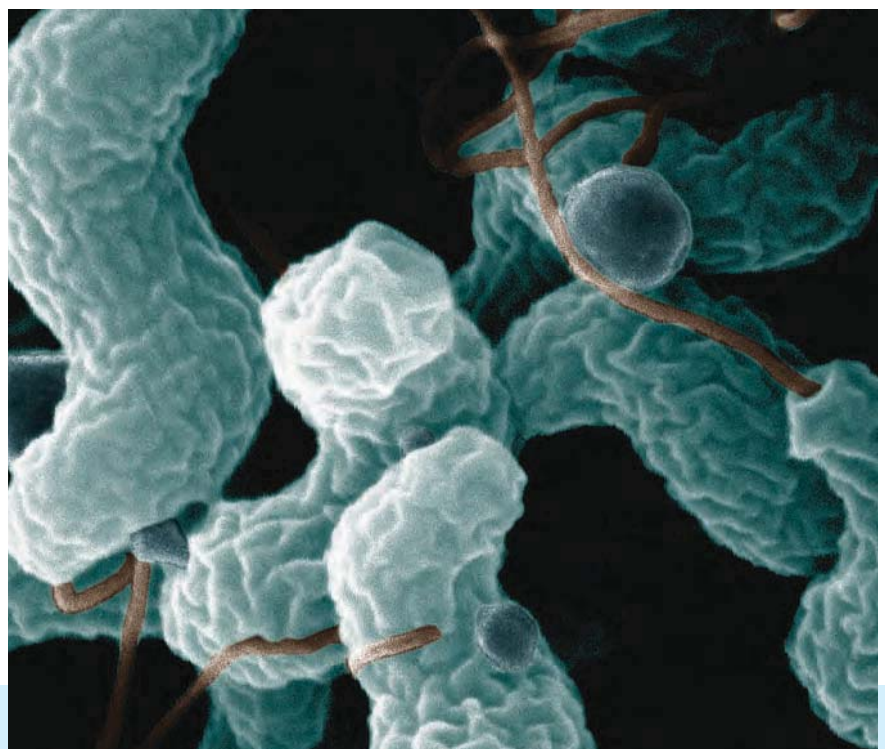
Es ergibt sich daher die Notwendigkeit, die Aufbereitungsleistung in Abhängigkeit von der Rohwasserqualität durch effizientere einzelne Aufbereitungsstufen (z. B. Ultrafiltration) oder durch mehrere, sich gegenseitig ergänzende iterative Aufbereitungsprozesse anzupassen (Flockungsfiltration + UV-Desinfektion oder Ozonierung).

Da das Risiko wasserbedingter Ausbrüche und sporadischer Infektion bei wasserassoziierten Infektionserregern bereits bei einmaligem Erreichen einer spezifischen Konzentration im Trinkwasser gegeben ist, müssen Variationen der Ausgangsbelastung im Rohwasser, wie sie z. B. bei Starkregenfällen oder Überschwemmungen bei Hochwässern auftreten können, bei der Erstellung einer Gefährdungsanalyse berücksichtigt werden.

Kernelement der neuen Strategie entsprechend WHO Guidelines for Drinking Water Quality ist die sich über einen repräsentativen Zeitraum erstreckende Analyse der Rohwasserbelastung an der Entnahmestelle für die Wasseraufbereitung von Oberflächenwasser (Flusswasser, Talsperrenwasser) oder oberflächenbeeinflusstem Grundwasser

- der klassischen bakteriologischen Indikatoren (*E. coli*, Coliforme, Enterokokken, *Clostridium perfringens*, Koloniezahl) ergänzt durch Indexpathogene
- bei Bakterien (*Campylobacter*, Legionellen, *P.aeruginosa*)
- bei Parasiten (*Cryptosporidien*/*Giardia*)
- bei Viren (Coliphagen, Adenoviren, ggf. Enteroviren oder zukünftig Noroviren).

Die Parameter, die in Abhängigkeit vom Ort innerhalb der Wasserkette zukünftig Berücksichtigung finden, sind in Tabelle 14 aufgeführt.



Campylobacter jejuni

Die Daten werden genutzt, um

- im Einzugsgebiet nicht diffuse bzw. diffuse Eintragsquellen unter Nutzung geo- hydrologischer und geo-medizinischer Expertise zu ermitteln und ggf. so zu kontrollieren, dass eine nachhaltige Rohwasserentlastung resultiert
- Anforderungen an die Aufbereitung in Abhängigkeit von der Ausgangsbelastung auch unter Berücksichtigung von Worst Case-Situationen wie Starkregenereignisse oder Hochwässer bei Flüssen festzulegen.
- Bei Nichtkonformität bzw. Nichterfüllung der Anforderung zusätzlich zur Abklärung der Ursachen verwendet zu werden.
- In Ausbruchssituationen zur Ursachenabklärung und nach Sanierung zur Validierung und Verifizierung der hygienischen Unbedenklichkeit genutzt zu werden.

Die Daten können als Grundlage für administrative Entscheidungen für Maßnahmen im Einzugsgebiet (Schutzzonenausweisung, Anforderungen an Kläranlagen etc.) oder im Hinblick auf die Ertüchtigung der Aufbereitung genutzt werden.

Voraussetzung für die entsprechende Gefährdungsanalyse und Charakterisierung der trinkwasserhygienischen Situation ist eine

- hygienisch-medizinische bzw. mikrobiologische Begutachtung
- eine hydrogeologische und geographische Begutachtung des Einzugsgebietes
- die aufbereitungstechnische Analyse der Leistungsfähigkeit der Aufbereitung.

Auf der Grundlage dieser Gefährdungsanalyse können Vorgaben für

- das Trinkwassereinzugsgebiet
- den Schutz des Rohwassers
- die Entnahmemodalitäten für das Rohwasser bei Oberflächenwässern (z. B. trübungsabhängige Steuerung der jeweils am geringsten belasteten Entnahmetiefe)

- die Anforderungen an die Aufbereitung
- die Frequenz der spezifischen Überwachung durch Indexpathogene
- die Kriterien für die Überwachung der Wasserqualität des aufbereiteten Trinkwassers

gegeben werden.

Die Überwachung des aufbereiteten Trinkwassers kann unter diesen Voraussetzungen weiterhin durch die bisherigen hygienisch-bakteriologischen Überwachungsparameter durchgeführt werden, da hinsichtlich der Kontrolle viraler und parasitärer Krankheitserreger sich die Überwachung auf die Rohwasserüberwachung fokussiert.

Im Wasserverteilungsnetz muss jedoch in Abhängigkeit vom Versorgungsgebiet und Risikoeinrichtungen wie Krankenhäuser, Dialysezentren, Pflegeheime ggfls. eine Ergänzung des Parameterspektrums z. B. durch *Pseudomonas aeruginosa* nach hygienisch-medizinischer Gefährdungsbeurteilung vorgenommen werden.

Dieses neue Konzept der präventiven Überwachung muss ergänzt werden durch ein Konzept zum Störfall- und Ausbruchmanagement und den hierzu erforderlichen Strukturen.

Die EU hat die Meldekriterien für Abweichungen von den Anforderungen der Trinkwasser-Verordnung deutlich erweitert. Diese Meldekriterien der EU erfassen alle relevanten Kriterien, die im Rahmen des vorgeschlagenen Konzeptes der Kommission Reine Ruhr einbezogen werden. Sie zeigen weiterhin, dass die EU bereits jetzt die Einhaltung der Grundprinzipien des Water Safety Plan Konzeptes voraussetzt.

Die strukturellen Voraussetzungen müssen dahingehend ergänzt werden, dass neben dem System der routinemäßigen Überwachung der Trinkwasserqualität nach Aufbereitung zur Unterstützung von Gesundheitsämtern und Wasserversorgungsunternehmen hygienisch-medizinische Referenzinstitute regional ausgewiesen werden, die besondere Kompetenzen auf dem Gebiet der Trinkwasseranalytik, der Abklärung von Störfällen und der Abklärung von wasserbedingten Ausbrüchen haben.



Bei entsprechenden Störfällen und wasserbedingten Ausbrüchen wird den Gesundheitsämtern und Wasserversorgungsunternehmen eine adäquate und den Ansprüchen der EU erfüllende Abklärung ermöglicht.

Dieses Konzept ist dynamisch, ermöglicht die Erweiterung auch des Spektrums an relevanten zu überwachenden Krankheitserregern oder abzuklärenden Krankheitserregern an den jeweiligen wissenschaftlichen Kenntnisstand und gewährleistet eine nachhaltige flexible unabhängige Sicherstellung der Überwachung der Wasserversorgung.

In Anlage 2 sind die strukturellen Voraussetzungen und Inhalte für die Etablierung und Implementierung eines Wassersicherungsplanes Wasserversorgung aufgeführt.

In Tabelle 11 sind die wichtigsten wasserbedingten Krankheitserreger hinsichtlich ihrer epidemiologischen, infektiologischen, wasserspezifischen und risikoregulatorischen Aspekte beschrieben.

Die Anforderungen an die Überwachung der Hausinstallation sind nicht Gegenstand des hiesigen Konzeptes und werden in eigenem Konzept behandelt.

9.6 Vorschlag für die Umsetzung des Water Safety Konzeptes und Reine Ruhr Programmes zur Kontrolle mikrobiologischer Risiken in NRW in Roh- und Trinkwasser

Die Umsetzung des Water Safety-Plan Konzeptes der Weltgesundheitsorganisation und des Strategieprogrammes Reine Ruhr bedeutet eine Abkehr des bisherigen Systems der Endproduktkontrolle Trinkwasser und ist nach Aussage der Weltgesundheitsorganisation revolutionär und evolutionär. Die Umsetzung verlangt eine intensive Schulung und Kommunikation der Grundprinzipien des Water safety-Konzeptes und der Strategie Reine Ruhr für alle beteiligten Akteure und Institutionen, insbesondere von Mitarbeitern von Gesundheitsämtern, Umweltämtern, Wasserversorgern sowie auch Vertretern der Öffentlichkeit. Die Umsetzung verlangt weiterhin die legislative Festlegung von Indexpathogenen in Rohwasser und deren Reduktion durch Aufbereitung, Kriterien für die Untersuchung und Untersuchungshäufigkeit. Zur Strukturierung der Implementierung müssen klare Strukturen und Verantwortlichkeiten sowie institutionelle Voraussetzungen festgelegt werden.

Nicht zuletzt müssen strukturelle Voraussetzungen festgelegt werden, die bei Überschreitung von Anforderungen und wasserbedingten Ausbrüchen an Kapazitäten vorhanden sein sollten.

Im Folgenden werden die entsprechenden Aspekte und Anforderungen konzipiert behandelt.

9.6.1

Schulung von Mitarbeitern von Gesundheitsämtern, Umweltämtern, Wasserversorgern sowie Vertretern der Verbraucher

Wegen der vollkommen neuen Struktur und den neuen Anforderungen bedarf es einer intensiven Schulung von Gesundheitsämtern, Umweltämtern und Wasserversorgern sowie Vertretern der Verbraucher.

Aus diesem Grunde soll ein Schulungsprogramm vorgesehen werden, in welchem die neuen Aspekte des Water Safety-Plan Konzeptes und der Strategie Reine Ruhr Gesundheitsämtern, Umweltämtern und Wasserversorgern sowie auch Vertretern der Verbraucher erläutert werden.

Es wird vorgeschlagen, dass ein entsprechendes Schulungsprogramm gemeinsam mit Vertretern des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Referenzinstituten für Wasserhygiene, z. B. in der Akademie für öffentliches Gesundheitswesen in Düsseldorf durchgeführt werden.

Ziel der Schulungsprogramme ist es, eine Einführung in das Water safety-Programm der Weltgesundheitsorganisation zu geben und den zukünftigen Anforderungen bei der Umsetzung der entsprechenden Programme in NRW.

Wegen der grundsätzlichen Bedeutung der neuen Strategien müssen verbindlich Vertreter der Gesundheitsämter, der Umweltämter sowie der Wasserversorger an diesem Schulungsprogramm teilnehmen.

Es wird für sinnvoll erachtet, eine gemeinsame Schulung der entsprechenden Vertreter durchzuführen, um hiermit deutlich zu machen, dass es sich um eine gemeinsame Aufgabe im Interesse der Sicherstellung eines gesicherten Trinkwassers in NRW handelt. Darüber hinaus können bei einer gemeinsamen Schulung auch die unterschiedlichen Sichtweisen und Aufgabengebiete kommuniziert werden. Die Einbeziehung des WHO-Kollaborationszentrums Health Promoting Water Management and Risk Communication am Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn wird nachdrücklich empfohlen, um die Kontakte zur Weltgesundheitsorganisation hierüber zu bahnen.

Es wird empfohlen, ein Schulungsprogramm unter Berücksichtigung moderner didaktischer Aspekte vorzubereiten.

9.6.2

Festlegung für Indexpathogene in Rohwasser und deren Reduktion durch Aufbereitung sowie deren Erfassung bzw. deren Untersuchung

Kernelement des Water safety-Plan Konzeptes zur Kontrolle mikrobieller Risiken im Trinkwasser ist die Erfassung des mikrobiologischen Status des zur Trinkwasseraufbereitung verwendeten Rohwassers.

Die Kenntnis der Rohwasserbelastung mit sogenannten Indexpathogenen, deren Kontrolle auch für alle anderen trinkwasserbedingten Krankheitserreger beispielhaft ist, ist Voraussetzung für die Festlegung der Kriterien für die Aufbereitung.

Als Indexpathogene für Risiken aus dem Rohwasser werden

- für Bakterien *E. coli* und Coliforme sowie *Campylobacter* spp.
- für Viren Coliphagen und ggf. Adenoviren
- für Parasiten Cryptosporidien und *Giardia*

empfohlen.

Alle Wasserversorger, die

- Flusswasser
- Talsperrenwasser
- Oberflächenbeeinflusstes Grundwasser

zur Trinkwasseraufbereitung verwenden, müssen die Konzentration der genannten Indexpathogene in ihrem Rohwasser über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr monatlich unter Einbeziehung von zwei Untersuchungen des Rohwassers bei Starkregenereignissen, die zusätzlich zu erfassen sind, durchführen.

Die quantitative Belastung mit diesen Indexpathogenen des Rohwassers ist Grundlage für die Gefährdungsbeurteilung, die Charakterisierung des Einzugsgebietes und die Bemessung für die Anforderungen bei der Aufbereitung.

Es wird empfohlen, dieses Untersuchungsprogramm für alle Wasserversorger, die Flusswasser und Talsperrenwasser verwenden, nach Einführung des Schulungsprogrammes zu etablieren.

Für alle anderen Wasserversorger, die oberflächenbeeinflusstes Grundwasser verwenden, gilt diese Untersuchung bei Erteilung von neuen Wasserrechtsverfahren bzw. Hinweisen für besondere Belastungen, die sich aus der Kenntnis von Belastungen mit den bisherigen bakteriellen

Indikatoren wie E. coli, Coliforme ergeben und kann je nach Einschätzung des Gesundheitsamtes in Abstimmung mit dem Wasserversorger jederzeit veranlasst werden.

Es wird empfohlen, die Untersuchungen auf Indexpathogene primär durch Referenzinstitute für Wasserhygiene durchführen zu lassen, da hierdurch einerseits Kenntnisse und Erfahrungen gesammelt werden können und andererseits die entsprechenden Kapazitäten sinnvoll ausgelastet werden.

Zudem kann hierdurch gewährleistet werden, dass auch bei zukünftigen wasserbedingten Ausbrüchen die notwendigen personellen und apparativen Kapazitäten mit entsprechender Expertise im Lande NRW vorhanden sind.

9.6.3 Implementierung des Water safety-Konzeptes und Reine Ruhr-Programm

Nach Durchführung des Schulungsprogramms und der Festlegung der Indexpathogene wird die Implementierung des Wassersicherungsplanes durchgeführt.

Für die o. g. Wasserversorgungen wird jeweils ein Koordinationsgremium gebildet. Der Vorsitz obliegt dem zuständigen Amtsarzt. Zu dem Koordinationsgremium zählen Vertreter des Wasserversorgers, ein Hygieniker eines Referenzinstitutes für Wasserhygiene, ein Geohydrologe, das jeweilige Labor für Wasseruntersuchungen im Auftrag des Wasserversorgers, ein Vertreter des Umweltamtes bzw. der Bezirksregierung sowie ein benannter Vertreter der Verbraucher und ggf. ein Vertreter des LANUV in NRW.

Das Koordinationsgremium legt den Umfang der notwendigen Expertise und die Kriterien für die Beauftragung zur Erstellung einer Expertise zur Charakterisierung von Rohwasser, Einzugsgebiet und Aufbereitungserfordernis fest.

Die zu beauftragenden Experten sollen Hygieniker, Geohydrologen bzw. Ingenieure für Aufbereitung und Versorgungsnetz umfassen.

Zu den zu berücksichtigenden Inhalten zählen die Charakterisierung

- des Gebietes der Wassergewinnung sowie
- der Art der Wasseraufbereitung einschließlich
- der Wasserversorgungsstruktur und
- der versorgten Bevölkerung

mit Ortsbegehung, Sichtung historischer Daten etc.

Dabei werden die Details der mikrobiologischen Charakterisierung, aber auch der Charakterisierung des Wasser-

versorgungsnetzes unter Berücksichtigung von E. coli, Coliformen, ggf. Pseudomonas aeruginosa mit Berücksichtigung klimatischer und jahreszeitlicher Einflüsse begutachtet.

Nach Durchführung der entsprechenden Expertise wird das Gutachten dem Koordinationsgremium vorgelegt, welches auf der Grundlage des Gutachtens Empfehlungen für Maßnahmen im Einzugsgebiet, für die Aufbereitung, für die zukünftige mikrobiologische Verifizierung und Validierung sowie für das Störfall- und Ausbruchsmanagement festlegt.

Ein entsprechender Ablaufplan ist in der Anlage aufgeführt.

9.6.4 Definition der strukturellen Voraussetzungen bei Überschreitung von Anforderungen bei wasserbedingten Ausbrüchen

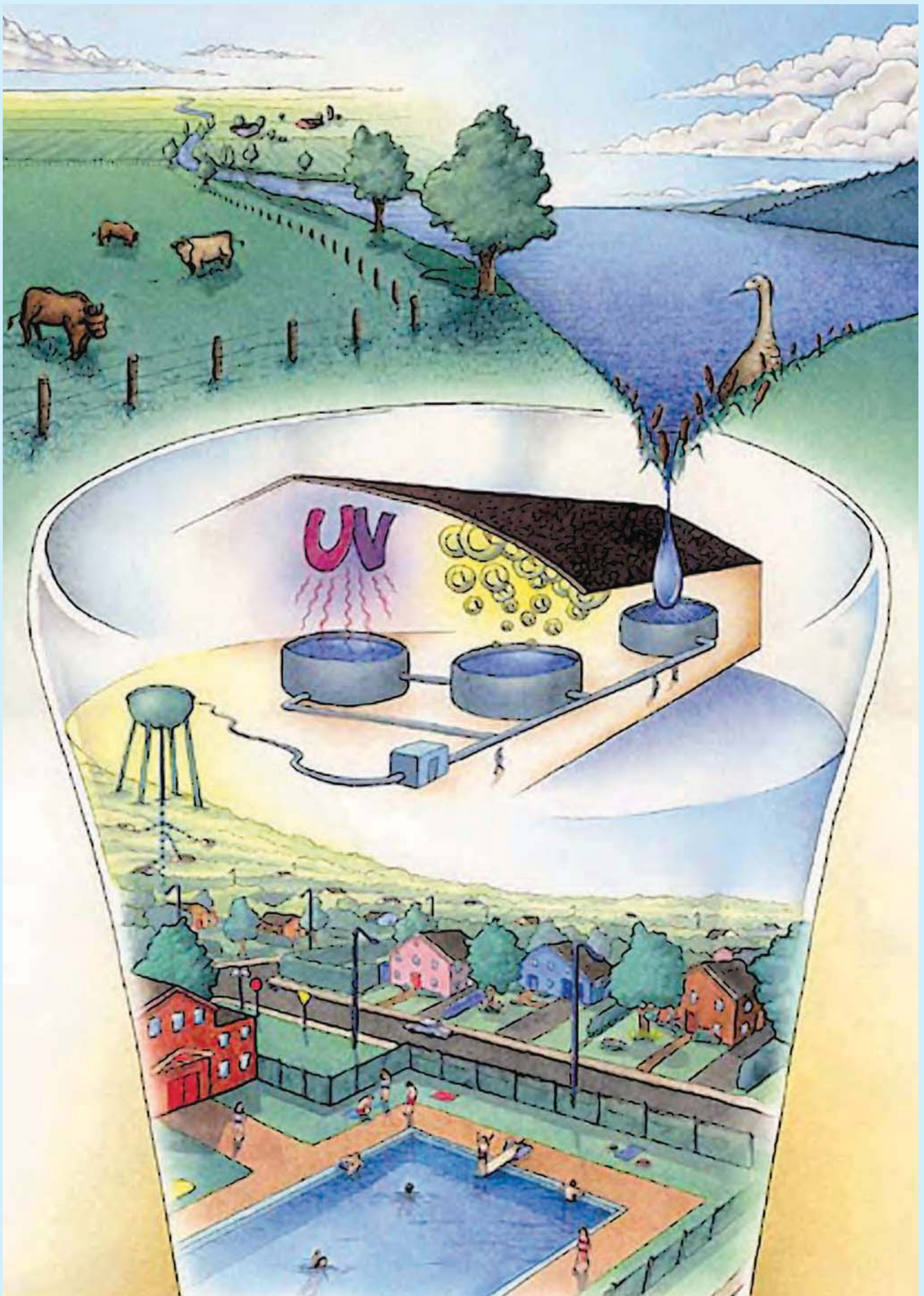
Das zukünftige Water safety-Plan Konzept setzt erhebliche Kompetenzen und Kapazitäten bei den Gesundheitsämtern und Umweltämtern voraus, um die Verantwortung entsprechend Infektionsschutzgesetz und Trinkwasser-Verordnung tragen zu können. Insbesondere das effiziente Management bei Überschreitung von Anforderungen und wasserbedingten Ausbrüchen ist mit den bisherigen Strukturen einer primär beim Wasserversorger vorhandenen Analytik nicht mehr zu gewährleisten.

Aus diesem Grunde wird empfohlen, Referenzinstitute für Wasserhygiene regional verteilt (ca. vier Wasserreferenzinstitute) für NRW zu benennen, die die Aufgabe haben, mit ihrer Expertise sowohl Gesundheitsämtern, Umweltämtern, aber auch Wasserversorgern zur Verfügung zu stehen. In diesen Referenzinstituten müssen die Kapazitäten für eine moderne mikrobiologische Diagnostik und Ausbruchsabklärung vorhanden sein.

Aus diesem Grunde empfiehlt die Kommission, den entsprechenden bestellten Referenzinstituten durch Abschluss von Verträgen Aufgaben zuzuweisen auf dem Gebiet der Sicherstellung des Water safety-Konzeptes und der Unterstützung von Gesundheitsämtern, Umweltämtern und Wasserversorgern, um eine moderne, auf dem neuesten Kenntnisstand sich befindliche Überwachung gewährleisten zu können.

Zudem soll hierdurch gewährleistet werden, dass auch im Falle von Überschreitungen von Anforderungen oder wasserbedingten Ausbrüchen eine kompetente zeitnahe Abklärung erfolgt und die jeweiligen Koordinationsgremien mit den erforderlichen wissenschaftlichen Informationen versorgt werden können. Insbesondere müssen die jeweiligen Amtsärzte hierdurch in die Lage versetzt werden, die notwendigen Grundlagen für ihre Entscheidungen entsprechend § 9 der Trinkwasser-Verordnung treffen zu können.

Abbildung 18
Schematische Darstellung des Wasserweges



Quelle: Canadian Council of Ministers of the Environment

Illustration is by Marc Bélanger

Die Erfahrung zeigt darüber hinaus, dass mit einer derartigen Struktur auch ein hohes Maß an Vertrauen bei der Kommunikation mit den Verbrauchern gewährleistet werden kann.

In NRW wurden seitens der Wasserversorgung für den Kreis Aachen ab dem Jahr 1993 ein modernes System zur hygienisch- mikrobiologischen Charakterisierung des Einzugsgebietes, Rohwasser und der Trinkwasserüberwachung auf der Grundlage moderner Erkenntnisse u.a. des HACCP Konzeptes gemeinsam mit den holländischen Gesundheitsbehörden (maßgeblich beteiligt war Prof. Dr. Arie Havelaar, Head of the Laboratory for Zoonoses and Environmental Microbiology at the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) in Bilthoven and director of the WHO Collaborating Centre for Risk Assessment of Pathogens in Food and Water at RIVM) und dem Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn (WHO CC for Health promoting water management and risk communication) etabliert, das bereits alle Elemente des Water Safety Programmes der WHO beinhaltet. Die hierbei gewonnene Erfahrungen gingen in die Konzeption des water safety Konzeptes der WHO ein. Das WSP Konzept der WHO wurde erstmalig 2004 veröffentlicht.

In Aachen konnte in den Folgejahren das modernste Systemüberwachungs- und Managementsystem sowie Aufbereitungssystem mit der größten Ultrafiltrationsanlage für Trinkwasser in Deutschland implementiert werden, was bis heute beispielhaft in NRW und Deutschland geblieben ist.

Insgesamt kann mit dem beschriebenen System gewährleistet werden, dass die Inhalte des von der WHO formulierten Water safety-Programms umgesetzt werden und hierdurch eine moderne Wasserhygiene in NRW gewährleistet wird, die die neuen Aspekte berücksichtigt und die sicherstellt, dass für die nächsten 50 Jahre ein nachhaltiges System der Wassersicherung etabliert wird.



Tabelle 11

Wasserbedingte Krankheitserreger und deren Bedeutung für die Wasserversorgung

Pathogen	Health significance ^b	Persistence in water supplies ^c	Resistance to chlorine ^d	Relative infectivity ^a	Important animal source
Bacteria					
Burkholderia pseudomallei	High	May multiply	Low	Low	No
Campylobacter jejuni, C. coli	High	Moderate	Low	Moderate	Yes
Eschericia coli – Pathogenic	High	Moderate	Low	Low	Yes
E. coli – Enterohaemorrhagic	High	Moderate	Low	High	Yes
Legionella spp.	High	May multiply	Low	Moderate	No
Non-tuberculous mycobacteria	Low	May multiply	High	Low	No
Pseudomonas aeruginosa ^g	Moderate	May multiply	Moderate	Low	No
Salmonella typhi	High	Moderate	Low	Low	No
Other salmonellae	High	May multiply	Low	Low	Yes
Shigella spp.	High	Short	Low	High	No
Vibrio cholerae	High	Short to long ^x	Low	Low	No
Yersinia enterocolitica	Moderate	Long	Low	Low	Yes
Viruses					
Adenoviruses	Moderate	Long	Moderate	High	No
Enteroviruses	High	Long	Moderate	High	No
Astroviruses	Moderate	Long	Moderate	High	No
Hepatitis A virus	High	Long	Moderate	High	No
Hepatitis B virus	High	Long	Moderate	High	Potentially
Noroviruses	High	Long	Moderate	High	Potentially
Sapoviruses	High	Long	Moderate	High	Potentially
Rotavirus	High	Long	Moderate	High	No
Protozoa					
Acanthamoeba spp.	High	May multiply	Low	High	No
Cryptosporidium parvum	High	Long	High	High	Yes
Cyclospora cayetanensis	High	Long	High	High	No
Entamoeba histolytica	High	Moderate	High	High	No
Giardia intestinalis	High	Moderate	High	High	Yes
Naegleria fowleri	High	May multiply	Low	Moderate	No
Toxoplasma gondil	High	Long	High	High	Yes
Helminths					
Dracunculus medinensis	High	Moderate	Moderate	High	No
Schistosoma spp.	High	Short	Moderate	High	Yes

Note: Waterborne transmission of the pathogens listed has been confirmed by epidemiological studies and case histories. Part of the demonstration of pathogenicity involves reproducing the disease in suitable hosts. Experimental studies in which volunteers are exposed to known numbers of pathogens provide relative information. As most studies are done with healthy adult volunteers, such data are applicable to only a part of the exposed population, and extrapolation to more sensitive groups is an issue that remains to be studied in more detail.

- a This table contains pathogens for which there is some evidence of health significance related to their occurrence in drinking-water supplies. More information on these and other pathogens is presented in chapter 11.
- b Health significance relates to severity of impact, including association with outbreaks.
- c Detection period for infective stage in water at 20 °C-short, up to 1 week; moderate, 1 week to 1 month; long, over 1 month.
- d When the infective stage is freely suspended in water treated at conventional doses and contact times and pH between 7 and 8. Low means 9996 inactivation at 20 °C generally in < 1 min, moderate 1-30 min and high > 30 min. It should be noted that organisms that survive and grow in biofilms, such as legionella and mycobacteria, will be protected from chlorination.
- e From experiments with human volunteers, from epidemiological evidence and from animal studies. High means infective doses can be $1 \cdot 10^2$ organisms or particles, moderate $10^2 \cdot 10^4$ and low $> 10^4$.
- f Includes enteropathogenic, enterotoxigenic and enteroinvasive.
- g Main route of infection is by skin contact, but can infect immunosuppressed or cancer patients orally.
- h Vibrio cholerae may persist for long periods in association with copepods and other aquatic organisms.
- i In warm water.

Tabelle 12

**Tolerierbare Krankheitslast und Rohwasser Qualität für wasserübertragene Referenz-Krankheitserreger:
Beispielhafte Berechnung**

River water (human and animal pollution)		Cryptosporidium	Campylobacter	Rotavirus *
Raw water quality (C_R)	Organisms per litre	10	10	10
Treatment effect needed to reach tolerable risk (PT)	Percent reduction	99.994 %	99.99987 %	99.99968 %
Drinking-water quality (C_D)	Organisms per litre	6.3×10^{-4}	1.3×10^{-4}	3.2×10^{-5}
Consumption of unheated drinking-water (V)	Litres per day	1	1	1
Exposure by drinking-water (E)	Organisms per day	6.3×10^{-4}	1.3×10^{-4}	3.2×10^{-5}
Dose-response (r)	Probability of infection per organism	4.0×10^{-3}	1.8×10^{-2}	2.7×10^{-1}
Risk of infection ($P_{inf,d}$)	Per day	2.5×10^{-6}	2.3×10^{-6}	8.5×10^{-6}
Risk of infection ($P_{inf,y}$)	Per year	9.2×10^{-4}	8.3×10^{-4}	3.1×10^{-3}
Risk of (diarrhoeal) illness given infection ($P_{ill,inf}$)		0.7	0.3	0.5
Risk of (diarrhoeal) illness (P_{ill})	Per year	6.4×10^{-4}	2.5×10^{-4}	1.6×10^{-3}
Disease burden (db)	DALYs per case	1.5×10^{-3}	4.6×10^{-3}	1.4×10^{-2}
Susceptible fraction (f_s)	Percentage of population	100 %	100 %	6 %
Disease burden (DB)	DALYs per year	1×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-6}
Formulas:	$C_D = C_R \times (1 - PT)$ $E = C_D \times V$ $P_{inf,d} = E \times r$			

* Data from high-income regions. In low-income regions, severity is typically higher, but drinking-water transmission is unlikely to dominate.

Tabelle 13

Gesundheitsbasierte Zielwerte für durch Trinkwasser übertragene Erreger Cryptosporidium, Campylobacter und Rotaviren nach WHO unter Berücksichtigung der Rohwasserkonzentration

River water (human and animal pollution)		Cryptosporidium	Campylobacter	Rotavirus *
Organisms in source water	Per litre	10	100	10
Health outcome target	DALYs per pers. per year	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}
Risk of (diarrhoeal) illness (P_{ill}) **	Per year	1 per 1,600	1 per 4,000	1 per 11,000
Drinking-water quality (C_D)	Litres	1 per 1,600	1 per 8,000	1 per 32,000
Performance target ***	Units	$4.2 \log_{10}$	$5.9 \log_{10}$	$5.5 \log_{10}$

* Data from high-income regions. In low-income regions, severity is typically higher, but drinking-water transmission is unlikely to dominate.

** For the susceptible population.

*** Performance target is a measure of log reduction of pathogens based on source water quality.

Tabelle 14 a**Parameter, die für die Evaluierung der entsprechend dem Water Safety Konzept Berücksichtigung finden**

Parameter/ Volumen	Einzugsgebiet ***	Rohwasser- charakterisierung	Grundwasser- charakterisierung	Eliminierungs- leistung	Desinfektions- kapazität
Coliforme 100 ml	+	+	+	+	+
E. coli 100 ml	+	+	+	+	+
Enterokokken 100 ml	g. E.	+			
Koloniezahl [ml]		KBE 20 °C		+	+
Clostridium Perfringens (als Indikator für Parasiten) 100 ml	g. E.	+	g. E.		
Campylobakter 1 l		+	g. E.	g. E. 0/1 l	
Coliphagen 1 l	+	+	+		g. E. 0/1 l
Adenoviren		(+) ****			
P. aeruginosa 100 ml					
Legionellen					
Enteroviren 1 l	(+) ****	(+) ****	(+) ****		
Rotaviren					
Noroviren					
Cryptosporidien 100-1.000 l	+	+	+		
Giardia 100-1.000 l	+	+	+		
Andere Erreger					

+ empfohlen im Rahmen der Gefährdungsanalyse nach WSP

(+) mit Einschränkung empfohlen, bedarf der hygienisch-medizinischen Indikation

g. E. geeignete Ergänzung zu anderen Parametern

* Hausinstallation in medizinischen Einrichtungen

** in Abhängigkeit von Art der Nichtkonformität potentiellen Erregern unter Einbeziehung molekularer Identifizierungs- und Typisierungsverfahren

*** Festlegung erfolgt in Abhängigkeit von Einzugsgebietscharakterisierung und der Rohwasserbelastung

**** in Abhängigkeit von Coliphagenbelastung

***** nach Festlegung aufgrund hygienisch- medizinischer Risikoabwägung

Tabelle 14 b**Parameter, die für die Evaluierung der entsprechend dem Water Safety Konzept Berücksichtigung finden**

Parameter/ Volumen	Qualität der gesamten Aufbereitung	Netz- einspeisung	Verteilungsnetz (Aufwuchs)	Haus- installation	Bei Nicht- konformität **	Ausbruchs- management **
Coliforme 100 ml	+ 0/100 ml	+ 0/100 ml	+	+	+	+
E. coli 100 ml	+ 0/100 ml	+ 0/100 ml	+	+	+	+
Enterokokken 100 ml	(+) 0/100 ml				+ (0/100 ml)	+
Koloniezahl [ml]		+ < 20/ml	+ 100/ml	+		+
Clostrid. Perfringens (als Indikator für Parasiten) 100 ml		g.E. 0/100 ml			+	+
Campylobakter 1 l	(+) 0/1 l					+
Coliphagen 1 l		(+) 0/1 l			+ *****	+
Adenoviren						+
P. aeruginosa 100 ml			(+) < 1/100 ml	+ *	+ *****	+
Legionellen				+ < 100/100 ml	+ *****	+
Enteroviren 1 l					+ *****	+
Rotaviren						+
Noroviren						+
Cryptosporidien 100-1.000 l	(0/100 l)				+ *****	+
Giardia 100-1.000 l	(0/100 l)				+ *****	+
Andere Erreger						+

+ empfohlen im Rahmen der Gefährdungsanalyse nach WSP

(+) mit Einschränkung empfohlen, bedarf der hygienisch-medizinischen Indikation

g. E. geeignete Ergänzung zu anderen Parametern

* Hausinstallation in medizinischen Einrichtungen

** in Abhängigkeit von Art der Nichtkonformität potentiellen Erregern unter Einbeziehung molekularer Identifizierungs- und Typisierungsverfahren

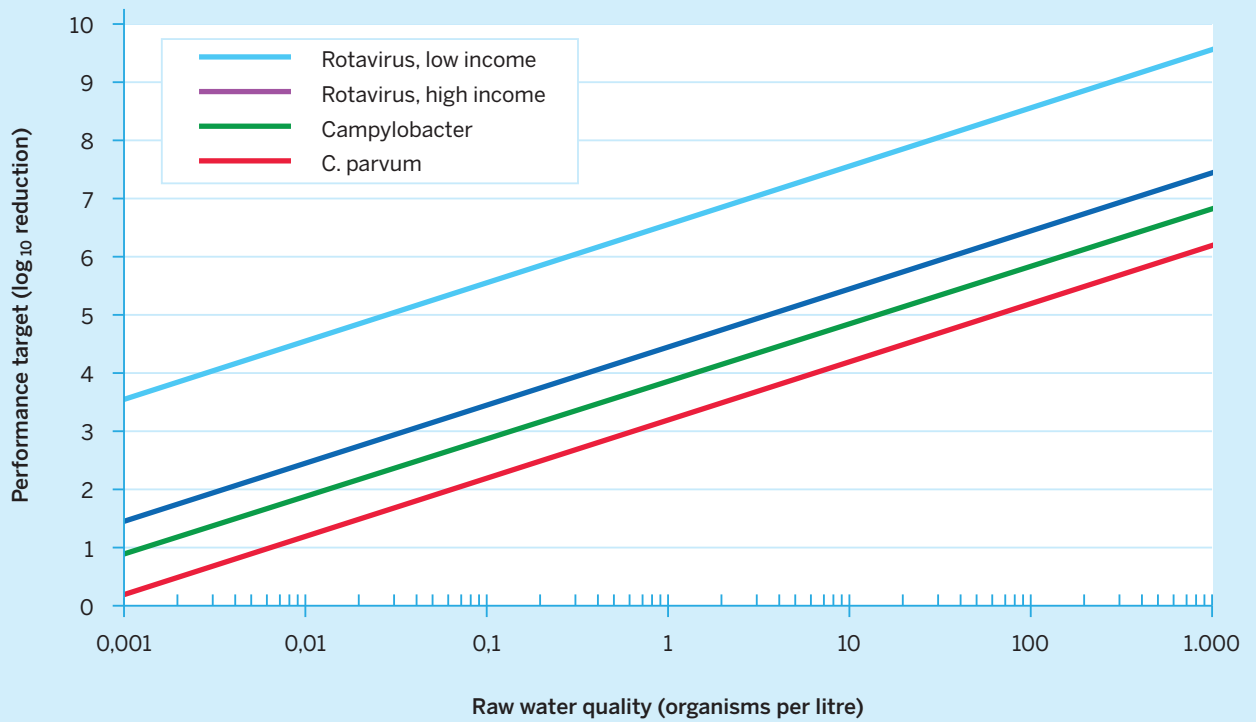
*** Festlegung erfolgt in Abhängigkeit von Einzugsgebietscharakterisierung und der Rohwasserbelastung

**** in Abhängigkeit von Coliphagenbelastung

***** nach Festlegung aufgrund hygienisch- medizinischer Risikoabwägung

Abbildung 19

Aufbereitungsziele für ausgewählte bakterielle, virale und parasitäre Krankheitserreger in Bezug auf die Rohwasserqualität zur Erreichung von 10^{-6} DALY's pro Person und Jahr



Annex A**Coding system for the causes of non-compliance**

Code	Description of cause
C for catchment related and due to:	
C 1	Documented, lasting pollution either industrial, communal or agricultural
C 2	Accidental pollution, spill
C 3	Natural (hydrogeological) effects
C 4	Malevolent action
C 5	Other
T for treatment related and due to:	
T 1	Persistent insufficiency of the treatment
T 2	Acute breakdown or failure
T 3	Inadequate chemical dosing
T 4	Disinfection by-products formation
T 5	Malevolent action
T 6	Human error
T 7	Other
P for public distribution network related and due to:	
P 1	Intrusions related to breaks and defects of the distribution system (including service reservoirs) caused by human, animal or plant access
P 2	Cross connection
P 3	Migration from construction materials
P 4	Biofilm presence
P 5	Malevolent action
P 6	Other
D for domestic distribution system related and due to:	
D 1	External contamination
D 2	Cross connection
D 3	Migration from construction materials
D 4	Biofilm production
D 5	Malevolent action
D 6	Other

More than one of the above codes may apply

Annex B**Coding system for remedial actions in case of non-compliance**

Code	Description of remedial action
C for catchment related	C 1 Action(s) to terminate or mitigate the cause
	C 2 Action(s) to replace source
T for treatment related	T 1 Establishing, upgrading or improving treatment
P for public distribution network related	P 1 Replacement, disconnection or repair of defective components
	P 2 Cleaning, scouring and/or disinfecting contaminated components
D for domestic distribution system	D 1 Replacement, disconnection or repair of defective components
	D 2 Cleaning, scouring and/or disinfecting contaminated components
S Security measures to prevent unauthorised access	S 1 Security measures to prevent unauthorised access
O Others	
E for Emergency actions for the consumers health and safety	E 1 Notification of and instructions to consumers (for example, prohibition of use, boil water order, temporary limitations on consumption)
	E 2 Provision of a temporary alternative drinking water supply (for example, bottled water, water in containers, tankers)

More than one of the above codes may apply

Annex C**Coding system for the timeframe of corrective actions**

Code	Timeframe
S	Short-term, i.e. not more than 30 days
M	Medium-term, i.e. more than 30 days but not more than a year
L	Long-term, i.e. more than a year

Ablaufplan für die Umsetzung des Water Safety Plan Konzeptes

Strukturelle Voraussetzung sowie Inhalt, Etablierung und Implementierung eines Wassersicherungs-Planes: Wasserversorgung

SCHRITT 1

Etablierung eines Koordinationsgremiums: Wassersicherungsplan

- ➔ Vorsitz: zuständiger Amtsarzt
- ➔ Mitglieder: Wasserversorger
- ➔ Hygieniker (Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin eines Referenzinstitutes für Wasserhygiene)
- ➔ Geo-Hydrologe
- ➔ Akkreditiertes Labor für Wasseruntersuchung im Auftrag des Wasserversorgers
- ➔ benannter Vertreter der Verbraucher
- ➔ Vertreter des Umweltamtes bzw. Bezirksregierung ggfls. Vertreter des LANUV in NRW

SCHRITT 2

Festlegung des Umfanges einer Expertise und Beauftragung zur Erstellung einer Expertise zur Charakterisierung von Rohwasser und Einzugsgebiet

Erstellt durch

- ➔ Hygieniker
- ➔ Geo-Hydrologe
- ➔ Ingenieur für Aufbereitung und Versorgungsnetz
- ➔ Inhalte: Wasserversorgungsstruktur und versorgte Bevölkerung sowie versorgte Risikoeinrichtungen (Krankenhäuser, Pflegeheime, Dialysezentren, Lebensmittelverarbeitende und pharmazeutische Betriebe)
- ➔ Ortsbegehung und Charakterisierung von Einzugsgebiet
- ➔ Wassergewinnung, Wasseraufbereitung, Wasserverteilungsnetz einschließlich Behälter und dessen Beschreibung und Charakterisierung durch Hygieniker und Aufbereitungsingenieur
- ➔ Sichtung historischer Daten (Laborbefunde, Störfälle, wasserbedingte Erkrankungen etc.)
- ➔ Festlegung der Untersuchungsparameter für mikrobiologischen und chemisch-physikalische Charakterisierung und Zeitreihen

SCHRITT 3

Vorstellung der Ergebnisse vor Koordinationsgremiums und Entscheidung über Umfang der weiteren Expertise

- ➔ Auftragserteilung für weitere Durchführung

SCHRITT 4

Durchführung der Laboruntersuchung von Rohwasser und Wasser im Einzugsgebiet zur Identifizierung von Emittenten für Wasserbelastung

- für mikrobiologische Rohwasser- Charakterisierung bei Oberflächenwässern bzw. Oberflächenwasser- beeinflussten Grundwässern: E. coli, Coliforme, Enterokokken, Campylobacter, Coliphagen, (Adenoviren), /Cryptosporidien, Giardia
- Für chemische-physikalische Rohwasser- Charakterisierung: Nitrat, Nitrit, Bor, Spurenstoffe etc., Trübung, Partikel, DOC
- Für Charakterisierung der Wasserversorgungsnetzes und Behälter: mikrobiologisch: E. coli Coliforme, ggfls. Pseudomonas aeruginosa
- Berücksichtigung klimatischer und jahreszeitlicher Einflüsse

SCHRITT 5

Erstellung einer hygienisch-medizinischen und hydro-geologischen Risikobeurteilung

mit Empfehlungen

- Maßnahmen im Einzugsgebiet
- Maßnahmen bei der Aufbereitung
- Konsequenzen für zukünftige Verifizierung und Validierung
- Störfall- und Ausbruchmanagement

SCHRITT 6

Vorstellung der Expertise vor Koordinationsgremium

- Diskussion über Inhalte, Ergebnisse und ggfls. Ergänzungsbedarf
- Beschluss zur Prüfung der Konsequenzen für Umsetzung der Empfehlungen im Einzugsgebiet, Wasseraufbereitung, Wasserversorgungsnetz
- Konsequenzen für administrative Maßnahmen und Auflagen
- Konsequenzen für zukünftige Validierung und Verifizierung und Ortsbegehung
- Konsequenzen Störfallmanagement und Ausbruchsmanagement

Glossar

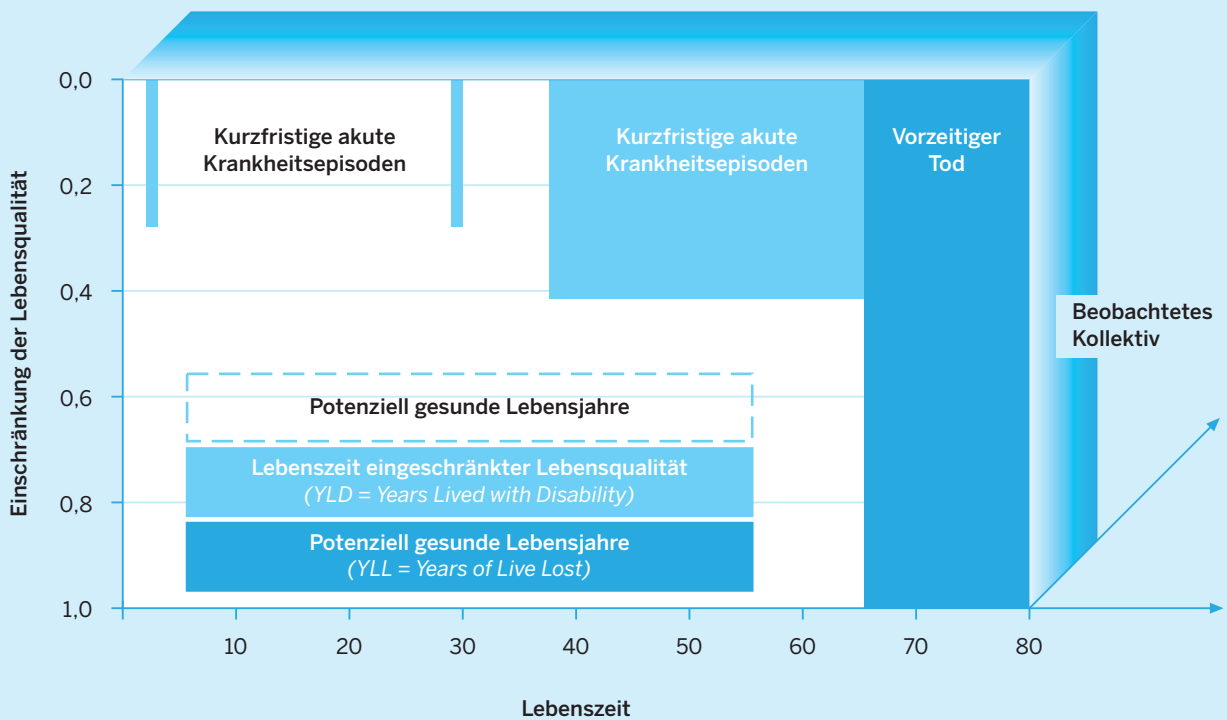
Die nachfolgenden Definition sind im wesentlichen dem WHO Health and Environmental Lexikon entnommen:

DALY¹⁴: Synonym Disability-adjusted-life-year – Krankheits- oder durch Beeinträchtigung-adjustiertes Lebensjahr

Das DALY-Konzept wurde erstmals 1993 im Weltentwicklungsbericht (World development report) von der Weltbank entwickelt. Mit diesem Konzept soll die Bedeutung verschiedener Krankheiten für die Gesellschaft gemessen werden. DALY setzt sich zusammen aus Years of life lost (durch vorzeitigen Tod verlorene Lebensjahre) und YLD (Years with disability) - mit Krankheit verbrachte Lebensjahre. Nach WHO-Definition ist ein allgemeiner Maßstab für den Gesundheitszustand einer Bevölkerung, wobei hierin sowohl der Anteil der Einschränkung durch Erkrankung als auch der Sterblichkeit für die Gesundheit einer Gesellschaft mit einbezogen werden.

Das DALY-Konzept beruht auf der Konvention, dass der beste Maßstab für die Auswirkungen chronischer Erkrankungen die Zeit darstellt sowohl als Zeitverlust aufgrund vorzeitigen Todes oder derzeit die mit der Einschränkung durch eine Erkrankung verbracht werden muss. Ein DALY entspricht einem Jahr des Verlustes an gesundem Leben. Die japanische Lebenserwartung wird als Standard für die Bemessung vorzeitigen Todes zugrunde gelegt, da die Japaner die längste Lebenserwartung nach WHO-Angabe haben. Als Beispiel führt die Weltgesundheitsorganisation eine Person in Südafrika an, die durch Erblindung gesundheitlich eingeschränkt ist und dann im Alter von 45 Jahren verstirbt. Diese Person hat sowohl eine Reihe von Jahren vollständiger Gesundheit als Folge der Erblindung verloren, aber ebenso 35 Lebensjahre im Vergleich zur durchschnittlichen Lebenserwartung von 80 Jahren in Japan.

Abbildung 20
Konzeptionelle Beschreibung des Summenmaßes DALY (verändert nach Havelaar und Melse, 2003)



Krankheitslast (burden of disease¹⁴)

Die Krankheitslast in einer Bevölkerung beschreibt die Kluft zwischen dem gegenwärtigen Gesundheitsstatus einer Gesellschaft und der idealen Situation, in welcher jeder Bürger ein hohes Alter, frei von Erkrankungen und Beeinträchtigungen, erleben kann. Verursacht wird die Kluft durch vorzeitigen Tod, Erkrankung und Einschränkung und bestimmten Risikofaktoren, die zur Erkrankung führen. Die Einheit, um die Krankheitslast zu charakterisieren, insbesondere in ökonomischer Hinsicht ist die Maßeinheit von DALY. DALY ist ein Summenmaß für die Gesundheit einer Bevölkerung und beinhaltet die Belastung durch Erkrankung, Einschränkung und vorzeitigen Tod innerhalb einer Bevölkerung.

Quantitative microbial risk assessment¹⁴ (QMRA)

(Deutsch: quantitative mikrobiologische Risikobeurteilung). Es handelt sich hierbei um eine Methode, um Risiken durch spezifische Gefährdungen aufgrund unterschiedlicher Expositionswege zu ermitteln. Die quantitative mikrobiologische Risikobeurteilung ist die Anwendung von Prinzipien der Risikobeurteilung hin zu der Abschätzung von Konsequenzen für die geplante oder aktuelle Exposition gegenüber unterschiedlichen Konzentrationen von Mikroorganismen.

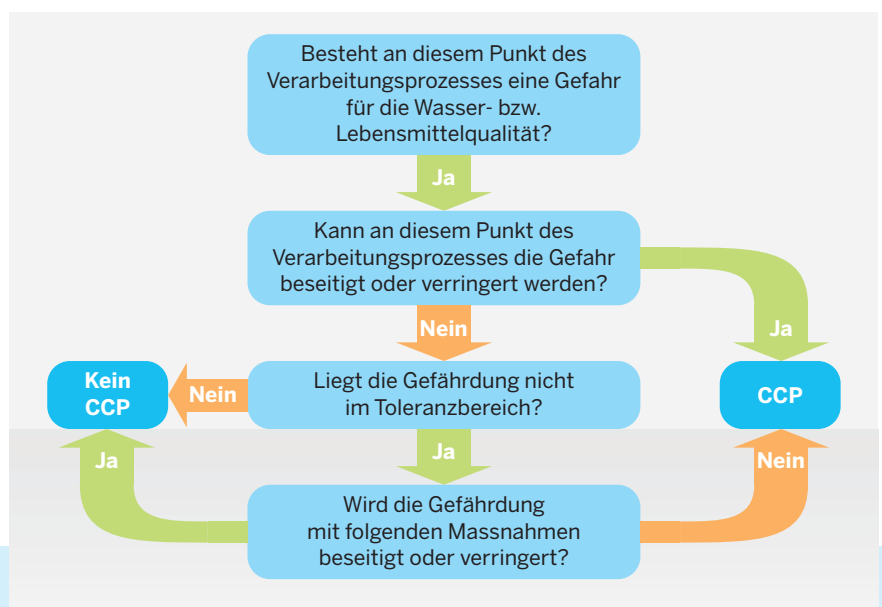
Das QMRA hat vier Komponenten: Identifizierung einer Gefährdung, Abschätzung der Exposition, Dosis-Effekt-Beziehung und Risikocharakterisierung.

Hazard analysis and critical control point¹⁴ (HACCP)

Es handelt sich hierbei um einen strukturierten, auf präventive Maßnahmen beruhenden Ansatz zum Erreichen von Produktsicherheit durch kontinuierliche Überwachung von kritischen Parametern während der Herstellung von Lebensmitteln oder Trinkwasser.

Nach dem HACCP-Konzept müssen folgende Grundsätze gewährleistet werden:

- Identifizierung von Risiken durch Gefahrenanalyse mit Festlegung gesundheitlicher Risiken, die im Verlauf der Belastung von Gewässern, Rohwasserbelastung, Aufbereitung und Wasserverteilung auftreten können
- Ermittlung der kritischen Kontrollpunkte durch eine Schwachstellenanalyse
- Festlegung von Kontrollkriterien und Grenz- bzw. Richtwerten bzw. technischen Maßnahme-Werten
- Schaffung eines Systems zur Überwachung der Kontrollkriterien (Monitoring)
- Festlegung von Korrekturmaßnahmen, die durchzuführen sind, wenn die Überwachung zeigt, dass die Kontrollkriterien nicht erfüllt sind
- Verifizierung des HACCP-Konzeptes, d.h. Prüfung, ob das System ordnungsgemäß funktioniert
- Einführung einer Dokumentation, die alle Vorgänge und Aufzeichnungen entsprechend der Grundsätze und deren Anwendung berücksichtigt.



HACCP-Entscheidungsbaum

Ein Water-safety-Plan kombiniert die Elemente der Herangehensweise nach dem HACCP-Konzept, des Qualitätsmanagements und dem Multibarrierenprinzip, um sicherzustellen, dass ein präventives Managementverfahren für die Trinkwasserversorgung entwickelt wird.

Das HACCP-Konzept fokussiert darauf, Risiken so nah wie möglich am Ort der Entstehung, deren Emission oder an deren Quellen unter Kontrolle zu bringen. Es wurde ursprünglich während der 60er Jahre im Rahmen des US-Raumfahrtprogrammes zum Schutz von Astronauten vor unsicheren Lebensmitteln und Getränken entwickelt. Ein effektives Qualitätssicherungssystem beinhaltet diese Prinzipien und ist 1993 durch die Food and agriculture organization der UN kodifiziert worden.

Übertragen auf die Wasserversorgung wird auch seitens der WHO die Anwendung des HACCP-Konzeptes in den Water-safety-plans der WHO als Beispiel genannt. Ein Water-safety-plan beinhalten die Systeme der Beschreibung des Wasserversorgungssystems vom Einzugsgebiet über die Aufbereitung, über die Verteilung des Wassers bis zur Entnahme am Zapfhahn.

Die Anwendung des HACCP-Konzeptes umfasst ein Bündel von Aufgaben, die Sachkenntnisse auf wasserhygienischem, wasserchemischen, toxikologischen und hygienisch-mikrobiologischem Gebiet sowie im Qualitätsmanagement, aber auch im Hinblick auf die infektiologischen Konsequenzen voraussetzen. In der Regel sind Wasserversorgungsbetriebe auf qualifizierten und anerkannten externen hygienischen Sachverstand angewiesen. Der erste Schritt bei der Einführung eines HACCP-Konzeptes ist eine ausführliche Beschreibung des Wasserversorgungssystems und seiner betriebstypischen Kriterien, z. B. mittels

eines Flussdiagramms. Aufgrund dieser Beschreibung erfolgt die Gefahrenermittlung und -bewertung. Dazu gehört die Erfassung sämtlicher, mit jeder Stufe möglicherweise verbundenen Gefahren, die Feststellung der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens und der Abschätzung der Bedeutung für die Gesundheit des Verbrauchers. Die in Frage kommenden Erreger, die durch Trinkwasser übertragen werden, sind einzeln zu erörtern, wobei die ökologischen Konsequenzen und die Erfassung durch das gewählte mikrobiologische Überwachungssystem sowie die Aufbereitung und die infektiologischen Kriterien zu berücksichtigen sind. Das gleiche gilt auch für chemische Kontaminanten. Die jeweiligen Gegebenheiten und hygienisch-mikrobiologischen Erfahrungsdaten müssen bewertet und ergänzt werden, um die spezifischen Möglichkeiten der Überwachung und Beherrschung der Problematik gezielt und unter Berücksichtigung von Kosten-Nutzen-Aspekten in das HACCP-Konzept integrieren zu können.

Ein kritischer Kontrollpunkt muss folgende Eigenschaften aufweisen:

- Er muss die zuvor festgestellte Gefahr spezifisch ansprechen.
- Die zur Beherrschung der Gefahr durchzuführende Maßnahmen sollten die Gesundheitsgefahr möglichst ausschalten, vermeiden oder zumindest auf ein vertretbares Maß reduzieren.
- Die Ausschaltung einer spezifischen Gefahr muss durch ein geeignetes Überwachungssystem unter Zuhilfenahme von Grenzwerten, Richtwerten oder technischen Maßnahmewerten kontinuierlich geprüft werden.



Water safety-Plan¹⁴

Nach dem Health and Environmental Lexikon der WHO bedeutet ein Water Safety-Plan die fortlaufende Gewährleistung der Sicherheit der Wasserversorgungskette durch die Anwendung eines umfassenden Risikobewertungs- und Risikomanagementsystems, das alle Schritte in der Wasserversorgungskette vom Einzugsgebiet bis zum Verbraucher umfasst.

Ein Water safety-plan hat drei Schlüsselkomponenten, die sich nach gesundheitsbezogenen Zielen richten und durch eine Überwachung der Trinkwasserversorgung gemanagt wird.

Hierzu zählen:

- die Systembeschreibung der Wasserversorgung um festzustellen, ob die Trinkwasserversorgungskette als Ganzes ein Wasser zur Verfügung stellen kann mit einer Qualität, die den gesundheitsbasierten Zielen entspricht
- Identifizierung von Kontrollmaßnahmen in einem Trinkwasserversorgungssystem, durch die die identifizierten Risiken unter Kontrolle gebracht oder beherrscht werden und wodurch die Erreichung der gesundheitsbasierten Ziele sichergestellt werden
- Managementpläne, die die notwendigen Maßnahmen während des normalen Betriebes oder bei Zwischenfällen beschreiben.

Der erste Schritt in der Entwicklung eines Water Safety-plans ist, die Bildung einer Koordinationsgruppe von Experten, die ein umfassendes Verständnis des Trinkwasserversorgungssystems haben. Typischerweise gehören zu einer solchen Koordinierungsgruppe unter Leitung des zuständigen Amtsarztes Vertreter der Wasserversorger, der Umweltämter, Hygieniker und des technischen Personals des Wasserversorgers sowie benannte Vertreter der Verbraucher an (WHO 2004).

Multibarrierensystem

Bei einem Multibarrierensystem handelt es sich um ein sich gegenseitig ergänzendes System von Kontrollmaßnahmen, um sicherzustellen, dass identifizierte Risiken innerhalb des Wasserversorgungssystems nicht nur durch eine Barriere, sondern im Falle des Versagens einer Barriere durch weitere Barrieren unter Kontrolle gebracht oder gehalten werden. Beispiele hierfür sind die sich

gegenseitig ergänzenden Maßnahmen zum Schutz des Einzugsgebietes, zum Schutz des Rohwassers zur Gewährleistung einer möglichst geringen Belastung, die durch ein System der Aufbereitungstechnologie weiter minimiert werden kann. Im Falle des Zusammenbrechens von Kontrollmaßnahmen im Einzugsgebiet, z. B. im Falle einer Überschwemmung oder von Starkregenereignissen greifen Überwachungsmaßnahmen, die das Zusammenbrechen möglichst sofort erkennen lassen, wie z. B. Trübungsanstiege oder der Anstieg der Partikelkonzentration sowie die Auswertung meteorologischer Daten, die zur Umleitung hochbelasteten Wassers um ein Talsperrensystem führen oder ggf. die vorübergehende Abstellung des Aufbereitungsprozesses. Darüber hinaus können bei Identifizierung entsprechender Risikomöglichkeiten die Aufbereitungssysteme so gestaltet werden, dass sie auch in der Lage sind, mit seltenen hohen Belastungen in der Konzentration durch trinkwasserbedingte Krankheitserreger diese so zu reduzieren, dass es hierdurch nicht zu einer Gefährdung der Verbraucher kommt.

Fakultativ-pathogene Erreger⁸:

Erreger, die zur Auslösung von Infektionskrankheiten spezifische Voraussetzungen benötigen, wie Eröffnen des Zugangs zu normalerweise sterilen Körperbereichen z. B. durch Kathetersysteme bzw. Fremdkörper oder Abtöten der physiologischen Mikroflora durch Antibiotika, und die auch bei fehlender Immunsuppression Infektionskrankheiten auslösen können.

Obligat-pathogene Erreger⁸:

Erreger, die bei fehlender spezifischer Immunität bei gesunden Personen Infektionskrankheiten auslösen.

Opportunistisch-pathogene Erreger⁸:

Erreger, die nahezu ausschließlich bei Einschränkung des Immunsystems Infektionskrankheiten auslösen.

Vorsorgeprinzip:

Es handelt sich um das Prinzip, dass fehlende wissenschaftliche Gewissheit über eine konkrete Gefahr keine Begründung für die Unterlassung von risikomindernden Maßnahmen sein darf. Es müssen jedoch Anhaltspunkte für Verursachungsprozesse vorliegen. Auch sollten Vorsorgemaßnahmen auf die Verbesserung des Kenntnisstandes zielen und nicht den Charakter einer endgültigen Maßnahme annehmen. Entsprechende Entscheidungen sollten grundsätzlich unter dem Vorbehalt einer Revision getroffen werden, wenn sich später erweisen sollte, dass ein relevantes Risiko nicht feststellbar ist.

10 Status Quo der Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr



10.1

Präsentation der Betreiber der Wasserwerke an der Ruhr

Die Trinkwasserversorgung an der Ruhr wird von einer Vielzahl von Unternehmen vorgenommen.

Tabelle 15

Trinkwasserversorger an der Ruhr

Betreiber	Eigentümer	Fördermenge [m ³ /a]	Trinkwasserwerke
Wasserwerke Westfalen GmbH	Gelsenwasser AG: 50 % Dortmunder Energie u. Wasser: 50 %	18.200.000	Echthausen
		13.800.000	Halingen
		12.400.000	Hengsen
		15.800.000	Villigst
		17.500.000	Westhofen 1 + 2
		25.200.000	Witten
		0	Ergste
		103.000.000	Gesamt WWW
RWW	RWE: 80 % Stadt Mülheim: 10 % Stadt Bottrop: 2,5 % Stadt Gladbeck: 2,5 % Stadtwerke Oberhausen: 2,5 % Kreis Recklinghausen: 2,5 %	19.700.000	Mülheim Styrum Ost
		7.500.000	Mülheim Styrum West
		8.300.000	Mülheim Dohne
		5.000.000	Essen-Kettwig
		2.800.000	Duisburg-Mündelheim
		43.300.000	Gesamt RWW Süd
RWW	RWE: 80 % Stadt Mülheim: 10 % Stadt Bottrop: 2,5 % Stadt Gladbeck: 2,5 % Stadtwerke Oberhausen: 2,5 % Kreis Recklinghausen: 2,5 %	24.000.000	Dorsten-Holsterhausen (CW)
		1.500.000	Reken-Melchenberg
		300.000	Velen-Tannenbültenberg
		11.000.000	Dorsten-Blauer See (BetriebsW)
		36.800.000	Gesamt RWW Nord
Wassergewinnung Essen GmbH – (WGE)	Gelsenwasser AG: 50 % Stadtwerke Essen AG: 50 %	58.000.000	Essen Horst Essen Überryhr
Wasserbeschaffung Mittlere Ruhr	Gelsenwasser AG: 50 % Stadtwerke Bochum: 50 %	14.200.000	Stiepel
Mark-E AG	SEWAG (Städte u. Gemeinden): 80 % RWE: 19,6 %	13.620.000	Hengstey
Stadtwerke Hamm GmbH	Stadt Hamm	13.300.000	Warmen
Verbundwasserwerk Witten GmbH	AVU AG: 50 % Stadtwerke Witten GmbH: 50 %	7.000.000	Witten
Stadtwerke Menden GmbH	Stadt Menden	3.500.000	Fröndenberg Menden
Hochsauerlandwasser GmbH	Stadt Meschede: 47 % Stadt Olsberg: 30 % Gemeinde Bestwig: 23 %	430.000	Hennenohl
		790.000	Mengesohl
		920.000	Stockhausen
		290.000	Insel
		2.430.000	Gesamt Hochsauerlandwasser
Wasserbeschaffungsverband Arnsberg	Stadt Arnsberg: 83 % Hochsauerlandkreis: 17 %	1.600.000	Langel
AVU AG	RWE: 50 % Ennepe-Ruhr-Kreis: 29,1 % Stadt Gevelsberg: 12,8 % Stadt Schwelm: 6,9 % Stadt Ennepetal: 1,2 %	270.000	Volmarstein
Stadtwerke Fröndenberg GmbH	Stadt Fröndenberg	843.800	Fröndenberg

Die Trinkwassergewinnung und -aufbereitung bei den Wasserwerken an der Ruhr erfolgt durch unterschiedliche Aufbereitungsverfahren

Die Wasserwerke zur Trinkwassergewinnung an der Ruhr lassen sich prinzipiell in zwei Gruppen infolge der von ihnen angewandten Trinkwasser-Aufbereitungsverfahren einteilen:

Die Wasserversorger, die schon seit zum Teil Jahrzehnten technische Aufbereitungsverfahren einsetzen, die mit physikalisch-chemischen Verfahrensschritten die im Rohwasser enthaltenen chemischen Problemstoffe entfernen und damit ein von problematischen Spurenstoffen gereinigtes Trinkwasser an den Trinkwasserverbraucher abgeben:

- RWW-Wasserwerk Mülheim-Dohne
- RWW-Wasserwerk Styrum-Ost
- RWW-Wasserwerk Styrum-West
- RWW-Wasserwerk Essen-Kettwig
- WGE-Wassergewinnung Essen-Wasserwerk Essen-Horst/Essen-Überruhr
- Hochsauerlandwasser-Wasserwerk Langel
- Hochsauerlandwasser-Wasserwerk Mengesohl
- Hochsauerlandwasser-Wasserwerk Stockhausen
- Stadtwerke Fröndenberg/Menden-Wasserwerk Fröndenberg-Menden

Eine zweite Gruppe von Wasserwerken bereitet schon jahrzehntelang das Trinkwasser mit den sogenannten naturnahen Verfahren auf. Dabei wird das Rohwasser der Ruhr mit Hilfe von Bodenpassagen (künstliche Grundwasseranreicherung) aufbereitet. Dieser Verfahrensschritt garantiert auf Grund der natürlichen Reinigungsleistung der Bodenschichten nicht die Reinigungsleistung, die die technische Trinkwasseraufbereitung mit Hilfe von physikalisch-chemischen Verfahrensschritten leistet:

- Stadtwerke Hamm-Wasserwerk Warmen
- Wasserwerke Westfalen-Wasserwerk Echthausen
- Wasserwerke Westfalen-Wasserwerk Halingen
- Wasserwerke Westfalen-Wasserwerk Hengsen
- Wasserwerke Westfalen-Wasserwerk Villigst
- Wasserwerke Westfalen-Wasserwerk Ergste
- Wasserwerke Westfalen-Wasserwerk Westhofen
- Wasserwerke Westfalen-Wasserwerk Witten-Heven
- Mark E-Wasserwerk Hengstey
- AVU-Wasserwerke Volmarstein
- VWW-Wasserwerk Witten
- Hochsauerlandwasser-Wasserwerk Insel
- Hochsauerlandwasser-Wasserwerk Hennenohl
- WMR-Wasserwerk Bochum Stiepel

10.2 Technische Chemisch-Physikalische Aufbereitungsverfahren

Schon seit 1977 betreiben die RWW ein Aufbereitungsverfahren, das eine Kombination von Ozonierung (1. Behandlungsstufe) mit nachfolgender mehrstufiger Festbett-Aktivkohle-Reinigung (2. Behandlungsstufe) darstellt.

Der systematische Aufbau der technischen Trinkwasseraufbereitungsanlagen und die Abfolge der einzelnen chemisch-physikalischen Behandlungsstufen im Verfahrensaufbau stellen sicher, dass jede stoffliche Belastung des Rohwassers (fließende Welle der Ruhr) abgeschieden werden kann und die Schadstoffe nicht ins Trinkwasser gelangen.

In zwei der Wasserwerke der Hochsauerlandwasser wird ein zweistufiges Verfahren aus Membranfiltration (Ultrafiltration) mit nachgeschalteter Festbett-Aktivkohlefiltration angewandt.

Die neueste Anlage einer Wasseraufbereitung an der Ruhr, das Verbundwasserwerk Essen Horst-Überruhr der WGE greift das seit mehr als drei Jahrzehnten praktizierte Verfahren der RWW auf.

Auch hier wird in einem zweistufigen Verfahren die Ozonierung (1. Schritt) mit einer Festbett-Aktivkohle-Filtration (2.Schritt) kombiniert.



Nanofiltrationsmodul

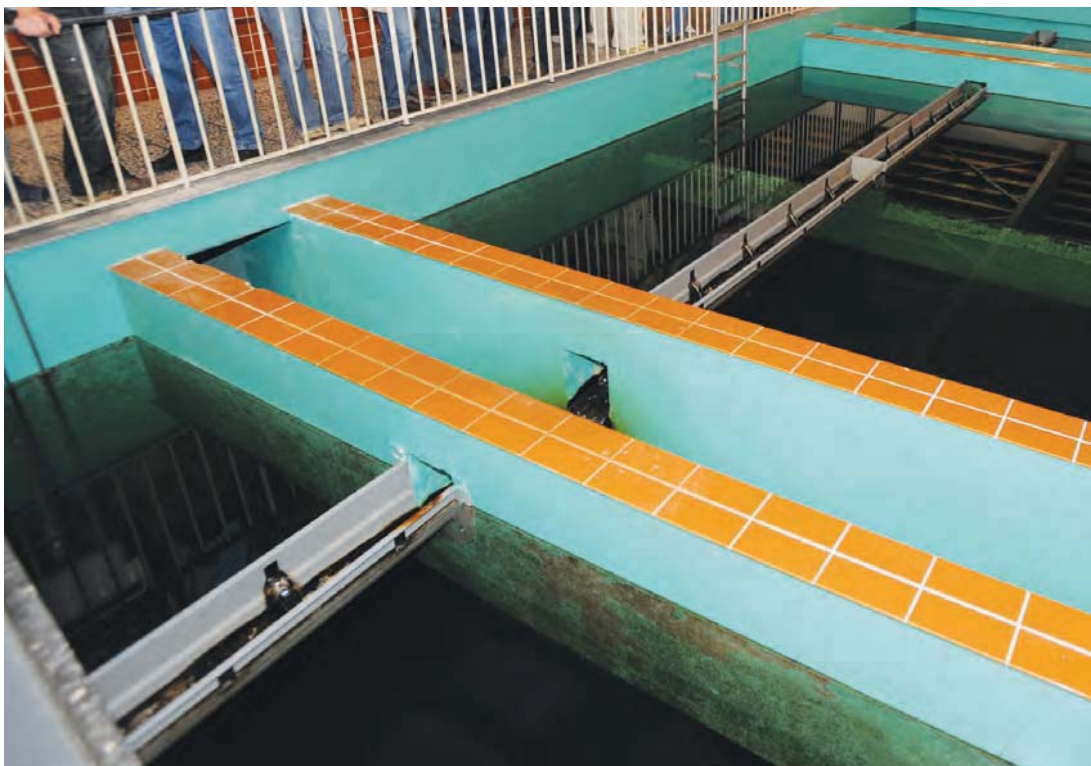
10.2.1

Wasserwerk Mülheim-Dohne

Das Ruhrwasserwerk Mülheim-Dohne besteht seit 1875. RWW hat das Werk mit ihrer Gründung im Jahr 1912 übernommen. Es ist das erste Werk der RWW, das nach dem sogenannten Mülheimer Verfahren arbeitet, dessen Schwerpunkt auf der Anwendung von Ozon in Kombination mit biologisch wirksamen Filtrations- und Aktivkohlestufen zur Unterstützung von Abbauprozessen von Mikroverunreinigungen basiert. Am Anfang des Aufbereitungsprozesses befindet sich außerdem ein Flocker, wo zunächst Trübstoffe der Ruhr durch Flockung und Sedimentation abgeschieden werden. Seit 1977 ist dies der Fall. Das Mülheimer Verfahren wird hier in der sogenannten Variante 2 angewendet. Hierbei folgt die Bodenpassage am Ende der Aufbereitung. Von diesem Wasserwerk aus werden weite Teile des Stadtgebiets von Mülheim an der Ruhr und Teile von Ratingen in unterschiedlichen Druckzonen mit Trinkwasser versorgt.

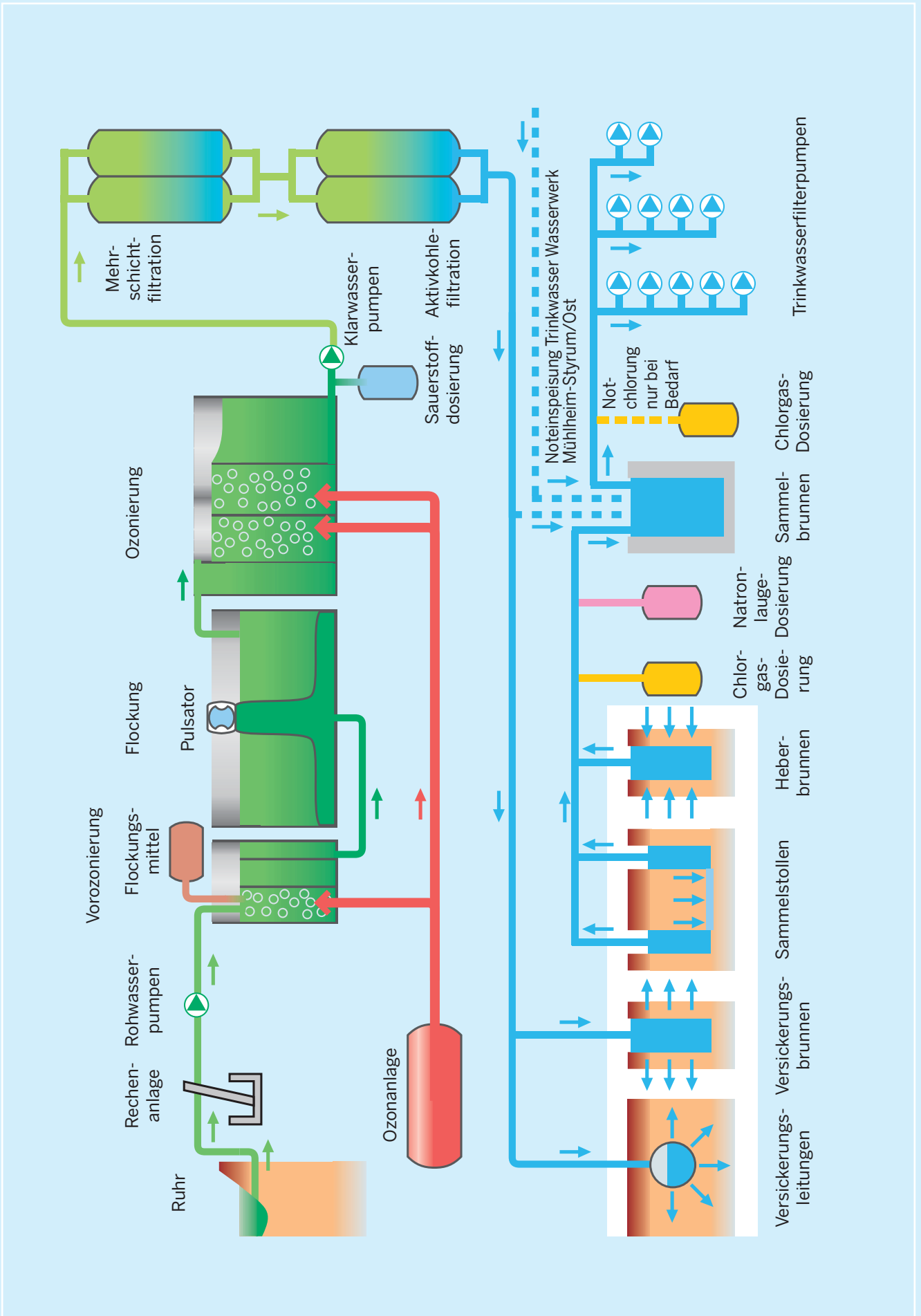


Außenansicht Wasserwerk Mülheim-Dohne



Pulsator Wasserwerk
Mülheim-Dohne

Fließschema der Aufbereitung Wasserwerk Mülheim Dohne



10.2.2

Wasserwerk Styrum-Ost

Das Wasserwerk Mülheim Styrum-Ost entstand durch den Zusammenschluss des Oberhausener Wasserwerks mit dem Wasserwerk Thyssen & Cie. Seit 1912 liegt der Betrieb in den Händen der RWW. Seit 1981 wird die Anlage ebenfalls nach dem Mülheimer Verfahren betrieben, allerdings hier in der Variante 1. Das bedeutet, die Bodpassage steht am Anfang der Aufbereitung. Es besteht außerdem die Möglichkeit, neben Ruhrwasser auch Rheinuferfiltrat aus der Wassergewinnungsanlage der RWW in Duisburg-Mündelheim als Rohwasser einzuspeisen. Seit 2003 ist hier erstmalig für ein Ruhrwasserwerk zur abschließenden Sicherheitsdesinfektion des Trinkwassers eine UV-Anlage errichtet worden. Aus dem Werk Styrum-Ost werden die Bewohner und Betriebe der Ruhrgebietsstädte Mülheim, Oberhausen und Bottrop versorgt. Über das Verbundnetz mit den anderen RWW-Ruhrwasserwerken ist es möglich, Trinkwasser in weitere Teile des RWW-Versorgungsgebietes zu fördern.



Bild oben:
Filterhalle Wasserwerk Styrum-Ost

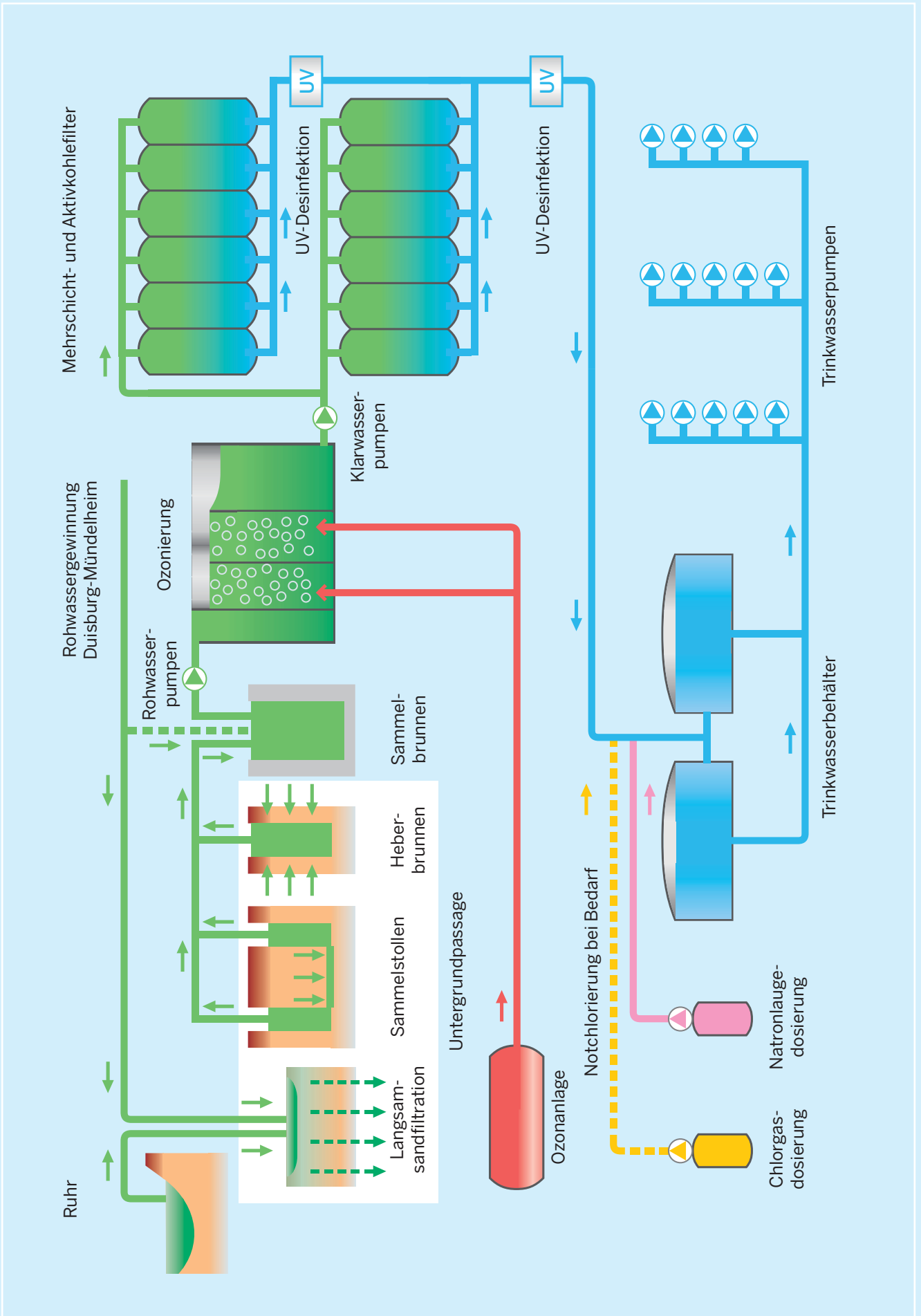
Bild rechts:
UV-Anlage Wasserwerk Styrum-Ost

Bild links:
Ozongenerator Wasserwerk Styrum-Ost



Luftaufnahme
Wasserwerk
Styrum-Ost

Fließschema der Aufbereitung Wasserwerk Styrum-Ost



10.2.3

Wasserwerk Styrum-West

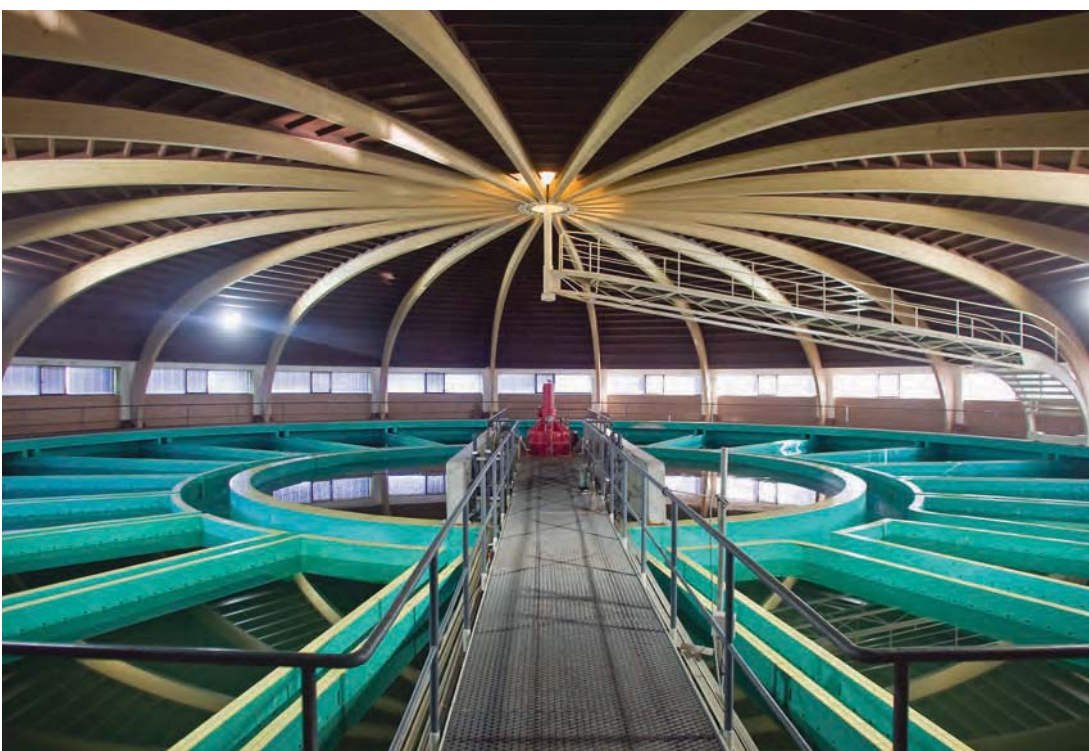
Das Ruhrwasserwerk Mülheim Styrum West ist seit 1955 in Betrieb. Seit seiner Modernisierung im Jahr 1983 wird der Aufbereitungsprozess nach dem Vorbild des Werks Mülheim-Dohne praktiziert (Variante 2). Anstelle des Flockertyps Pulsator kommt hier allerdings ein Accelator zum Einsatz. Zur abschließenden Sicherheitsdesinfektion wird das fertig aufbereitete Trinkwasser in Kürze nicht mehr mit Chlor, sondern mit UV behandelt. Aus dem Werk Styrum-West werden im Verbundsystem mit dem Werk Styrum-Ost die Städte Mülheim, Oberhausen und Bottrop mit Trinkwasser beliefert.

Luftaufnahme Wasserwerk Styrum-West



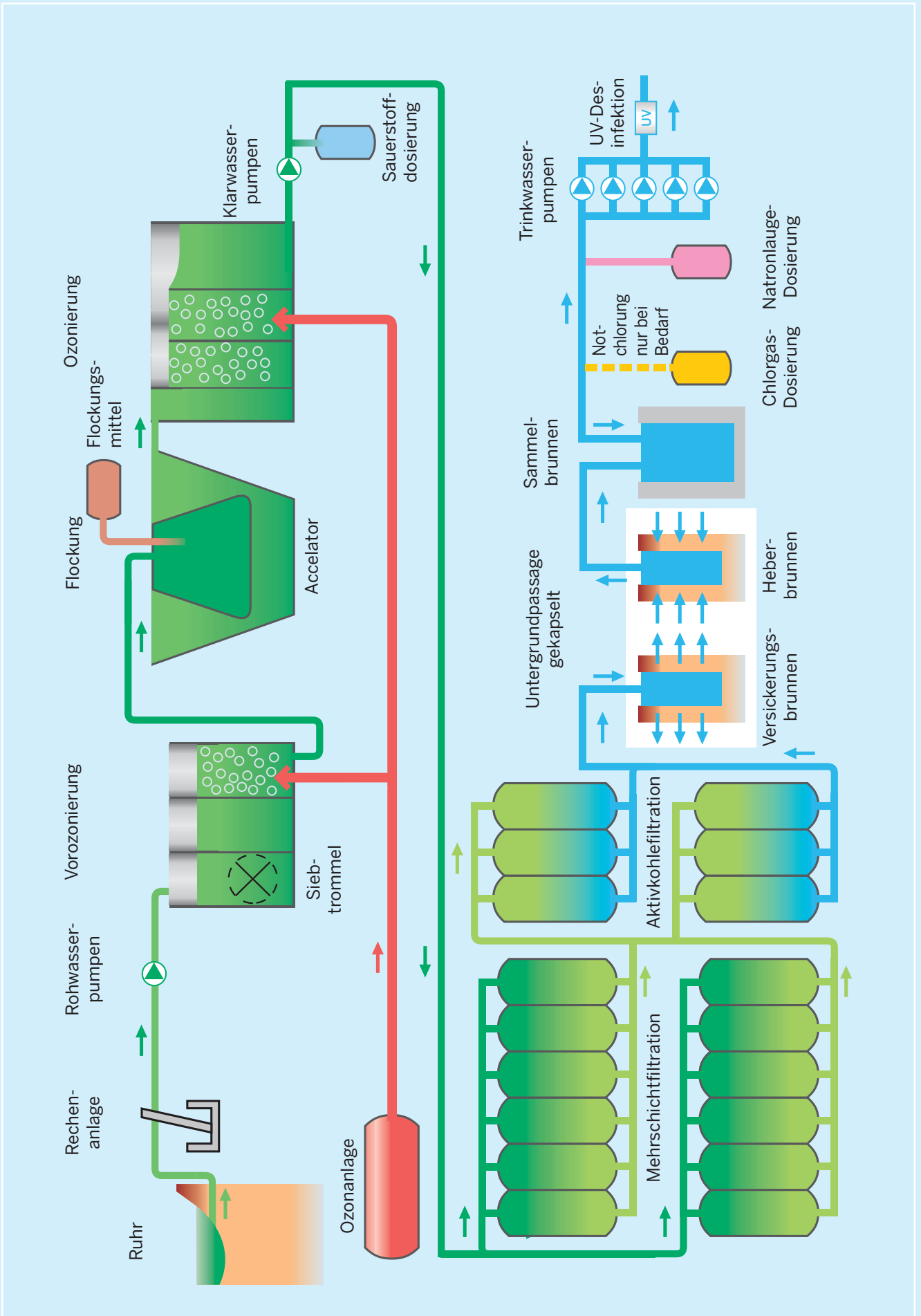
Bild oben:

Filterhalle Wasserwerk Styrum-West



Accelerator
Wasserwerk
Styrum-West

Fließschema der Aufbereitung Wasserwerk Styrum-West



10.2.4

Wasserwerk Essen-Kettwig

Der Betrieb des Wasserwerks Essen-Kettwig liegt seit 1944 in den Händen der RWW. Seit 1980 wird auch hier Ruhrwasser nach dem Mülheimer Verfahren aufbereitet. Es ist das dritte Werk der RWW, das aufbereitungstechnisch nach dem Vorbild des Werks Mülheim-Dohne arbeitet – mit einigen graduellen Unterschieden in der Anlagentechnik. Von Essen-Kettwig aus beliefert RWW die Stadtwerke in Velbert, Wülfrath und Ratingen mit Trinkwasser. Auf den jeweiligen Stadtgebieten übernehmen die Stadtwerke die Versorgung ihrer Kunden. Es existiert außerdem eine Notversorgung nach Heiligenhaus. Zu den dortigen Stadtwerken.



Pulsator
im Wasserwerk
Essen-Kettwig

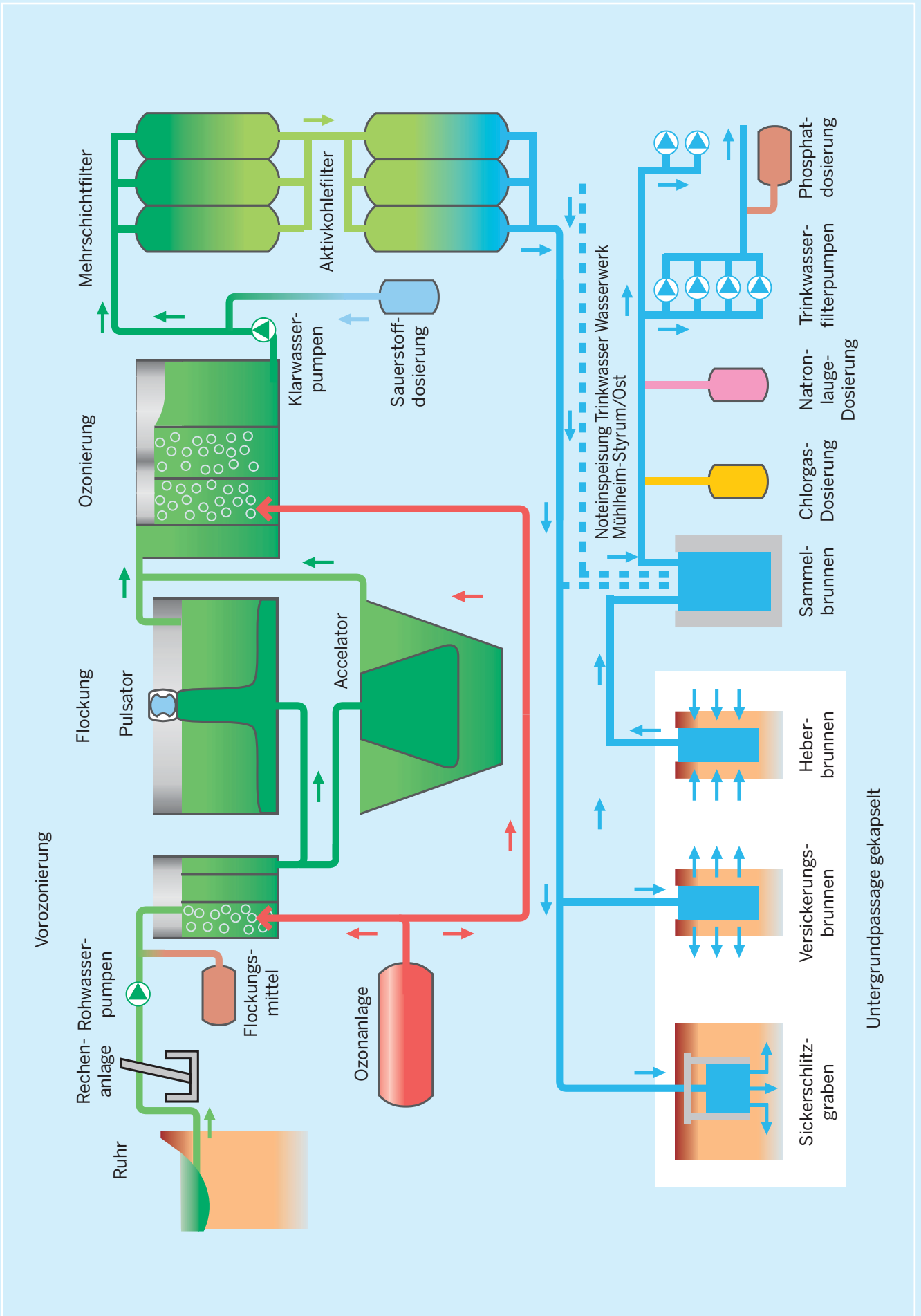


Außenansicht
Wasserwerk
Essen-Kettwig



Ozonanlage
im Wasserwerk
Essen-Kettwig

Fließschema der Aufbereitung Wasserwerk Essen-Kettwig vor der Brücke



10.2.5
Verbund der Wasserwerke
Essen-Horst und Essen-Überruhr
WGE - Wassergewinnung Essen

Die beiden Wasserwerke Essen-Horst und Essen-Überruhr werden voraussichtlich ab 2015 im Verbund betrieben und bereiten Rohwasser, das mittels Grundwasseranreicherung, Uferfiltrat- und Grundwassergewinnung gefördert wird, in einem mehrstufigen Verfahren zu Trinkwasser auf.

Das naturnahe und seit langem bewährte Verfahren der Grundwasseranreicherung wird durch technische Aufbereitungsschritte ergänzt. Am Ende einer umfassenden Prozesskette wird so Trinkwasser für die Stadt Essen und teilweise für die Städte Bochum, Gelsenkirchen, Hattingen,



UV-Desinfektion Wasserwerk Essen-Horst



Pumpwerk Wasserwerk Essen-Horst



Neubau
 Sickerleitung
 Wasserwerk
 Essen-Horst



Langsamsand-
 filterbecken
 WW Essen-Horst
 (Teilbereich Wasser-
 gewinnung Essen-
 Burgaltendorf)

Herne, Sprockhövel und Velbert-Langenberg gewonnen. Insgesamt können im Verbundbetrieb der beiden Wasserwerke bis zu 75 Millionen Kubikmeter Trinkwasser abgegeben werden.

Auf dem 172 Hektar großen Wassergewinnungsgelände des Wasserwerks Essen-Horst wird Ruhrwasser nach einer Sedimentation, Schnellfiltration und Sauerstoffzugabe über 17 Langsandsandfilter mit einer Gesamtfläche von 203 Tausend Quadratmetern in den Grundwasserleiter des Ruhrtals versickert. Vor der Versickerung kann dem Wasser Sauerstoff und zur Algenbekämpfung Kaliumpermanganat zudosiert werden. Das angereicherte Grundwasser strömt im Grundwasserleiter zusammen mit dem natürlichen Grundwasser und dem Uferfiltrat aus der Ruhr zu den insgesamt 4200 Meter langen Sickerleitungen, die horizontal auf der Sohle des Grundwasserleiters verlegt sind. Zwei weitere Sickerleitungen (1485 Meter Länge) auf dem Gelände des Wasserwerks Essen-Überruhr ergänzen die Rohwassergewinnung. Das so gewonnene Rohwasser wird über Transportleitungen zu den beiden Wasseraufbereitungsanlagen (WAA I und II) des Wasserwerks Essen-Überruhr gepumpt. Hier schließen sich die Aufbereitungsschritte Ozon, Flockung und Schnellfiltration an (WAA I), die ergänzt werden um Aktivkohlefiltration, physikalische Entsäuerung und Desinfektion mit UV-Licht (WAA II). Aus einem Reinwasserspeicher mit 15.000 Kubikmeter Volumen wird das Trinkwasser anschließend über die Netzpumpwerke Essen-Überruhr und -Horst an die Kunden abgegeben.



Pumpwerk Wasserwerk Essen-Überruhr

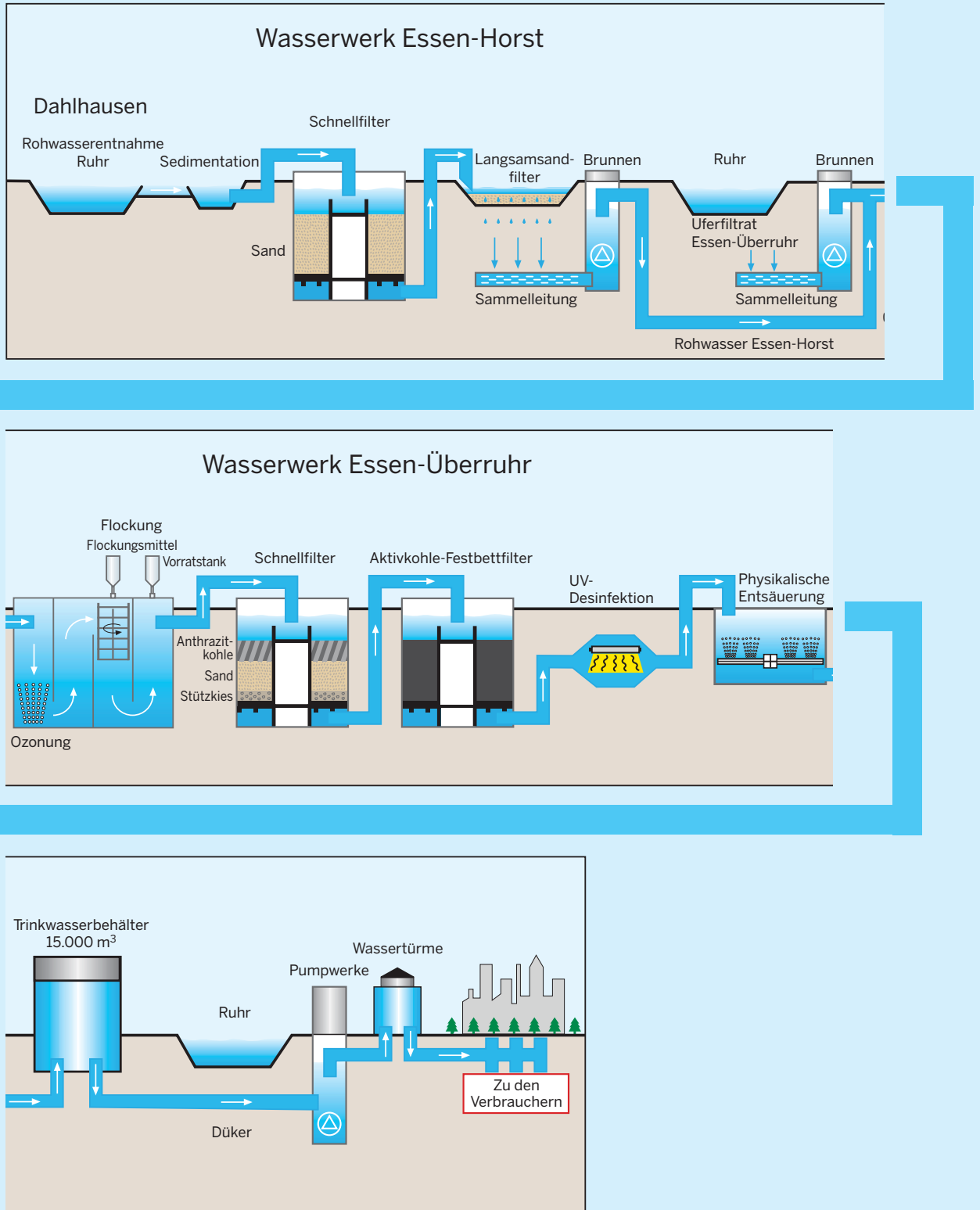


Einschwimmen des Ruhrdücker Verbundwasserwerk Essen-Horst-Überruhr



Ozonanlage
Wasserwerk
Essen-Überruhr

Fließschema der Aufbereitung des neuen Essener Verfahrens





Luftbild Wasserwerk Essen-Horst

10.2.6

Wasserwerk Langel

Im Wasserwerk Langel, Hochsauerlandwasser wird das Oberflächenwasser der Ruhr zu Trinkwasser aufbereitet. In dem ersten Aufbereitungsschritt wird das Oberflächenwasser zur künstlichen Grundwasseranreicherung über Langsandsandfilter mit anschließender Bodenpassage versickert. Das künstlich angereicherte Grundwasser und das Uferfiltrat der Ruhr wird mit Heberbrunnen gefasst und zu einem Sammelbrunnen geleitet. In dem Sammelbrunnen befindet sich die Flockungsanlage. In der Flockungsanlage wird durch die Zugabe von Flockungsmittel feinste Schwebeteilchen im Wasser zu großen Flocken gebunden, die dann in der folgenden Ultrafiltrationsstufe besser aus dem Wasser gefiltert werden können.

Das Herzstück der Aufbereitungstechnik ist eine Ultrafiltrationsanlage die aus vier Aufbereitungsstraßen besteht. Jede Straße kann 150 m³/h aufbereiten. In der Ultrafiltrationsanlage wird das Wasser mit Druck durch Membranfasern gepresst. Die Membranfasern haben Kapillare mit einem Innendurchmesser von 0,9 mm. Das zu reinigende Wasser wird durch die Kapillare gepresst und entweicht seitlich durch die Membran. Schwebstoffe, Keime, Bakterien und Viren werden im Inneren der Kapillare zurück gehalten.

Anschließend wird das Wasser über die Aktivkohleanlage geführt. Die vier Aktivkohlefilter sind mit insgesamt 150 m³ Aktivkohle gefüllt. Die Aktivkohle adsorbiert die chemischen und organischen Belastungen aus dem Wasser. Zur Entsäuerung wird das Wasser in zwei mechanischen Rieslern, die mit Prallkörpern gefüllt sind, verrieselt. Dabei wird im Gegenstrom Luft eingeblasen. In dem letzten Schritt wird das Wasser vorsorglich mit UV-Licht desinfiziert, um anschließend in das Netz der Stadtwerke Arnsberg eingespeist zu werden. Pro Jahr werden so rund 1,7 Millionen Kubikmeter Trinkwasser aufbereitet.



AK-Anlage

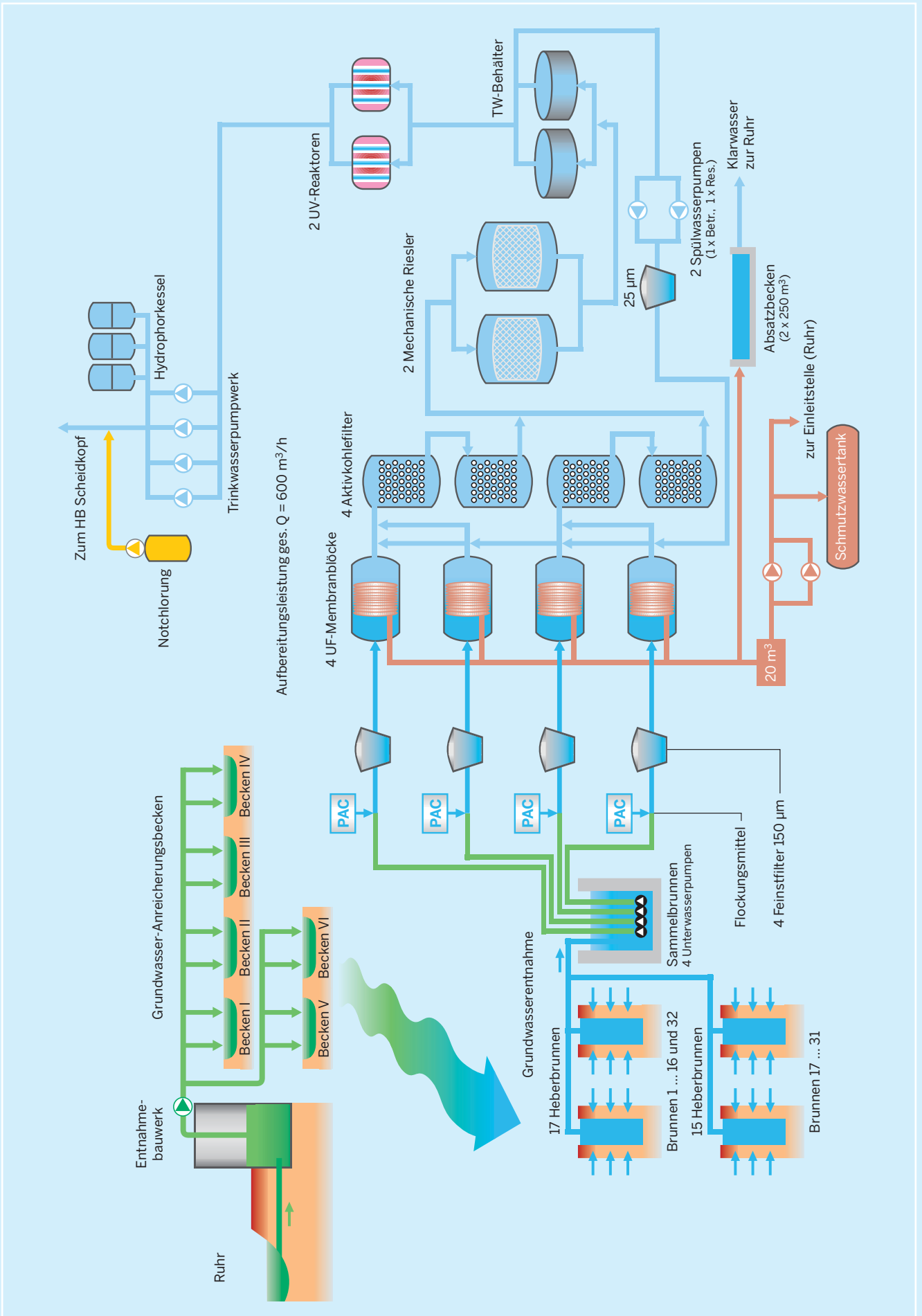


UV-Anlage



UF-Anlage

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Langel



10.2.7

Wasserwerk Mengesohl, Hochsauerlandwasser

Das Wasserwerk Mengesohl der Hochsauerlandwasser GmbH gewinnt sein Rohwasser aus natürlichem Grundwasser und aus Uferfiltrat der Ruhr. Die Gewinnung erfolgt über 3 Schachtbrunnen, mehrere hundert Meter Sicker-galerie sowie einen Sammelbrunnen mit offener Sohle. In der Anlage werden gleichzeitig zwei weitere Rohwässer aus einer Quelle bzw. aus einem Stollen, die weiter entfernt liegen, aufbereitet.

Die Aufbereitung erfolgt unter Einsatz modernster Technik nach dem Multibarrierenprinzip. Bereits Mitte 2005 wurde dort eine Ultrafiltrationsmembrananlage zur Elimination von Partikeln einschl. Keimen, Bakterien, Viren, Parasiten usw. sowie eine physikalische Entsäuerung mittels Belüftung in Betrieb genommen. Anfang 2010 folgte dann noch eine Aktivkohlefiltration zur Adsorption von gelösten Spurenstoffen, wie z. B. Rückstände von Arzneimitteln, Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Industriechemikalien (z.B. PFT) usw.

Bevor jährlich ca. 950.000m³ Reinwasser als Trinkwasser mit bester Qualität über mehrere Hochbehälter in das Rohrnetz eingespeist wird, erfolgt noch eine Sicherheitsdesinfektion mittels Chlordioxid.



Bild oben:
Ultrafiltrations-
module

Bild links:
Pumpenraum

Bild rechts:
Aktivkohlefilter

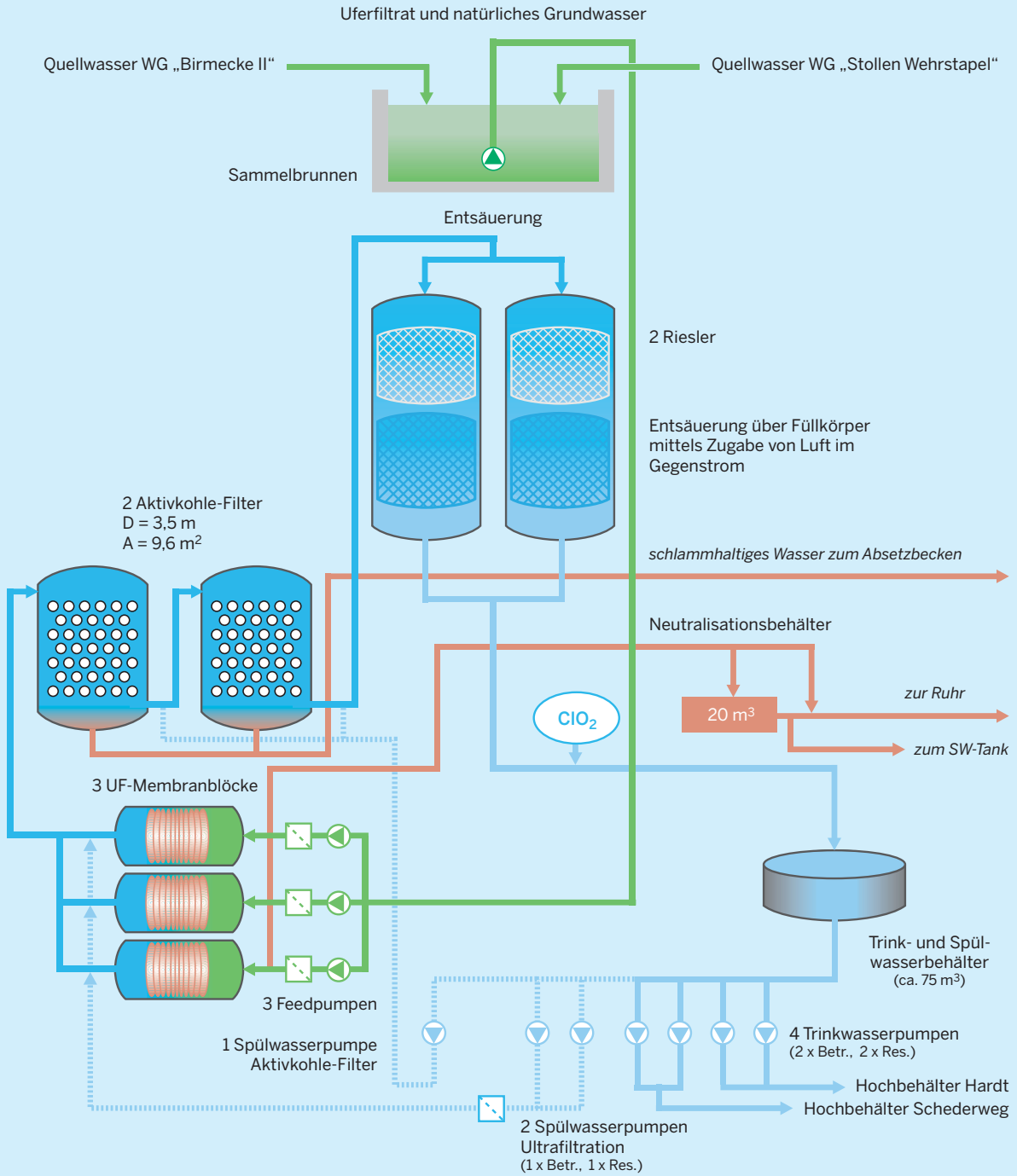


Absetzbecken für
Aktivkohlespülung

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Mengesohl

Ertüchtigte Aufbereitung

Aufbereitungsleistung
stündlich: 220 m³/h



10.2.8

Wasserwerk Stockhausen, Hochsauerlandwasser

Das Wasserwerk Stockhausen der Hochsauerlandwasser GmbH gewinnt sein Rohwasser aus natürlichem Grundwasser und aus Uferfiltrat der Ruhr. Bei Bedarf wird eine Grundwasseranreicherung mit Wasser aus einem Altarm der Ruhr über Versickerungswiesen vorgenommen. Die Gewinnung erfolgt über 3 Horizontalfilterbrunnen.

Das Rohwasser wird zunächst zur physikalischen Entsäuerung belüftet und erfährt anschließend eine Kalksteinfiltration mit einer Restentsäuerung. Danach folgt eine Kiesfiltration zur Enteisung und Entmanganung. Die weitere Aufbereitung erfolgt seit Anfang 2011 unter Einsatz modernster Technik nach dem Multibarrierenprinzip. Zunächst sorgt eine Ultrafiltrationsmembrananlage für die Elimination von Partikeln einschließlich Keimen, Bakterien, Viren, Parasiten usw. bevor eine Aktivkohlefiltration gelöste Spurenstoffe, wie z. B. Rückstände von Arzneimitteln, Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Industriechemikalien (z.B. PFT) usw. adsorbiert.

Bevor jährlich ca. 900.000m³ Reinwasser als Trinkwasser mit bester Qualität über einen Hochbehälter in das Rohrnetz eingespeist wird, erfolgt noch eine Sicherheitsdesinfektion mittels UV-Technik und/oder auch mit Chlordioxid.



Bild oben:
Aktivkohlefilter

Bild links:
Pumpenraum

Bild rechts:
UV-Technik

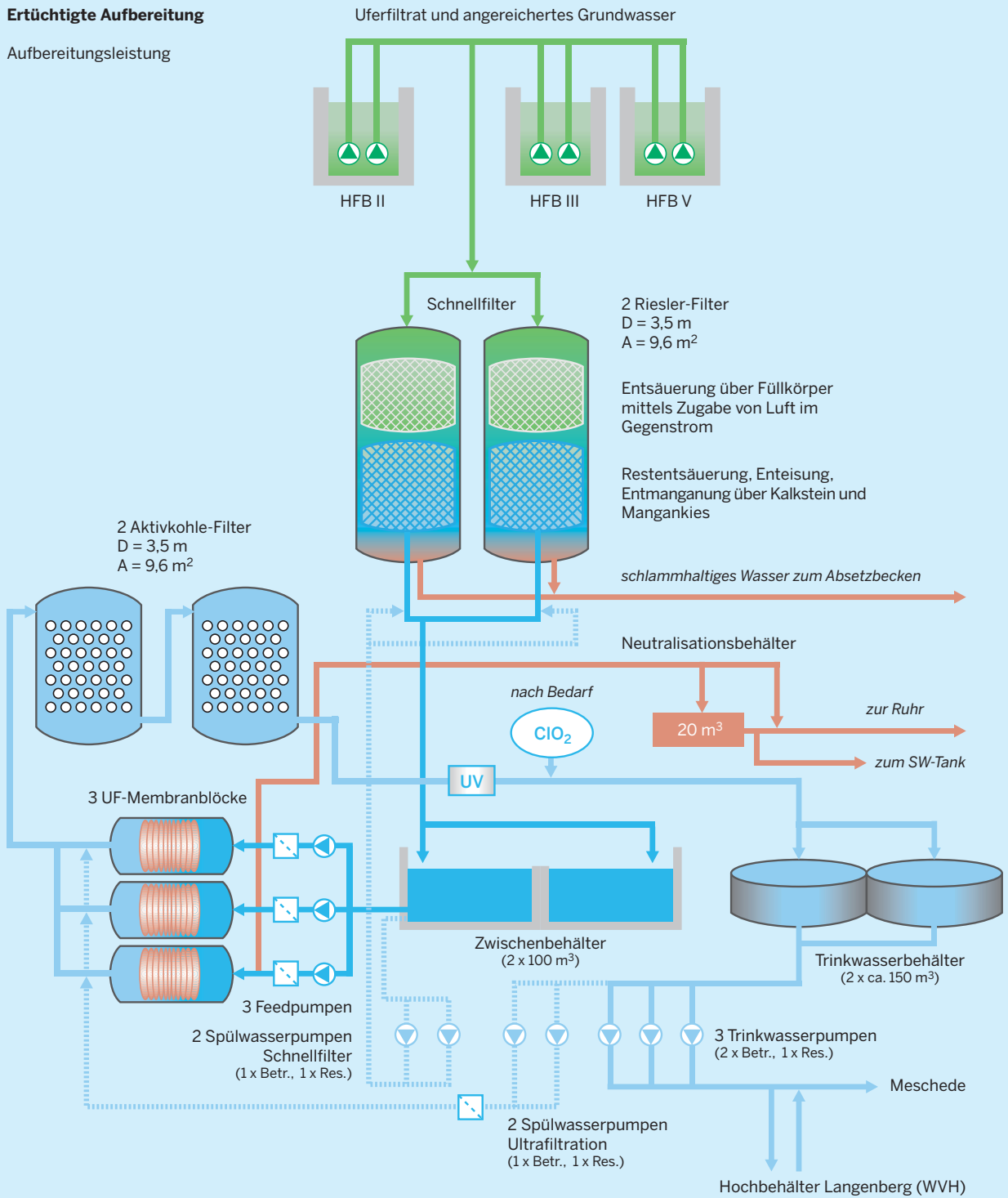


Ultrafiltrations-
module

Fließschema der Aufbereitung Wasserwerk Stockhausen

Ertüchtigte Aufbereitung

Aufbereitungsleistung



10.2.9

Stadtwerke Menden GmbH Stadtwerke Fröndenberg GmbH

Das Wasserwerk Fröndenberg-Menden ist eine gemeinsame Gesellschaft der Stadtwerke Menden und Fröndenberg und wurde im April 2012 gegründet.

Die WFM bereitet das Rohwasser, das in den Gewinnungsanlagen Ruhrtal und Fröndenberg gewonnen wird auf und speist das aufbereitete Trinkwasser in die beiden Netze ein. Hierbei übernimmt die WFM auch die Aufgabe der Hochbehältersteuerung.

Die moderne Aufbereitung verfügt über eine Ultrafiltrationsanlage. Weiterhin wird das Rohwasser mit Aktivkohle behandelt. Die Einstellung des pH-Wertes erfolgt über Flachbettbelüfter. Die abschließende Desinfektion wird über eine UV-Desinfektion sichergestellt. Aus zwei Reinwasserbehältern erfolgt die Einspeisung des Trinkwassers in die beiden Netze.

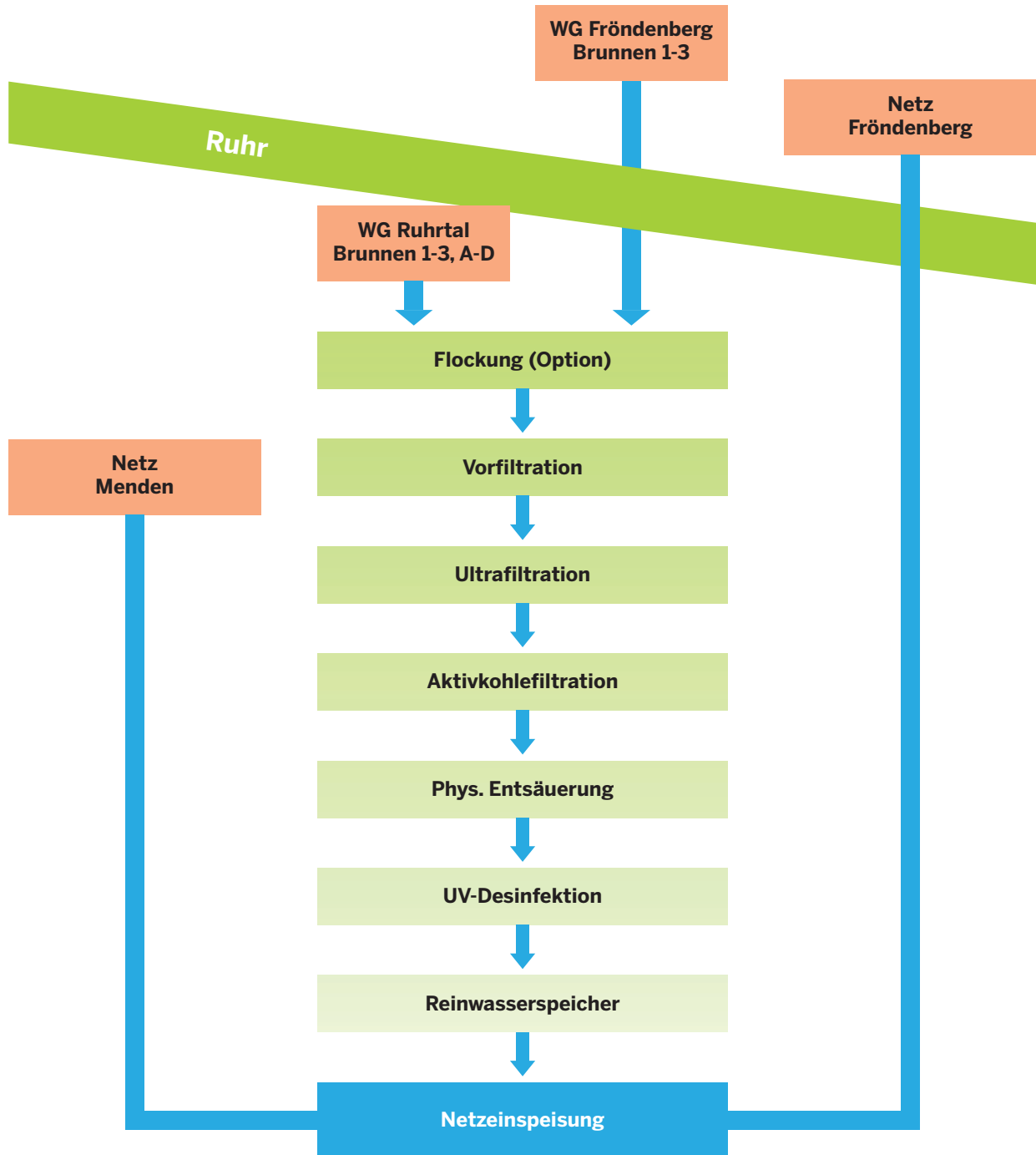


Ultrafiltration



WFM Gebäude

Schema Wasseraufbereitung Stadtwerke Menden GmbH, Stadtwerke Fröndenberg GmbH





10.3 Die technikfreien sogenannten „Naturnahen Verfahren“

Hierbei wird das Rohwasser durch das Verfahren der sogenannten künstlichen Grundwasseranreicherung gewonnen. Das aus der Ruhr entnommene Rohwasser wird dabei in Versickerungsbecken infiltriert und nach Passage eines Langsamfilters als sogenanntes „Oberflächennahes Grundwasser“ angereichert.

Den Fassungsanlagen strömt bei einigen Anlagen zusätzliches neben diesem versickerten Wasser landseitiges, oberflächennahes Grundwasser und/oder das Uferfiltrat aus der Ruhr zu. Trinkwasser wird gelegentlich auch nur aus Uferfiltrat bzw. Grundwasser gewonnen.

Die Verfahren unterscheiden sich auch hinsichtlich der Bedingungen und der Verweilzeiten während der Untergrundpassage bzw. Langsamfiltration und beispielsweise darin, ob eine Vor- oder Nachreinigung des geförderten Ruhrwassers erfolgt.

Je nach Standortbedingungen und Rohwasserqualität bzw. Hydrogeologie werden unterschiedliche Vor- und Nachreinigungsschritte bzw. Behandlungsverfahren eingesetzt. Diese können bestehen aus Belüftung in Verbindung mit Flockungs-/ Sedimentationsverfahren, Kiesvorfilter, Langsamsand- und Mehrschichtfilter, Aktivkohlefilter oder Pulveraktivkohledosierung oder anderen Verfahren bzw. Verfahrenskombinationen. Die einzelnen Aufbereitungsschritte werden teilweise vor der Bodenpassage, teilweise auch nach der Bodenpassage eingesetzt.



Langsamsandfilterbecken Wassergewinnung Essen-Burgaltendorf)

10.3.1

Stadtwerke Hamm GmbH Wasserwerk Warmen

Seit 1936 liefert das Wasserwerk Warmen, am Oberlauf der Ruhr gelegen, Trinkwasser in das Netz der Stadt Hamm. Gewonnen wird es aus Ruhr-Rohwasser. In einer Vorreinigung fließt es in ein Sedimentationsbecken. Hier setzen sich Schwebstoffe ab. Danach wird es in so genannten Kaskaden mit Sauerstoff angereichert, um dann in den Sand- und Kiesschichten der acht Filterbecken kontrolliert zu versickern. Bei diesem Prozess mischt es sich mit natürlichem Grundwasser.

Anschließend wird es mittels Sickerleitungen entnommen, mittels Kalkwasser im pH-Wert angehoben und abschließend mit Chlordioxid behandelt. Danach wird das Trinkwasser in den Hochbehälter Haarstrang gepumpt und von dort aus in das Netz der Energie- und Wasserversorgung Hamm eingespeist.



Pumpenhalle



Bild links:
Pumpen

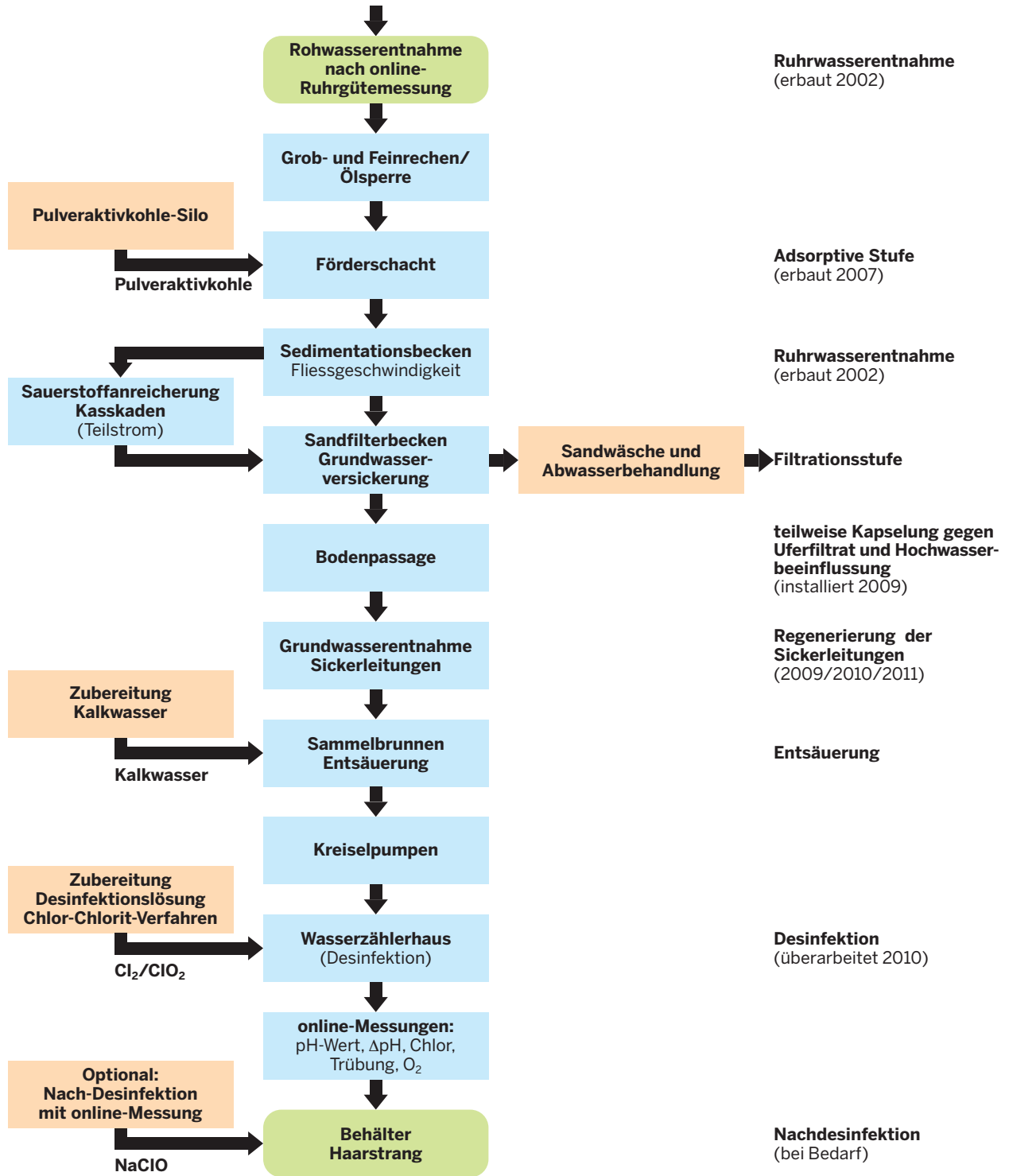


Bild rechts:
Versickerungs-
becken



Luftbild Wasserwerk
Warmen

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Warmen



**10.3.2
Wasserwerk Echthausen**

Im Wasserwerk Echthausen wird seit dem Jahr 1942 Trinkwasser produziert. Hierzu wird durch die Zugabe von Flockungsmitteln und Pulveraktivkohle vorgereinigtes Ruhrwasser über Langsandsfilter in Versickerungsbecken kontrolliert versickert und das natürlich vorhandene Grundwasser damit angereichert. Wo nötig, wird das dazu verwendete Wasser zusätzlich mit Luftsauerstoff angereichert, um eine Oxidation von Substanzen und die mikrobiologischen Reinigungsprozesse zu unterstützen. So entsteht im Untergrund der Wassergewinnungsbereiche eine Mischung aus natürlichem Grundwasser, Uferfiltrat und angereichertem Grundwasser. Das so erzeugte Reinwasser wird in der Nachbehandlung zum Schutz der Rohrleitungen mittels Natronlaugezugabe entsäuert und abschließend mit UV-Licht desinfiziert. Das so gewonnene Trinkwasser wird über eine Transportrohrleitung in den Hochbehälter Wickede eingespeist. Etwa 20 Millionen Kubikmeter Trinkwasser werden auf diese Weise pro Jahr der Gelsenwasser AG zur Weiterverteilung bereitgestellt.



Pilotanlage Echthausen: Edelstahlsäulen mit Mehrschichtfiltern bzw. Aktivkohlefiltern



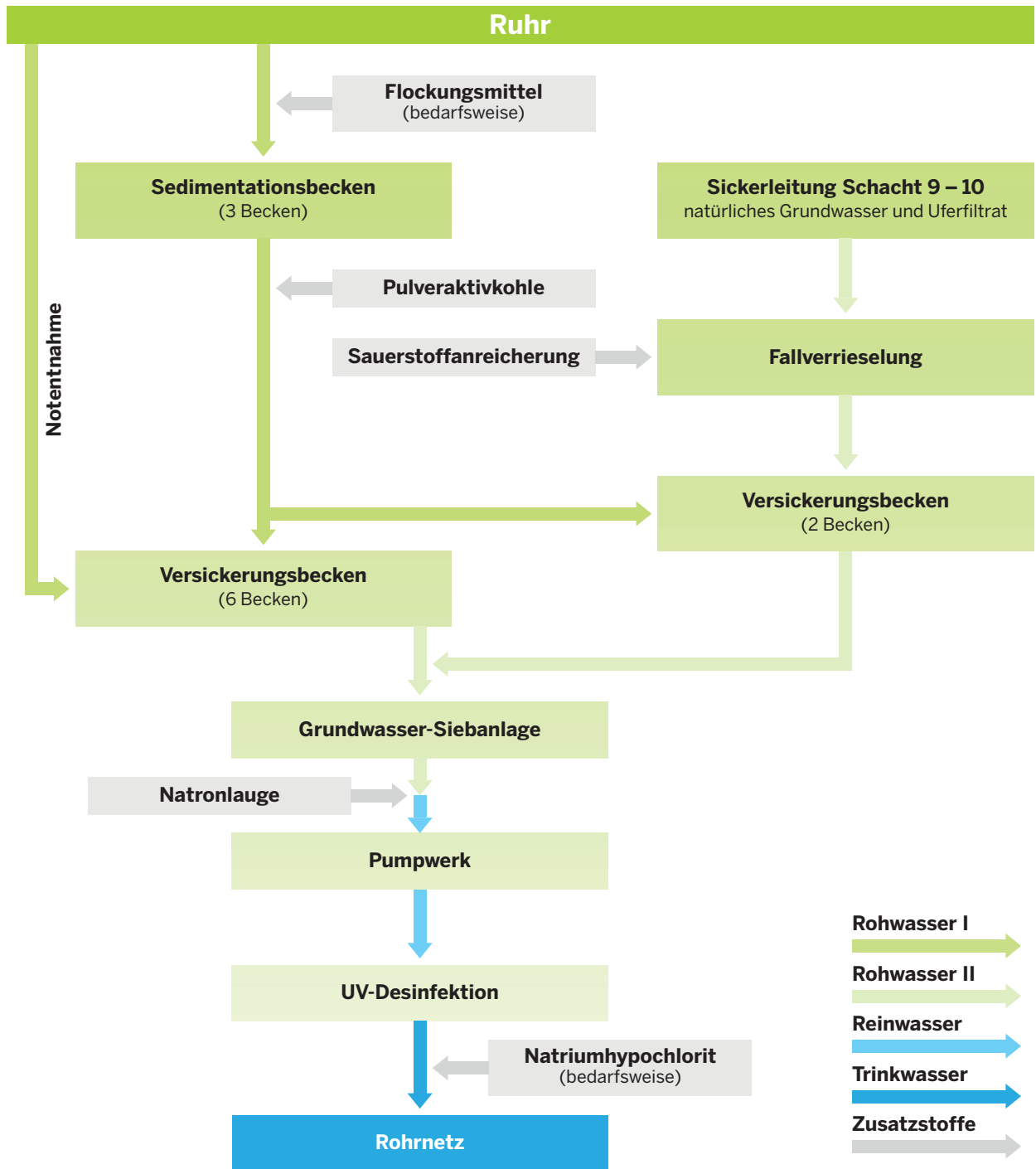
Pilotanlage Echthausen: Druckmembrananlage

UV-Desinfektionsanlage



Pumpwerk

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Echthausen



10.3.3

Wasserwerk Halingen

Seit 1988 wird im Wasserwerk Halingen Trinkwasser produziert. Hierzu kommt Ruhrwasser zum Einsatz, das durch die Passage eines Sedimentationsbeckens vorgereinigt wird und anschließend über Langsandsandfilter in Versickerungsbecken kontrolliert versickert und das natürliche Grundwasser so anreichert. Im Wasserwerk Halingen durchläuft das Erstfiltrat, welches zusätzlich für eine Oxidation und Unterstützung der mikrobiologischen Reinigungsprozesse mit Luftsauerstoff angereichert wird, eine vollständige Re-Filtration durch Langsandsandfilter (Zweitversickerung) unter Einsatz von Pulveraktivkohle. Im Untergrund der Wassergewinnungsbereiche entsteht so ein Mischwasser aus angereichertem Grundwasser, Uferfiltrat und natürlichem Grundwasser. Dieses Reinwasser wird abschließend mit Chlordioxid desinfiziert und zum Schutz der Rohrleitungen durch Zugabe von Natronlauge im pH-Wert angehoben. Rund 15 Millionen Kubikmeter Trinkwasser pro Jahr werden so der Gelsenwasser AG zur Weiterverteilung bereitgestellt.



Pumpwerk

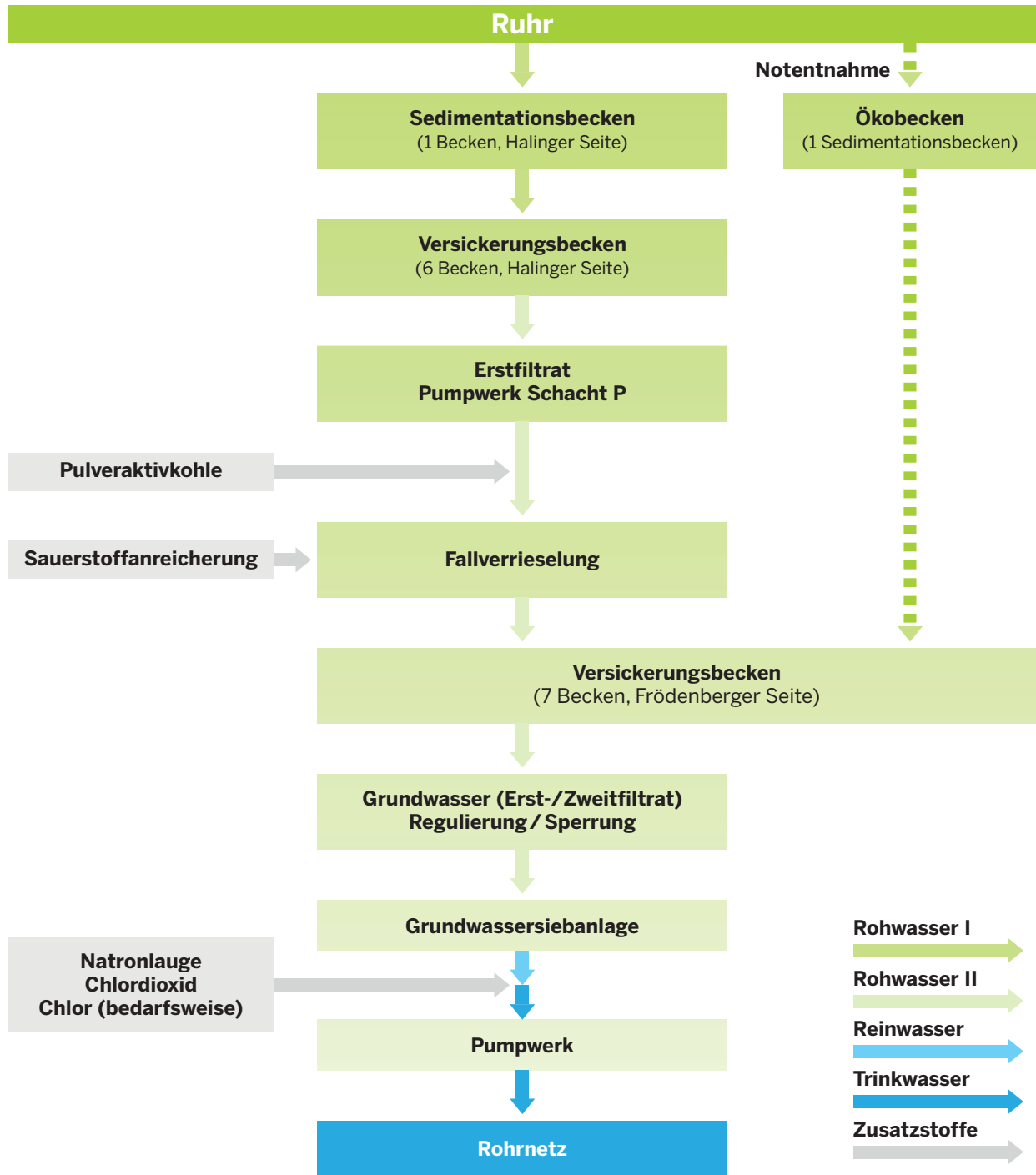


Chlordioxid-
Desinfektionsanlage



Luftbild
Wasserwerk Halingen

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Haltingen



10.3.4

Wasserwerk Hengsen

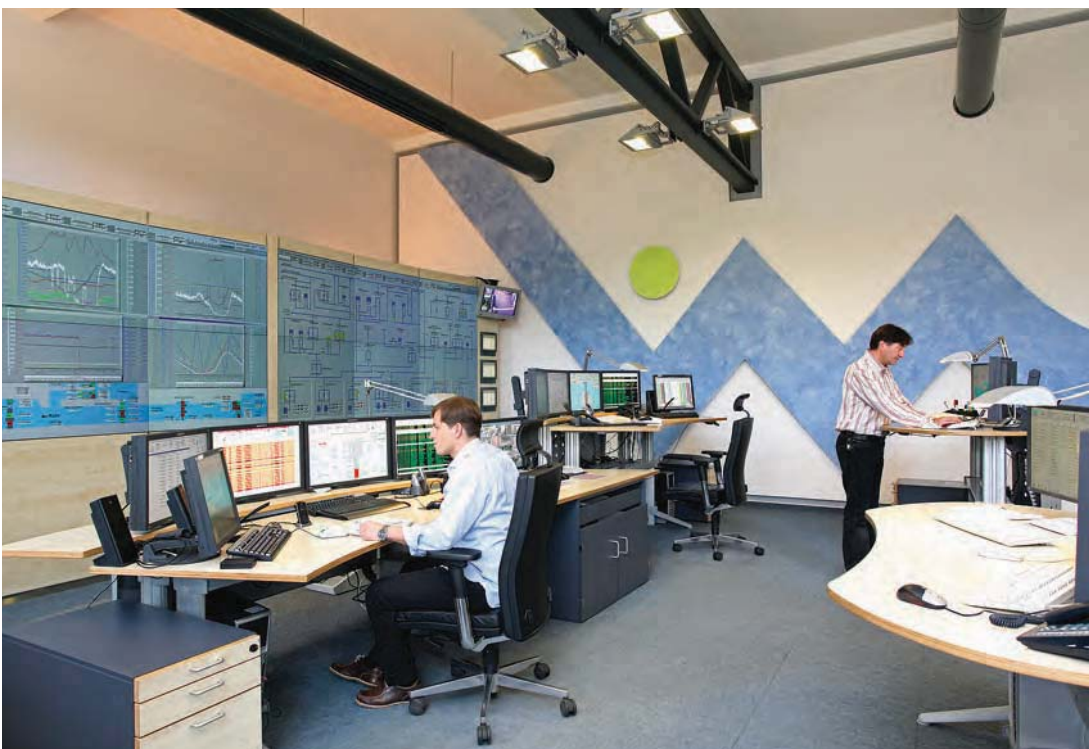
Das Wasserwerk Hengsen besteht seit dem Jahre 1908. Es entnimmt sein durch Sedimentation bereits vorgereinigtes Rohwasser aus dem Stausee Hengsen, der von der Ruhr gespeist wird. Das Wasser aus dem Stausee wird durch Kiesfiltration und Pulveraktivkohle weiter vorgereinigt und über Langsandsfilter in Versickerungsbecken kontrolliert versickert. Beim Zufluss zu den Becken wird das Wasser zusätzlich mit Luftsauerstoff angereichert, um eine Oxidation von Substanzen und die mikrobiologischen Reinigungsprozesse zu unterstützen. Nach der anschließenden Untergrundpassage erfährt diese Mischung aus natürlichem Grundwasser, Uferfiltrat und angereichertem Grundwasser noch eine Nachbehandlung. Das Reinwasser wird mit Chlordioxid desinfiziert und zum Schutz des Rohrnetzes mit Natronlauge entsäuert. Rund 13 Millionen Kubikmeter Trinkwasser jährlich werden so der Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH zur Weiterverteilung zur Verfügung gestellt.



Pumpenhaus 1

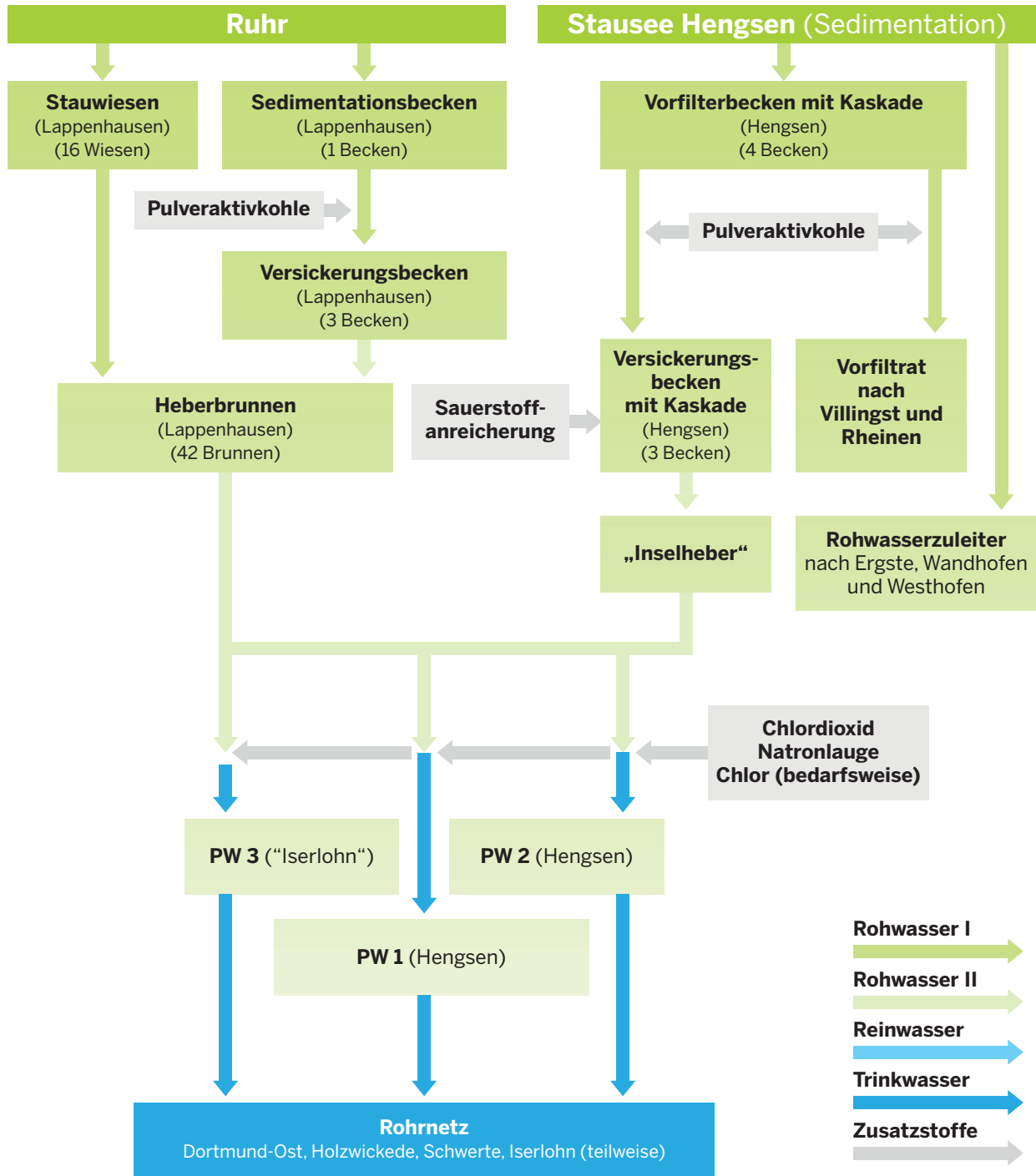


Chlordioxid-
Desinfektionsanlage



Zentrale
Leitstelle

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Hengsen



10.3.5

Wasserwerk Villigst

Seit 1961 wird im Wasserwerk Villigst Trinkwasser produziert. Wie im Wasserwerk Hengsen kommt hierbei durch Kiesfiltration und Pulveraktivkohle vorgereinigtes Ruhrwasser aus dem Stausee Hengsen zum Einsatz, welches über Langsandsandfilter in Versickerungsbecken kontrolliert versickert. Im Untergrund der Wassergewinnungsbecken entsteht so eine Mischung aus natürlichem Grundwasser, Uferfiltrat und angereichertem Grundwasser. Das verwendete Wasser zusätzlich mit Luftsauerstoff angereichert, um eine Oxidation von Substanzen und mikrobiologische Reinigungsprozesse zu unterstützen. Das Reinwasser wird abschließend noch mit Chlordioxid desinfiziert und der pH-Wert wird zum Schutz des Rohrnetzes durch Zugabe von Natronlauge angehoben. Rund 16 Millionen Kubikmeter Trinkwasser jährlich werden hier für die Weiterverteilung durch die Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH bereit gestellt.



Wassergütestation

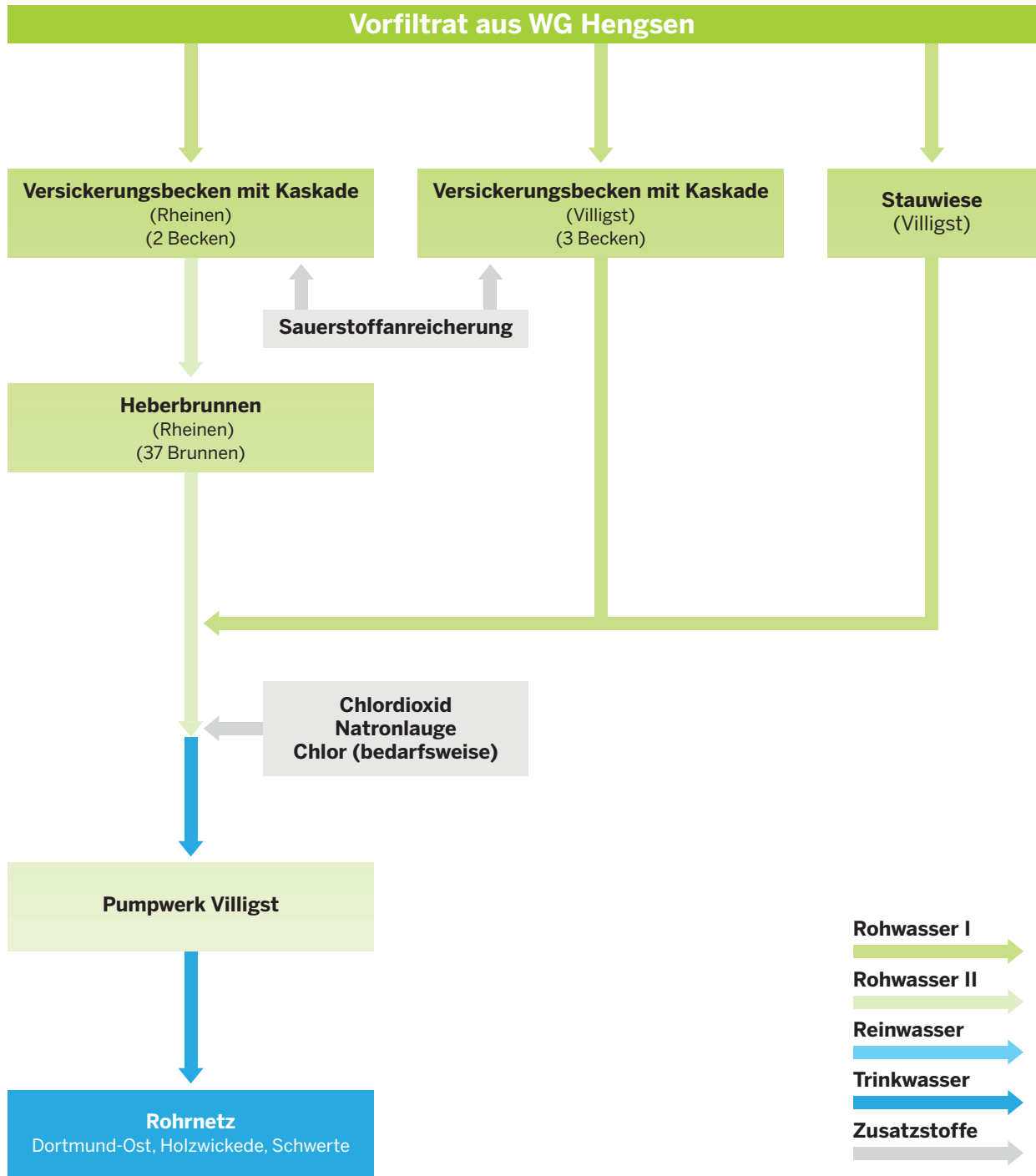


Pumpwerk



Sandwäsche

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Villigst



10.3.6

Wasserwerk Ergste

Seit 1944 besteht das im Ruhrtal gelegene Wasserwerk Ergste. Die Rohwasserzuleitung erfolgt aus dem Stausee Hengsen. Das Wasser wird durch Kiesfiltration und Pulveraktivkohle weiter vorgereinigt und über Langsandsfilter in Versickerungsbecken kontrolliert in den Untergrund versickert. Beim Zufluss zu den Becken wird das Wasser zusätzlich mit Luftsauerstoff angereichert, um eine Oxidation von Substanzen und die mikrobiologischen Reinigungsprozesse zu unterstützen. Diese Mischung aus natürlichem Grundwasser, Uferfiltrat und angereichertem Grundwasser erfährt noch eine Nachbehandlung. Das gewonnene Reinwasser wird abschließend mit Chlordioxid desinfiziert und zum Schutz des Rohrnetzes mit Natronlauge im pH-Wert angehoben. Seit 2009 fördert das Wasserwerk Ergste nur noch in Ausnahmefällen in das Versorgungsnetz der Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH.



Dosieranlage Pulveraktivkohle

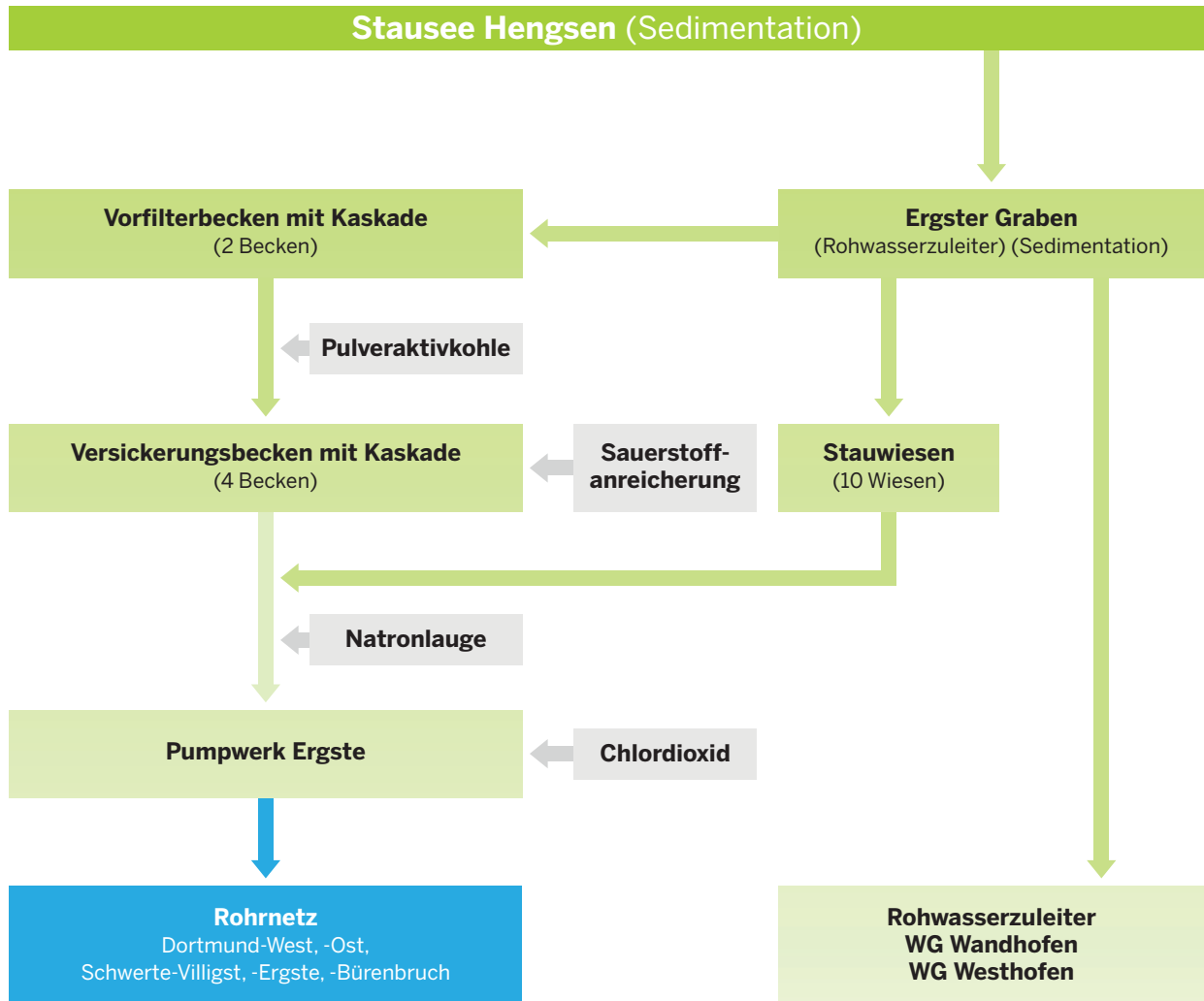


Reinigung Sand-
filterbecken mit
Aktivkohleauflage



Luftbild
Wasserwerk Ergste

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Ergste



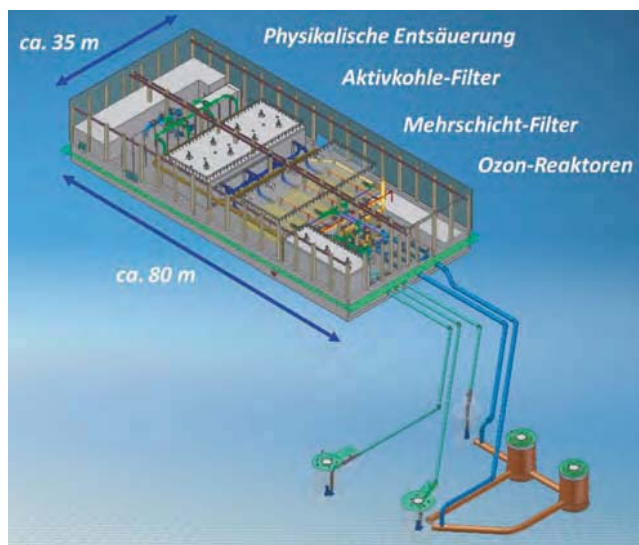
10.3.7

Wasserwerk Westhofen 1 und 2

Während das heutige Wasserwerk Westhofen 1 erst 1955 als Ersatz für das alte Hörder Wasserwerk Westhofen in Betrieb ging, besteht das Werk Westhofen 2 bereits seit 1922.

Für beide Wasserwerke stehen 119 Hektar Wassergewinnungsfläche zur Verfügung. Ruhrwasser aus dem Stausee Hengsen, welches in der Wassergewinnung Wandhofen durch Kiesfiltration und Pulveraktivkohle weiter vorgereinigt wurde, versickert hier über Langsamsandfilter in Versickerungsbecken kontrolliert in den Untergrund und reichert das Grundwasser an. Das Wasser wird zusätzlich mit Luftsauerstoff angereichert, um eine Oxidation von Substanzen und die mikrobiologischen Reinigungsprozesse zu unterstützen.

Im Untergrund der Wassergewinnungsbereiche entsteht so eine Mischung aus natürlichem Grundwasser, Uferfiltrat und angereichertem Grundwasser. Abschließend wird dieses Reinwasser noch mit Chlordioxid desinfiziert und zum Schutz des Rohrnetzes mit Natronlauge entsäuert. Jährlich werden hier so rund 18 Millionen Kubikmeter Trinkwasser für die Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH zur Weiterverteilung bereit gestellt.

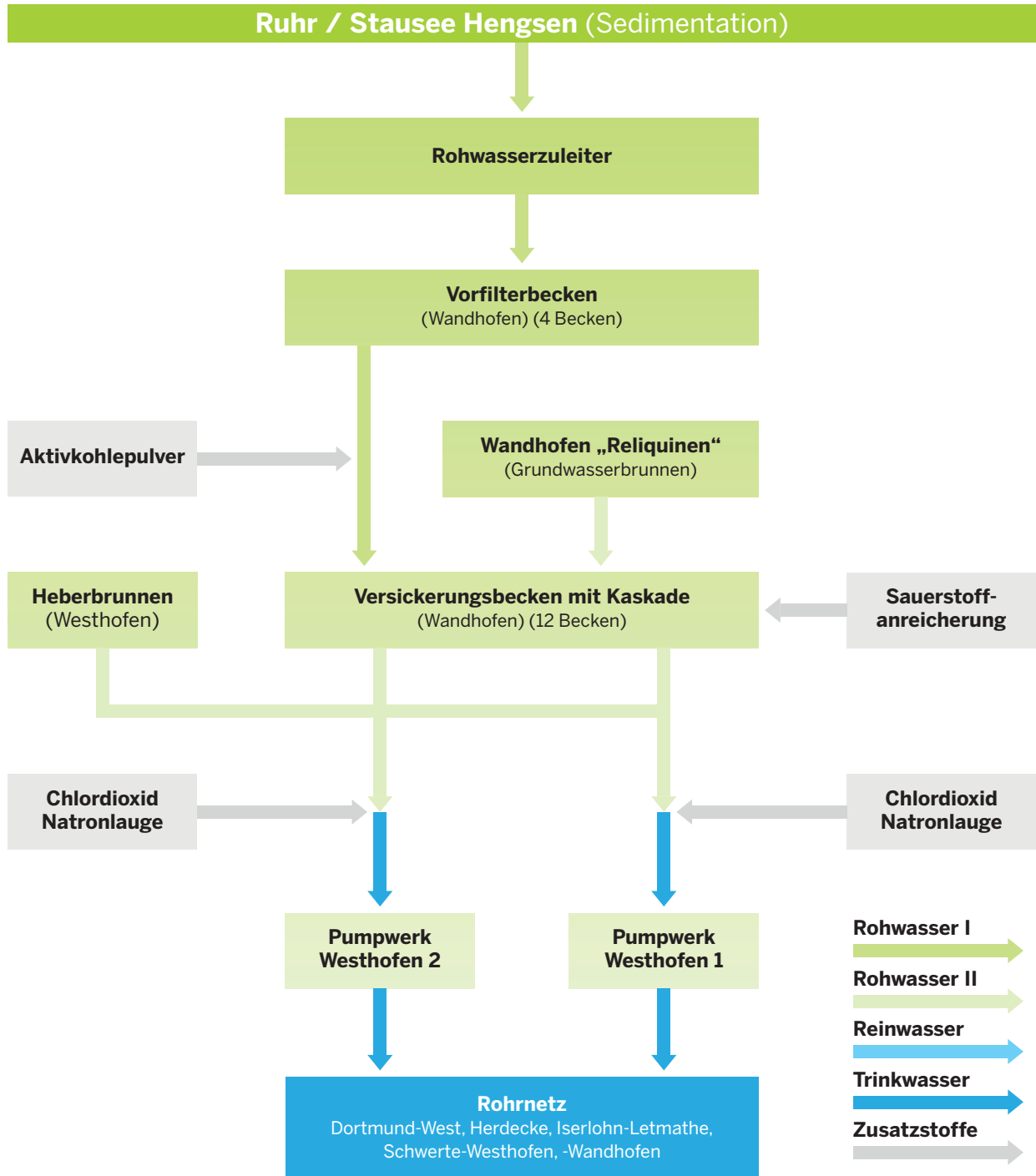


Projektzeichnung geplante weitergehende Aufbereitung



Luftbild Pumpwerk
Westhofen 2

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Westhofen



10.3.8 Wasserwerk Hengstey

Seit 126 Jahren, also seit dem Jahr 1887, liefert das Wasserwerk Hengstey Trinkwasser für die Stadt Hagen. Auf 48 Hektar Fläche wird hier Wasser aus der Ruhr sowie Rohwasser aus dem Hengsteyer Stausee entnommen. Nach einer Schnellfiltration erfolgt eine Langsamfiltration, bei der sich das oberflächennahe Grundwasser mit natürlichem Grundwasser mischt, mit Sickerrohren entnommen wird und danach in einem Reaktionsturm entsäuert und belüftet wird. Rund 12 Millionen Kubikmeter Trinkwasser werden so jährlich gewonnen und in das Netz der Stadt Hagen gepumpt.

Dyna Anlage
WW Hengstey



Bild links:
Hauptbrunnen II

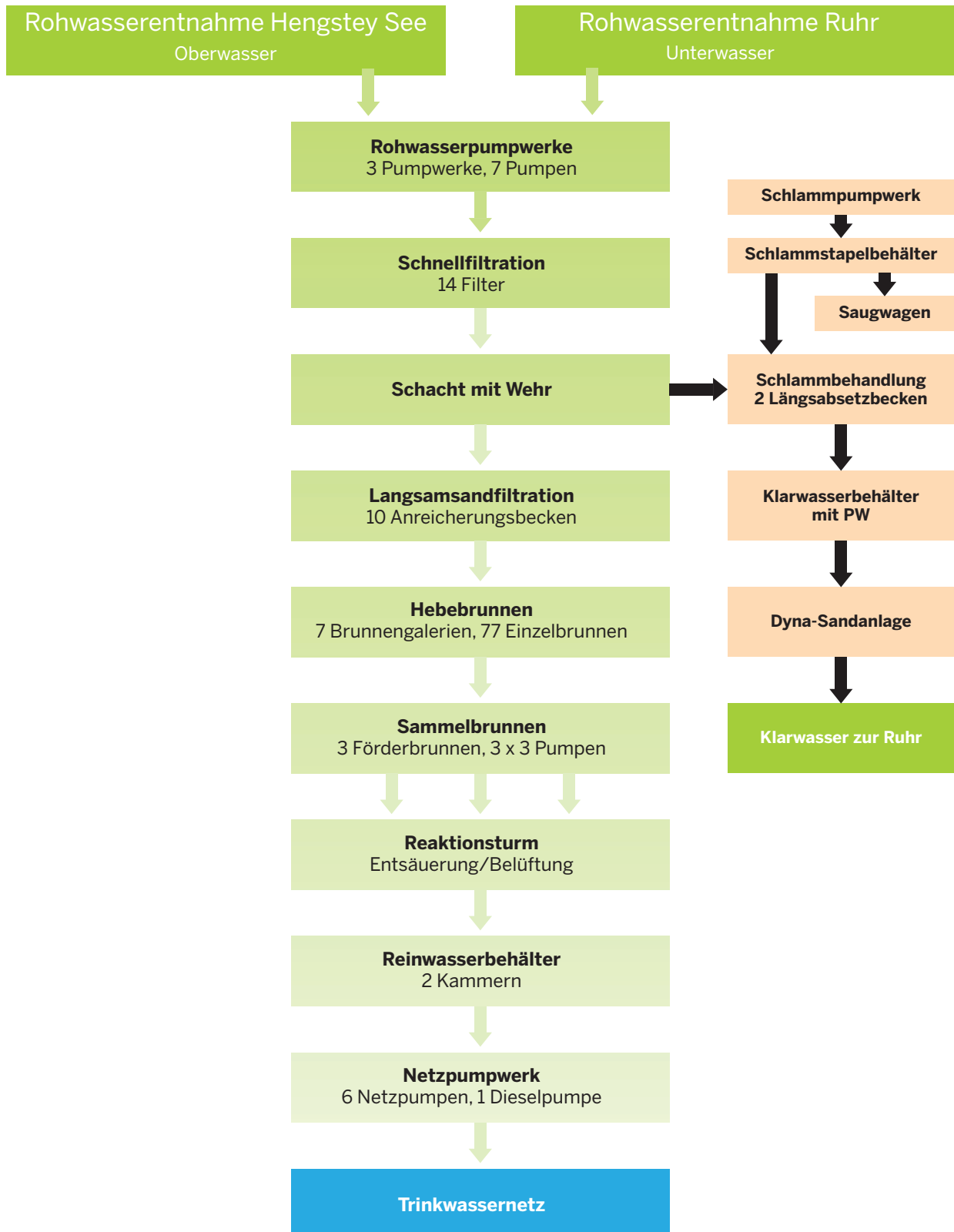


Bild rechts:
Der Armaturengang
unter der Schnell-
filteranlage



Luftbild WW
Hengstey mit Ruhr

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Hengstey



> Enervie Gruppe



Energie, die bewegt.

10.3.9

Wasserwerk Volmarstein

Seit 1883 erzeugt das Wasserwerk Volmarstein Trinkwasser, damals noch vorrangig für die Stadt Barmen im heutigen Wuppertal. Das Rohwasser wird dazu aus einem Altarm der Ruhr unterhalb des Stausees Harkortsee entnommen. Danach wird es bei Bedarf mit Flockungsmitteln behandelt und über eine Mehrschichtfilteranlage geführt.

Abschließend wird es mit Chlorgas desinfiziert und in das Netz eingespeist. Das Wasserwerk Volmarstein dient heute als Reserve-Wasserwerk der AVU, die das benötigte Trinkwasser wesentlich aus ihrem Wasserwerk Rohland an der Ennepetalsperre bezieht.



Altes Gebäude und Anbau

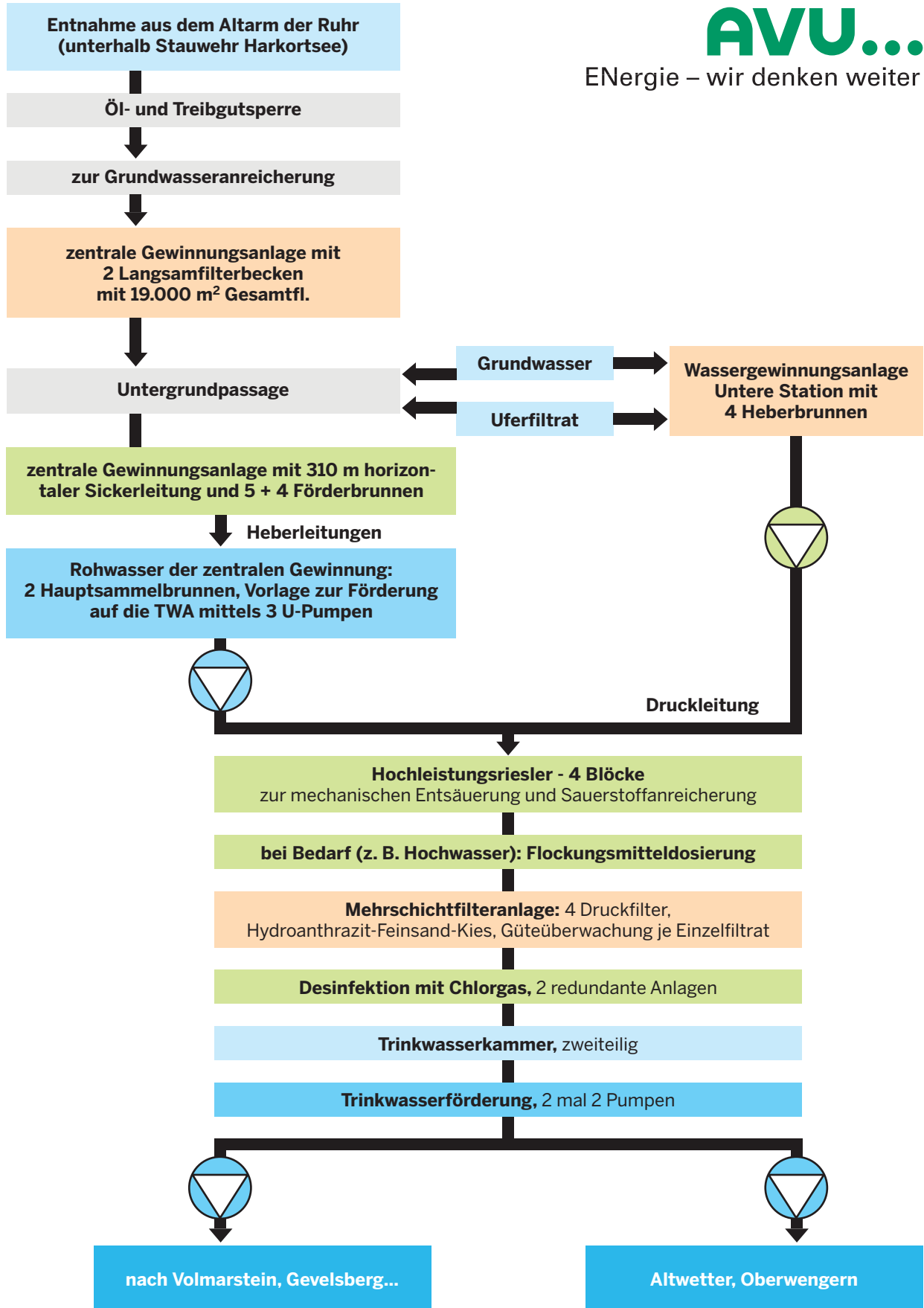


Sandreinigung
Anreicherungsbecken

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Volmarstein

AVU...

ENergie – wir denken weiter



10.3.10

Wasserwerk Witten

Im Jahr 1886 nahm das im Ruhrtal gelegene Wasserwerk Witten seine Arbeit auf. Zur Grundwasseranreicherung wird hier seit 1924 vorgereinigtes Ruhrwasser über große Versickerungsbecken in den Untergrund infiltriert. Zur Vorreinigung wird das Ruhrwasser seit 1956 infiltriert, seit 2008 wird zudem bei Bedarf Pulveraktivkohle zur Filtration zugegeben.

Nach der Langsandsandfiltration in den Grundwasserleiter wird das geförderte, angereicherte Grundwasser zu Trinkwasser aufbereitet. Die Trinkwasseraufbereitung besteht aus den folgenden Stufen (siehe nachfolgende Darstellung: Hochleistungsriesler zur mechanischen Entsäuerung und Belüftung, bedarfsweise Zugabe von Flockungsmitteln, Filtration über ein Mehrschichtfilter, Desinfektion mittels UV-Bestrahlung. Das Wasserwerk Witten versorgt die Stadt Witten sowie den angrenzenden Stadtteil Wetterwengern



Denkmalgeschützte Pumpenhalle



Hochwassersichere
Brunnenköpfe



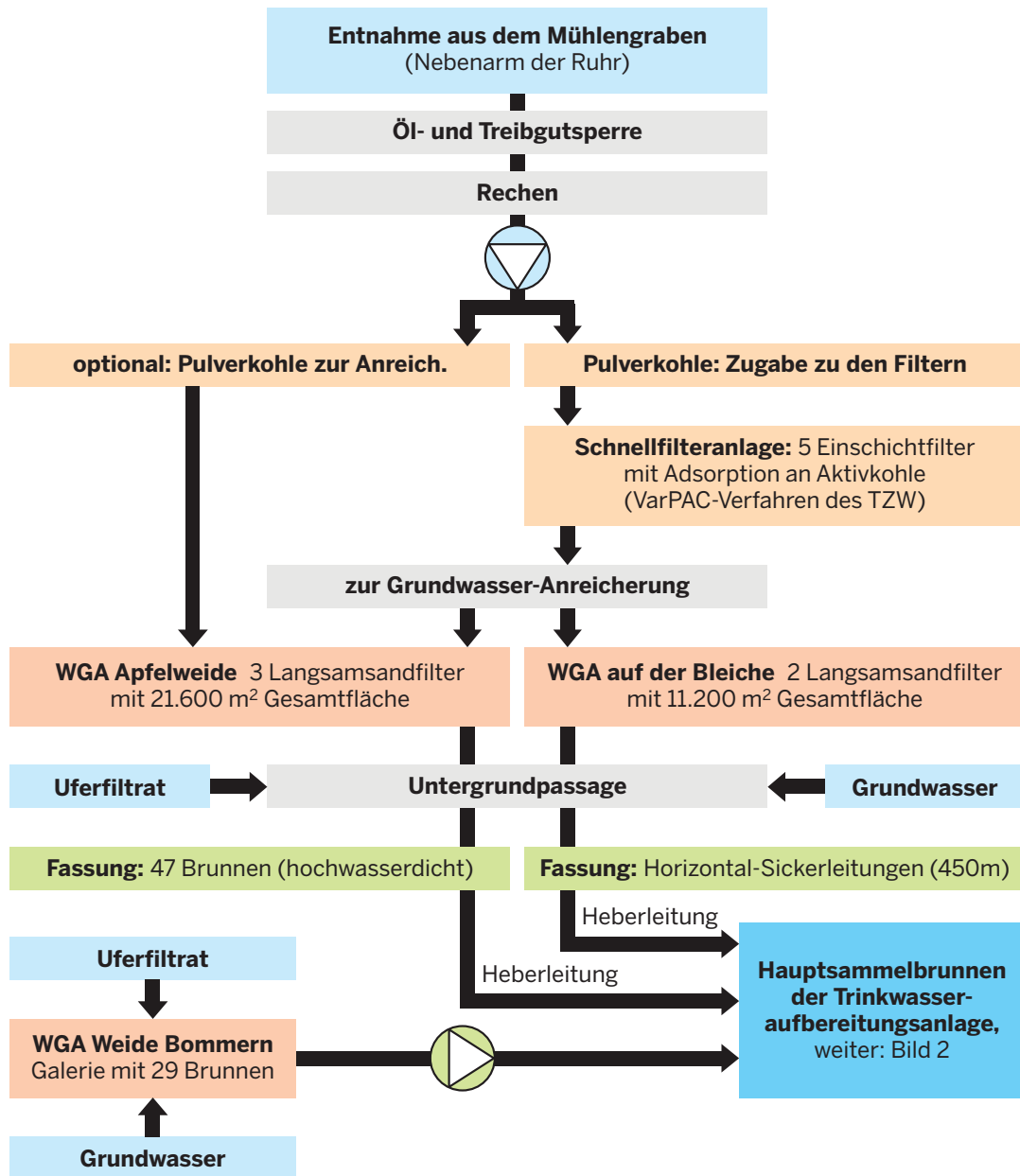
Filterhalle



Pulveraktivkohle-
dosieranlage

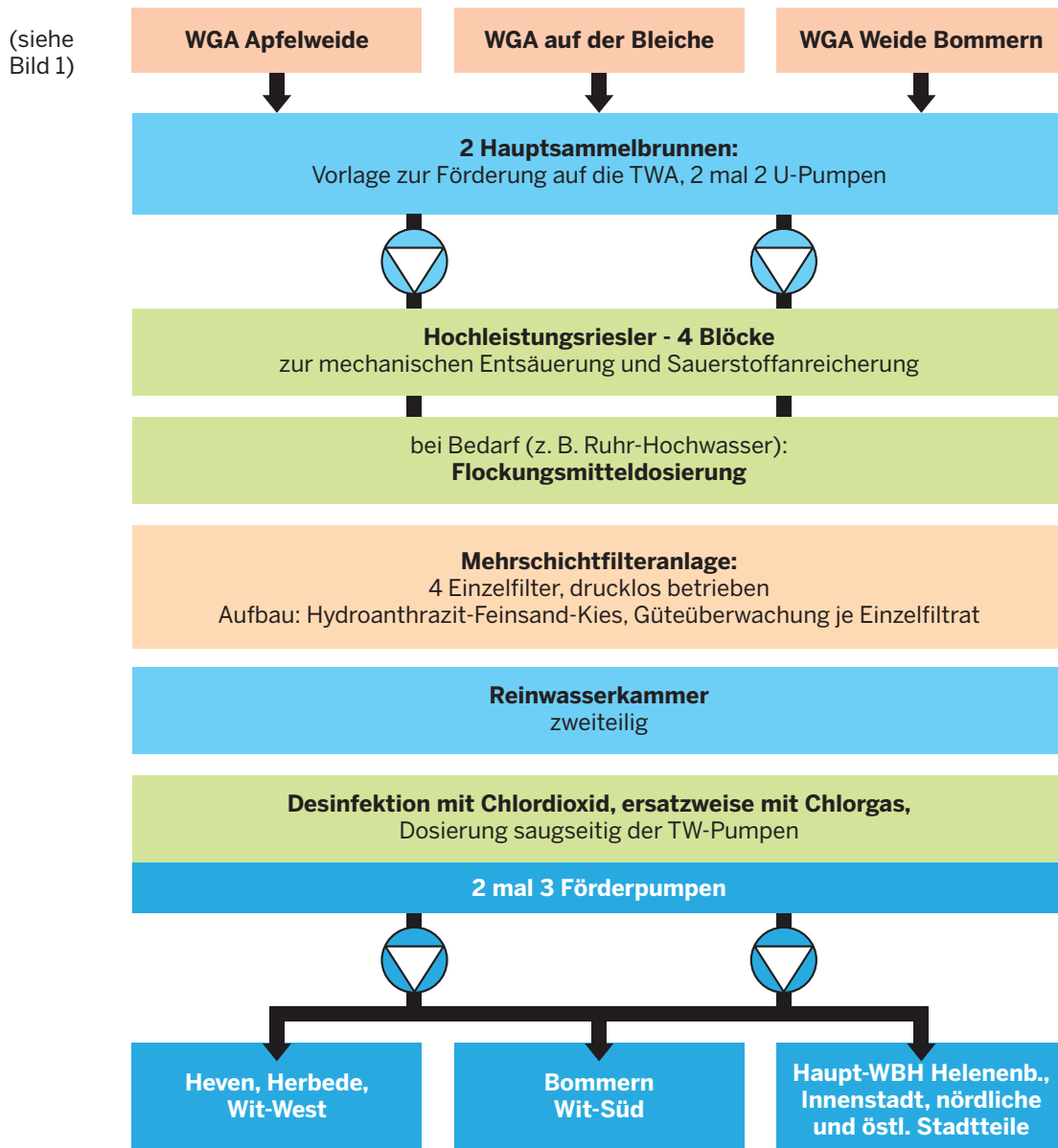
Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Witten

Bild 1: Gewinnung des Rohwassers einschließlich Vor-Aufbereitung des Ruhrwassers



Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Witten

Bild 2: Aufbereitung des Trinkwassers und Einspeisung in das Verteilernetz



10.3.11

Wasserwerk Witten-Heven

Im Jahr 1886 nahm das Wasserwerk Witten seine Arbeit auf. Zur Grundwasseranreicherung wird hier durch Zugabe von Flockungsmitteln und Pulveraktivkohle vorgereinigtes Ruhrwasser über Langsandsfilter in Versickerungsbecken kontrolliert in den Untergrund versickert.

Seit 1980 wird die im Untergrund entstehende Mischung aus natürlichem Grundwasser, Uferfiltrat und angereichertem Grundwasser nach dem sog. Wittener Verfahren mittels Ozonung, Flockung und geschlossener Mehrschichtfiltration weitergehend aufbereitet. Abschließend erfolgen noch eine Entsäuerung mit Natronlauge zum Schutz des Rohrnetzes und eine Desinfektion mit UV-Licht.

Insgesamt rund 25 Millionen Kubikmeter Trinkwasser pro Jahr werden so der Gelsenwasser AG und der Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH zur Weiterverteilung zur Verfügung gestellt.



Aufbereitungsgebäude

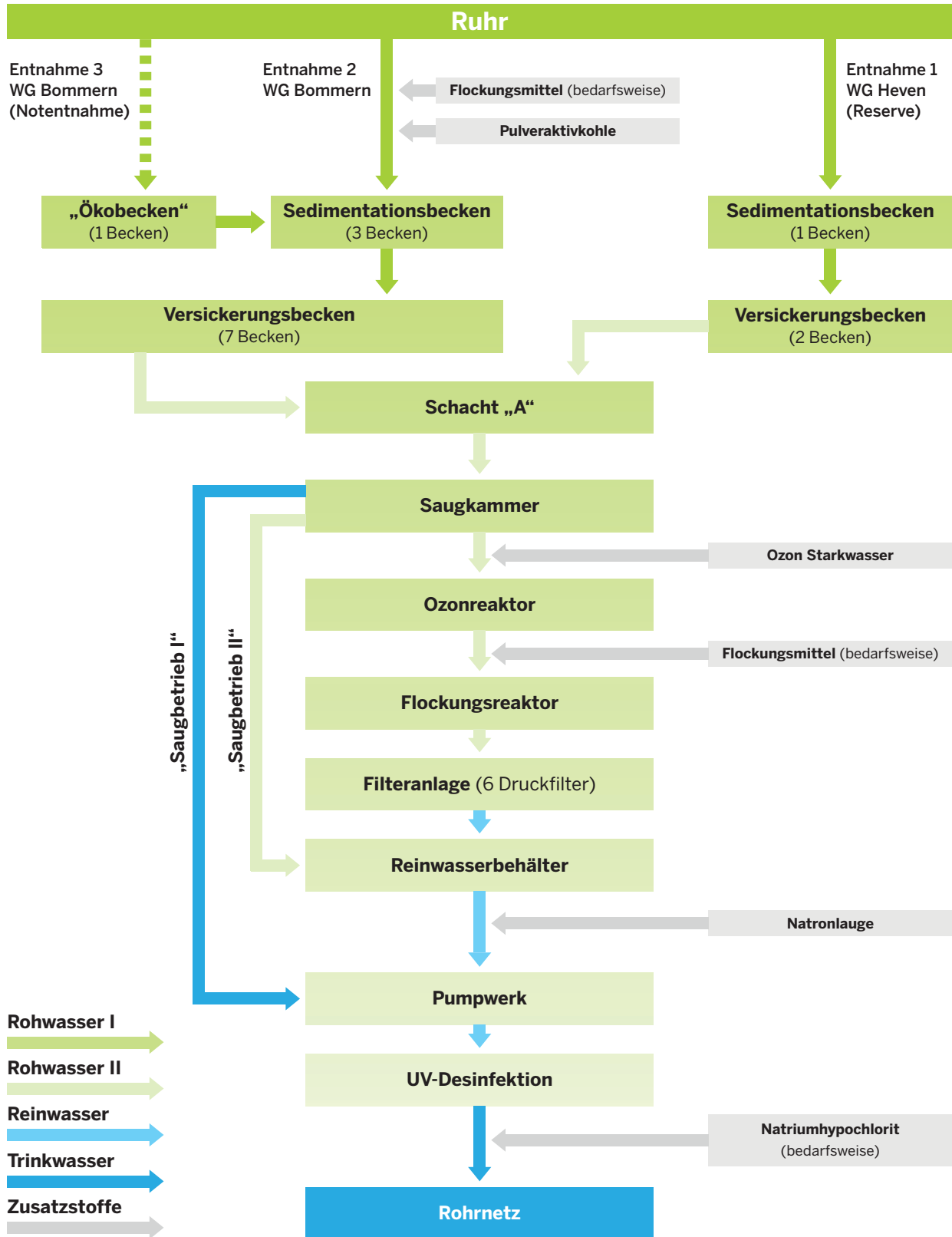


Ozonanlage



UV-Desinfektions-
anlage

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Witten-Heven



10.3.12

Wasserwerk Insel, Hochsauerlandwasser

Das Wasserwerk Insel der Hochsauerlandwasser GmbH gewinnt sein Rohwasser aus natürlichem Grundwasser und aus Uferfiltrat der Ruhr. Die Gewinnung erfolgt über mehrere Heberbrunnen und einen Sammelbrunnen mit offener Sohle.

Das Rohwasser wird über Kalkstein filtriert bzw. entsäuert und mittels Chlordioxid desinfiziert, bevor es als Trinkwasser über einen Hochbehälter in das Rohrnetz eingespeist wird. Die Jahresabgabe liegt bei ca. 300.000m³.

Ende 2015 wird die Anlage durch ein mehrstufiges, nach dem Multibarrierenprinzip ausgelegtes, modernes Wasserwerk Hennesee mit Rohwasserentnahme aus der Henne-talsperre ersetzt.



Filterverrohrung

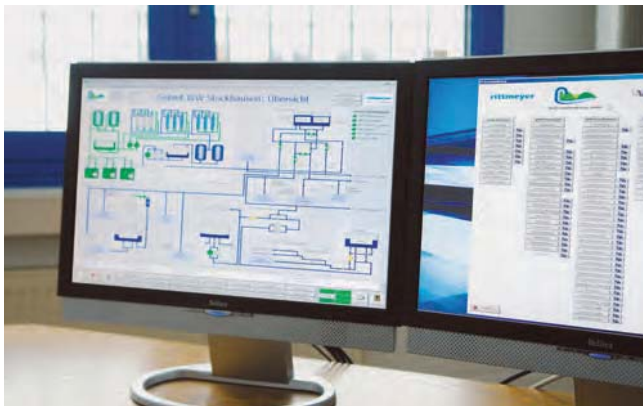


Bild links:
Leitwarte

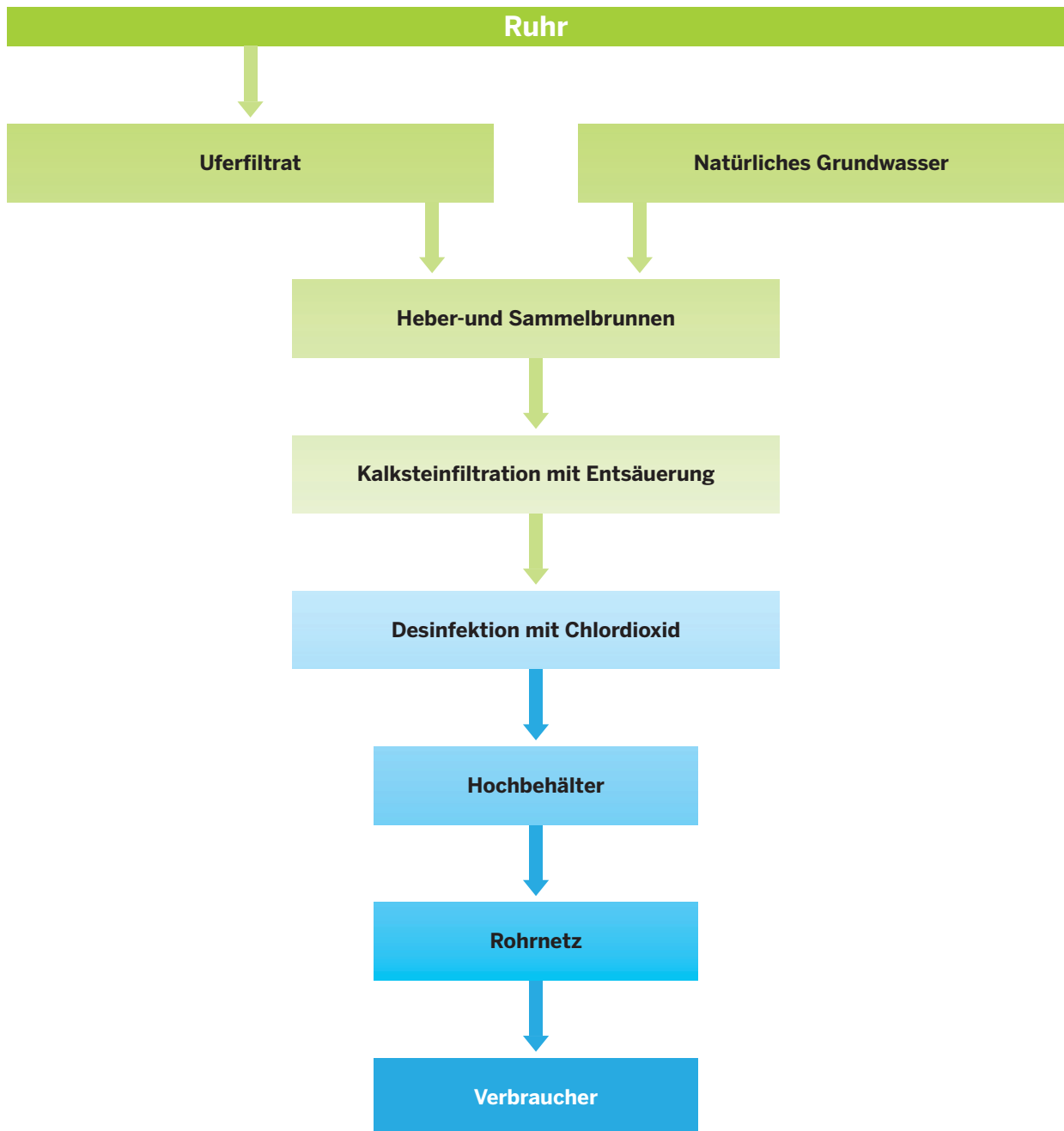


Bild rechts:
Chlordioxidher-
stellung und
-dosierung



Die Gewinnung erfolgt aus natürlichem Grundwasser und aus Uferfiltrat der Ruhr

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Insel



10.3.13

Wassergewinnung Hennenohl, Hochsauerlandwasser

Die Wassergewinnung Hennenohl der Hochsauerlandwasser GmbH gewinnt ihr Rohwasser aus natürlichem Grundwasser und aus Uferfiltrat der Ruhr. Die Gewinnung erfolgt über einen Flachbrunnen und einen Tiefbrunnen. Das Rohwasser wird zur physikalischen Entsäuerung belüftet und mittels Chlordioxid desinfiziert, bevor es als Trinkwasser über einen Hochbehälter in das Rohrnetz eingespeist wird. Die Jahresabgabe liegt bei ca. 450.000m³.

Ende 2015 wird die Anlage durch ein mehrstufiges, nach dem Multibarrierenprinzip ausgelegtes, modernes Wasserversorgungssystem Hennesee mit Rohwasserentnahme aus der Hennesperre ersetzt.



Gebäude der
Wassergewinnung
Hennenohl

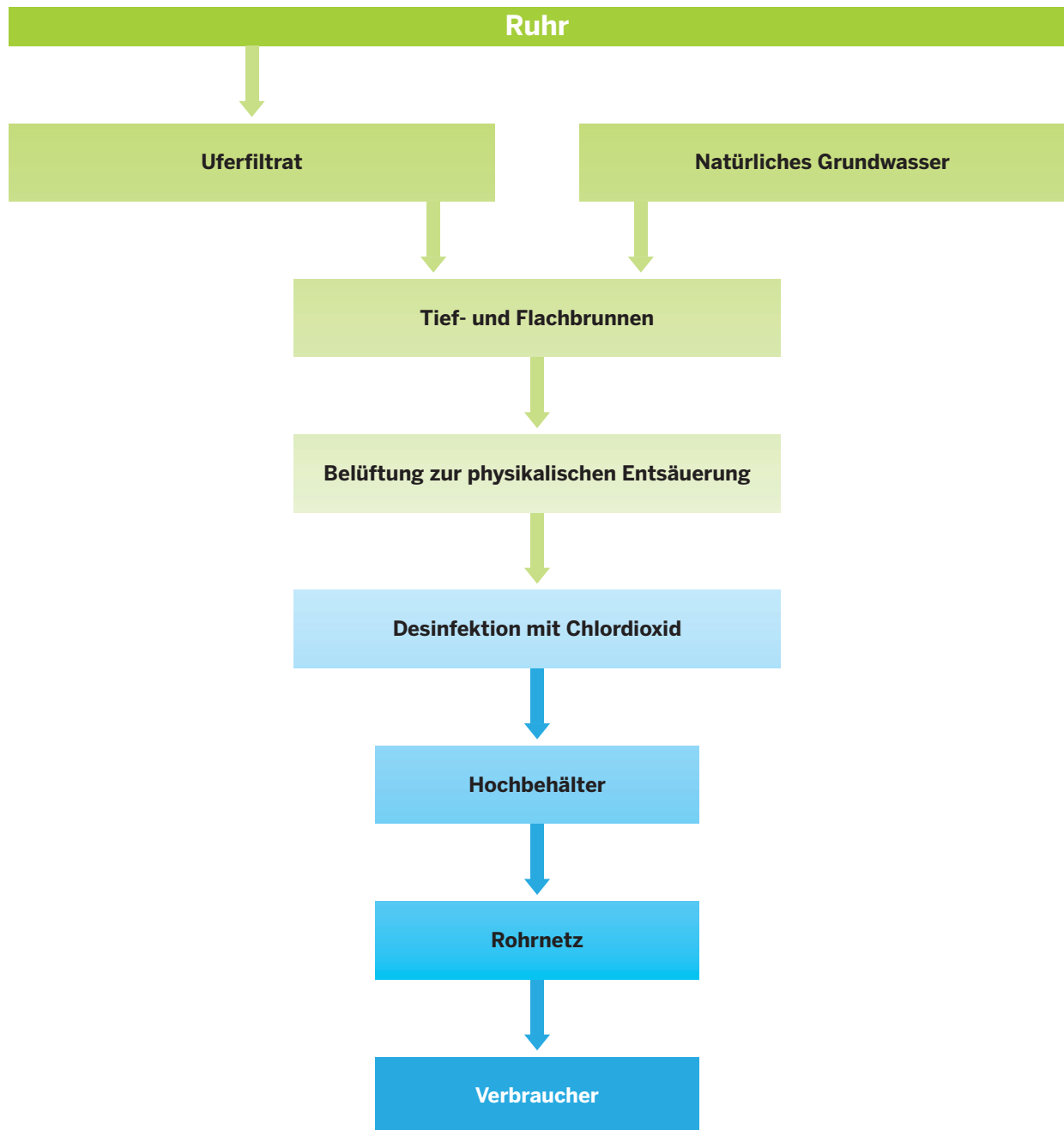


Trinkwasserbecken
mit Entsäuerungs-
anlage



Pumpenraum

Schema Wasseraufbereitung Wassergewinnung Hennenohl



10.3.14

Wasserwerk Bochum Stiepel

Seit 1910 speist das Wasserwerk Bochum-Stiepel sein Trinkwasser in das Netz ein. Als Rohwasser dient dabei Uferfiltrat der Ruhr und natürliches Grundwasser, das in 128 Brunnen in Ruhrnähe gefördert wird. Nach einer physikalischen Entsäuerung erfolgt eine Anhebung des pH-Wertes mit Natronlauge. Anschließend durchläuft das Trinkwasser acht Filteranlagen mit Flockungsfiltration. Abschließend erfolgt eine UV-Desinfektion. Insgesamt bis zu 14,5 Millionen Kubikmeter Trinkwasser pro Jahr werden so gewonnen und in das Netz der Stadtwerke Bochum eingespeist.



Filteranlagen



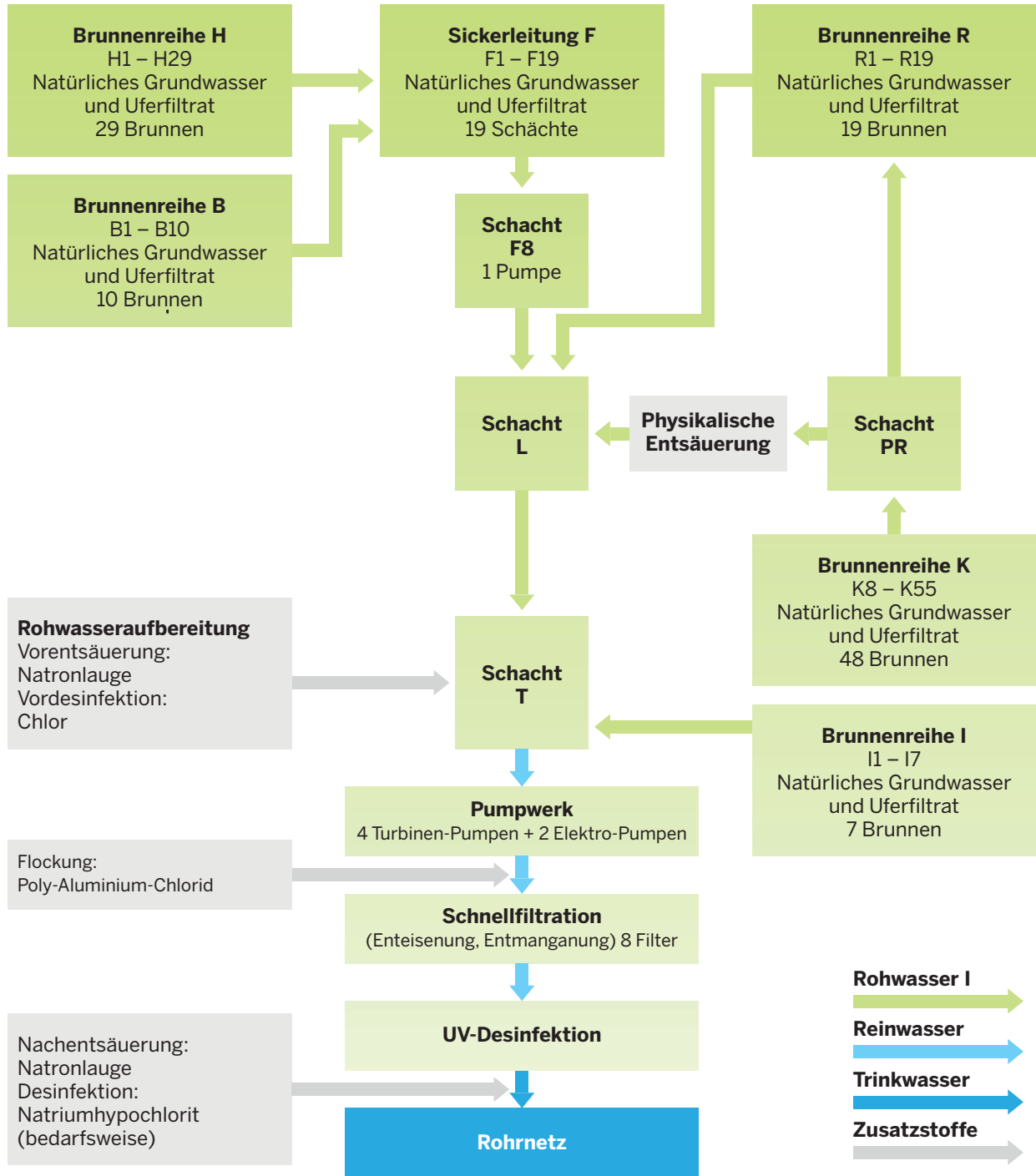
Bild links:
Leitungen

Bild rechts:
Armaturen



Luftaufnahme vom
Wasserwerk Stiepel

Schema Wasseraufbereitung Wasserwerk Bochum Stiepel



10.4

Fazit - Ertüchtigung der Trinkwasseraufbereitung zur Elimination von organischen Mikroverunreinigungen und mikrobiellen Krankheitserregern

Die Versorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft mit Trinkwasser, das den Anforderungen des vorsorgenden Gesundheits- und Verbraucherschutzes genügt und in ausreichender Menge jederzeit zur Verfügung steht, ist ein prioritäres Ziel der Landesregierung.

Die Elimination von Spurenstoffen ist ein Thema, das in der Zukunft noch höhere Bedeutung gewinnen wird als es bis heute der Fall ist.

Daher hat die Landesregierung das „Programm Reine Ruhr“ aufgelegt, das einen strategischen Ansatz zur Bewältigung der Spurenstoffthematik darstellt.

Hinsichtlich der Status Quo der Trinkwasserförderung und - aufbereitung entlang der Ruhr kann festgehalten werden, dass die Wasserwerke von RWW mit 40 Millionen m³ Trinkwasserförderung pro Jahr und einer Laufzeit von mehr als 30 Jahren praktisch den Stand der Technik repräsentieren.

Damit ist gleichzeitig ein technischer Leistungsbeweis für die Definition „Stand der Technik“ erbracht.

Auch hinsichtlich der Anforderungen an eine weitgehende, auf gleichen technischen Standards aufgebauten Trinkwasserversorgung entlang der Ruhr sind alle Bürgerinnen und Bürger, denjenigen gleichzustellen, die bereits heute von den RWW – WGE – und Hochsauerlandwasser versorgt werden.

Weil bei den Wasserwerken von RWW und Hochsauerlandwasser ausreichend und detaillierte Erfahrungen über einen großen Zeitraum vorliegen und auch bei der aktuellen Investition der WGE auf ein ähnliches Verfahren gesetzt wird, sind weitere Anpassungen ohne Vorentwicklungen, Probephasen oder weitere Pilotanlagen möglich.

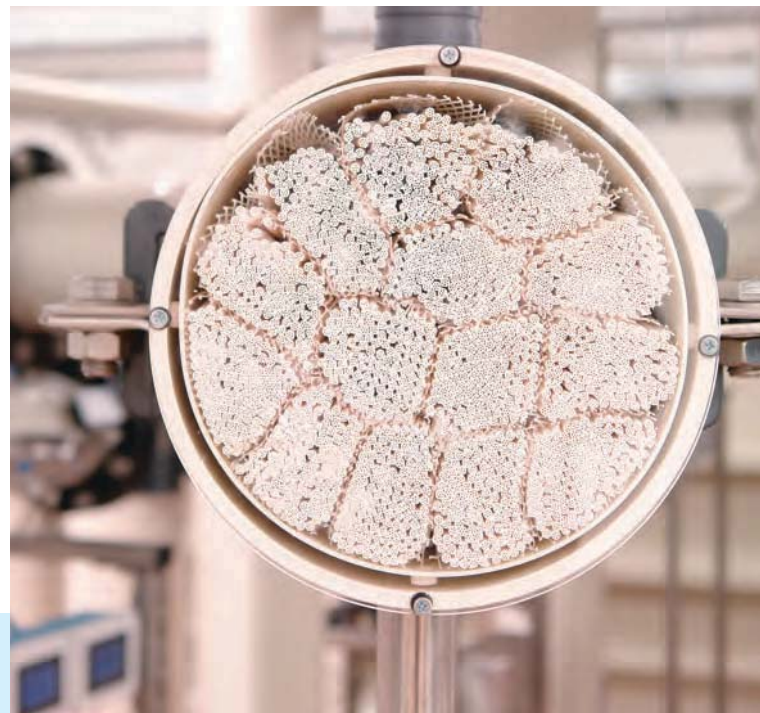
Eine parallele Nachrüstung der noch verbliebenen Anlagen kann darüber hinaus Synergien und damit verbundene Kosteneinsparungen erzielen.

Neben der Bestandaufnahme, der integrierten Überwachung und den Maßnahmen im Bereich der kommunalen und industriellen Abwasserbehandlung ist auch die Ertüchtigung der Wasseraufbereitungsanlagen ein notwendiger Teil der Gesamtstrategie.

Die Regelungen des Landeswassergesetzes beinhalten i.V.m. den bundesgesetzlichen Regelungen des Wasserhaushaltsgesetzes und der Trinkwasserversorgung eine ausreichende Rechtsgrundlage, Ertüchtigungen der Wasseraufbereitungsanlage zu fordern und diese ordnungsrechtlich umzusetzen.

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich in Deutschland das Multi-Barrieren-System, bestehend aus dem vorrangigen Schutz der Ressource vor Verunreinigungen und der an die Rohwasserverhältnisse angepassten Trinkwasseraufbereitung bewährt. Dieses Prinzip muss unter den heutigen Rahmenbedingungen einer modernen Industriegesellschaft fortentwickelt werden, d.h. auch heute muss der Schutz der Ressource die erste Priorität genießen, während erst in zweiter Linie die Trinkwasseraufbereitung zum Tragen kommt.

Heute stellt eine besondere Herausforderung für den Gewässerschutz und die Trink-Wasserversorgung der Eintrag von Mikroschadstoffen (Spurenstoffe und mikrobiologische Erreger) dar. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Chemikalien aus Industrieprozessen oder dem



UF-Membran
Hochsauerlandwasser

Pflanzen- oder Materialschutz sowie um Medikamente und Zusätze von Konsumentenprodukten. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (Umweltgutachten 2004) geht von 20 Millionen organischen chemischen Verbindungen aus, von denen bis zu 5.000 Substanzen als potentiell umweltrelevant einzustufen sind. Einige dieser Stoffe können sich schon in sehr niedrigen Konzentrationen nachteilig auf das aquatische Ökosystem auswirken oder die Gesundheit der Menschen beeinträchtigen.

Mit der modernen Analytik gelingt es zwar heute, auch geringste Spuren vieler Stoffe zu detektieren; bislang existieren jedoch nur für die wenigsten dieser Stoffe Bewertungen, die deren Wirkung auf die Umwelt und auf die Gesundheit der Menschen abschätzen lassen.

Insbesondere die Wasserversorgung aus nicht umfassend schützbaaren, anthropogen beeinflussten Oberflächengewässern ist von der v. g. Situation betroffen. Das Beispiel der Ruhr – eine besondere Situation in Nordrhein-Westfalen – macht das deutlich:

Der Ruhr fließen über Kläranlagen täglich die Abwässer von rd. 2,2 Millionen Menschen aus privaten Haushalten und aus gewerblichen Betrieben zu. Die in den Abwässern enthaltenen Stoffe werden jedoch durch konventionelle, dem Stand der Technik entsprechende Reinigung des Abwassers in Kläranlagen vielfach nicht eliminiert und gelangen so in niedrigen Konzentrationen (nano- bis Mikrogramm pro Liter) in die Ruhr.

Andererseits muss zur Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung wegen der nicht ausreichenden Grundwasservorkommen auf das Ruhrwasser als Wasserressource zurückgegriffen werden. Heute beziehen mehr als 4 Millionen Menschen ihr Trinkwasser mittelbar aus der Ruhr.

Auch wenn die Reduzierung von Schadstoffeinträgen an der Quelle vorrangig ist und eine weitestgehende Reduzierung der Stoffe sicher stellt, werden Restbelastungen verbleiben. Daher sind aus Gründen des vorsorgenden Gesundheits- und Verbraucherschutzes neben den Maßnahme an der Quelle und der Abwasserreinigung als weitere Barriere auch Maßnahmen im Rahmen der Trinkwasseraufbereitung zu ergreifen.



Sicherheitsdesinfektion Hochsauerlandwasser

Auch an die nach dem sogenannten „naturnahen Verfahren“ betriebenen Wasserwerke sind diese Anforderungen zu stellen. Im Rahmen des jeweils erteilten Wasserrechts gewinnen diese Anlagen Trink- und Brauchwasser aus dem Uferfiltrat bzw. nach künstlicher Versickerung aus dem ufernahen Bereich der Ruhr. Die in diesem Zusammenhang betriebenen Trinkwasseraufbereitungsanlagen entsprechen unter Berücksichtigung der aufgezeigten Entwicklung und der dargestellten Erkenntnisse nicht mehr den Erfordernissen und müssen daher nachgerüstet werden.

Gemäß § 48 Abs. 4 in Verbindung § 48 Abs. 2 Landeswassergesetz ist es daher erforderlich, die betriebenen Anlagen jeweils zeitnah den gebotenen Anforderungen anzupassen und einen Anpassungsplan zu erstellen, der die einzelnen Maßnahmen beschreibt und die zeitlichen Anpassungsschritte konkret benennt. Eine mögliche zeitliche Orientierung stellen die Investitions- und Zeitplanungen des aktuellen Vorhabens der WGE dar.

Anlagen zur Aufbereitung von Wasser für die öffentliche Trinkwasserversorgung sind nach dem Stand der Technik zu errichten und zu betreiben, wenn die Beschaffenheit des zur Trinkwasserversorgung gewonnenen Wassers (Rohwasser) dies im Einzelfall und bezogen auf bestimmte Inhaltsstoffe und Eigenschaften nach § 5 Abs. 1 und § 6 Abs. 1 der Trinkwasserverordnung erfordert. (Hierbei sind die in den maßgeblichen Wasserkörper direkt, indirekt oder diffus eingetragenen Stoffe zu berücksichtigen, wenn diese zu schädlichen Gewässerveränderungen im Sinne des § 3 Nr. 10 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) n. F. führen können.)

Die Ergänzung des § 48 LWG im Rahmen des Vorschaltgesetzes macht noch stärker deutlich, dass bei anthropogen bedingten Stoffemissionen der verschiedensten Art in einem Wassereinzugsgebiet aus Gründen eines vorsorgenden Trinkwasserschutzes geboten sein kann und muss, neben Maßnahmen an der Quelle (Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft) und bei der Abwasserbehandlung als weitere Barriere auch Maßnahmen bei der Trinkwasseraufbereitung in Betracht (sog. Multi-barrierenansatz).

Es entspricht dem Gedanken abgewogener Bewirtschaftungsentscheidungen, dass alle Gewässernutzer an stark anthropogen beaufschlagten Einzugsgebieten Vorsorgemaßnahmen leisten müssen. Bei der öffentlichen Wasserversorgung rechtfertigt sich dies schon aus der Zweckbestimmung des erteilten Wasserentnahmerechts.

Auch wenn aufgrund der jeweiligen individuellen Beschaffenheit des Rohwassers der Stand der Technik für die einzelne Trinkwasseraufbereitungsanlage zu definieren ist, so ist es aufgrund der oben beschriebenen generellen Situation der Wasserversorgung aus nicht umfassend schützbar, anthropogen beeinflussten Oberflächengewässern geboten, einen Mindeststandard für alle, die Trinkwasseraufbereitung betreiben, festzuschreiben, der zur Sicherung einer dem vorbeugenden Gesundheits- und Verbraucherschutz dienenden Wasserversorgung notwendig ist und eine hinreichende Planungssicherheit für Wasserversorgungswirtschaft bietet.



Eine dem heutigen Stand der Technik entsprechende Aufbereitung von Trinkwasser, das direkt oder indirekt aus einem anthropogen beeinflussten Oberflächengewässer entnommen wird, muss daher generell mindestens folgende Aufbereitungsstufen umfassen:

- 1** ein geeignetes Verfahren der Partikelentfernung mit dem Schwerpunkt der Entfernung mikrobiologischer Belastungen gemäß DVGW-Arbeitsblätter W 213 Teile 1 bis 6, DVGW-Arbeitsblatt W 126 und der Mitteilung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission „Anforderungen an die Aufbereitung von Oberflächengewässern zu Trinkwasser im Hinblick auf die Entfernung von Parasiten“ (Bundesgesundheitsblatt (1997) 12, Seite 484 ff),
- 2** eine Ozonierung zum Aufbrechen persistenter organischer Verbindungen,
- 3** eine chemische Adsorptionsstufe mittels Festbett zur möglichst weitgehenden Entfernung von unerwünschten organischen persistenten chemischen Wasserinhaltsstoffen,
- 4** eine Desinfektion des Trinkwassers gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 290.

Alternativ zu den unter 1. bis 2. genannten Stufen der Aufbereitung kann auch eine den Anforderungen der Partikelentfernung (incl. Makromoleküle, Viren und Kolloide) genügende Filtration (Ultrafiltration, Porengröße 0,1 – 0,01 µm) gewählt werden.

- A 1-3** Alternativ zu den unter 1. bis 3. genannten Stufen kann auch eine Nanofiltration (Porengröße 0,01 – 0,001 µm) gewählt werden.

Impressum

Herausgeber

**Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV)**
40190 Düsseldorf

www.mkulnv.nrw.de

Inhaltliche Bearbeitung

**Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV)**
40190 Düsseldorf

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz – LANUV NRW

Postfach 101052
45610 Recklinghausen
Tel. +49 (0)2361-305-0
Fax +49 (0)2361-305-3215
E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de

Geodatenbasis des Landes NRW © geobasis NRW

Kartografische Bearbeitung

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz (LANUV) NRW
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen

Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe
www.masterplan-wasser.nrw.de



Gestaltung

ID-Kommunikation

Agentur für umweltorientierte Kommunikation
S 1, 1
68161 Mannheim
Tel. 0621-102924
Fax 0621-102991
www.idkommunikation.de
E-Mail: id-kommunikation@t-online.de

Fotos

Fotolia Bildagentur: Titelbild, S. 13, 14, 16, 20, 22, 35, 37, 40, 42,
43, 46, 58, 65, 71, 72, 81, 83, 88, 91, 95, 100, 107,
Shutterstock Bildagentur: S.15
Helmut Brodt, ID-Kommunikation: S.27, 41, 60, 66, 70, 126, 128,
158, 164, 165, 166
LANUV NRW: S. 25
Archiv Ruhrverband: S. 44
Grontmij GmbH: S. 77
Wikipedia.org
De Wood, digital colorization by Chris Pooley: S. 89
Bericht "Reine Ruhr" Landtagsvorlage 2012: S. 87
Abwasserverband "Obere Lutter": S. 76
Stadtwerke Duisburg AG: S.69
RGN Reinhard G. Nießing, Raesfeld: S. 64, 109, 111
Canadian Council of Ministers of the Environment
Illustration is by Marc Bélanger: S. 94
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH :
S. 112, 113, 114, 116, 118,
Gelsenwasser AG: 120, 121, 123, 133
Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co. KG: S. 124
Stadtwerke Fröndenberg GmbH: S. 130
ENERVIE – Südwestfalen Energie und Wasser AG: S. 132, 148
Stadtwerke Hamm GmbH: S. 134
Wasserwerke Westfalen GmbH:
S. 136, 138, 140, 142, 144, 146, 156
VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH: S. 150, 152
Fotograf Sascha Kreklau: S. 162

Herstellung

ColorDruck Solutions GmbH

Gutenbergstr. 4
69181 Leimen-St.Ilgen
www.colordruck.com

