

**Expertenkommission
Programm „Reine Ruhr“**

**Ministerium für Umwelt und
Naturschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen**

Erster Zwischenbericht des Programms „Reine Ruhr“

**Strategie zur Verbesserung der
Gewässer- und Trinkwasserqualität**

Düsseldorf, April 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	1
2	Ausgangslage	2
3	Das Programm „Reine Ruhr“	9
4	Bewertung von organischen Spurenstoffen	11
5	Definition von Zielwerten für bislang nicht regulierte Mikroverunreinigungen in Oberflächengewässern in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungen.....	16
6	Stand des Programms	17
6.1	Darstellung des Ist-Zustands;	
	Belastung der Ruhr und ihrer Nebengewässer mit organischen Mikroverunreinigungen	17
6.2	Erarbeitung eines neuen Überwachungskonzepts.....	20
6.3	Erweiterung des Anlagenkatasters (Indirekteinleiterkataster)	24
6.4	Vermeidung an der Quelle	26
6.5	Zusätzliche Reinigungsstufen auf Kläranlagen	33
6.6	Zusätzliche Maßnahmen zur Trinkwasseraufbereitung.....	35
6.7	Information und Beratung	37
6.8	Forschungs- und Entwicklungsbedarf	39
7	Wasserübertragene Krankheitserreger	41
8	Ausblick.....	46
9	Literaturverzeichnis	48

Bilder- und Tabellenverzeichnis

Bild 1: Datenbankverbund der Wasserwirtschaft in NRW: Das ELWAS (Elektronisches Wasserwirtschaftliches VerbundSystem) Konzept	24
Bild 2: Datenbankverbund der Wasserwirtschaft in NRW: Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser (D-E-A) (siehe auch Bild 1)	25
Bild 3: Eintragspfade von Stoffen in Oberflächengewässer	40
Bild 4: Performance targets for selected bacterial, viral and protozoan pathogens in relation to raw water quality (to achieve 10-6 DALYs per person per year) [Bild 7.2 aus WHO, 2006]	43
Tabelle 1: Übersicht über die Bewertung organischer Mikroverunreinigungen	
[UBA, 2008]	14
Tabelle 2: Health-based targets derived from example calculation in Table 7.3	
[Tab. 7.4 aus WHO, 2006]	44

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
AWWR	Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BR	Bezirksregierung
D-E-A	Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser (NRW)
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
EG	Europäische Gemeinschaft
ELWAS	E lektronisches W asserwirtschaftliches Verbund S ystem
EU	Europäische Union
FlussWinIMS	s. ELWAS
F&E	Forschung und Entwicklung
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert
GÜS	Gewässergüteüberwachungssystem
IFEU	Institut für Entsorgung und Umwelttechnik gGmbH an der Südwestfälischen Fachhochschule
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
InKa	Indirekteinleiterkataster (NRW)
ISA	Informationssystem Anlagen
IT.NRW	Information und Technik Nordrhein-Westfalen (früher: Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik - LDS)
KbE	Koloniebildende Einheit (Größenordnung bei Krankheitserregern)
LWG	Landeswassergesetz
MUNLV	Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PFBA	Perfluorbutansäure
PFOA	Perfluoroctansäure

PFOS	Perfluorooctansulfonsäure
PFT	Perfluorierte Tenside
PIUS	Produktionsintegrierter Umweltschutz
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
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
ZW	Zielwert
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)

Glossar

Abkürzung

Erläuterung

Gesundheit

„Zustand vollständigen körperlichen, geistig-seelischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur die Abwesenheit von Krankheit und Gebrechen“ (aus der Gründungserklärung der WHO aus dem Jahr 1948).

Gesundheitsschutz

Maßnahmen zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Umwelteinflüssen, die durch den Einzelnen nicht oder nur bedingt zu beeinflussen ist und daher durch die Gesellschaft/ Gemeinwesen im Rahmen der Daseinsvorsorge sichergestellt werden müssen.

Gewässermonitoring

Gewässermonitoring bezeichnet die Erfassung des hydrologischen, chemischen, physikalischen, biologischen und ökologischen Zustandes eines Gewässers über einen längeren Zeitraum und damit die Überwachung der Gewässerentwicklung in stofflicher, mengenmäßiger und ökologischer Hinsicht. (vgl. <http://www.flussgebiete.nrw.de>)

GOW

Der Gesundheitliche Orientierungswert stellt einen Vorsorgewert zum Schutz der menschlichen Gesundheit aus Sicht der Trinkwasserversorgung dar. Er wird unter der Prämisse festgelegt, dass bei lebenslangem Genuss von 2 Litern Trinkwasser pro Tag kein unzulässiges Risiko für die Konsumenten auftritt. Der GOW wird auch für Stoffe festgelegt, die aufgrund einer unzureichenden Datenlage noch nicht oder nur teilweise bewertbar sind. Seine Höhe ist abhängig von der Art der Wirkung des Stoffes und dem gesicherten aktuellen Wissensstand über die Wirkung des Stoffes [s. UBA, 2003]

Humanbiomonitoring

Human-Biomonitoring (HBM) ist ein Werkzeug der gesundheitsbezogenen Umweltbeobachtung. Im Human-Biomonitoring werden menschliche Körperflüssigkeiten und -gewebe untersucht, um ihre Belastung mit Schadstoffen zu bestimmen. [www.umweltbundesamt.de]

LW	Der Leitwert ist ein Wert, der aus Sicht der Trinkwasserversorgung mit Sicherheit lebenslang duldbar oder akzeptierbar ist. Der Leitwert wird – anders als der GOW – auf Basis einer vollständigen humantoxikologischen Bewertung abgeleitet.
Metabolit	Ein Metabolit ist ein Zwischenprodukt in einem, meist biochemischen, Stoffwechselfvorgang
Multibarrierenprinzip	Aufbau möglichst vieler, zum Teil redundanter Sicherheits-/ Schutzmaßnahmen von der Stoffquelle bis zur Trinkwasseraufbereitung
Nanoskalig	Größenordnung; Partikel im Nanometerbereich haben einen Durchmesser von 1 Milliardstel Meter (10^{-9} Meter)
Risikoabschätzung	Als Risikoabschätzung wird der Prozess von der Identifizierung des Gefährdungspotentials bis hin zur quantitativen Charakterisierung von Risiken verstanden.
Risikobewertung	Im Rahmen der Risikobewertung werden die Risiken wissenschaftlich und medizinisch sowie darauf basierend gesellschaftlich und politisch bewertet.
Risikomanagement	Unter Risikomanagement wird der Prozess von der Identifikation und Auswahl der Maßnahmen zur Verminderung der Risiken über die Umsetzung bis zur Evaluation der Maßnahmen verstanden.
Risikoregulierung	Unter Risikoregulierung wird der Gesamtprozess der Risikoabschätzung und des Risikomanagements einschließlich der hierzu notwendigen Vorverfahren verstanden. In einem Vorverfahren werden Probleme eingegrenzt, dies dient z. B. der Früherkennung von Risiken, der Prioritätenfestsetzung und der Festlegung der Rahmenbedingungen für die Risikoregulierung.
Water Safety Konzept	Das Water Safety Konzept [WHO, 2006] geht davon aus, dass zur Sicherstellung der Wasserversorgung ein umfassendes (holistisches) Konzept notwendig ist, welches Risiken im Einzugsgebiet, z.B. bei der Abwassereinleitung, Mindestanforderungen an die Rohwasserqualität und die quantitative Erfassung und Charakterisierung der Rohwasserbelastung unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Variationen regelt.

1 Vorwort

Das Programm „Reine Ruhr“ startete im Juni 2008. Der nun vorliegende erste Zwischenbericht der Umsetzung des Programms „Reine Ruhr“ ist eine gemeinsame Arbeit der Expertenkommission „Reine Ruhr“ und dem Umweltministerium (MUNLV) NRW. Die Expertenkommission setzt sich aus drei fachlich anerkannten Mitgliedern zusammen. Dies sind 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 Experten sichern die wissenschaftliche Begleitung, die Einbringung der Kenntnis des aktuellen Wissensstands und die unabhängige Beurteilung der getroffenen und zu treffenden Maßnahmen. Darüber hinaus arbeiten sie maßgeblich an der Entwicklung von Strategien mit. Neben den Experten und dem MUNLV ist vor allem auch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) an den Arbeiten beteiligt.

Der erste Zwischenbericht „Reine Ruhr“ geht auf die Bedeutung des Gewässer- und Trinkwasserschutzes im Hinblick auf Spurenstoffe, aber auch auf wasserübertragbare Krankheitserreger ein, wobei der Schwerpunkt innerhalb des Programms im ersten Schritt zunächst bei den Stoffen liegt. Darüber hinaus beschreibt er die Historie, sowie die getroffenen Maßnahmen seit Bekanntwerden von bislang nicht bewerteten und regulierten Spurenstoffen an der Ruhr. Mit dem Programm „Reine Ruhr“ wird eine umfassende Strategie entwickelt, die die Ursachenforschung maßgeblicher Stoffströme, Risikoabschätzung und -bewertung, Maßnahmenabwägung und -umsetzung, Überwachung und Kommunikation mit dem Fokus auf Mikroschadstoffe konsequent für die Gesamtheit der Wasserwirtschaft in einem integrierten (holistischen) Ansatz sowie der hierzu notwendigen apparativen, personellen und institutionellen Infrastrukturen verfolgt. Auf die einzelnen Aspekte des Programms wird im Folgenden ersten Zwischenbericht eingegangen.

2 Ausgangslage

Die Bedeutung des Gewässer- und Trinkwasserschutzes

An den Gewässerschutz und die Trinkwasserversorgung werden sowohl weltweit als auch in Deutschland hohe Anforderungen gestellt. Dabei geht es um den vorsorgenden Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier sowie der aquatischen Biozöosen durch Sicherung der Wasserqualität im Trinkwasser und in den Gewässern. Regelungen bestehen für die unterschiedlichen Schutzziele im europäischen Recht, im Wasserhaushaltsgesetz des Bundes und den Landeswassergesetzen. Der Vorsorgegrundsatz hat dabei in Deutschland einen besonders hohen Stellenwert. Deshalb entwickelt die Landesregierung eine Strategie, die alle Schutzaspekte abdeckt und zwar auch für Stoffe und Krankheitserreger, die neu in die Umwelt gelangt sind bzw. dort entdeckt werden.

Der Zustand der nordrhein-westfälischen Oberflächengewässer hat sich bereits in den letzten Jahrzehnten hinsichtlich der Güteparameter der EU Wasserrahmenrichtlinie bzw. des Wasserhaushaltsgesetzes deutlich verbessert. Die Kläranlagen entsprechen in Nordrhein-Westfalen dem Stand der Technik, der vor allem auf die Reduzierung von Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorverbindungen zielt. Ziele einer vorsorgenden Politik für Gewässerschutz und Trinkwasserversorgung sind:

- Schutz der Bevölkerung (Gesundheitsschutz) vor unzulässigen Gesundheitsrisiken durch Sicherung der Qualität des Trinkwassers unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse auf hohem Niveau,
- Schutz der aquatischen Umwelt vor Beeinträchtigung durch anthropogene Einflüsse,
- Aufgreifen neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Umsetzung in praktisches Handeln,
- Herstellung eines Vertrauensverhältnisses der Bevölkerung bezüglich der Qualität des Trinkwassers und der Güte der Gewässer.

Heute stellt der Eintrag von Mikroverunreinigungen (Spurenstoffe und wasserübertragbare Krankheitserreger) eine besondere Herausforderung für den Gewässerschutz und die Trinkwasserversorgung dar. Aufgrund der Verbesserung der chemischen Analytik und medizinischen Diagnostik konnten in den letzten Jahren und können in der Zukunft zahlreiche Stoffe, Stoffgruppen und Mikroorganismen, wie beispielsweise Arzneimittelrückstände und endokrin wirksame Substanzen sowie Krankheitserreger in der aquatischen Umwelt in immer geringeren Konzentrationen nachgewiesen werden. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen [Umweltgutachten, 2004] geht von 20 Millionen organischen chemischen Verbindungen aus, von denen bis zu 5.000 Substanzen als potenziell umweltrelevant

einzustufen sind. Die Trinkwasser- und Umweltrelevanz von zunehmend Verwendung findenden nanoskaligen Materialien (Größenordnung eines Partikeldurchmessers: ≤ 1 Milliardstel Meter, 10^{-9} m) kann derzeit in ihrer Bedeutung noch nicht eingeschätzt werden, dürfte jedoch künftig an Bedeutung gewinnen.

Es werden anthropogene (synthetische) und natürliche Schadstoffe unterschieden. Das Auftreten anthropogener Schadstoffe in der Umwelt ist von vielen Komponenten abhängig, u.a. sind dies der Industrialisierungsgrad und die Industrieart, das Konsumverhalten der Bevölkerung, die Bevölkerungsdichte und die Art und Intensität der Flächennutzung. Manche dieser Stoffe können sich schon in sehr niedrigen Konzentrationen nachteilig auf das aquatische Ökosystem und/oder auf die Trinkwasserqualität auswirken. Aufgrund der Vielzahl der Stoffe und ihrer möglichen Umwandlungsprodukte sind die Wirkungen auf Mensch und Umwelt derzeit nur für die wenigsten dieser Stoffe bekannt.

Bei den Krankheitserregern werden bakterielle, virale und parasitäre Krankheitserreger unterschieden, die sich durch niedrige Infektionsdosis, hohe Persistenz in wasserführenden Systemen und hohe Chlorresistenz auszeichnen und nicht sicher durch die klassischen mikrobiologischen Indikatoren für die Wasserüberwachung angezeigt werden. Aus diesen und weiteren Gründen ist daher der Vorsorge bei Maßnahmen zum Trinkwasser- und Gewässerschutz ein hoher Stellenwert einzuräumen.

Eine Tochterrichtlinie der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) regelt für einige, europaweit seit langem als umweltrelevant erkannte chemische Spurenstoffe (z.B. Cadmium, Hexachlorbenzol, Quecksilber, PAK) einzuhaltende Umweltqualitätsnormen. Darüber hinaus werden über die neue europäische Chemikalienverordnung REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) seit Juni 2007 Unternehmen verpflichtet, ihre gewerblichen Kunden und Verbraucher (auf Anfrage) zu informieren, falls in ihren Erzeugnissen ein als besonders gefährlich (wie z.B. giftig, krebserregend, umweltgefährlich) für Mensch und Umwelt identifizierter Stoff mit mehr als 0,1 % enthalten ist. Die Europäische Chemikalienagentur publiziert die Stoff-Liste. Diese ist ein wertvoller Hinweis für das mögliche Auftreten neuer Stoffe in der aquatischen Umwelt. Perspektivisch soll jeder Eintrag bzw. jegliche Einleitung von Stoffen in umweltrelevanten Konzentrationen möglichst verhindert werden bzw. soweit verringert werden, dass keine Gefahren für die Umwelt und die Verbraucherinnen und Verbraucher bestehen.

Das deutsche Wasserrecht wendet den Vorsorgegrundsatz und den kombinierten Ansatz, der Schadstoffausträge möglichst bereits an der Quelle mindert, schon seit langem an. Die deutsche Wasserver- und Abwasserentsorgung gewährleistet einen vorsorgenden Ressourcen- und Verbraucherschutz durch das Multibarrierenprinzip (Aufbau möglichst vieler, zum Teil redundanter Sicherheits-/ Schutzmaßnahmen von

der Stoffquelle bis zur Trinkwasseraufbereitung). Dieser Ansatz hat dazu geführt, dass hinsichtlich der in ihrer Bedeutung für Tiere und Pflanzen in den Oberflächengewässern, bzw. für die Trinkwasseraufbereitung erkannten Stoffe nur noch lokal Probleme bestehen. Das Vorkommen von Krankheitserregern im Wasser, das für den menschlichen Gebrauch aufbereitet werden soll, ist allerdings im europäischen Wasserrecht bisher nicht explizit geregelt, obwohl der Gefahr durch wasserübertragbare Krankheitserreger nach Ansicht der Weltgesundheitsorganisation (WHO) weltweit die höchste Priorität zukommt.

Einen maßgeblichen Eintragspfad für potenzielle Schadstoffe und Krankheitserreger in die Oberflächengewässer stellt das kommunale Abwasser dar. Über Einleitungen aus Industrie- und Gewerbebetrieben, Haushalten (z.B. durch Haushaltschemikalien, Medikamente, Gewerbe- und Industriechemikalien), der Schifffahrt und belastetem Niederschlagswasser (z.B. durch Straßenabrieb, Ablauf von Dach- und Fassadenflächen) werden potenzielle Schadstoffe in die Fließgewässer eingetragen. Aber auch die Abschwemmung von Stoffen von versiegelten Flächen (z.B. Verbrennungsrückstände, Metalle) oder landwirtschaftlich genutzten Flächen (Pflanzenschutzmittel) tragen dazu bei.

Die Ruhr als Trinkwasserressource

Im Einzugsgebiet der Ruhr besteht eine besondere Situation: Die Ruhr ist einerseits Rohwasserquelle für die Trinkwasserversorgung und weist andererseits einen im Vergleich zu anderen Flussgebieten hohen Abwasseranteil auf. Im Jahresmittel beträgt der Anteil der Wasserführung der Ruhr, resultierend aus kommunalen Kläranlagen, industriellen Einleitungen und Niederschlagswassereinleitungen, ca. 30 %, der Anteil allein aus kommunalen Kläranlagen liegt über 15 %. Die in den Abwässern enthaltenen organischen und anorganischen Stoffe sowie Krankheitserreger werden, auch wenn die Anlagen dem Stand der Technik entsprechen, durch eine konventionelle Aufbereitung des Abwassers in Kläranlagen generell nicht vollständig eliminiert und gelangen so in niedrigen Konzentrationen in die Gewässer. In der Ruhr macht sich dies durch den hohen Abwasseranteil verstärkt bemerkbar.

Im Ballungsraum Ruhrgebiet reichen aufgrund der hydrogeologischen Randbedingungen die Grundwasservorräte für die Trinkwasserversorgung nicht aus, so dass auf das Ruhrwasser als Wasserressource zurückgegriffen werden muss. Heute beziehen mehr als 4 Millionen Menschen ihr Trinkwasser mittelbar aus der Ruhr. Hierbei wird Ruhrwasser aus der fließenden Welle direkt entnommen, vorgereinigt, versickert (Grundwasseranreicherung), gemeinsam mit zuströmendem Grundwasser und Uferfiltrat gefasst und einer vorherigen oder anschließenden Wasseraufbereitung zugeführt.

PFT- Nachweis in der Ruhr als Auslöser für eine Neubestimmung der Risikoregulierung

2006 wurden im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie des Institutes für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn an der Mündung der Ruhr in den Rhein unerwartet hohe Konzentrationen an perfluorierten Tensiden (PFOA und PFOS) gefunden. Zur Erforschung der Ursachen der in der Ruhr vergleichsweise sehr hohen nachgewiesenen Konzentrationen, wurden daraufhin unverzüglich die Ruhr und ihre Nebenflüsse auf PFT untersucht. Die wesentliche Belastungsursache für die damals identifizierten sehr hohen Konzentrationen lag vor allem in der illegalen Aufbringung von PFT-haltigen Abfällen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen im Einzugsgebiet des Oberlaufs der Möhne und der oberen Ruhr.

Perfluorierte organische Verbindungen kommen weltweit in unterschiedlichem Maße in der Umwelt vor. Auch im Gewebe bzw. im Blut von Menschen und Tieren wurden PFT nachgewiesen. Das Vorkommen der PFT ist nicht natürlich, sondern anthropogen bedingt. PFT werden u.a. in der Textil-, Papier-, Chemischen-, Galvanischen- und Photochemischen Industrie angewendet. Aufgrund ihrer Persistenz und Mobilität sind diese Stoffe wasserwerks- und trinkwasserrelevant.

Dennoch sind perfluorierte Tenside – wie auch andere ubiquitär vorkommende Stoffe - bisher weder in der Rohwasserüberwachung noch in der Trinkwasserverordnung aus dem Jahr 2001 geregelt. Dies stellt in Anbetracht der Vielzahl chemischer Stoffe, die in modernen Industriegesellschaften und der Landwirtschaft Anwendung finden, eher die Regel als die Ausnahme dar. Aufgrund der Nutzung von Ruhr und Möhne zur Trinkwassergewinnung ist die Bevölkerung in besonderem Maße sensibilisiert, wenn nicht vorhersehbare und bislang nicht regulierte Spurenstoffe aus vorerst nicht bekannten und überwachten Quellen in diese Gewässersysteme gelangen.

Das Wissen über die Wirkung vieler Stoffe auf den menschlichen Organismus und die Umwelt insbesondere in niedrigen Konzentrationen wird immer mangelhaft bleiben. Daraus ergibt sich zwingend, dass prinzipiell ein gewisses, wenn auch sehr geringes Restrisiko durch potenzielle Schadstoffe im Trinkwasser und in den Gewässern in Kauf genommen werden muss. Darum ist es unbedingt notwendig eine Risikoregulierung anzustreben, die dieses Risiko in einer duldbaren Größe hält. Die Größe dieses duldbaren Risikos ist politisch festzulegen und braucht einen dauernden Informationsaustausch mit der Bevölkerung und allen anderen Betroffenen (Handel, Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft)

Deshalb stehen die bereits in der Vergangenheit begonnenen Untersuchungen zum Erkennen, Bewerten, Vermeiden, Vermindern, Behandeln und ggf. Verbieten von „neuen“ Stoffen in der Ruhr im Mittelpunkt der Arbeit der zuständigen Behörden, des Umweltministeriums und der Kommission „Reine Ruhr“ für eine umfassende Risikoregulierung. Geeignete Lösungen wurden auf den Weg gebracht. Eine Gewässerüberwachung hinsichtlich vieler potenzieller Schadstoffe (siehe

www.lanuv.nrw.de) ist über das Gewässerüberwachungskonzept NRW eingerichtet und wird fortgeschrieben.

Neben der Überwachung ist die bis dahin fehlende toxikologische Bewertung bestimmter Spurenstoffe (neben PFT u.a. Arzneimittelwirkstoffe wie Carbamazepin, Diclofenac und Diagnostika wie Iopamidol, Amidotrizoesäure, und Industriechemikalien wie TOSU, EDTA, DTPA) eine wichtige Basis zur weiteren Verbesserung der Vorsorge. Die toxikologische und trinkwasserhygienische Bewertung einiger trinkwasserrelevanten Spurenstoffe in der Ruhr erfolgte auf Initiative des Umweltministeriums NRW durch das Umweltbundesamt nach Anhörung der Trinkwasserkommission, der nationalen Fachkommission des Bundesministeriums für Gesundheit, die beim Umweltbundesamt angesiedelt ist (siehe Tabelle 1 in Kapitel 4).

Im Auftrag des Umweltministeriums wurde von August 2006 bis März 2007 von der Ruhr-Universität Bochum eine umweltmedizinische Studie (Human-Biomonitoring Studie) durchgeführt, für die das Blut von 700 Kindern, Frauen und Männern aus Arnsberg sowie den Vergleichsgebieten Brilon und Siegen auf perfluorierte Verbindungen analysiert wurde. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass der Konsum PFOA-verunreinigten Trinkwassers bei der Arnsberger Studiengruppe zu einer erhöhten Belastung mit PFOA im Blut geführt hatte. Im Mittel fanden sich bei der Arnsberger Studiengruppe fünf- bis achtfach höhere PFOA-Werte im Blut als bei den Vergleichsgruppen aus Brilon und Siegen. Trotzdem vermuten die an der Studie beteiligten Wissenschaftler, dass nach derzeitigem Kenntnisstand bei der Bevölkerung aus Arnsberg auch langfristig nicht mit schädlichen Auswirkungen zu rechnen ist.

Die Probanden/innen aus Arnsberg wurden im Herbst 2007 erneut untersucht (2. HBM-Studie), um zu ermitteln, in welchem Ausmaß die PFOA-Belastung im Blut zurückgegangen ist. Die Ergebnisse der zweiten Studie zeigten einen Rückgang der Belastung des Blutes mit der PFT-Verbindung PFOA im Mittel bei Frauen und Kindern um etwa 20 Prozent und bei Männern um etwa 10 Prozent.

Darüber hinaus wurde ebenfalls im Auftrag des Umweltministeriums mit Unterstützung des Ruhrverbandes im Mai 2008 eine umweltmedizinische Studie mit Anglern aus der Möhneseeeregion begonnen. Hintergrund für diese zweite Studie war die nach Bekanntwerden der PFOS-Belastung von Fischen aus dem Möhnesee im September 2006 herausgegebene, vorsorgeorientierte Empfehlung zum Verzehr von Fischen aus diesem Gewässer. Kernergebnis der Studie ist bisher, dass es einen eindeutigen Zusammenhang zwischen dem Verzehr von Möhneseeischen und der Belastung des Blutes mit PFOS gibt. Je mehr Fisch verzehrt wurde, desto höher war die jeweilige Blutbelastung mit PFOS. Im Vergleich zum Briloner Kontrollkollektiv der o.g. Studie lagen die ermittelten PFOS-Werte im Mittel um ca. den Faktor 2,5 höher. Eine akute gesundheitliche Gefährdung aufgrund der bei allen Anglern ermittelten PFOS-Werte kann nach dem derzeitigen Stand des Wissens nicht abgeleitet

werden. Hinsichtlich der Beurteilung der langfristigen Belastung bestehen aber noch offene Fragen, denen das MUNLV gemeinsam mit Fachwissenschaftlern zurzeit nachgeht.

Die im Rahmen der Anglerstudie bisher erzielten Ergebnisse bestätigen das Vorgehen des MUNLV mit zügiger Herausgabe einer Empfehlung für den Verzehr PFT-belasteter Fische.

Darüber hinaus wurden durch das NRW-Umweltministerium nach einer eingehenden Ursachenermittlung weitere gezielte kurz- und langfristig wirkende Maßnahmen an der Ruhr veranlasst.

Maßnahmen zur Reduktion der Spurenstoffeinträge an der Ruhr

Belastete Flächen:

Seit Anfang 2007 wird eine mit PFT belastete ca. 10 Hektar große landwirtschaftliche Fläche in Brilon-Scharfenberg saniert. Die Sanierung beinhaltet die Fassung des Sickerwassers mittels eines Dränagesystems und die anschließende Behandlung mit Aktivkohlefiltern. Seither zeigen die Ergebnisse eine sehr deutliche Minderung des PFT-Zuflusses aus dieser Quelle zur Möhne, was zu einer signifikanten Abnahme der PFOA-Belastung der Möhne und der Ruhr im mittleren und unteren Ruhrabschnitt geführt hat (vgl. Veröffentlichung d. PFT-Messwerte durch d. LANUV: <http://www.pft.lua.nrw.de>). Auf einer etwa 2 Hektar großen und mit PFT belasteten Ackerfläche bei Rüthen erwies sich zur Sanierung ein Bodenaustausch mit Entsorgung des belasteten Bodenmaterials auf einer geeigneten Deponie als fachlich sinnvollste Lösung. Die Sanierungsmaßnahme ist Ende Dezember 2008 zum Abschluss gebracht worden.

Industrie und Gewerbe:

Zeitgleich wurden die für PFT und weitere, zwischenzeitlich als trinkwasser- und/oder umweltrelevant erkannten Schadstoffbelastungen (wie bspw. TOSU) verantwortlichen Betriebe an der Ruhr identifiziert. Das MUNLV hat gemeinsam mit den vor Ort zuständigen Behörden in Kooperation mit den betroffenen Firmen jeweils angepasste Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffeinträge veranlasst. Diese Maßnahmen werden je nach Relevanz und festgelegter Priorität kurzfristig oder langfristig umgesetzt. Sie beinhalten teilweise die Vermeidung, den Austausch bzw. die Verminderung der Freisetzung umweltbelastender Hilfs- und Betriebsstoffe oder die Behandlung von stark belasteten Teilströmen am Ort des Anfalls (Produktionsintegrierter Umweltschutz). Ein Teil dieser Maßnahmen ist bereits abgeschlossen. Bei den übrigen Betrieben ist die Umsetzung in Arbeit oder es

befinden sich Maßnahmen in Planung. Die durchgeführten Maßnahmen zur PFT-Reduzierung erfolgen auf freiwilliger Basis, ohne dass derzeit normierte Grenzwerte für eine Abwassereinleitung definiert sind. Dank der Kooperation der Industrie- und Gewerbebetriebe konnten die PFOA- und PFOS-Einträge landesweit in zahlreichen Fällen reduziert werden.

Neben den Vermeidungs- und Behandlungsmaßnahmen bei Industriebetrieben werden in einem vom NRW-Umweltministerium finanzierten Forschungsvorhaben technische Maßnahmen zur Reduzierung des Eintrags von Arzneimittelrückständen aus Krankenhäusern am Krankenhaus in Waldbröl (Flusseinzugsgebiet Sieg) und der nachgeschalteten kommunalen Kläranlage untersucht.

Abwasserbehandlung:

Mit einer im Auftrag des MUNLV im Sommer diesen Jahres abgeschlossenen Studie haben das Rheinisch-Westfälische Institut für Wasser (IWW) in Mülheim an der Ruhr und das Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen die Belastungen durch ausgewählte Spurenstoffe in der Ruhr und die Möglichkeiten zur Senkung des Eintrags von Spurenstoffen in die Ruhr durch Maßnahmen auf Kläranlagen untersucht. Die Studie zeigte auf, dass ein akuter Handlungsbedarf an den Kläranlagen im Ruhreinzugsgebiet selbst nicht besteht. Zugleich kam die Studie zu dem Ergebnis, dass mittel- bis langfristig Handlungsbedarf an einzelnen Kläranlagen nicht ausgeschlossen werden kann. Die genaue Festlegung bedarf jedoch noch weiterer Untersuchungen und einer Konkretisierung von Zielwertvorgaben. Demzufolge sind weitergehende Behandlungsmaßnahmen bei noch schadstoffauffälligen Kläranlagen der Ruhr vorgesehen. Die Eignung bspw. von Ozonung und/oder Aktivkohleadsorption oder Nanofiltration ist im konkreten Fall noch durch Pilotversuche zu klären (siehe Kap. 6.5).

In der aktuellen Bundestags-Drucksache 16/10922 [Bundesregierung; 2008] weist die Bundesregierung auf die Gefahren der menschlichen Gesundheit im Hinblick auf wasser- und insbesondere abwasserübertragener Krankheitserreger hin und empfiehlt in „sensiblen, hygienisch empfindlichen Gewässern (Trinkwasserschutzgebiete, Trinkwassertalsperre, Gewässer, die über Uferfiltrat das Grundwasser beeinflussen...)“ weitergehende Abwasserreinigungsverfahren einzusetzen. Dieser Aspekt ist im Rahmen des Programms zu prüfen.

Trinkwasseraufbereitung:

Im Rahmen der Umsetzung der „Arnsberger Vereinbarung“ haben sich im Jahr 2006 die in der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) zusammen geschlossenen Wasserversorger mit der Landesregierung auf ein Handlungspaket

verständnis, mit dem zum einen vorsorgende Maßnahmen zum Schutz der Gewässer im Ruhreinzugsgebiet intensiviert und zum anderen Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung modernisiert werden. Von einigen Wasserversorgern wurden bereits zielgerichtet Behandlungsmaßnahmen (Aktivkohle, Ozonung etc.) zur Sicherung der Trinkwasserqualität im Sinne des Multibarrieren-Prinzips installiert.

3 Das Programm „Reine Ruhr“

Aufbauend auf allen bislang durchgeführten und geplanten Maßnahmen und vor dem Hintergrund der in den letzten Jahren und auch aktuell geführten Diskussionen zu organischen Mikroverunreinigungen in Gewässern und im Trinkwasser sowie der Tatsache, dass dieses Thema in der Zukunft zunehmende Bedeutung haben wird, hat das MUNLV vorsorgend eine Strategie zur Verbesserung der Situation erarbeitet und das Programm „Reine Ruhr“ entwickelt. Das Programm hat eine umfassende und nachhaltige Strategie zur Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität an der Ruhr zum Ziel.

Aufgrund der Historie der Programmentstehung zielt das Konzept primär auf den Umgang mit chemischen Spurenstoffen. Die Betrachtung wasserübertragender Krankheitserreger ist in Bezug auf die Trinkwasserversorgung elementar; dieses Thema wird aufgrund der zum Großteil unterschiedlichen Bewertung insbesondere der akuten Gefährdung, Anforderung und Herangehensweise gesondert im Rahmen des Programms behandelt (siehe Kapitel 7).

Im Sinne eines Multibarrierensystems sind vorrangig Maßnahmen an der Quelle (Produktionsintegrierter Umweltschutz, bspw. durch Stoffvermeidung, Kreislaufführung, Teilstrombehandlung), aber auch bei der Abwasserbehandlung und Trinkwasseraufbereitung zu prüfen und ggf. einzuleiten, vorhandene Monitoring- und Überwachungssysteme zu verzahnen, zu erweitern und zu optimieren und durch vernetzte Kommunikationsstrukturen den Wissensaustausch und die Information zu verbessern. Damit bietet das Programm einen in dieser Art in Deutschland einmaligen strategischen Ansatz, das genannte Thema zu verfolgen.

Das Programm ist pragmatisch und umsetzungsorientiert ausgerichtet. Um die notwendige wissenschaftliche Expertise einzubeziehen, wird das Programm – wie bereits erwähnt - durch eine unabhängige Expertenkommission begleitet. Die Kommission setzt sich aus drei fachlich anerkannten Mitgliedern zusammen. Dies sind

- 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 gewährleistet den wissenschaftlichen Austausch und Begleitung und darüber hinaus auch den unabhängigen Blick zur Beurteilung der entwickelten Strategie sowie der getroffenen und zu treffenden Maßnahmen. Darüber hinaus ist sie maßgeblich an der Entwicklung einer Strategie zur Bewertung von bislang nicht bewertbaren bzw. teilbewertbaren Stoffen im Hinblick auf ihre Trinkwasser- und Gewässerrelevanz beteiligt. Diese Strategie soll künftig zu einer schnelleren Stoffbewertung führen, so dass ggf. ein folgendes Risikomanagement mit entsprechenden Maßnahmen zügig greifen kann.

Die pragmatische Umsetzung, konkrete Planung und ergänzende fachliche Beratung erfolgt unter Beteiligung der Vollzugs- und Fachbehörden der Wasserwirtschaft des Landes NRW.

Das Aktionsprogramm „Reine Ruhr“ 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. Zusätzlichen Maßnahmen der Trinkwasseraufbereitung
7. Information und Beratung

Der vorliegende Zwischenbericht zeigt im Weiteren die derzeitige Praxis der Bewertung von Spurenstoffen und die Entwicklung von einzuhaltenden Zielwerten für Oberflächengewässer in Einzugsgebieten der Trinkwassergewinnung. Er stellt die laufenden und vorgesehenen Arbeiten im Programm „Reine Ruhr“ und den noch bestehenden Forschungs- und Entwicklungsbedarf kurz vor.

4 Bewertung von organischen Spurenstoffen

Die Fortschritte in der chemischen Produktion und der chemischen Analytik und die immer schneller voranschreitende Entwicklung und Verwendung von chemischen Stoffen führen zum Nachweis von immer mehr und immer wieder „neuen“ Stoffen in der aquatischen Umwelt. Die endgültige Bewertung der Untersuchungsergebnisse für Gesundheit und Umwelt, sofern sie aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen erst nach der Stoffzulassung erfolgen kann (s.u.), ist demgegenüber sehr viel langsamer und kann oft mit dem Tempo des Nachweises von neuen Stoffen nicht Schritt halten. Die aus dem Wissensdefizit häufig abgeleitete Besorgnis darf aber nicht generell zum Anlass genommen werden, kurzfristig kostenintensive emissionsmindernde und gewässerschützende Maßnahmen zu ergreifen, solange keine akute Gefährdung nachweisbar ist. Sie ist allerdings aus Vorsorgeüberlegungen der Ausgangspunkt, für die Entwicklung von belastbaren und schnell anwendbaren Bewertungsgrundsätzen, die dann in eine nachhaltige Risikoregulierung einmünden.

Grundlage für die Bewertung von Analyseergebnissen für Stoffe ist eine Abschätzung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens von schädlichen Auswirkungen für Mensch und Umwelt. Für diese Risikobewertung wird die Wirkkonzentration eines gefährdenden Stoffes in Relation zu einer als duldbar erachteten Konzentration (Exposition) gesetzt. Im Fall des Nachweises der Konzentration von chemischen Stoffen und Krankheitserregern in der Umwelt hat eine solche Bewertung zum Ziel, Expositionsbereiche für den Menschen und die Umwelt zu erfassen und festzustellen, von welchen die Besorgnis eines nicht duldbaren Risikos ausgeht. Die Bewertung stellt eine wichtige Grundlage für die Risikoregulierung dar, zu der auch Maßnahmen zur Risikominderung gehören, wenn dies erforderlich ist.

Die Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Beurteilung chemischer Stoffe muss je nach der spezifischen Situation (Gefährdungspotenzial) entwickelt und festgelegt werden. Wichtig für die Einschätzung ist, dass bei Mikroschadstoffen in der Regel das Gefährdungspotenzial bei lebenslangem Genuss für die Beurteilung relevant ist, während bei den Krankheitserregern meist das akute Risiko entscheidend ist, jedoch ggfls. eine chronische Wirkung berücksichtigt werden muss (mehr zu wasserübertragbaren Krankheitserregern Kapitel 7).

Wichtigstes Kriterium für die Einschätzung des Gefährdungspotentials eines Stoffes ist v.a. die Toxizität im Sinne einer endokrinen (hormonähnlichen), kanzerogenen (krebserzeugenden), genotoxischen, teratogenen (erbgutschädigenden), reproduktions-schädigenden oder cytotoxischen (zellschädigenden) Wirkung. Weitere derzeit intensiv diskutierte Wirkungen sind Neuro- und Immuntoxizität. Hinzu kommt, dass zwischen akuten (sofort sichtbaren) und chronischen (langfristigen)

Effekten unterschieden werden muss und ggf. Anreicherungsmechanismen ggf. zu berücksichtigen sind.

Die Bewertung beschränkt sich jedoch nicht allein auf toxikologische Wirkeigenschaften, sondern auch auf das Umweltverhalten wie Löslichkeit, Verteilung, Persistenz, Abbaubarkeit sowie Bioakkumulation und Anreicherung in der Nahrungskette, da diese für die Exposition ebenfalls von Bedeutung sind.

Innerhalb der EU wird von unterschiedlichen Institutionen eine Vielzahl von Bewertungsverfahren mit unterschiedlichen Zielrichtungen angewendet. Im Rahmen von Stoffzulassungsverfahren werden mittlerweile für verschiedene Herkunftsbranchen Umweltrisikooanalysen (ERA – Environmental Risk Assessment) gefordert. Stoffe der Human- und Tiermedizin, im Lebensmittel- und Futtermittelbereich sowie Pflanzenschutz- und Biozidwirkstoffe unterliegen jeweils eigenen Registrierungs- und Bewertungsverfahren; keine vergleichbaren Registrierungs- und Bewertungsverfahren gibt es bislang für die in Kosmetika und in sogenannten „personal care products“ wie z.B. Shampoos oder Duschgelen eingesetzten Zusatzstoffe. Sonstige chemische Stoffe werden in der EU durch die REACH-Verordnung (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) (seit 01.06.2007 in Kraft; siehe auch Kapitel 2) erfasst. Neben den Stoffeigenschaften müssen bei REACH auch die Verwendungen des Stoffes angegeben werden. Darüber hinaus müssen die Hersteller eines Stoffes die Belastungen für den Menschen (Expositionen), die daraus resultieren können, und mit welchen Maßnahmen eventuelle Risiken reduziert werden sollten, aufzeigen. Allerdings gilt REACH derzeit (Registrierfrist bis 1.12.2010) erst ab der jährlichen Herstellung von 1.000 Tonnen des jeweiligen Einzelstoffes (in Stufen bis 2018 auch das Registrieren der Produktion von Stoffen > 1 t/a). Zusätzlich muss für alle krebserzeugenden, erbgutschädigenden und das Kind im Mutterleib schädigenden (fruchtschädigenden) Stoffe mit einer Produktionsmenge von mehr als 1 Tonne im Jahr und für alle Wasserorganismen schädigenden Stoffe mit mehr als 100 Tonnen pro Jahr das Registrieren bis Ende 2010 erfolgen. Kleinstmengen unter 1 Tonne Jahresproduktion bleiben unberücksichtigt.

Von der EU-Kommission und den deutschen Bundesländern wird bei der Beurteilung von Stoffen hinsichtlich ihrer Gewässerrelevanz ebenfalls ein einzelstoffbezogener Ansatz verfolgt. Dazu hat die europäische Wasserrahmenrichtlinie – als aktuelle europäische Rechtsnorm in diesem Bereich – eine Methodik festgelegt, die die Wirkung der Stoffe auf aquatische Lebensgemeinschaften berücksichtigt. Die Ableitung entsprechender „Umweltqualitätsnormen“ erfordert ein hohes Maß an Expertise. Es kommt in Abhängigkeit von zugrunde liegenden Daten zum Teil zu unterschiedlichen Auffassungen der Experten.

Die Ermittlung der Listen der prioritären Stoffe der EG-WRRRL erfolgt über das COMMPS-Verfahren (combined monitoring-based und modelling-based priority

setting). Die Betrachtung beschränkt sich auf chemische Stoffe und auf die Wirkung der Stoffe auf die im Gewässer lebenden Tiere und Pflanzen sowie auf die Meere. Bewertungen der in Gewässern ebenfalls möglichen Anwesenheit mikrobieller Kontaminationen, deren Wirkung in erster Linie in Gewässern für den menschlichen Gebrauch zu betrachten ist, aber auch Ökosysteme beeinflussen kann, sind dabei unberücksichtigt. Ebenfalls nicht berücksichtigt ist bei der Beurteilung der Stoffe deren Verhalten bei der Wasseraufbereitung. Humantoxikologische Risiken sowie Daten aus Humanbiomonitoringstudien werden im Gegensatz zu ökotoxikologischen Gefahren bisher nicht hinreichend in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und auch nicht in anderen schutzgutbezogenen EU-Regelungen berücksichtigt.

Für nicht oder nur teilweise bewertbare Stoffe hat das Umweltbundesamt (UBA) Empfehlungen veröffentlicht [UBA, 2003], bei denen der „Gesundheitliche Orientierungswert“ (GOW) eine zentrale Rolle spielt: Der GOW wird als Konzentration angegeben, und stellt einen Vorsorgewert bezüglich der menschlichen Gesundheit aus Sicht der Trinkwasserversorgung dar. Er wird unter der Mindestanforderung festgelegt, dass bei lebenslangem Genuss von 2 Litern Trinkwasser pro Tag keine Überschreitung eines nach gesellschaftlichem Konsens duldbares Risiko für die Konsumenten auftritt. Der GOW wird besonders für jene Stoffe festgelegt, die aufgrund einer unzureichenden Datenlage noch nicht oder nur teilweise bewertbar sind. Die Festlegung des GOW ist abhängig von der Art der Wirkung des Stoffes und dem gesicherten aktuellen Wissensstand über die Wirkung des Stoffes.

Erste Bewertungsbasis ist der GOW_1 mit $0,1 \mu\text{g/l}$ (Mikrogramm je Liter). Darüber hinaus gibt es weitere Empfehlungen der Trinkwasserkommission zu gesundheitlich unbedenklichen Höchstwerten, die bis zum gesicherten Nachweis der Wirkung auf Mensch und Umwelt nach gesellschaftlichem Konsens vorläufig geduldet werden können:

- Bei nachweislich gentoxischen Stoffen liegt der Vorsorgewert bei $GOW_2 = 0,01 \mu\text{g/l}$.
- Bei Stoffen, die nachweislich nicht gentoxisch sind, für die aber darüber hinaus keine aussagekräftigen experimentell bestimmten toxikologischen Daten vorliegen, soll der $GOW_3 = 0,3 \mu\text{g/l}$ ($> 0,1$ bis $\leq 0,3 \mu\text{g/l}$) angewendet werden.
- Bei Stoffen, die ebenfalls nachweislich nicht gentoxisch sind und für die zusätzlich aussagekräftige Daten zur oralen Neurotoxizität und zum keimzellschädigenden Potential des Stoffes vorliegen, die aber auf keinen niedrigeren Wert als $0,3 \mu\text{g/l}$ führen, soll der $GOW_4 = 1 \mu\text{g/l}$ ($> 0,3$ bis $\leq 1 \mu\text{g/l}$) angewendet werden.

- Bei Stoffen, die weder gentoxisch noch keimzellschädigend oder neurotoxisch sind und für die darüber hinaus Daten aus mindestens einer Studie zur subchronisch-oralen Toxizität des Stoffes vorliegen, die nicht auf einen niedrigeren Wert als 1 µg/l hinweisen, soll der $GOW_5 = 3 \mu\text{g/l}$ (> 1 bis $\leq 3 \mu\text{g/l}$) angewendet werden.
- Wenn für Stoffe mindestens eine chronisch-orale Toxizitätsstudie vorliegt, aufgrund derer der Stoffe fast vollständig bewertbar ist und die Bewertung nicht zu einem niedrigeren Wert führt, kann die Empfehlung des GOW auch größer als 3 µg/l sein.
- Fehlen experimentelle Daten, so wird ersatzweise die Einstufung des Stoffes im Gesamtbereich $>0,1 \mu\text{g/l}$ bis $3 \mu\text{g/l}$ dann empfohlen, wenn wissenschaftlich entsprechend belastbare Aussagen zum biochemisch-toxikologischen Potential aufgrund der Struktur des Stoffes mittels sog. "Struktur-/Aktivitätsbeziehung" vorliegen bzw. möglich sind.

Tabelle 1 zeigt für einige Spurenstoffe die gesundheitlichen Orientierungswerte, die von der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit durch das Umweltbundesamt veröffentlicht wurden.

Tabelle 1: Übersicht über die Bewertung organischer Mikroverunreinigungen [UBA, 2008]

Stoff	Gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) [µg/l]
1,1,1-Trichlorethan	3,0
Phosphorsäure-tris-(2-chlorpropyl)ester	1,0
Carbamazepin	0,3
Diclofenac	0,3
Röntgenkontrastmittel (Iopamidol und Amidotrizoesäure)	1,0
Komplexbildner (EDTA und DTPA)	10,0
2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]-undecan (TOSU)	0,3

Die Bewertung für PFT richtet sich nach der Stellungnahme der Trinkwasserkommission (TWK) vom 21.06.2006, überarbeitet am 13.07.2006 und bestätigt am 07.08.2007 [UBA, 2006]:

- Für Trinkwasser gilt der toxikologisch abgeleitete Summenwert in Höhe von 0,3 µg PFOA und PFOS pro Liter Trinkwasser als „lebenslang gesundheitlich duldbarer Leitwert“ (GOW₃).
- Im Sinne eines Generations-übergreifenden, d.h. vorsorgenden Schutzes vor den stark kumulierenden Stoffen PFOA und PFOS rät die TWK künftige regulatorische Entscheidungen zum Schutz des Rohwassers mindestens daran auszurichten, dass der Vorsorgewert (Zielvorgabe) in Höhe von 0,1 µg/l PFT im Trinkwasser mit Hilfe naturnaher Aufbereitungsverfahren langfristig erreicht und eingehalten werden kann [UBA; 2007].

Die Expertenkommission „Reine Ruhr“ wurde gebeten, ein System zur schnelleren Beurteilung der Trinkwasser- und Gewässerrelevanz von bislang nicht bewertbaren bzw. teilbewertbaren Stoffen auf der Grundlage der Ableitung vorsorglicher Orientierungswerte der Empfehlungen des Umweltbundesamtes (siehe UBA, 2003) zu entwickeln und dabei auch andere Aspekte des Umweltschutzes und der Stoffeigenschaften zu berücksichtigen. Folgender Lösungsansatz wird zurzeit weiter ausgearbeitet:

- Kategorisierung von Stoffen nach ihren Eigenschaften (auf Basis allgemein verfügbarer Basisdaten, Indikatorstoffe/Leitsubstanzen)
- Vorschlag von „Handlungswerten“ für diese Stoffkategorien (nicht für jeden einzelnen Stoff), die sowohl die aquatische Lebensgemeinschaft als auch die Trinkwasserversorgung berücksichtigen. Sie werden statistisch definiert sein und eine absolute Überschreitungstoleranz, die sofortige Reaktionen erfordern, enthalten und sich ebenfalls am GOW orientieren.
- Prüfen der Anwendbarkeit dieser Stoffkategorisierung (auch an Hand von Indikatorstoffen) an Fallbeispielen

Es wird derzeit diskutiert, inwieweit die Ableitung pauschaler Orientierungswerte, die auf mehrere Stoffe anwendbar sind, die human- und ökotoxikologische Einstufung von neuen Stoffen vereinfachen kann. Es wird beispielsweise überlegt, Stoffe zunächst gleich zu bewerten, für die eine gleichgerichtete und vergleichbare Wirkung erwartet wird. Ggf. kann später eine Differenzierung vorgenommen werden. So soll eine schnelle orientierende Bewertung ermöglicht werden. Eine entsprechende Kategorisierung von Stoffen existiert bislang nur vereinzelt und muss weitgehend erst noch definiert werden.

Forschungsbedarf besteht insbesondere bezüglich der Dosis-Wirkungsbeziehungen im unteren Konzentrationsbereich, dem Auftreten, der Wirkungen und der Bewertung von abbaustabilen Metaboliten und Transformationsprodukten des unvollständigen biologischen und abiotischen Abbaus von Stoffen sowie der Wechselwirkungen verschiedener, gleichzeitig anwesender Stoffe für Mensch und Umwelt sowie neuer Produkte wie z.B. den Nanopartikeln.

5 Definition von Zielwerten für bislang nicht regulierte Mikroverunreinigungen in Oberflächengewässern in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungen

Die Trinkwasserversorgung mit einer Rohwassergewinnung über Direktentnahme, Uferfiltration oder künstlicher Grundwasseranreicherung hat das Ziel, einwandfreies Trinkwasser möglichst mit natürlichen bzw. naturnahen Aufbereitungsverfahren bereitzustellen. Voraussetzung ist, dass die Wasserressourcen eine Qualität aufweisen, die die alleinige Verwendung dieser Verfahren ermöglichen. Gemäß EU-Richtlinie 98/83/EG, TrinkwV 2001 und nachgeordnetem Technischen Regelwerk muss die Qualität von Gewässern, die der Trinkwassergewinnung dienen, trinkwasserspezifischen, d.h. gesundheitlichen Qualitätsanforderungen genügen. Doch auch für Stoffe, die in der TrinkwV 2001 nicht mit einem Grenzwert belegt sind und potenziell trinkwassergängig sind, gilt, dass sie möglichst nicht nachweisbar oder allenfalls in so geringen Konzentrationen ins Trinkwasser vordringen dürfen, dass die menschliche Gesundheit nicht geschädigt wird (TrinkwV 2001, § 5 (4), § 6 (3)). Insbesondere bei Mikroverunreinigungen, die bislang toxikologisch nicht bewertet wurden, besteht eine große (Rechts-)Unsicherheit zur Regulierung der Stoffemissionen in Oberflächengewässern, vor allem wenn diese der Trinkwassergewinnung dienen.

Vor diesem Hintergrund resultiert der Handlungsbedarf, Ziele im Hinblick auf bislang nicht regulierte Spurenstoffe in Oberflächengewässern, die als Ressource der Trinkwasserversorgung dienen, zu formulieren. Diese Zieldefinitionen dienen der Gewährleistung einer dauerhaft sicheren Trinkwasserversorgung aus oberirdischen Gewässern. Dies ist insbesondere relevant, wenn Oberflächengewässer durch anthropogene Einträge (Kläranlagen, Industrie, Landwirtschaft, Schifffahrt, Bergbau etc.) beeinflusst sind.

Zielwerte sind Zahlenwerte für Parameter der Wasserbeschaffenheit und sind als Konzentrationen zu verstehen, die nicht überschritten werden sollen und einem vorsorgenden Trinkwasserressourcenschutz dienen.

Trinkwasserhygienische Zielwerte orientieren sich an dem Gesundheitlichen Orientierungswert (GOW, siehe Kapitel 4). Um das Risiko der Kontamination des Trinkwassers, das aus Oberflächengewässern gewonnen wird (Rohwasser) mit Spurenstoffen zu begrenzen, wird empfohlen, die trinkwasserhygienischen GOW für Spurenstoffe in die Qualitätsziele von Oberflächengewässern, die der Trinkwassergewinnung dienen, im Sinne des Multibarrierenkonzepts aufzunehmen. Für Spurenstoffe, ohne humantoxikologische Bewertung wird als Basiswert der GOW₁ als einzuhaltender Zielwert von 0,1 µg/l (Mikrogramm je Liter) vorgeschlagen. Liegen weitergehende humantoxische Bewertungen für Einzelstoffe vor, werden die GOWs entsprechend dem Wissensstand festgesetzt (siehe auch Kapitel 4). Auch

hier muss noch eine Diskussion der (statistischen) Festlegung für die Überwachungswerte und die zulässige Überschreitungstoleranz des GOW geführt werden. Ebenso muss noch im Detail überlegt werden, wie bei einer Einleitungserlaubnis in ein solches Oberflächengewässer vorzugehen ist. Eine auf die jeweils aktuelle Wasserführung eines Oberflächengewässers bezogene Mindestanforderung (nach dem Vorsorgeprinzip) für Emissionen sollte überlegt werden, um den wasserrechtlichen Vollzug zu vereinfachen und Rechtssicherheit für alle Betroffenen zu schaffen.

6 Stand des Programms

6.1 Darstellung des Ist-Zustands;

Belastung der Ruhr und ihrer Nebengewässer mit organischen Mikroverunreinigungen

Die Wasserqualität der Ruhr und ihrer Nebengewässer wird regelmäßig untersucht. Die zugrundeliegende Monitoringkonzeption ergibt sich aus dem NRW-Monitoringleitfaden Oberflächengewässer, der sich an der EG-Wasserrahmenrichtlinie orientiert. Neben Untersuchungen der Tier- und Pflanzenwelt, die Aufschluss über langfristig wirksame stoffliche Belastungen aber auch über den Lebensraum Gewässer geben, werden die Ruhr und ihre Nebengewässer regelmäßig auf mehr als 300 Stoffe untersucht, davon etwa 220 Stoffe nach WRRL-Leitfaden im Wasser und zusätzlich ca. 100 Stoffe, die an Schwebstoffen adsorbiert sind. Die kleineren Gewässer werden dabei risikoorientiert mindestens viermal pro Jahr untersucht. Die Messergebnisse sind unter <http://www.elwasims.nrw.de> öffentlich zugänglich.

Die Ruhr selbst wird zusätzlich an drei Messstationen (Fröndenberg, Hattingen, Mülheim) kontinuierlich überwacht. Die Messergebnisse dieser Messstationen werden vom LANUV unter <http://luadb.lids.nrw.de/LUA/gues/welcome.htm> zeitnah veröffentlicht. Die im Gewässermonitoring erhobenen Daten werden nach verschiedenen Kriterien ausgewertet:

1. Auswertung auf Basis des Jahresmittelwertes einer Messreihe: Diese Auswertung dient der Beurteilung der Wasserqualität bezüglich der Wirkung auf Tiere und Pflanzen. Die Einstufung der Wasserqualität erfolgt anhand von Umweltqualitätsnormen, die auf EU- bzw. Landesebene festgelegt sind (z.B. gemäß Anhängen und Tochterrichtlinien zur EU-Wasserrahmenrichtlinie). Stoffe oder Stoffgruppen, die noch nicht rechtlich genormt sind oder für die noch keine ökotoxikologisch abgeleiteten Umweltqualitätsnormen vorliegen, werden vorsorglich mit Orientierungswerten belegt.
2. Gegenüberstellung der Einzeldaten zu den vorliegenden GOW-Werten, s. Tabelle 1 in Kapitel 4, um den Zusammenhang mit der Entnahme von Rohwasser für die Trinkwassergewinnung herzustellen.

Biologische Gewässergüte

Die Untersuchung der Tier- und Pflanzenwelt in den Gewässern des Ruhreinzugsgebiet zeigt in der Regel keine durch Stoffeinträge bedingte Abweichung vom „guten Zustand“ an, d.h. Belastungen mit biologisch leicht abbaubaren Stoffen treten nur vereinzelt auf. Auch die Nährstoffkonzentrationen liegen in der Regel unterhalb der Orientierungswerte, die eine ökologische Beeinflussung der Tiere und Pflanzen der Gewässer erwarten ließen. Nur vereinzelt sind Überschreitungen des Orientierungswertes für Ammonium-N und für die Phosphorparameter zu beobachten, die Auswirkungen auf die Gewässerfauna und -flora haben können. Spurenstoffe werden i.a. durch diese Parameter nicht erfasst.

Organische Mikroverunreinigungen, bei denen im Ruhreinzugsgebiet Überschreitungen der o.g. GOW oder der Mindestqualitätsziele für Gewässer festzustellen sind:

Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich auf den Untersuchungszeitraum des Jahres 2008.

Schwebstoffgebundene Stoffe

Die Ruhr (Unterlauf kurz vor der Mündung) sowie der Rumbach sind mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (**PAK**) in Konzentrationen oberhalb der EU-weit festgelegten Umweltqualitätsnorm belastet. Diese Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm sind auf Belastungen des dort liegenden Flusssediments zurückzuführen. Bei den PAK handelt es sich um Verbrennungsrückstände, die sich wie die Metalle vor allem an Feststoffen und damit in den Flusssedimenten anreichern. Die Belastung der Flusssedimente mit PAK ist in den letzten Jahren zurückgegangen. Eine Gefahr für die Trinkwasserversorgung entsteht hieraus nicht, da sich die PAK, ebenso wie auch die Metalle, an Feststoffpartikeln anreichern und durch die Aufbereitungsverfahren zurückgehalten werden können.

Röntgenkontrastmittel und Arzneimittel

Im Jahr 2008 wurde für das Röntgenkontrastmittel Iopamidol der GOW von 1,0 µg/l dreimal an der Messstelle Mühlheim-Kahlenberg und einmal an der Messstelle Fröndenberg überschritten.

Die Jahresmittelwerte der Konzentrationen 2008 an den Messstellen Mühlheim, Hattingen, Fröndenberg lagen zwischen 0,4 und 0,8 µg/l. Damit liegt an allen drei Messstellen eine Überschreitung des mit Blick auf die im Gewässer lebenden Tiere und Pflanzen vorsorglich eingeführten Orientierungswertes von 0,1 µg/l vor.

Die Einzelmessungen für die weiteren im Gewässer aufgetretenen Röntgenkontrastmittel (Amidotrizoesäure, Iopromid und Iomeprol) wurden auf Basis des GOW von 1,0 µg/l beurteilt. Dieser Wert wurde für Iomeprol bei je zwei Messungen in 2008 in Hattingen und in Mühlheim-Kahlenberg überschritten, für Iopromid und Amidotrizoesäure aber immer eingehalten (bei jeweils 34 Messungen in 2008).

Vereinzelte Überschreitungen des mit Blick auf die Gewässer lebenden Tiere und Pflanzen vorsorglich eingeführten Orientierungswertes wurden 2008 für den Arzneimittelstoff Erythromycin an den Messstellen „Vor der Ruhrmündung“ an der Volme sowie am Pegel Hohenlimburg an der Lenne beobachtet. An der Messstelle Hattingen wurde gleichfalls für Erythromycin (Orientierungswerte 0,02 µg/l) sowie für Sotalol (Orientierungswert 0,1 µg/l) im Jahr 2008 der jeweilige Orientierungswert überschritten.

Spezielle Chemikalien

Der Komplexbildner **DTPA** wurde in drei Abschnitten der Ruhr (unterhalb Harkortsee, unterhalb Hattingen und bei Mühlheim-Kahlenberg) mit Werten oberhalb des vorsorglich mit Blick auf die Rohwassergewinnung abgeleiteten GOW von 10 µg/l (UBA 2008, s. Tabelle 1) gemessen.

Für die **perfluorierten Tenside PFOS und PFOA** liegen für 2008 Befunde in Baarbach, Rahmede, Bermecke, Steinbecke, Küttelbecke, Silberbach, Kützelbach und Nierbach vor, die im Jahresmittel den Trinkwasserleitwert (GOW₃) von 0,3 µg/l (Stellungnahme der Trinkwasserkommission (TWK) vom 21.06.2006, überarbeitet am 13.07.06 und bestätigt am 07.08.07) überschreiten. Aus diesen Gewässern wird kein Trinkwasser gewonnen. Auf die Belastungsursachen und Minderungsmaßnahmen wird an anderer Stelle dieses Berichtes ausführlich eingegangen.

Einzelbefunde von weiteren Stoffen aus der Alarmüberwachung

An der Ruhr werden im Rahmen der Alarmüberwachung drei Messstationen in Fröndenberg, Hattingen und Mühlheim beobachtet. Bei Überschreitung von Warnwerten werden die umliegenden Wasserwerke und die zuständigen Behörden vom LANUV umgehend informiert. Jedoch können Stoffdaten aus der Alarmüberwachung nicht mit den Daten aus der regelmäßigen Gewässerüberwachung verglichen werden. Die Messstrategien und die dadurch erzeugte Datenbasis haben nicht das Ziel, die Grundlage einer Belastungsbeurteilung der Gewässer nach den Kriterien der WRRL oder des

vorsorgenden Gewässermonitorings im Hinblick auf die Wasserversorgung zu bilden. Vielmehr wird das Messprogramm der Alarmüberwachung ereignisbezogen modifiziert, d.h. bei Schadstoffwellen wird die Anzahl der Proben und Analysen erhöht und in engerem Zeitraum gemessen. Daher können Proben mit höheren Konzentrationen deutlich überrepräsentiert sein.

Die Daten der Alarmüberwachung können aber als Anhaltspunkt dafür herangezogen werden, welche Stoffe in Einzelfällen auftreten und durch welche Stoffe ggf. Umweltqualitätsnormen oder Orientierungswerte überschritten werden.

Folgende weitere Stoffe wurden an den alle ein bis drei Tage im Rahmen der Alarmüberwachung untersuchten Messstationen im Jahr 2008 beobachtet:

- Nitrobenzol (Einzelwert in Hattingen > 0,1 µg/l)
- TOSU (mehrere Werte in Fröndenberg > 0,3 µg/l)

Die Konzentrationen für TOSU sind im Laufe des Jahres 2008 nach den entsprechenden Maßnahmen beim Emittenten (vgl. Kap. 6.4) deutlich gefallen und lagen im letzten Jahresdrittel ab Hattingen regelmäßig unter dem GOW. Lediglich in Fröndenberg waren noch höhere Einzelwerte zu verzeichnen.

Bei Nitrobenzol liegt in 2008 lediglich ein Einzelwert in Hattingen mit Überschreitung des Wertes von 0,1 µg/l vor.

Außerdem wurde in den Gewässern Elsebach und Möhne temporär das Herbizid Terbutryn gemessen, das in der Landwirtschaft eingesetzt wird. Den Ursachen wird zurzeit gemeinsam mit der Landwirtschaftskammer NRW nachgegangen; der Stoff wird als humantoxisch eingestuft.

Die festgestellten Überschreitungen haben einerseits zu konsequenten Maßnahmen der Behörden zur Minderung der Emissionen geführt und stellen andererseits keine unduldbare Gefährdung der Bevölkerung durch das Trinkwasser dar, da die Festlegung der GOW Werte sich auf einen lebenslangen Genuss des Trinkwassers beziehen und nicht auf Einzelwerte im Rohwasser vor der Aufbereitung.

6.2 Erarbeitung eines neuen Überwachungskonzepts

In Nordrhein-Westfalen gibt es Überwachungsprogramme für Abwasser, Oberflächenwasser, Rohwasser und Trinkwasser, die sowohl rechtlichen Anforderungen Rechnung tragen als auch ohne rechtliche Verpflichtung dem Vorsorgeansatz folgend durchgeführt werden. Die Überwachungsprogramme unterliegen einer ständigen Optimierung. Insbesondere wird damit auf neue Erkenntnisse, die sich aus Sonderuntersuchungsprogrammen, aus Literaturstudien oder aus Screening-Untersuchungen ergeben, reagiert. Die einzelnen wasserwirtschaftlichen Sektoren werden derzeit - historisch und rechtlich bedingt -

isoliert betrachtet. Dies liegt auch an den unterschiedlichen Zuständigkeiten (Landesbehörden, untere Behörden, Firmen) und dem nicht verbindlich geregelten Datentransfer zwischen allen Ebenen. Insofern wird ein großes Optimierungspotenzial aus der stärkeren Verzahnung der verschiedenen Programme erwartet. Dazu sollen die sektoralen Überwachungsprogramme in einem integrierten Überwachungskonzept vernetzt werden.

Mit einem integrierten Überwachungskonzept werden neben den bisher auch schon gewährleisteten Zielen der sachgerechten, rechtskonformen und risikoorientierten Überwachung primär folgende Ziele angestrebt:

- Früherkennung von Stoffen (i.d.R. Mikroverunreinigungen) sowie von trinkwasserrelevanten Mikroorganismen und Viren
- Aufbau geeigneter sektorübergreifender Meldewege, IT-Systeme und Kommunikationsstrukturen
- Beschleunigte Rückkoppelung zwischen der Bewertung der Ergebnisse des Monitorings und den daraus ableitbaren Handlungsnotwendigkeiten für alle Betroffenen
- Bereitstellung von sektorübergreifenden und stets aktuellen Bewertungshilfen (Stoffbewertung, Ausbreitungs-/Transportmodelle)
- Erfüllung aller Überwachungspflichten
- Optimierung der Messprogramme so, dass Erkenntnisse aus den verschiedenen sektoralen Überwachungen miteinander verknüpft und dabei auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse über tatsächliche oder potentielle Schadstoffe berücksichtigt werden.
- Optimierung des Ressourceneinsatzes für das Monitoring

Die Früherkennung von Stoffen, Mikroorganismen und Viren durch Untersuchungen baut auf einer etablierten Inventarisierung potentieller Eintragsquellen im Einzugsgebiet auf. Die als relevant erkannten stofflichen und hygienischen Stressoren müssen durch geeignete Untersuchungsprogramme und durch angemessenen Untersuchungshäufigkeiten an einer ausreichenden Zahl problembezogen platzierter Messstellen überwacht werden. Zur Identifikation unbekannter Einträge aus diffusen und punktuellen Quellen sind ergänzend Screening- und Indikatorverfahren im Einsatz, die ggf. noch weiter verbessert oder neu aufgebaut werden müssen. Die Optimierung der Überwachungsprogramme darf die gesetzlich vorgeschriebenen Untersuchungen nicht in Frage stellen, soll aber die möglichen Einsparpotentiale so weit wie möglich ausschöpfen, um die Ressourcen möglichst optimal, problem- und risikoorientiert nutzen zu können. Hierzu ist anhand vorhandener Überwachungsergebnisse zu prüfen, welche Untersuchungen verzichtbar sind oder in ihrer Häufigkeit reduziert werden können, um dafür die Untersuchungen relevanter Parameter zu intensivieren. Weiterhin ist anhand

vorhandener Überwachungsergebnisse zu prüfen, wo Eigenüberwachung sinnvoll und zielführend ist und wo nicht, bzw. wo diese durch staatliche bzw. unabhängige Überwachung ergänzt werden muss.

Darüber hinaus müssen Messstellennetze, Messmethoden, Parameterumfänge und Untersuchungsfrequenzen miteinander abgeglichen und noch besser aufeinander abgestimmt werden. Dazu gehört auch die Einbeziehung von Belastungsinventaren. Diese Abstimmung bezieht sowohl amtliche und staatliche Überwachungsprogramme als auch die Aktivitäten im Bereich der Eigenüberwachung von Rohwasser, Trinkwasser und Abwassereinleitungen der nicht-staatlichen Stellen mit ein. Bei der Ausgestaltung sind Lösungen zu finden, die den fachlichen Anforderungen an einen hohen Standard des Schutzes von Gewässern und der Trinkwasserqualität gerecht werden. Die dafür notwendigen finanziellen und personellen Ressourcen, ggf. auch unter Einbeziehung der Kapazitäten wissenschaftlicher Institute an den Universitäten des Landes, müssen bereitgestellt werden, damit die Umsetzung gesichert ist.

Das Überwachungskonzept besteht nicht nur aus einem optimierten Messprogramm für den Wasserbereich, sondern wird auch klare Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der Messprogramme, ihrer Bewertung und die Entscheidungswege für die daraus ableitbaren Handlungserfordernissen enthalten. Insbesondere wird es das Ziel verfolgen, den engen Zusammenhang zwischen Gewässerqualität (Rohwasserqualität) und Trinkwasserqualität im Sinne des Vorsorgegedankens transparent zu machen, so dass rasche Entscheidungen zur Begrenzung des Risikos für die Trinkwasserqualität getroffen werden können. Hierzu gehören u.a. die Zusammenstellung von Gewässerqualitätsnormen, die Ableitung von trinkwasserbezogenen gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) im Rohwasser, die Kategorisierung der Wassergängigkeit/Trinkwassergängigkeit von Stoffen und eine Fülle von Daten, die zum größten Teil bereits aktuell erhoben werden. Bei wenig untersuchten Stoffen kann die Wassergängigkeit/Trinkwassergängigkeit für eine erste Risikoabschätzung zunächst aus den bekannten Stoffeigenschaften durch Analogieschlüsse oder mit Hilfe Computer basierter Methoden abgeschätzt werden.

Für die Verknüpfung von Emissionsdaten (Bewilligungs- und Messdaten) und Gewässerqualitätszielen müssen entsprechende Modelle entwickelt werden, die die große Variabilität fast aller relevanten Kenngrößen (Emissionen, Abwasserfrachten, Durchflüsse in den Gewässern, etc.) berücksichtigen. Auch die Festlegung von Kriterien bezüglich Grenzwertüberschreitungen, die einen akuten oder mittel- bis langfristigen Handlungsbedarf auslösen, müssen erst erarbeitet werden. Die Festlegung eines GOW für die Überwachung von Oberflächengewässern, die der Trinkwassergewinnung dienen, ist aus Sicht des Trinkwasserschutzes beispielsweise nur bei Stoffen zwingend erforderlich, die im Gewässer nicht abgebaut werden und die Trinkwassergewinnung und –aufbereitung in unverminderter Konzentration

passieren (trinkwasserrelevante Stoffe). Bei Stoffen, die abgebaut oder bei der Gewinnung (Ufer-/Bodenpassage) oder bei der Trinkwasseraufbereitung weitgehend entfernt werden, sind im Gewässer auch bezüglich Ausmaß und Häufigkeit beschränkte Überschreitungen tolerierbar. Hierzu ist es sinnvoll, das Zielwertkonzept für unterschiedliche Stoffklassen (Wirkung auf Mensch und Umwelt) und das Verhalten der Stoffe bei der Trinkwasseraufbereitung zu berücksichtigen.

Auch die Vorgangsweise bei der gesundheitlichen Beurteilung neuer Stoffe in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung muss je nach der spezifischen Situation (Gefährdungspotenzial) entwickelt und festgelegt werden. Die Trinkwasserverordnung kann zur Beurteilung nur grobe Rahmenbedingungen bieten. Es sollte dort allerdings explizit geregelt sein, wie eine solche Beurteilung vorgenommen werden muss. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei potenziellen Schadstoffen in der Regel das Gefährdungspotenzial bei lebenslangem Genuss für die Beurteilung relevant ist, während bei den Krankheitserregern meist das akute Risiko entscheidend ist.

Das Überwachungskonzept wird auch so konzipiert werden, dass neue wissenschaftliche Erkenntnisse bzw. Untersuchungsergebnisse zu einem möglichst frühen Zeitpunkt in die Bewertung der Monitoringergebnisse einfließen können, was auch dem Vorsorgegedanken entspricht.

Dazu wird es zunächst erforderlich sein zu klären, welche Institution die regelmäßige Auswertung der Daten vornimmt, bzw. welche Institution für die Bewertung der Daten aus hygienisch-medizinischer Sicht als beratende Stelle regelmäßig hinzugezogen werden kann. Die Überwachungsergebnisse und Bewertungshilfen aller Akteure müssen in Datenverbund- und Informationssystemen für alle Beteiligten zur Verfügung stehen.

Mit dem **EL**ektronischen **WA**sserwirtschaftlichen Verbund**S**ystem (ELWAS) hat das Land ein übergreifendes und vernetzendes Konzept geschaffen, das mit den vorhandenen Fachdatensystemen eine qualitativ hochwertige Risikokommunikation und Berichterstattung sowie einen optimierten Vollzug ermöglichen soll. Noch nicht enthalten sind die Trinkwasserdatenbank (Z-TEIS) des Landes sowie die Datenbanksysteme der privaten Eigenüberwacher oder der von ihnen bestellten privatwirtschaftlichen Laboratorien. Die über die Datenverbund- und Informationssysteme abrufbaren Monitoringergebnisse, Bewertungshilfen und Auswertemöglichkeiten sind Grundvoraussetzung für eine rechtzeitige Gefahrenabwehr und tragen zur Versachlichung der Risikokommunikation bei.

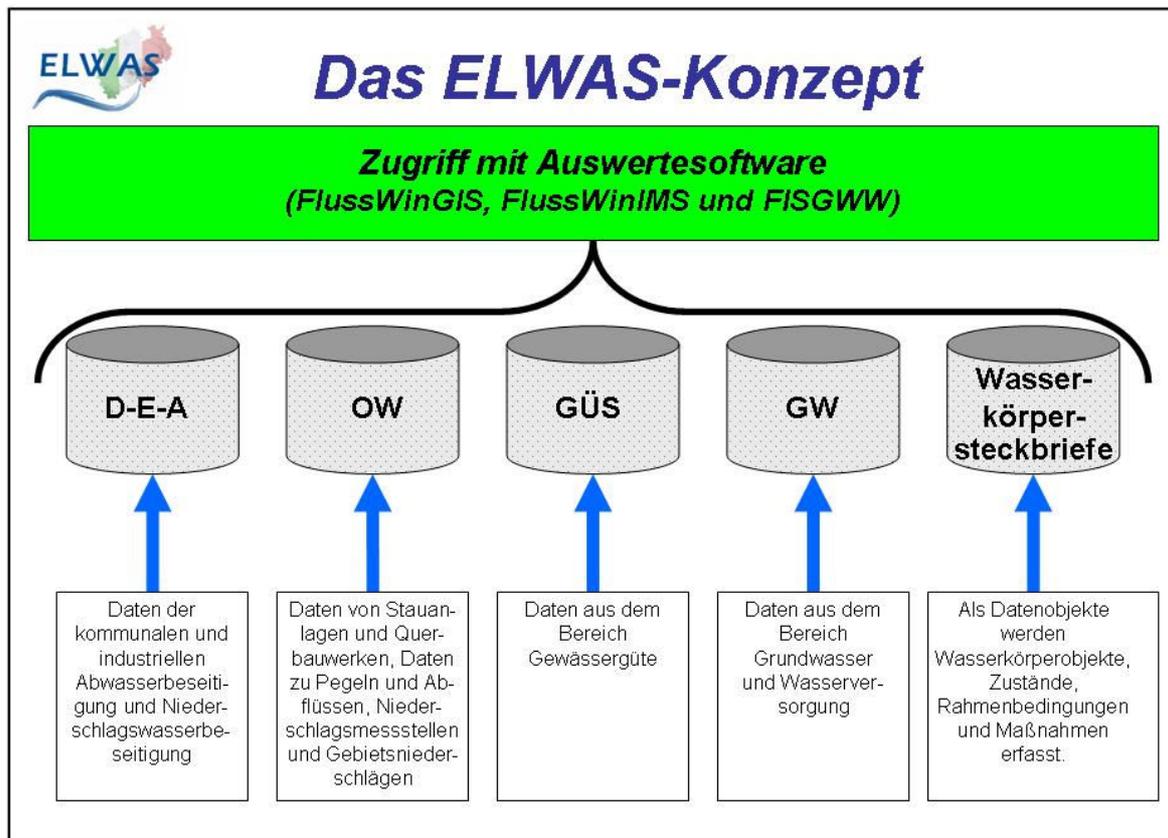


Bild 1: Datenbankverbund der Wasserwirtschaft in NRW: Das ELWAS (Elektronisches Wasserwirtschaftliches VerbundSystem) Konzept

Die Meldewege und Kommunikationsstrukturen, die im Rahmen des Warn- und Alarmplan Rhein (s. IKSR, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins) entwickelt worden sind, können Vorbild für andere Gewässer in NRW sein. Sie dienen als Grundlage für das Konzept und werden an die spezifische örtliche Problematik und die jeweils verantwortlichen Akteure und Zuständigkeiten fortgeschrieben. Das bestehende Meldesystem der AWWR (Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr) wird dabei berücksichtigt.

6.3 Erweiterung des Anlagenkatasters (Indirekteinleiterkataster)

Im Indirekteinleiterkataster (InKa) werden Daten aus den Indirekteinleitergenehmigungen von den Unteren Wasserbehörden (UWB) und zukünftig auch von den Bezirksregierungen des Landes Nordrhein-Westfalen mit denen des Landesbetriebs „Information und Technik Nordrhein-Westfalen“ (IT.NRW) in Düsseldorf ausgetauscht. Die Behörden übermitteln die Genehmigungs- und Überwachungsdaten an das IT.NRW und beziehen von dort Kataloge, wie Angaben zu einzelnen Stoffen samt den dazu gehörigen Analyseverfahren. Die Daten werden beim IT.NRW in einer Zwischendatenbank abgelegt und zur weiteren Verwendung

und Auswertung auf die Kerndatenbank D-E-A (Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser) übertragen.

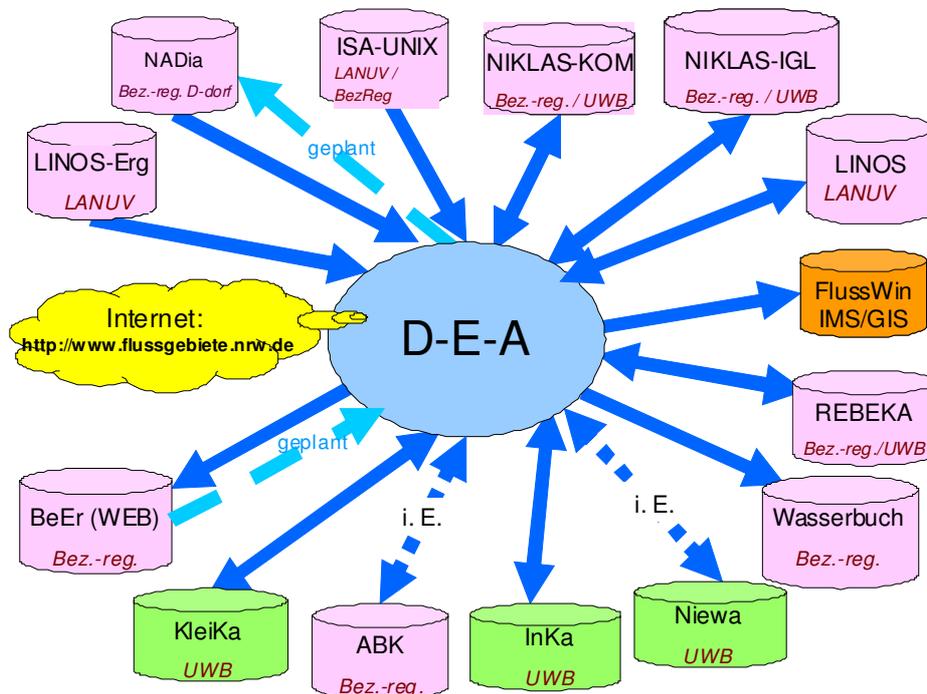


Bild 2: Datenbankverbund der Wasserwirtschaft in NRW: Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser (D-E-A) (siehe auch Bild 1)

Das Indirekteinleiterkataster befindet sich derzeit noch im Aufbau. Im Einzugsgebiet der Ruhr sind bisher mehr als 14.000 Indirekteinleiter bei den UWBen erfasst worden, für ca. 9000 ist eine Datenübertragung an das IT.NRW erfolgt.

Möglichkeiten zur Verbesserung bestehen u.a. im Bereich der Verfügbarkeit von Informationen zu gehandhabten Stoffen bei den Behörden. Abgesehen von den nach der „Elften Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Emissionserklärungen“ - 11. BImSchV erhobenen und im Informationssystem Anlagen (ISA) abrufbaren Angaben der Betreiber zu gehandhabten Stoffen, bei denen jedoch gewässerrelevante Stoffe nicht systematisch erfasst werden, liegen die Daten als Bestandteil von Akten (Genehmigungsanträgen, Sicherheitsberichten etc.) vor, die durch die Behörden bei gegebener Veranlassung nur mit nicht unerheblichem zeitlichen Aufwand zu sichten wären.

In einem durch das MUNLV finanzierten Pilotprojekt bei der Bezirksregierung Köln wurden die in den Akten aus dem Vollzug von Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Bundesimmissionsschutzgesetz vorliegenden Stoffinformationen für chemische Betriebe in einer Datenbank erfasst und die Behörde damit in den Stand versetzt, sich in kurzer Zeit über nach Aktenlage bekannte potentielle Quellen eines

gegebenen Stoffes einen Überblick zu verschaffen. Die praktischen Erkenntnisse aus diesem Vorhaben sollen bei Bereitstellung entsprechender Projektmittel auch für die Erfassung von Stoffen und potentiellen Quellen durch die zuständigen Behörden im Projekt „Reine Ruhr“ genutzt werden.

6.4 Vermeidung an der Quelle

Grundsätzlich wird angestrebt, dass Stoffe, sofern ihr Einsatz nicht vermieden werden kann, an der Quelle weitgehend vom Wasser ferngehalten werden. Dies entspricht sowohl der Intention des Wasserhaushaltsgesetzes als auch der gängigen Vollzugspraxis der Umweltverwaltung NRW sowie dem Water Safety Konzept der WHO.

Die Vermeidung bzw. die Elimination von organischen Spurenstoffen an der Quelle ist dort möglich, wo eine gezielte Einleitung erfolgt (Punktquelle) oder eine gezielte Ausbringung auf die Fläche erfolgt (Landwirtschaft, Straßenabläufe). Viele potenzielle Schadstoffe können nicht über diese Strategie von den Gewässern bzw. dem Wasser ferngehalten werden, weil sie diffus über die Verwendung von Handelsprodukten und Gebrauchsgegenständen (über das Abwasser) oder über die Luft (in den Niederschlagswasserabfluss) dorthin gelangen.

Für 3 Stoffgruppen sind 2008 Maßnahmen zum Rückhalt an der Quelle erfolgt:

a) TOSU

Für 2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]-undecan (TOSU) gibt es in NRW nur einen relevanten Einleiter, dessen Abwasser in das Kanalnetz der Stadt Arnsberg eingeleitet wird. Im Februar dieses Jahres wurde in der Ruhr in verschiedenen Messungen die Industriechemikalie TOSU nachgewiesen. Im Mittel wurden bis dahin am Pegel Fröndenberg ca. 5 µg/l, als Maximalwert 30 µg/l gefunden.

TOSU entsteht als Abfallprodukt bei der Produktion von Pentaerythrit ($C_5H_{12}O_4$), welches wiederum zur Herstellung von Alkydharzen sowie Weichmachern und Emulgatoren verwendet wird. TOSU ($C_7H_{12}O_4$) hat ein Molekulargewicht von 160 g/mol und ist aufgrund der Sauerstoffatome polar ($\log P_{ow} < -1,4$), ist biologisch schwer abbaubar und sorbiert nur gering in der Bodenmatrix und an Aktivkohle. TOSU kann daher als wasseraufbereitungsgängig und trinkwasserrelevant bezeichnet werden.

In einer Stellungnahme des Umweltbundesamtes vom 19.3.2008 an das MUNLV NRW wurde 2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]-undecan als „(...) mangels toxikologisch-experimenteller Daten selbst behelfsweise vorerst nicht toxikologisch bewertbar (...)“ eingestuft. Gemäß der Empfehlung des Umweltbundesamtes vom März 2003 wurde aus diesem Grund ein gesundheitlicher Orientierungswert von 0,3 µg/l (GOW) als Vorsorgewert festgelegt. Da TOSU durch konventionelle Aufbereitungsverfahren nicht bzw. nur gering entfernt wird, die Konzentration im aufbereiteten Trinkwasser im

ungünstigsten Fall also der Konzentration in der Ruhr entspricht, bedeutete dies im Umkehrschluss die Notwendigkeit, die Ablaufwerte der Firma etwa um den Faktor 100, d.h. um 99%, zu reduzieren. Das MUNLV beauftragte daraufhin ein externes Institut, die Abwassersituation bei der Firma zu begutachten, kurzfristig Vorschläge für weitergehende Strategien zur Reduzierung des Stoffeintrags zu entwickeln und die umgehende Umsetzung zumindest einer Übergangslösung zu begleiten.

Die betreffende Firma stellt Pentaerythrit und Calciumformiat her. Während des Syntheseprozesses kommt es unweigerlich zur Bildung von TOSU. Dieses wird mit so genanntem Brüdenkondensat, das bei der Produktion entsteht, aus dem Prozess ausgeschleust.

Das Brüdenkondensat, welches zwischen 40 und 50 mg/l TOSU enthält, hat einen CSB zwischen 2.000 und 3.000 mg/l, wobei etwa 50 % des CSB biologisch abbaubar ist. Neben TOSU enthält es höhere Konzentrationen an Formaldehyd und Ameisensäure. Der pH-Wert liegt zwischen 2 und 3, die Leitfähigkeit beträgt ca. 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

In Gesprächen mit der Firma und dem begleitenden Gutachter wurde die Möglichkeit erörtert, das TOSU vom Brüdenkondensat zu trennen und wieder in den Syntheseprozess einzubringen. Diesem kann es dann durch die Verbrennung des Verdampfungskonzentrats entzogen werden. Die Abtrennung des TOSU vom Brüdenkondensat sollte mit einer Umkehrosmoseanlage durchgeführt und das Permeat, d. h. das von TOSU befreite Brüdenkondensat, sollte dann nach Neutralisation wieder dem Abwasser zugegeben werden.

Es wurde sofort eine kleine Umkehrosmose-Anlage in Betrieb genommen, um die Rückhaltung des TOSU durch die Umkehrosmosemembran und damit die grundsätzliche Machbarkeit zu überprüfen. Hierbei stellte sich eine Rückhaltung von etwa 99,5 % heraus. Nach diesem positiven Ergebnis wurde umgehend eine technische Anlage gemietet. Obwohl aufgrund der zeitlichen Dringlichkeit der Maßnahme eine Anlage mit etwas zu geringer Kapazität und einer für den Anwendungsfall nicht optimalen Technologie bestellt und kurz darauf in Betrieb genommen wurde, konnte die TOSU-Fracht im Abwasser erheblich gesenkt werden. Im weiteren Verlauf wurde die Anlage dann gegen eine größere und für den vorliegenden Fall geeignetere Anlage ausgetauscht.

Durch diese und weitere ergänzende Maßnahmen konnte die TOSU-Konzentration in der Ruhr auf Werte unterhalb des GOW von 0,3 $\mu\text{g}/\text{l}$ reduziert werden. Derzeit wird mit der Errichtung einer fest installierten Groß-Umkehrosmoseanlage begonnen.

b) PFT

Die PFT-Einträge, die aus Abwassereinleitungen in die Gewässer in NRW gelangen, stammen zum größten Teil aus Galvanikbetrieben oder aus von der Art her verwandten Industriebetrieben, für die in der „Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 12. Dezember 2006 zur dreißigsten Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (Perfluorooctansulfonate)“ Ausnahmen von den Beschränkungen formuliert sind. Bei den Einträgen aus den Galvanikbetrieben handelt es sich fast ausschließlich um Einträge der in der Richtlinie mit Ausnahmen für den Bereich Galvanik beschränkten Stoffgruppe PFOS (Perfluoroktansäure einschließlich deren Salze, den Perfluoroktansulfonaten und anderen Derivaten). Die betroffenen Galvanikbetriebe berufen sich daher auf die in der Richtlinie enthaltenen Ausnahmeregelungen.

Die für diese Betriebe in Betracht kommenden Maßnahmen sind oft gleichartig und wie folgt zu beschreiben:

Kurzfristig realisierbare Maßnahmen bei allen Galvanikbetrieben

PFT wird in den Galvanikbetrieben als Netzmittel und im Bereich der Verchromung als Mittel (Schaumdeckel) gegen den Austrag giftiger Chrom-VI Partikel (Aerosole) in die Atemluft der Mitarbeiter eingesetzt. Bei diesen Anwendungen kommt es zur Ausschleppung von PFT ins Abwasser. Zur Verminderung der Austräge werden die Betriebe angehalten,

- PFT enthaltende Hilfsmittel bedarfsgerechter zu dosieren,
- für eine bessere Belüftung der gefährdeten Arbeitsbereiche und Rückführung
- der hierbei abgezogenen Badinhaltsstoffe zu sorgen (vermindert den erforderlichen PFT-Einsatz) und
- eine häufigere Aufarbeitung und Rückführung der Inhaltsstoffe aus den Standspülen in das Behandlungsbad vorzunehmen.

Längerfristig durchführbare Maßnahmen

Bei einigen Galvanikbetrieben können fluorfreie Ersatzstoffe eingesetzt werden, bisher jedoch noch nicht bei allen. Wenn solche Ersatzstoffe zur Verfügung stehen, wird in den Betrieben von den zuständigen Behörden veranlasst, die PFT-belasteten Behandlungsbäder gegen Behandlungsbäder mit Ersatzstoff auszutauschen. Die ausgetauschten Behandlungsbäder müssen dann ohne Verlagerung der PFT-Belastung in andere Umweltbereiche entsorgt werden. Zurzeit bietet sich dafür nur

eine Anlage in Niedersachsen und die **Zentrale Entsorgungsanlage** des Ruhrverbandes (ZEA) in Iserlohn an, bei der die ausgetauschten Bäder bis zum Abschluss der dort laufenden Versuche zur Aufbereitung PFT-haltiger Bäder zwischengelagert werden.

Wegen der bei einem Badaustausch ggf. eintretenden Produktionsausfälle und im Hinblick auf die Lieferverpflichtungen der Galvanikbetriebe bevorzugen manche Betriebe einen schleichenden Austausch des PFT-haltigen Netzmittels, wobei lediglich das Netzmittel gewechselt wird und kein kompletter Badaustausch erfolgt. In solchen Fällen können Erfolge wegen des langen Austauschprozesses erst zeitlich verzögert festgestellt werden.

Ein besonderes Problem für manche, insbesondere für die Autoindustrie arbeitende Betriebe, ergibt sich hierbei aus den Lieferverträgen. Darin ist oft festgelegt, dass Änderungen im Produktionsverfahren ohne ausdrückliche Zustimmung des Auftraggebers nicht vorgenommen werden dürfen. Das bedeutet, dass der Umstellung auf einen Ersatzstoff auch der jeweilige Auftraggeber bzw. die belieferte Firma zustimmen muss.

Die Betriebe sorgen sich darüber hinaus um die Qualität ihrer Produkte und die Erfüllung ihrer Lieferverpflichtungen. Die Umstellung auf einen Ersatzstoff erfolgt daher in einigen Fällen abwartend und in der Hoffnung, dass die Zulieferindustrie recht bald einen in jeder Hinsicht akzeptablen Ersatzstoff zur Verfügung stellen kann.

Bislang sind 10 Anbieter von Ersatzstoffen bekannt. Eine Schwierigkeit ergibt sich aus der Tatsache, dass nicht alle angebotenen Ersatzstoffe zu einer echten Entlastung führen. Bei der Beurteilung ist es wichtig, zwischen fluorhaltigen und fluorfreien Ersatzstoffen zu unterscheiden. Nach Aussagen der Vertreter des Zentralverbandes Oberflächentechnik (ZVO) kann es bei einzelnen Ersatzstoffen, die fluorhaltige Tenside enthalten, zur Neubildung von PFT kommen. Bei solchen Stoffen ist es daher erforderlich, die Auswirkungen des Ersatzstoffeinsatzes jeweils über einen längeren Zeitraum durch chemische PFT-Analysen zu begleiten.

Nicht zuletzt wegen der möglichen Neubildung von PFT setzt der Zentralverband Oberflächentechnik (ZVO) auf die derzeit laufende Entwicklung und Erprobung neuer, fluorfreier Ersatzstoffe.

Um den Austrag von PFT vollständig zu unterbinden, wurde in einem Fall eine Anlage zur Vakuumverdampfung der PFT-belasteten Durchlaufspülwässer angemietet. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme wird zurzeit durch zusätzliche Abwasseranalysen des LANUV überprüft. Bislang vorliegende Analyseergebnisse zeigen eine deutliche Abnahme der PFT-Belastung des im Betrieb anfallenden Abwassers. Allerdings sind die Ergebnisse im Auslauf der Kläranlage noch uneinheitlich („Nachbluten“ der Anlagen).

Sollte sich das Verfahren bewähren, will der Betreiber eine entsprechende Anlage für den Dauerbetrieb und darüber hinaus eine weitere für ein Zweigwerk erwerben und betreiben. Hierfür sind jeweils Förderanträge avisiert. Das Verfahren könnte auch eine Lösung für andere Betriebe darstellen.

In einem weiteren Fall sollen die PFT-Emissionen durch Umkehrosmose des zyanidfreien Bereichs reduziert werden. Auch hierzu wurde Mitte 2008 eine Förderung bewilligt.

Einige Galvanikbetriebe, bei denen sich Ersatzstoffe bislang nicht als zielführend erwiesen haben, versuchen die PFT-Emissionen ihres Betriebes durch Adsorption an Aktivkohle zu vermindern. Störend wirkt hierbei die hohe Abwasserbelastung der Chrombäder durch weitere Inhaltsstoffe (z.B. die Anwesenheit von dem sehr starken Oxidationsmittel Chrom(VI)oxid und Schwefelsäure), welche die Wirksamkeit der Aktivkohle für PFT stark herabsetzen.

Ein besonderes Problem stellt die Verchromung von Kunststoffen dar; dort erfolgt vor dem galvanischen Auftrag von Metallschichten eine Beize der Kunststoffwerkstücke. Die Kunststoffe erhalten dadurch die für eine Dotierung mit Metallen (als Vorstufe vor der metallischen Beschichtung) notwendige Rauigkeit. Im Vergleich zu den Prozessen der normalen Verchromung von Metallwerkstücken erfolgt die Beize der Kunststoffwerkstücke mit sehr hohen Chromsäure-/Schwefelsäurekonzentrationen und hohen Temperaturen. Diesen Bedingungen sind die bislang bekannten Ersatzstoffe in der Regel nicht gewachsen. Von der Industrie akzeptierte PFT-Ersatzstoffe für diesen Anwendungsbereich stehen daher (noch) nicht zur Verfügung.

Große Hoffnung setzt die Industrie auf die Ergebnisse eines vom BMBF geförderten F&E-Vorhabens der Universität Wuppertal, bei dem neben der Erprobung von Ersatzstoffen eine Untersuchung der galvanischen Prozesse mit dem Ziel durchgeführt wird, Möglichkeiten zur Aufkonzentrierung und Kreislaufführung PFT-haltiger Stoffe zu entwickeln und dadurch letztendlich PFT-Einträge in die Gewässer so zu vermindern, dass ggf. noch verbleibende PFT-Austräge vernachlässigbar ($<0,3 \mu\text{g/l}$) werden.

Maßnahmen der Textilindustrie

Unter den Verursachern von PFT-Belastungen in NRW befanden sich auch zwei Textilveredelungsbetriebe. Diese haben ihre PFT belasteten Teilströme mit Unterstützung des Textilverbandes identifiziert und separiert. Die betroffenen Abwasserteilströme werden jetzt einer speziellen Entsorgung zugeführt. Nachdem die beiden Betriebe zusätzlich auch noch die Kanalisation ihrer Betriebe gereinigt haben, treten diese Betriebe nicht mehr als Verursacher von PFT-Belastungen über $0,3 \mu\text{g/l}$ in Erscheinung.

Bei einem Wäschereibetrieb für Berufskleidung wurde die Belastung zunächst durch Reduzierung des Wäschedurchsatzes vermindert. Jetzt wird geprüft, welche

Maßnahmen ohne Verringerung des Wäschedurchsatzes eine Reduzierung der PFT-Emissionen ermöglichen. Erwogen wird sowohl eine Abwasserdestillation als auch eine Behandlung mit Aktivkohle.

Feuerlöschwesen

Um PFT-Belastungen durch Feuerlöscharbeiten etc. zu unterbinden, wurde im Rahmen eines gemeinsamen Runderlasses von Innenministerium und MUNLV geregelt, dass PFT-haltige Feuerlöschmittel nur noch zur echten Gefahrenabwehr, nicht aber für Feuerlöschübungen eingesetzt werden dürfen. Anfallende Löschwässer sind aufzufangen und gefahrlos zu entsorgen. Inzwischen ist auch festzustellen, dass die Feuerwehren verstärkt auf Löschmittel mit geringeren PFT-Konzentrationen umstellen.

Die Untersuchung von auf dem Markt befindlichen Hilfsmitteln hat gezeigt, dass diese weitere fluororganische Verbindungen enthalten. Dabei sind andere PFT in zum Teil nennenswerten Konzentrationen enthalten, oder entstehen als persistentes Abbauprodukt.

Entsorgung

Weitere Verursacher gehören zum Bereich der Entsorgungsindustrie. Dies betrifft u.a. einen Entsorger von ausgetauschten Galvanikbädern und einen Entsorger von Röntgenfilmen.

Der Entsorger von Galvanikbädern hat ein vom MUNLV gefördertes F/E Vorhaben durchgeführt, bei dem in drei kleinen Pilotanlagen versucht wurde, die PFT-Belastungen der behandelten Abfälle und der dabei anfallenden Abwässer zu vermindern. Folgende Verfahren zur Reduzierung von PFT wurden untersucht:

- UV-gestützte Nassoxidation von PFT mit H_2O_2 ,
- Membranelektrolyse
- Nanofiltration.

Als wesentliches Ergebnis der Untersuchung ist festzustellen, dass eine Behandlung PFT-haltiger Abwässer und Abfälle mit optimierter Aktivkohle den größten Behandlungserfolg ermöglicht. Die Anwendung von UV-unterstützten Oxidationsverfahren mit Ozon oder Wasserstoffperoxid hat hingegen keine nachweisbare Reduzierung der PFT-Belastung erbracht. Der Einsatz solcher Oxidationsverfahren kann aber zu einer Reduzierung der übrigen organischen Abwasserinhaltsstoffe führen, was letztendlich die spezifische Wirksamkeit der Aktivkohle gegenüber PFT verbessert und dadurch auch längere Standzeiten der Aktivkohlefilter möglich macht.

Auch der Entsorger von Röntgenfilmen hat Maßnahmen zur Reduzierung seiner PFT-Emissionen durchgeführt. Diese konnten aber noch nicht zu einem völlig zufriedenstellenden Abschluss gebracht werden. Das LANUV begleitet die Reduzierungsbemühungen. Eine dort bereits mit Fördermitteln des MUNLV durchgeführte Aktivkohlebehandlung arbeitete zu Beginn der Maßnahme gut. Inzwischen zeigt sich aber, dass die enorme organische Belastung des dort anfallenden Abwassers eine erfolgreiche Rückhaltung der PFT behindert. Die Standzeiten des erforderlichen Aktivkohlefilters werden nur mit max. 3 Wochen veranschlagt. Auf der Basis dieser Erkenntnis plant der Betreiber jetzt eine großtechnische Anlage zur Aktivkohlebehandlung seines Abwassers, welche Anfang 2009 in Betrieb gehen soll.

Gesamtbilanz der Bemühungen um Reduzierung der PFT-Einträge

Die durchgeführten Maßnahmen zur PFT-Reduzierung erfolgten auf freiwilliger Basis. In Kooperation mit den Industrie- und Gewerbebetrieben konnten die PFT-Einträge deutlich reduziert werden. Dabei kommen zum Teil innovative technologische Prozesse zum Einsatz. Gleichzeitig wird die Entwicklung von PFT-Ersatzstoffen vorangetrieben.

Inzwischen weist die Ruhr eine, gemessen an dem „lebenslang gesundheitlich duldbaren Leitwert“ der Trinkwasserkommission von $\leq 0,3 \mu\text{g/l}$ (siehe Kap. 4), für die Trinkwassergewinnung unkritische PFT-Belastung auf. Allerdings ist die bisherige Abnahme der PFT-Belastung, verglichen mit den im Jahr 2006 festgestellten Spitzenwerten, in der Hauptsache auf den deutlichen Rückgang der nicht abwasserbürtigen PFOA-Einträge aus den PFT-belasteten Böden im Hochsauerland zurückzuführen. Die Maßnahmen bei den einleitenden Betrieben werden fortgeführt und durch entsprechende Kontrollmessungen begleitet. Im Einzelnen lässt sich der Sachstand für die einzelnen Einleitungen wie folgt zusammenfassen:

Bei inzwischen landesweit ca. 96 indirekteinleitenden Betrieben sind umfängliche Anstrengungen zur PFT-Reduktion unternommen worden, welche fortgesetzt und weiter optimiert werden müssen. Oberste Priorität haben dabei die Betriebe, deren PFT-belastete Abwässer in Kläranlagen eingeleitet werden, bei denen an der Einleitstelle der Abwasser-Zielwert von $0,3 \mu\text{g/l}$ PFT als Summe von PFOA und PFOS derzeit noch überschritten wird.

Bezogen auf die beiden PFT-Stoffe PFOA und PFOS sind ursprünglich 8 industrielle Direkteinleiter als auffällig identifiziert worden. Alle Industriebetriebe haben Maßnahmen zur Reduzierung der PFT-Emissionen durchgeführt und unterschreiten mit ihren Einleitungen i.d.R. inzwischen den Zielwert von $0,3 \mu\text{g/l}$ PFT.

c) Arzneimittel und Röntgenkontrastmittel

Für Arzneimittel und Röntgenkontrastmittel gilt, dass sie heute überwiegend aus Haushalten in das Kanalnetz eingeleitet werden. Im Gegensatz zur oft vertretenen Meinungen stellen Krankenhäuser nur selten besondere Belastungsschwerpunkte dar. In wenigen Einzelfällen kann es jedoch sinnvoll sein, Arzneimittel und Röntgenkontrastmittel direkt aus dem Krankenhausabwasser zu entfernen. Eine solche Situation ist im Kreiskrankenhaus Waldbröl gegeben. Für das Kreiskrankenhaus Waldbröl wurde deshalb mit Unterstützung des MUNLV eine entsprechende Vorbehandlungsanlage errichtet. Seit 2008 ist die Anlage in Betrieb, die entsprechenden Stoffe werden eliminiert und eine Vielzahl von wissenschaftlichen Fragestellungen wird untersucht. Die Ergebnisse, insbesondere auch die zu den Betriebskosten, sollen als Entscheidungshilfe bei weiteren Krankenhäusern genutzt werden.

6.5 Zusätzliche Reinigungsstufen auf Kläranlagen

Die 661 kommunalen Kläranlagen in NRW sind mit mechanisch-biologischen Reinigungsstufen versehen und entsprechen dem Stand der Technik. Damit werden neben den Anforderungen der Richtlinie 91/271/EWG für „empfindliche Gebiete“ auch die strengeren Mindestanforderungen nach Wasserhaushaltsgesetz eingehalten. Damit ist sichergestellt, dass eine weitgehende Entfernung der organischen Kohlenstoffverbindungen, des Ammoniums, der übrigen Stickstoffverbindungen und des Phosphors aus dem kommunalen Abwasser erfolgt.

85 kommunale Kläranlagen haben noch strengere Auflagen zu erfüllen, weil dies die Einhaltung der Qualitätsziele für die Vorfluter erfordert. Diese Kläranlagen sind mit zusätzlichen Behandlungsstufen wie Flockungsfiltration für eine weitergehende Phosphorelimination oder Membranbelebungsverfahren ausgerüstet.

Kommunale Kläranlagen nach dem Stand der Technik bewirken auch eine weitgehende Entfernung einer großen Anzahl von Mikroverunreinigungen. Eine gezielte Elimination von Mikroschadstoffen kann jedoch nicht erreicht werden. Für eine gezielte Elimination dieser Stoffe müssen andere Verfahrenstechniken zum Einsatz kommen, die derzeit nicht Stand der Technik sind.

Die folgenden Verfahren werden entweder bereits großtechnisch eingesetzt oder sind im Erprobungsstadium: die Nanofiltration, die Umkehrosmose, die Oxidation mit Ozon oder Wasserstoffperoxid ggf. in Kombination mit einer UV-Behandlung, und die Aktivkohlefiltration.

Im Bereich der kommunalen Abwasserbehandlung sind alle diese Verfahren in Deutschland großtechnisch derzeit nur teilweise erprobt. Nicht untersucht ist beispielsweise die Wirkung der Aktivkohlefiltration für polare Umwandlungsprodukte, die bei Einsatz von Ozon entstehen, da der Fokus bisher auf der Primärelimination

der Spurenstoffe liegt. Ähnliches gilt für die Bewertung dieser Umwandlungsprodukte hinsichtlich ihrer Wirkung auf Mensch und Umwelt.

Das MUNLV hat deshalb in den letzten Jahren eine Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen in Auftrag gegeben, um die großtechnischen Einsatzmöglichkeiten dieser Verfahren und die damit verbundenen Wirkungen und Kosten zu erforschen. Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass ein Einsatz dieser Verfahren grundsätzlich möglich und wirtschaftlich vertretbar erscheint, aber weiterer Untersuchungsbedarf gegeben ist, um einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Kosten und Wirkung herzustellen sowie eine Reihe von Problemen zu lösen, die bei der Dimensionierung und beim praktischen Betrieb solcher Anlagen sowohl hinsichtlich der Wirkung als auch hinsichtlich der Kosten relevant sind. Voraussetzung für die gezielte Entwicklung neuer Nachreinigungsverfahren für den großtechnischen Einsatz ist die Festlegung der zu erzielenden Qualität des gereinigten Abwassers oder der Eliminationsleistung hinsichtlich der Mikroschadstoffe (z.B. über Leitsubstanzen) und der Krankheitserreger. Besondere Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die Festlegung der Probenahme und der statistischen Festlegungen bezüglich der Einhaltung und der Überschreitungstoleranz der Grenzwerte.

Besonders erfolgversprechend erscheinen derzeit die Aktivkohlefiltration und die Ozonung, ggf. mit nachgeschalteter Aktivkohleadsorption oder biologischer Nachreinigung. Sowohl für die Aktivkohleadsorption als auch für eine biologische Nachreinigung könnten bereits bestehende Flockungsfiltrationsanlagen durch Austausch des Filtermaterials umgerüstet werden, was nur geringe Investitionskosten verursacht. Allerdings erlauben auch hier die bisherigen Erkenntnisse noch keine klare Zuordnung von Verfahrenstechnik, Eliminationserfolg und Kosten.

Seit dem 01.01.2007 besteht für die Kläranlagenbetreiber die Möglichkeit einer Förderung von weitergehenden Reinigungsstufen über das „Investitionsprogramm Abwasser“. Die Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen zur Elimination von organischen Spurenstoffen wird mit bis zu 70 % gefördert.

Inzwischen sind die Planungen für eine Reihe von Kläranlagen soweit fortgeschritten, dass davon ausgegangen werden kann, dass im Jahre 2009 die ersten kommunalen Kläranlagen mit einer zusätzlichen Verfahrensstufe zur Elimination von organischen Spurenstoffen ausgerüstet werden.

Der Ruhrverband wird in Schwerte eine großtechnische Anlage mit einer Ozonung ausrüsten und umfangreiche großtechnische Versuche durchführen. Die Stadt Duisburg wird die Kläranlage Duisburg-Vierlinden um eine Ozonungsstufe erweitern. Die Emschergenossenschaft plant die Ertüchtigung der Kläranlage Bad Sassendorf und Hünxe (Ozonung). Gleichzeitig wird auf der Kläranlage Emschermündung eine großtechnische Versuchsanlage errichtet. Der Wasserverband Eifel/Rur wird die

Aktivkohlefiltration auf der Kläranlage Düren erproben. Die Maßnahmen werden durch entsprechende Untersuchungen auf Effizienz und Wirksamkeit überprüft.

Mit diesen freiwilligen Maßnahmen der Kläranlagenbetreiber wird NRW eine Spitzenstellung in Deutschland und Europa mit Blick auf die großtechnische Ausrüstung von Kläranlagen zur Elimination von organischen Spurenstoffen einnehmen. Aber auch in anderen Bundesländern wie Berlin oder Baden-Württemberg sind entsprechende großtechnische Maßnahmen in Vorbereitung.

6.6 Zusätzliche Maßnahmen zur Trinkwasseraufbereitung

Auch wenn die Vermeidung oder weitgehende Verminderung der Emissionen an den Quellen vorrangig ist, sind aus Gründen des vorsorgenden Gesundheits- und Verbraucherschutzes und des Multibarrierenansatzes neben den geplanten Maßnahmen an der Quelle (Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft) und bei der Abwasserbehandlung als weitere Barriere auch Maßnahmen im Rahmen der Trinkwasseraufbereitung zu ergreifen.

Die Trinkwasserversorgung an der Ruhr erfolgt durch die sogenannte künstliche Grundwasseranreicherung. Das direkt aus der Ruhr entnommene Rohwasser wird in Versickerungsbecken infiltriert und reichert nach Passage des Langsamfilters das Grundwasser an. Den Fassungsanlagen strömt neben diesem Wasser bei einigen Anlagen zusätzlich landseitiges Grundwasser und/oder natürliches Uferfiltrat aus der Ruhr zu. Unterschiedlich lang sind auch die Bedingungen und Verweilzeiten während der Untergrundpassage bzw. Langsamsandfiltration sowie der Vor- und Nachreinigung des infiltrierten bzw. geförderten Ruhrwassers. Weiterhin gibt es Gewinnungsanlagen mit gekapselter Fassung, bei denen ausschließlich angereichertes Grundwasser bzw. Niederschlagswasser gewonnen wird. Je nach vorherrschenden Standortbedingungen bzgl. Rohwasserqualität und Hydrogeologie werden unterschiedliche Vor- und Nachreinigungsschritte eingesetzt. Bei der Vorreinigung können dies Flockungs-/ Sedimentationsverfahren, Kiesvorfilter, Mehrschichtfilter oder andere Verfahren sein.

Aufgrund eines hohen Abwasseranteils der Ruhr (siehe Kapitel 2), welches die Qualität des Rohwassers zur Trinkwasseraufbereitung durch die zum Großteil künstliche Grundwasseranreicherung direkt beeinflusst, ist eine umfassende und vorsorgende Trinkwasseraufbereitung von besonderer Bedeutung. § 48 Abs. 2 Landeswassergesetz NRW betont, dass „Anlagen zur Aufbereitung von Wasser für die öffentliche Trinkwasserversorgung nach dem Stand der Technik zu errichten und zu betreiben sind, 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 erforderlich macht. Naturnahe bzw. natürliche

Aufbereitungsverfahren reichen beim Auftreten von bestimmten wasserübertragbaren Krankheitserregern und humantoxikologischen Spurenstoffen im Rohwasser oftmals nicht aus. Somit sollte ein Mindeststandard der Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr definiert werden, der insbesondere auf die Entfernung organischer Spurenstoffe ausgerichtet ist. Dieser Mindeststandard beinhaltet nach den oben genannten natürlichen Aufbereitungsverfahren insbesondere auch eine Kombination weitergehender technischer Verfahren. Dazu zählen Oxidations- (bspw. mit Ozon), Adsorptions- und Filtrationsverfahren (mit Aktivkohle). Eine Desinfektion (z. B. mit UV) oder der Einsatz verbesserter Partikel abscheidender Verfahren sind bei Belastung mit mikrobiologischen Verunreinigungen (pathogene Mikroorganismen, Viren) bei abwasserhaltigen Rohwässern auch unter Worst Case-Bedingungen ebenfalls einsetzbar, ggf. auch nur bei bestimmten Randbedingungen (Niedrigwasserführung der Gewässer, Niederschlagsereignisse, etc.).

Insbesondere beim Einsatz von Oxidationsverfahren ist auch auf die indirekte Wirkung bzw. Erzeugung von möglicherweise toxischen Umsetzungsprodukten zu achten, so dass eine Nachbehandlung derartig aufbereiteter Wässer erforderlich werden kann. Hier besteht noch Forschungsbedarf; insbesondere ist die Wirksamkeit aller untersuchten Verfahren in Abhängigkeit der Rohwasserqualität noch zu untersuchen, so auch die dadurch anfallenden zusätzlichen Kosten.

Die Trinkwasseraufbereitungstechnik, die von den verschiedenen Wasserwerken an der Ruhr angewendet wird, unterscheidet sich teilweise deutlich. Während an der oberen und mittleren Ruhr i.d.R. eine Langsandsandfiltration und eine Untergrundpassage, bedarfsweise mit der Zudosierung von Pulverkohle oder Ozonung angewendet werden, wird an der unteren Ruhr bereits seit vielen Jahren eine Aufbereitung dem sog. Mülheimer Verfahren durchgeführt. Dabei wird das Ruhrwasser in einem großen speziellen Reaktionsbecken mit Flockungsmittel und Ozon versetzt. Die überstehende Wasserphase wird in der Klarwasserkammer erneut mit Ozon behandelt und nach Sauerstoffzugabe abfiltriert und über Aktivkohle gereinigt. Das aufbereitete Rohwasser gelangt dann entweder indirekt nach Versickerung und Bodenpassage oder direkt in einen Sammelbrunnen, von wo es nach Desinfektion mit Chlorgas und pH-Werteinstellung als Trinkwasser in das Netz eingespeist wird.

Initiiert durch die Arnsberger Vereinbarung vom 25. August 2006 werden die Wasserversorgungsunternehmen an der Ruhr, verbunden in der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) verschiedene Maßnahmen zur Ertüchtigung der Trinkwasseraufbereitung umsetzen. Die Umsetzung ist bereits in einigen Versorgungsunternehmen in der Ausführungsplanung bzw. in der Realisierungsphase. Beim erweiterten sog. Essener Verfahren werden Wasserwerksanlagen hydraulisch hintereinander geschaltet und durch

weitergehende Aufbereitungsstufen wie Aktivkohleadsorption, physikalische Entsäuerung und Abschlussdesinfektion mittels UV-Technologie im Sinne des Multi-Barrieren-Systems ergänzt. Die Aufbereitung erfolgt im naturnahen Verfahren und weitestgehend chemikalienfrei. Dies stellt eine innovative und zukunftssträchtige Lösung in der Trinkwasseraufbereitung dar. Auch hier wird eine wissenschaftliche Begleitung sicherstellen, dass die Ergebnisse hinsichtlich Ursache-Wirkungsbeziehung sowohl hinsichtlich der Mikroschadstoffe als auch hinsichtlich der Krankheitserreger vergleichbar gemacht und so aufbereitet werden, dass daraus Entscheidungsgrundlagen für neue Qualitätskriterien abgeleitet werden können. Für letzteres wird es wiederum notwendig sein, ein duldbares Risiko durch gesellschaftspolitischen Konsens festzulegen. Die WHO hat bezüglich des duldbaren Risikos durch pathogene Keime im Trinkwasser bereits Methoden und Standards entwickelt.

6.7 Information und Beratung

Eine wichtige langfristige Komponente der Öffentlichkeitsarbeit im Hinblick auf die Ansprüche an und die Kriterien für eine hohe Trinkwasserqualität ist eine Bewusstseinsänderung. Dabei muss insbesondere verständlich gemacht werden, dass die vollständige Abwesenheit von anthropogenen Stoffen in Gewässern und im Trinkwasser für fast alle anthropogenen Stoffe prinzipiell nicht erzielbar ist und daher auch kein Qualitätskriterium darstellt, sondern lediglich von der Empfindlichkeit der Analytik abhängt.

Es ist seit langem bekannt, dass eine schädliche Wirkung von Stoffen an ihre Konzentration bzw. Dosis (Konzentration, Dauer der Exposition) gebunden ist. Wenn der Mensch mehrere Millionen Stoffe herstellt, die in der Natur nicht vorkommen, und in der Natur viele potenzielle Schadstoffe vorkommen, muss man davon ausgehen, dass auch das Trinken von Wasser immer mit einem gewissen Risiko verbunden ist. Das gilt für gänzlich natürliche Wässer, Tafel- und Mineralwasser genauso wie für aufbereitetes Trinkwasser. Mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden ist es gelungen, dieses Risiko weitgehend einzudämmen, wie die Erfolge der letzten beiden Jahrhunderte in den entwickelten Ländern eindrucksvoll belegen. In diesem Kontext stellt sich auch die Frage des prinzipiellen Umgangs mit potenziellen Schadstoffen bzw. ihrer enormen Anzahl.

Wie schon früher dargestellt, ist eine vollständige Beseitigung von Risiken prinzipiell unmöglich. Daher ist neben der Risikoregulierung auch die Risikokommunikation ein wichtiges Element zur Vermeidung von unverhältnismäßigen Maßnahmen. Teil der Risikokommunikation ist ein zielgerichteter Informationsaustausch zwischen politischen Institutionen, Behörden, Unternehmen, Verbänden, Bürgerinitiativen, Wissenschaftlern, Experten, Individuen und Medien. Dabei sind auch eine eindeutige Begriffsverwendung und eine klare Zuordnung von Verantwortlichkeiten von besonderer Bedeutung.

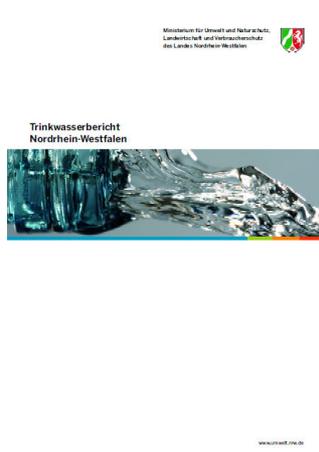
Eine weitere wichtige Komponente ist der zeitnahe Zugang zu Daten. Für die Bürgerinnen und Bürger ist es zunehmend bedeutsam, möglichst unmittelbaren Zugriff auf Umweltinformationen zu haben. Das Land Nordrhein-Westfalen hat mit dem Portal ELWAS-IMS, sowie mit der zeitnahen Veröffentlichung laufend aktualisierter Daten durch die vom LANUV bereitgestellten Informationssysteme zu Messstationen, Umwelt- und Stoffdaten sowie zu PFT hier umfassende und zeitgemäße Informationsmöglichkeiten geschaffen:

- <http://www.elwasims.nrw.de/ims/FlussWinIMS/start.htm>
- <http://www.lanuv.nrw.de/service/infosysteme.htm#umwelt>
- <http://luadb.lids.nrw.de/LUA/gues/welcome.htm>
- http://www.lanuv.nrw.de/wasser/pft_im_wasser.htm

Das Umweltministerium verfügt über eine Vielzahl von Informationen, die über das Internet abgerufen werden können (www.umwelt.nrw.de). Beispielsweise wird unter <http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/wasser/trinkwasser/trinkwasseroffensive/index.php> das Programm „Reine Ruhr“ erläutert und wird eine wissenschaftlich begleitete Studie zu Spurenstoffbelastungen in der Ruhr zur Verfügung gestellt; unter <http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pft/index.php> wird das Thema PFT eingehend erläutert. Ende 2008 hat das MUNLV in fachlicher Unterstützung durch das LANUV einen Trinkwasserbericht herausgegeben:

(http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_aktuell/presse081229.php).

Die Bewirtschaftungsplanung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie ist über www.flussgebiete.nrw.de veröffentlicht. Darüber hinaus liegt bereits seit längerem ein Flyer zur richtigen Entsorgung von Arzneimitteln vor, um auch eine breite Öffentlichkeit für diese Problematik zu sensibilisieren.



Trinkwasserbericht



Arzneimittelflyer

Entwicklung und Stand
d. Abwasserbeseitigung

Darüber hinaus wird die Öffentlichkeit durch die Broschüre „Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen“ regelmäßig (aktuell 13. Auflage)

über die Lage der Abwasserbeseitigung in NRW informiert. Diese ist ebenfalls über das Internet abrufbar: <http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/wasser/abwasser/index.php>

Neben der Information der Öffentlichkeit ist es wichtig, dass die örtliche und regionale Wassergütewirtschaft eng vernetzt ist. Kontinuierliche Abstimmungs- und Informationsprozesse mit den beteiligten Behörden und Institutionen tragen hierzu bei.

Die konkrete Umsetzung des Programms „Reine Ruhr“ findet in Projektgruppen statt, an denen wissenschaftliche Institutionen, Umweltverbände, Wasserverbände, Wasserversorgungs- und Industrieunternehmen, Gewerbe, Ärzte, Krankenhäuser, Apotheker sowie Genehmigungs- und Überwachungsbehörden beteiligt sind. Das Faltblatt: „Richtige Entsorgung von Arzneimitteln

<http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/abfall/entsorgungshinweise/arzneimittel/index.php>

richtet sich gezielt an die Verbraucher, die in diesem Fall selbst Verursacher sind und durch angemessenes Verhalten ihren Beitrag jedoch senken können; andererseits sind sie aber auch Betroffene. Insbesondere geht es darum, das Bewusstsein für die aufgezeigten Zusammenhänge zu schaffen. Dieses vernetzte Vorgehen ermöglicht einen gegenseitigen Informationsaustausch und eine stärkere Einbindung der Öffentlichkeit.

Die einzelnen Kommunikations- und Informationswege und -gruppen werden im weiteren Verlauf des Programms ausgeweitet und intensiviert.

6.8 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Eine gesamtwasserwirtschaftliche Stoffstromanalyse, die eine Verfolgung der Mikroschadstoffe und Krankheitserreger von der Quelle (Erzeugung, Entwicklung) bis zum Gewässer und zum Trinkwasser ermöglicht, wird angestrebt (siehe Bild 3).

Dies entspricht auch den Vorstellungen der Weltgesundheitsorganisation WHO, die die Umsetzung von sog. Water Safety Konzepten empfehlen (siehe hierzu Kapitel 7). Eine gesamtwasserwirtschaftliche Stoffstromverfolgung stellt eine der wesentlichen Grundlagen für die Entwicklung eines Maßnahmenkataloges, seiner Umsetzung und der Erfolgskontrolle dar. Derzeit ist diese nur unvollständig vorhanden. Eine Analyse der Stoffströme beginnt u.a. mit einer möglichst vollständigen Übersicht über alle maßgeblichen Emittenten, die mit dem Begriff Emissionskataster bezeichnet werden kann (siehe hierzu D-E-A, www.lanuv.nrw.de). Wenn Stoffströme zusammenhängend und vollständig erfasst sind, können kritischen Quellen und Pfade besser identifiziert werden, so dass mit einer Nutzwertanalyse ein Handlungsplan abgeleitet werden kann. Zu den noch nicht ausreichend untersuchten Pfaden von Stoffen gehören diffuse Quellen aus Schifffahrt, nicht an zentrale Kläranlagen angeschlossene Haushalte und die Landwirtschaft.

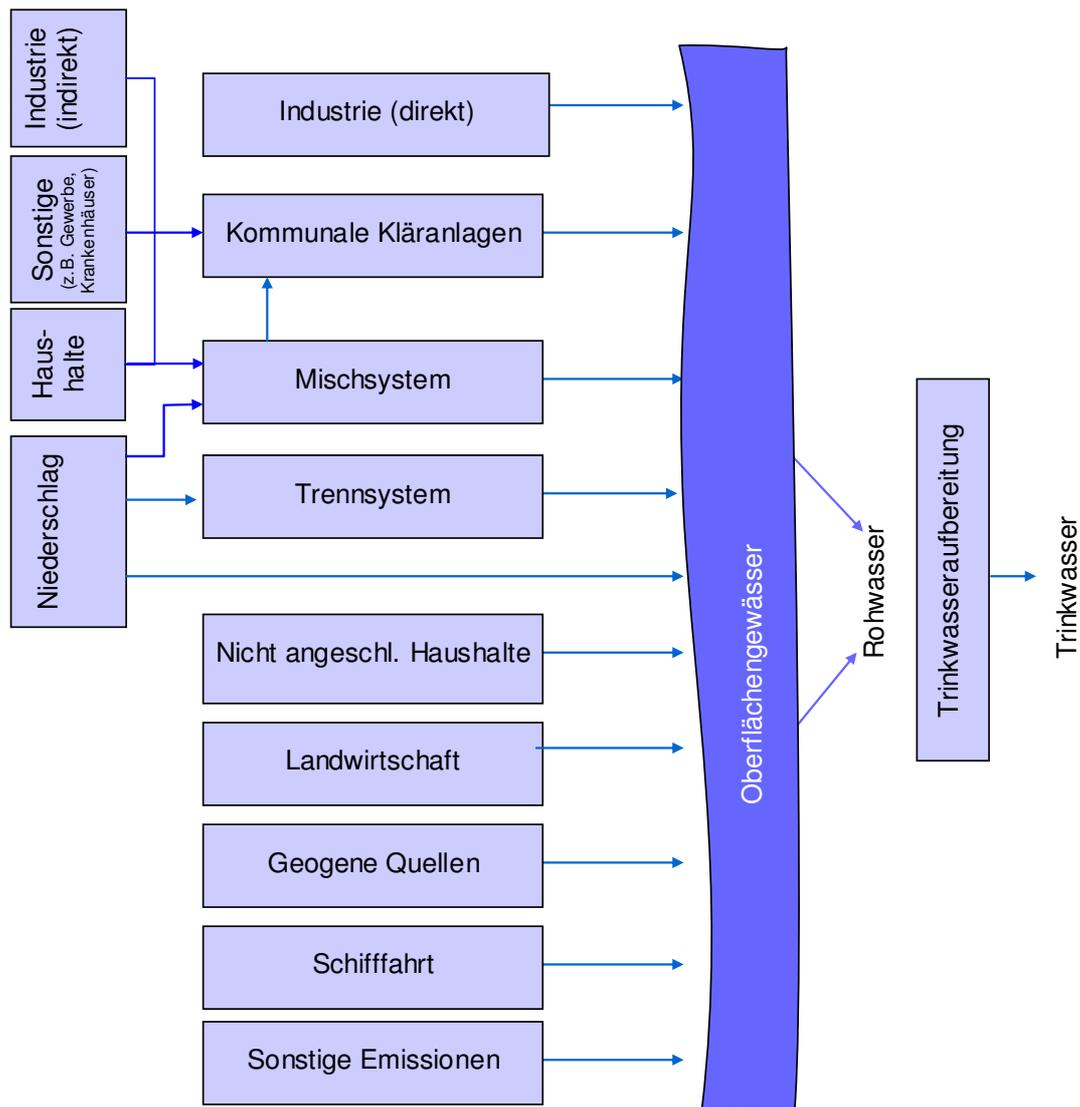


Bild 3: Eintragspfade von Stoffen in Oberflächengewässer

Der laufende Fortschritt in der Empfindlichkeit der chemischen und mikrobiellen Analytik führt dazu, dass immer geringere Konzentrationen von Stoffen und auch immer mehr Stoffe und Keimbelastungen messtechnisch erfasst werden können. Dadurch resultiert ein zentrales Problem, dass die Bewertung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich ihrer Relevanz für Gewässer und Trinkwasser nachhinkt, da teilweise auch die Bewertungsgrundlagen noch fehlen. So ist die Darstellung des Ist-Zustandes im Hinblick auf Spurenstoffe eigentlich nie gänzlich abgeschlossen; die Untersuchungen an der Ruhr und anderen Flüssen bestätigen dies. Daraus ergibt sich auch ein dauernder Forschungs- und Entwicklungsbedarf für den Bereich der kommunalen und industriellen Abwasserbeseitigung sowie bei der Trinkwasseraufbereitung bezüglich der Elimination von Spurenstoffe und pathogener Keime.

Wie die PFT-Diskussion zeigt, existiert auch zur Prüfung und Entwicklung alternativer Stoffe im industriellen Produktionsprozess entsprechende Untersuchungsnotwendigkeit. Das gezielte Design von chemischen Stoffen stellt

dabei eine wichtige Zukunftsoption dar (Kümmerer 2007, Kümmerer und Schramm 2008). Aber auch bei der Behandlung einiger potenzieller Schadstoffe sind indirekte Effekte, wie bspw. die Bildung von Metaboliten und Transformationsprodukten oder die Abbauleistung in Abhängigkeit von der Anwesenheit anderer Wasserinhaltsstoffe noch weiter zu erforschen.

Vor diesem Hintergrund hat das MUNLV im Dezember 2008 eine europaweite Ausschreibung zum Thema „Elimination von Arzneimitteln und organischen Spurenstoffen – Entwicklung von Konzeptionen und innovativen, kostengünstigen Reinigungsverfahren“ gestartet. Mit dieser Ausschreibung sollen Untersuchungen initiiert werden, die dazu beitragen, den Eintrag von Arzneimitteln und organischen Spurenstoffen in die Gewässer durch geeignete technische Verfahren der kommunalen und industriellen Abwassertechnik zu reduzieren. Dabei geht es sowohl um die Weiterentwicklung und Optimierung vorhandener Verfahrenstechniken als auch um die Neuentwicklung von Reinigungsverfahren zur Elimination von Arzneimitteln und organischen Spurenstoffen. Für die einzelnen Untersuchungen ist zunächst ein Ausführungszeitraum bis Mitte 2010 vorgesehen. Vorbehaltlich der Verfügbarkeit der Mittel ist eine Verlängerung der Untersuchungen bis Ende 2012 möglich. Insgesamt stehen für diesen Themenschwerpunkt bis zu 5 Mio. Euro zur Verfügung.

7 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 eine mikrobielle 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 nicht alleine geeignet und nicht ausreichend sind, um die tatsächliche Kontamination eines Trinkwassers mit derartigen Krankheitserregern erkennen bzw. charakterisieren zu können.

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). Hiermit wurde eine empfindliche Lücke bei der Überwachung von Trinkwasser und damit bei der Risikoregulierung deutlich. 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 gewichtiges 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 weitverbreitetsten wasserübertragbaren Gesundheitsrisiken sind mikrobielle Kontaminationen, weswegen deren Kontrolle höchste Bedeutung zukommt.

Auch die Bundesregierung weisen in einer aktuellen Veröffentlichung [Bundesregierung; 2008] auf die Gefahren des Menschen im Hinblick auf wasser- und insbesondere abwasserübertragener Krankheitserreger. 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 Chlorempfindlichkeit, deren Erfassbarkeit, Infektiosität, Virulenz, klinischen Konsequenzen und Therapierbarkeit sowie der Erfassbarkeit durch die bisher etablierten mikrobiologischen Indikatorsysteme durch Untersuchung auf *E. coli*, Coliforme und Koloniezahl.

Zu den wichtigsten neu erkannten wasserübertragbaren Krankheitserregern zählen nach WHO- Einteilung:

- Enterohämorrhagische E.coli (EHEC)
- Campylobacter spp.
- Noroviren
- Enteroviren
- Adenoviren
- Hepatitisviren
- Cryptosporidien
- Giardia lamblia

sowie in Hausinstallationssystemen

- Legionellen und
- P. aeruginosa

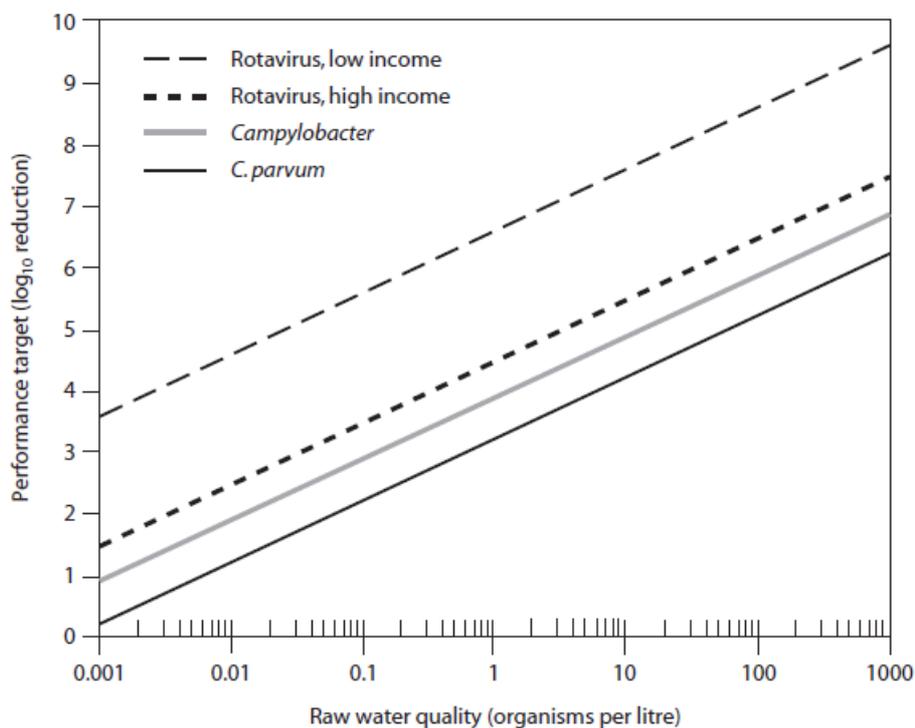


Bild 4: Performance targets for selected bacterial, viral and protozoan pathogens in relation to raw water quality (to achieve 10⁻⁶ DALYs per person per year) [Bild 7.2 aus WHO, 2006]

Tabelle 2: Health-based targets derived from example calculation in Table 7.3 [Tab. 7.4 aus WHO, 2006]

	<i>Cryptosporidium</i>	<i>Campylobacter</i>	Rotavirus ^a
Organisms per litre in source water	10	100	10
Health outcome target	10 ⁻⁶ DALYs per person per year	10 ⁻⁶ DALYs per person per year	10 ⁻⁶ DALYs per person per year
Risk of diarrhoeal illness ^b	1 per 1600 per year	1 per 4000 per year	1 per 11 000 per year
Drinking-water quality	1 per 1600 litres	1 per 8000 litres	1 per 32 000 litres
Performance target ^c	4.2 log ₁₀ units	5.9 log ₁₀ units	5.5 log ₁₀ units

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

^b For the susceptible population.

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

Zu allen genannten Erregern liegen z.T. aus Deutschland, aus anderen europäischen Ländern und Nordamerika gut dokumentierte Berichte über große wasserbedingte Ausbrüche vor. Beispielsweise erkrankten bei der Milwaukee Epidemie 1993 mehr als 400.000 Menschen und mehr als 4.000 Menschen wurden hospitalisiert. Die Kosten dieser trinkwasserübertragenen Epidemie wurden mit nahezu 100 Millionen Dollar beziffert.

Die von der WHO genannten wasserübertragbaren Krankheitserreger zeichnen sich durch eine sehr niedrige Infektionsdosis aus, d.h. nur wenige Erreger sind ausreichend, um eine Infektion auszulösen. Sowohl die virale als auch die parasitären Krankheitserreger sind gekennzeichnet durch eine hohe Persistenz als auch ein erhöhte Chlorresistenz, ohne dass diese mit den klassischen bakteriellen Indikatorsystemen sicher erkannt werden könnten. Hierdurch werden die Früherkennungssysteme zur Validierung der Güte der Trinkwasseraufbereitung unterlaufen. Gefährdet durch diese neu erkannten Erreger sind vor allem Kleinkinder als auch ältere Personen, bei denen diese Erreger akute und chronische Erkrankungen auslösen können.

Die Untersuchungsvolumina zur Erkennung dieser neuen viralen und parasitären Krankheitserreger sind aufgrund der niedrigen Infektionsdosis entsprechend der Risikoeinschätzung der WHO bei Viren bis zu 30.000 l Trinkwasser so hoch, dass es unrealistisch ist, diese Volumina im Trinkwasser routinemäßig zu untersuchen.

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.

Dieses Konzept ist bislang in Deutschland noch nicht eingeführt, ist aber insbesondere für Oberflächengewässer mit einem hohen Anteil an gereinigtem Abwasser - wie der Ruhr - aus hygienisch-medizinischer Sicht erforderlich. Hier besteht noch großer Handlungsbedarf insbesondere hinsichtlich der Umsetzbarkeit der Überwachung.

8 Ausblick

Mit dem Programm „Reine Ruhr“ verfolgt die Landesregierung eine umfassende Strategie zur Verbesserung der Trinkwasser- und Gewässerqualität im Hinblick auf die Verringerung oder ggf. Vermeidung von Mikroverunreinigungen. Der erste Zwischenbericht „Reine Ruhr“ zeigt, dass seit dem Auftreten der unerwartet hohen PFT-Konzentrationen in der Ruhr, Mikroverunreinigungen konsequent verfolgt und notwendige Maßnahmen umgesetzt wurden; diese werden nun zielgerichtet fortgesetzt und erweitert.

Mit der Entwicklung einer Strategie soll nicht nur auf künftig eintretende Schadensfälle reagiert werden, sondern es wird vorsorgend ein Konzept entwickelt, mit dem wissenschaftlich fundiert, ein umfassendes Instrument zur Risikoregulierung von Mikroverunreinigungen geschaffen wird, um frühzeitig und schnellstmöglich handlungsfähig zu sein. Dabei muss auch durch eine gezielte Information der Öffentlichkeit verständlich gemacht werden, dass die vollständige Abwesenheit von anthropogenen Stoffen in Gewässern und im Trinkwasser prinzipiell nicht erreichbar ist, da diese Stoffe über Luft und Wasser praktisch überall hin verbreitet werden. Mit zunehmender Empfindlichkeit der Analytik werden immer mehr Stoffe messtechnisch nachweisbar.

Mit der Strategie des Programms „Reine Ruhr“ soll auch die Diskussion um den „Stoff der Woche“ vermieden werden. Hierzu wird die Expertenkommission einen maßgeblichen Beitrag leisten. Sie wird eine Bewertungsstrategie zur Trinkwasser- und Gewässerrelevanz von bislang nicht bewertbaren bzw. teilbewertbaren Stoffen entwickeln, welche auf den Prinzipien des vorsorglichen Schutzes von Mensch und Umwelt (siehe auch Kapitel 4) aufbaut. Dieses Schema soll zu einer schnelleren Stoffbewertung führen, so dass auch Ziele im Hinblick auf bislang nicht regulierte Spurenstoffe in Oberflächengewässern, die insbesondere auch dem menschlichen Gebrauch dienen, formuliert werden können.

Entscheidend bei der Strategie „Reine Ruhr“ sind die Aspekte der Risikoregulierung, die außer einer Risikoabschätzung und -bewertung auch einen Handlungsplan ableitet und somit ein umfassendes Risikomanagement ermöglicht, bei dem zusätzlich ökonomische Überlegungen einfließen. Ein komplexes Datenmanagement bildet eine wichtige Basis. Hierbei hat das Land NRW schon ein sehr gutes und bewährtes Instrument (siehe ELWAS, Kapitel 6.2), welches künftig erweitert und optimiert wird. Dies bildet die Grundlage einer Stoffstromanalyse mit einer Verfolgung der Mikroschadstoffe von der Quelle (Erzeugung, Entwicklung) bis zum Gewässer und zum Trinkwasser und der Identifikation von kritischen Quellen und Pfaden (siehe Kapitel 6.8).

Das hierzu auch notwendige integrierte Überwachungskonzept befindet sich derzeit in der Konzeption, so dass zum nächsten Zwischenbericht erste Entwürfe vorliegen werden (siehe Kapitel 6.2).

Hinsichtlich des Einsatzes von weitergehenden Verfahren der Abwasserreinigung und der Trinkwasseraufbereitung zur Verringerung der Konzentrationen von Mikroverunreinigungen in den Gewässern und im Trinkwasser werden wissenschaftlich begleitete großtechnische Versuche und Pilotversuche durchgeführt. Dabei werden die Wirkungen bezüglich der Elimination insbesondere potenzieller Schadstoffe sowie pathogener Keime untersucht. Hinsichtlich der Kosten werden klare Aussagen über Investitionskosten (Kapitalkosten) und Betriebskosten in Abhängigkeit von der angestrebten Wirkung ermittelt.

Mit Hilfe der Ergebnisse der oben angeführten Versuche sowie einer verbesserten Stoffstromanalyse bzw. den Ergebnissen des verbesserten Monitorings können Entscheidungen über den wirkungsvollsten Mitteleinsatz für technische Maßnahmen getroffen werden. Außerdem wird man an Hand der Variabilität der Randbedingungen aus den Ergebnissen der Versuche auch Festlegungen für Probenahmen, Grenzwerte und ihre Einhaltebedingungen ableiten können, die wiederum für die wirtschaftliche Dimensionierung und den Betrieb von ausschlaggebender Bedeutung sind. Die Festlegung von neuen Anforderungen an die Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung wird in enger Abstimmung mit den Betroffenen (Behörden, Verbände, Lieferanten von Verfahren, Universitäten) vorgenommen werden, damit das vorhandene Know how optimal genutzt wird und die Umsetzung erleichtert werden kann.

Bezüglich der Bewertung und Regulierung wasserübertragener bzw. -übertragbarer Krankheitserreger bestehen derzeit europaweit noch Divergenzen. Die Beseitigung wird allerdings von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in ihren aktuellen Leitlinien [WHO, 2006] nachdrücklich gefordert. Da das Konzept „Reine Ruhr“ aufgrund der Historie der Programmstehung primär auf den Umgang mit chemischen Spurenstoffen abzielt und die Bewertung wasserübertragbarer Krankheitserreger im Falle des Auftretens unverzügliche Handlungen mit differenzierten Anforderungen und Herangehensweisen erfordert, wird dieses Thema gesondert behandelt.

Das Ziel einer vorsorgenden Risikoregulierung ist die Schaffung eines Systems, das das Auftreten von Stoffen in relevanten Konzentrationen und von wasserübertragenen Krankheitserregern frühzeitig erkennt, bewertet und Ursachen identifiziert, so dass mit einer gezielten Nutzwertanalyse Maßnahmen vorrangig an der Quelle, bei der Abwasserbehandlung und/oder bei der Trinkwasseraufbereitung umgesetzt werden können und somit ein bestmöglicher Schutz der menschlichen Gesundheit und gleichzeitig der Gewässerökologie gewährleistet werden kann. Das Programm „Reine Ruhr“ leistet hierzu einen maßgeblichen, vorbildlichen und zukunftsgerichteten Beitrag.

9 Literaturverzeichnis

AWWR, 2007

Arnsberger Vereinbarung: Gemeinsame Verantwortung und kooperatives Handeln für hohe Trinkwasserqualität und Gesundheit.

Arnsberg, 25. August 2006

BfR, 2007

REACH: Die neue Chemikalienpolitik in Europa

Herausgeber: BfR; Redaktion: ifeu; Institut für Energie- und Umweltforschung

Heidelberg GmbH

Bundesregierung, 2008

Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der Abgeordneten Dr. Uschi Eid, Nicole Maisch, Rainer Steenblock, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 16/9387 -

Internationales Jahr für sanitäre Grundversorgung 2008 der Vereinten Nationen – Chancen und Potentiale der Sanitärversorgung

Deutscher Bundestag, 16. Wahlperiode; Drucksache 16/10922; 13.11.2008

Dieter, H.; 2003

Kommentar zur Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht; Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz, 46:S. 245-248

DWA, 2008

Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf; Handlungsbedarf aus Sicht der DWA-Koordinierungsgruppe „Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf“; Korrespondenz Abwasser, Abfall (55) Nr.9; Seiten: 954 – 958

EG-Trinkwasserrichtlinie, 1998

Über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998

EG-WRRL; 2000

Zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000

EG-Tochterraichtlinie Prioritäre Stoffe, 2008

Über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik

Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008

EG-Verordnung REACH, 2006

Zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur
Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006

HBM-Phase I, 2006/2007

Querschnittsstudie zur Untersuchung der inneren Belastung von Mutter-Kind-Paaren und Männern in Gebieten erhöhter Trinkwasserbelastung mit perfluorierten Verbindungen („PFT“);
Abschlussbericht des Instituts für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin, Ruhr-Universität Bochum in Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universität Erlangen-Nürnberg gefördert durch das MUNLV, LANUV NRW; Abschluss Mai 2007

HBM-Phase II, 2007/2008

Erste Folgestudie zur PFT-Belastung des Blutes von Personen aus Arnsberg;

Abschlussbericht des Instituts für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin, Ruhr-Universität Bochum; Juli 2008

HBM Angler Studie; 2008

Konzentrationen perfluorierter Verbindungen („PFT“) im Blutplasma von Anglern am Möhnesee
Erste Ergebnisse Abschlussbericht des Instituts für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin, Ruhr-Universität Bochum; 10. November 2008

ISA, IWW; 2008

Senkung des Anteils organischer Spurenstoffe in der Ruhr durch zusätzliche Behandlungsstufen auf kommunale Kläranlagen – Güte- und Kostenbetrachtungen; Forschungsvorhaben des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) RWTH Aachen und des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wasserforschung gGmbH (IWW) gefördert durch das MUNLV NRW; 2008

Ivashechkin, 2006

Elimination organischer Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser
Dissertation, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) RWTH Aachen

Kümmerer, 2007

Benign by Design. Sustainable from the very beginning: Rational design of molecules by life cycle engineering as an important approach for green pharmacy and green chemistry. Green Chem. 9, 899-907

Kümmerer, Schramm, 2008

Arzneimittelentwicklung: Die Reduzierung von Gewässerbelastungen durch gezieltes Moleküldesign. UWSF 20, 249-263

LWG NRW, 1995

Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen
Landeswassergesetz; vom 25. Juni 1995, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. Dezember 2007

MUNLV, 2008

Trinkwasserbericht; des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

Skutlarek, Exner, Färber, 2006

Bestimmung von perfluorierten organischen Tensiden (PFC) in der aquatischen Umwelt und Trinkwasser mittels HPLC-MS/MS
Poster der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft in Celle am 22. – 24.05.2006 vom Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn

TrinkwV, 2001

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
Trinkwasserverordnung 21.05.2001

UBA, 2003

Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht; Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission beim Umweltbundesamt; Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 46:S. 249-251; 2003,

UBA, 2006

Vorläufige Bewertung von Perfluorierten Tensiden (PFT) im Trinkwasser am Beispiel ihrer Leitsubstanzen Perfluorooctansäure (PFOA) und Perfluorooctansulfonsäure (PFOS); Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt vom 21.06.06, überarbeitet am 13.07.2006

UBA, 2007

Aktuelle gesundheitliche und gewässerhygienische Bewertung perfluorierter Verbindungen (PFC)
Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit vom 07.08.07; Bekanntmachung des Umweltbundesamtes

UBA, 2008

Öffentliche Trinkwasserversorgung – Bewertung organischer Mikroverunreinigungen, Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt, Schreiben vom 14.03.2008 an das MUNLV NRW

Umweltgutachten 2004

Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern
Sachverständigenrat für Umweltfragen, ISBN 3-8329-0942-7
Bundestagsdrucksache 15/3600, Mai 2004

WHG, 2002

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts
Wasserhaushaltsgesetz vom 19. August 2002

WHO, 2006

Guidelines for Drinking Water Quality. WHO, Geneva, 2006.