Bild- und Quellennachweis

Literatur

RICHTLINIE 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik, 2013

Europäisches Fließgewässermemorandum zur qualitativen Sicherung der Trinkwassergewinnung ERM, 2013

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 12

Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht, Bundesgesundheitsblatt S. 249 – 251, 2003

Sulfatbelastung der Spree - Ursachen, Wirkungen und aktuelle Erkenntnisse, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), 2016

Bilder

Diagramme:	TZW (Bilder 1-9, 11-14, 16); DREWAG NETZ (Bild 10), FWV (Bild 15)
Karte:	Fotolia #65457364, Artalis-Kartographie
Fotografien:	AWE (S.2/3); Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH (S.12, S.24) Fotolia #94378070, Ezio Gutzemberg (Titel), Fotolia #107945588, pusteflower9024 (S.10) Fotolia #23667108, beetle (S.18) Fotolia #2318011, Otmar Smit (S.20)

Impressum

Herausgeber:
Arbeitsgemeinschaft der Wasserversorger im Einzugsgebiet der Elbe
c/o Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH
Naundorfer Straße 46
04860 Torgau

Tel.: 0049 3421 757 511
Fax.: 0049 3421 757 522
www.awe-elbe.de

Erscheinungsdatum:
September 2016

AWE | Arbeitsgemeinschaft der Wasserversorger im Einzugsgebiet der Elbe

Bewertung der Qualität von Fließgewässern

unter dem Gesichtspunkt der Trinkwasseraufbereitung

Elbe - Mulde - Havel - Spree - Dahme
Berichtsjahr 2014/2015

Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH · Berliner Wasserbetriebe · Leipziger Wasserwerke · Zweckverband Fernwasserversorgung Südier · DREWAG NETZ · WRG

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einzugsgebiet und Probenahmestellen	4
Parameter und Untersuchungsumfang	5
Ergebnisse der Untersuchungen	6
Grundmessprogramm - Sulfat, Ammonium, DOC	6
Sondermessprogramm - Organische Spurenstoffe	12
Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM)	12
Arzneimittelrückstände und Röntgenkontrastmittel	14
Auswirkungen der Verordnungspraxis von Blutdrucksenkern	*16*
Haushalts- und Industriechemikalien	18
Bewertung und Schlussfolgerungen	22

Vorwort

Die Bereitstellung von einwandfreiem und qualitativ hochwertigem Trinkwasser ist die Kernaufgabe der in der Arbeitsgemeinschaft der Wasserversorger im Einzugsgebiet der Elbe (AWE) zusammengeschlossenen Versorgungsunternehmen.

Die Gewinnung von Uferfiltrat zum Zweck der Trinkwasserproduktion stellt für sie seit Jahrzehnten ein bewährtes Verfahren dar, welches auch perspektivisch unverzichtbar ist. Um in den für die Uferfiltration genutzten Fließgewässern eine Wasserqualität zu erreichen, die eine Trinkwasseraufbereitung mit konventionellen, naturnahen Verfahren ermöglicht, ist der Ressourcenschutz für die Trinkwasserversorger von entscheidender Bedeutung. Die gütemäßige Überwachung der Rohwasserressourcen ist Bestandteil eines umfangreichen Vorsorge- und Qualitätsmanagements.

Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) ist der Bewertungsmaßstab für die Trinkwasserqualität. Sie ist so konzipiert, dass der Verbraucher bei lebenslangem Genuss von Trinkwasser keinen gesundheitlichen Risiken ausgesetzt ist. In ihr enthalten sind eine definierte Anzahl mikrobiologischer und chemisch-physikalischer Parameter, die mit Grenzwerten belegt sind.

Zur Durchsetzung des in der TrinkwV 2001 verankerten Minimierungsgebots auch für chemische Stoffe, die dort nicht benannt sind, ist es notwendig, einen aktuellen Überblick über die Qualität der Fließgewässer zu besitzen. Mit dem speziell auf die Belange der Wasserversorger ausgerichteten Messprogramm im Elbeeinzugsgebiet werden jene Spurenstoffe detektiert und bewertet, die für die Trinkwasseraufbereitung von besonderer Bedeutung sein könnten.

Die Tatsache, dass ständig neue, naturfremde Stoffe in unbekannten Mengen in den Wasserkreislauf gelangen, die mit modernster Analysetechnik bestimmbar sind, stellt die Trinkwasserversorger vor eine schwierige Aufgabe, da die Stoffe und deren Konzentration humantoxikologisch bewertet werden müssen. Die Messergebnisse der vorliegenden Untersuchung werden mit den Zielwerten des Europäischen Fließgewässermemorandums 2013 (ERM) verglichen. Für anthropogene naturfremde Stoffe, zum Beispiel Arzneimittelrückstände, werden darin maximal tolerierbare Konzentrationen von 0,1 µg/L gefordert. Oberhalb dieses Wertes findet eine Einzelfallbewertung statt. Sie folgt dem Vorsorgekonzept der gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) für chemische Substanzen, die vom Umweltbundesamt (UBA) festgelegt werden. Ein GOW für einen Spurenstoff fällt demnach umso niedriger aus, je weniger aussagekräftig und gesichert seine toxikologische Bewertung ist.

In dieser Broschüre werden die Ergebnisse der AWE-Messprogramme in den Fließgewässern der Jahre 2014/2015 anhand ausgewählter Parameter dargestellt und einige Entwicklungstrends aufgezeigt. Die Möglichkeit der Reduzierung der Gewässerbelastung mittels Substitution trinkwasserrelevanter Arzneimittel durch gut biologisch abbaubare Substanzen bzw. Arzneimittel mit geringeren Wirkstoffkonzentrationen bei gleichen medizinischen Wirkmechanismen wird in einem Fallbeispiel (Seite 16) beschrieben. Es soll zu einer interdisziplinären Diskussion einladen und aufzeigen, welche Spielräume zur Verbesserung der Oberflächenwasserqualität existieren.

AWE-Mitglieder bei einer Vergleichsprobenahme an der Mulde bei Canitz

Einzugsgebiet und Probenahmestellen

Parameter und Untersuchungsumfang

Ein Teil dieses Messprogrammes (Grundmessprogramm), bestehend aus chemisch-physikalischen Größen und summarischen Parametern, wird in Eigenregie der Versorgungsunternehmen durchgeführt. Die organischen Spurenstoffe des Memorandums werden bis auf die durch die Unternehmen gemessenen Pestizide über ein Sondermessprogramm durch das DVGW Technologiezentrum Wasser (TZW) im Auftrag der Unternehmen erfasst.

Für das Grundmessprogramm liegen jährlich mehr als zwölf Daten vor. Deshalb wurde für die Auswertung die Berechnung der Quantile (10, 50, 90) einschließlich der Angabe des Maximal- und Minimalwertes in Form von Boxplots gewählt. Im Fall des Sondermessprogrammes liegen jährlich sechs Werte vor. Für diese wurde die Darstellung der arithmetischen Mittelwerte sowie des Minimal- und Maximalwertes gewählt. Die Darstellungen werden stets in Bezug zu den Zielwerten des Europäischen Fließgewässermemorandums gesetzt. In Tabelle 1 sind auszugsweise die Zielwerte des Memorandums für die organischen Spurenstoffe angegeben.

Tabelle 1: Zielwerte für anthropogene, naturfremde Stoffe aus dem Europäischen Fließgewässermemorandum (ERM) zur qualitativen Sicherung der Trinkwassergewinnung

Parameter	Zielwert
Stoffe mit Wirkung auf biologische Systeme	
Pestizide, Biozide und deren Metabolite je Einzelstoff	0,1 µg/L*
Endokrin wirksame Substanzen je Einzelstoff	0,1 µg/L*
Pharmaka (inkl. Antibiotika) je Einzelstoff	0,1 µg/L*
Polyfluorierte Verbindungen und übrige organische Halogenverbindungen je Einzelstoff	0,1 µg/L*
Bewertete Stoffe ohne bekannte Wirkungen	
Mikrobiell schwer abbaubare Stoffe je Einzelsubstanz	1,0 µg/L
Nichtbewertete Stoffe (trinkwassergängige Stoffe oder Stoffe, die nicht bewertete Abbau- und Transformationsprodukte bilden)**	
je Einzelstoff	0,1 µg/L

* es sei denn, dass toxikologische Erkenntnisse einen noch niedrigeren Wert erfordern

** Stoffe, die sich durch naturnahe Verfahren der Trinkwasseraufbereitung nicht oder nur unzureichend entfernen lassen

Ergebnisse der Untersuchungen

Grundmessprogramm Sulfat, Ammonium, DOC

Für das Grundmessprogramm wird in der nachfolgenden Darstellung beispielhaft auf die Messergebnisse von Sulfat, Ammonium und DOC eingegangen.

Sulfat gehört zu den dominierenden Anionen in natürlichen Gewässern. Der Eintrag erfolgt sowohl natürlich in Form der Auslaugung unterirdischer mineralischer Schichten als auch anthropogen bedingt durch die Einleitung von industriellen und häuslichen Abwässern sowie Grubenwässern, durch Sickerwässer von Mülldeponien und landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie über Rauchgase. Im Europäischen Fließgewässermemorandum ist der Zielwert für Sulfat aus korrosionschemischen Gründen mit 100 mg/L festgelegt.

Die Sulfatgehalte im Wasser der betrachteten Flussabschnitte sind recht unterschiedlich. Im sächsischen Abschnitt der Elbe dominieren industrielle und kommunale Einflüsse. Der Sulfatgehalt der Elbe ist entsprechend der langjährigen Tendenz leicht gefallen. Seit dem Jahr 2005 verharrt die Konzentration zwischen Dresden und Torgau sowie in der Mulde auf einem Niveau um 60 mg/L (Bilder 1 und 2). Trotzdem wird der Zielwert in den letzten Jahren in Torgau im Maximum, vor allem in Zeiten von Niedrigwasserführung, erreicht bzw. geringfügig überschritten.

Die Einzugsgebiete von Spree, Havel und Dahme sind durch eine ländliche Nutzung und einen jahrzehntelangen Tagebaubetrieb mit Grundwasserabsenkung geprägt. Mit der Renaturierung zahlreicher Restlöcher des Braunkohlebergbaus in der Niederlausitz war eine Wiedervernässung trocken gefallener Pyritschichten (Eisensulfid) im Untergrund vor allem ab 1990 verbunden. Dadurch wird Eisen und Sulfit (unter Anwesenheit von Sauerstoff zu Sulfat oxidiert) verstärkt gelöst und beeinflusst die Wasserqualität erheblich. In der Spree bei Rahnsdorf, der Dahme und der Havel am Krughorn wird der Sulfatzielwert des Memorandums deutlich überschritten und steigt tendenziell weiter an (Bild 3). Sogar der Grenzwert der TrinkwV 2001 kann am Zulauf der Spree und Dahme nach Berlin nicht eingehalten werden.

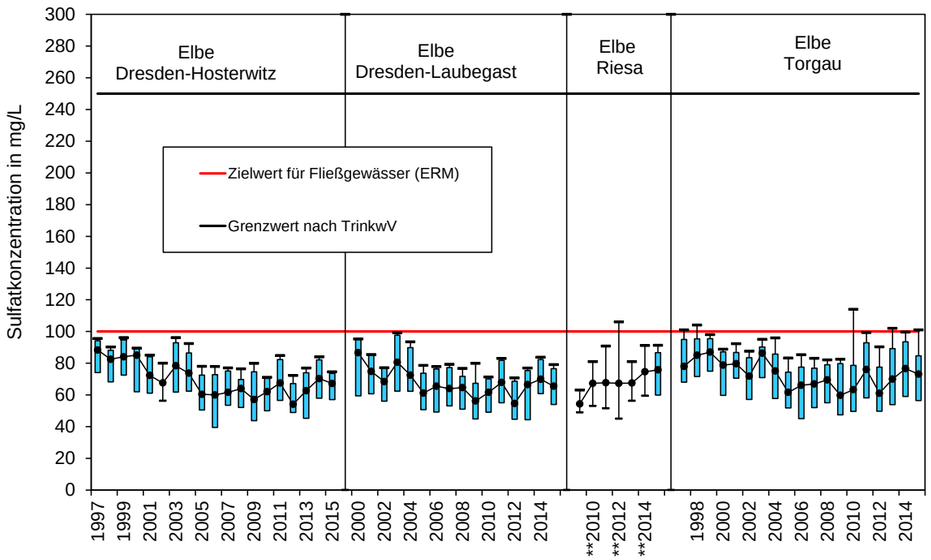

Bild 1: Sulfatkonzentration an den Probenahmestellen der Elbe, 1997 - 2015, ** arithmetischer Mittelwert

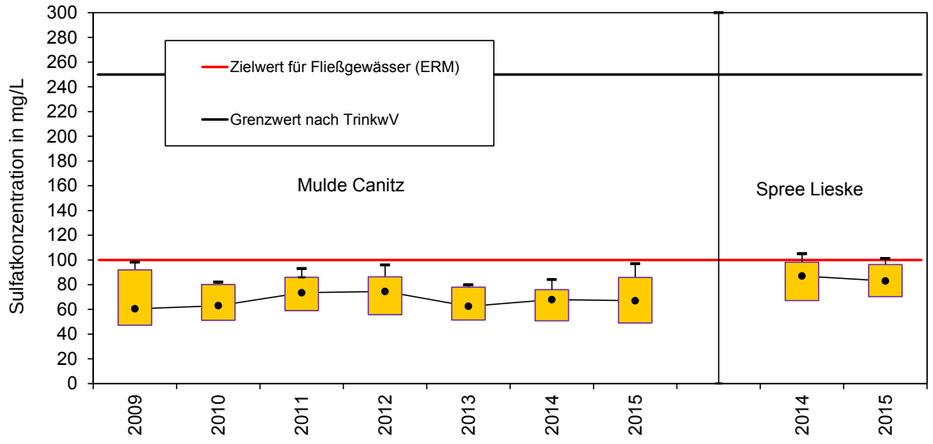

Bild 2: Sulfatkonzentration an den Probenahmestellen der Mulde (2009 - 2015) und der Spree bei Lieske (2014/2015)

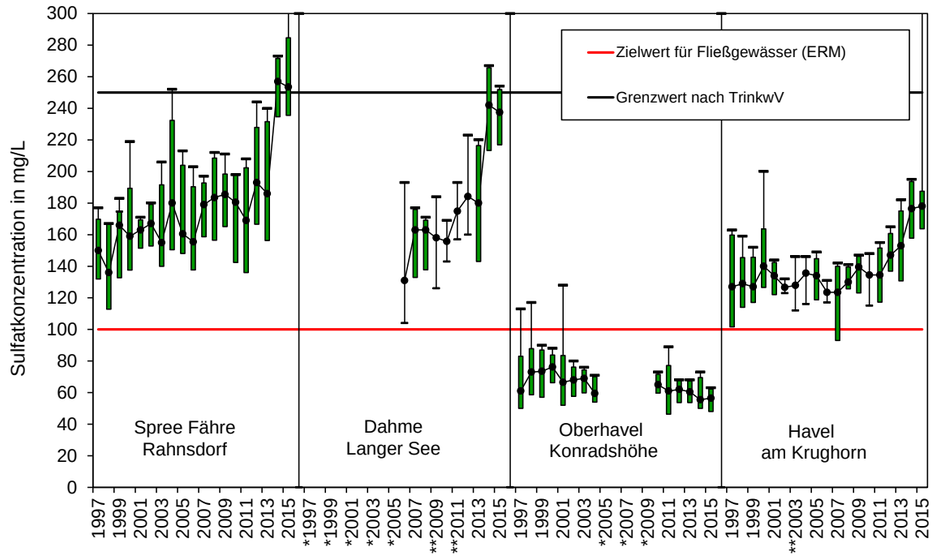

Bild 3: Sulfatkonzentration an den Probenahmestellen der Spree, Dahme und Havel, 1997 - 2015
* keine Daten verfügbar, ** arithmetischer Mittelwert

Ammonium gelangt hauptsächlich durch die Einleitung nicht ausreichend gereinigter kommunaler und industrieller Abwässer, durch Abschwemmungen von land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen sowie über Niederschläge in die Oberflächengewässer.

Ammonium kann in den Oberflächengewässern und während einer Bodenpassage mikrobiell zu Nitrat oxidiert werden (Nitrifikation). Durch den hohen Sauerstoffbedarf des Nitrifikationsprozesses wird der Sauerstoffhaushalt sowohl im Gewässer, als auch in der Uferpassage belastet. Dieser Prozess ist stark temperaturabhängig, sodass bei niedrigen Temperaturen im Oberflächenwasser die höchsten Ammoniumkonzentrationen zu erwarten sind.

Für Ammonium muss ein Sicherheitsabstand zum Trinkwassergrenzwert eingehalten werden, da unter anaeroben Verhältnissen Nitrat zu Ammonium umgesetzt werden kann. Im Memorandum ist der Zielwert daher mit 0,3 mg/L angegeben.

Die Ammoniumgehalte aller beprobten Flussabschnitte sind in den Bildern 4 bis 6 dargestellt. Es wird deutlich, dass in den letzten drei Jahren an allen Probenahmestellen, außer an der Spree bei Lieske und der Havel am Krughorn der Zielwert nicht ein einziges Mal überschritten wurde. Insgesamt ist aus diesen Darstellungen zu erkennen, dass die Belastung der Fließgewässer mit Ammonium im letzten Jahrzehnt deutlich und nachhaltig zurückgegangen ist.

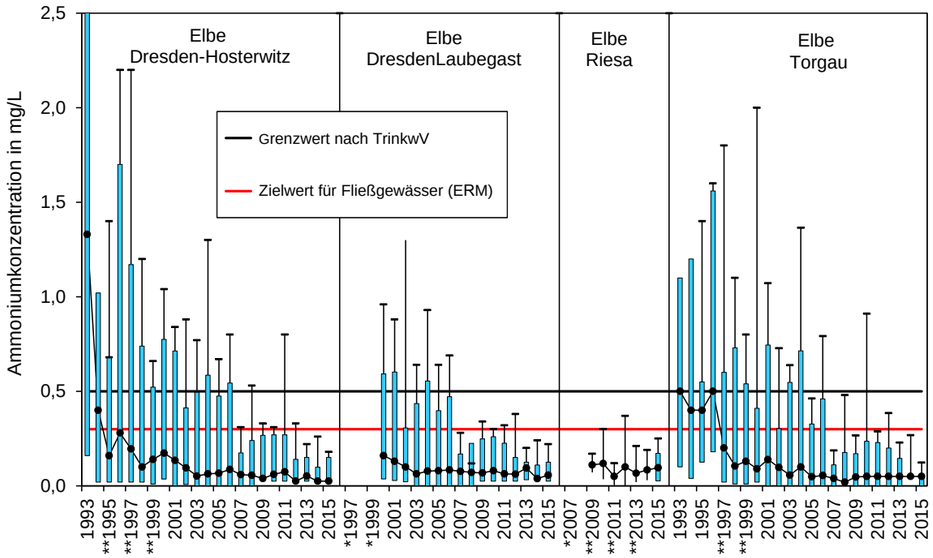

Bild 4: Ammoniumkonzentration an den Probenahmestellen der Elbe, 1993 - 2015
* keine Daten verfügbar, ** arithmetischer Mittelwert

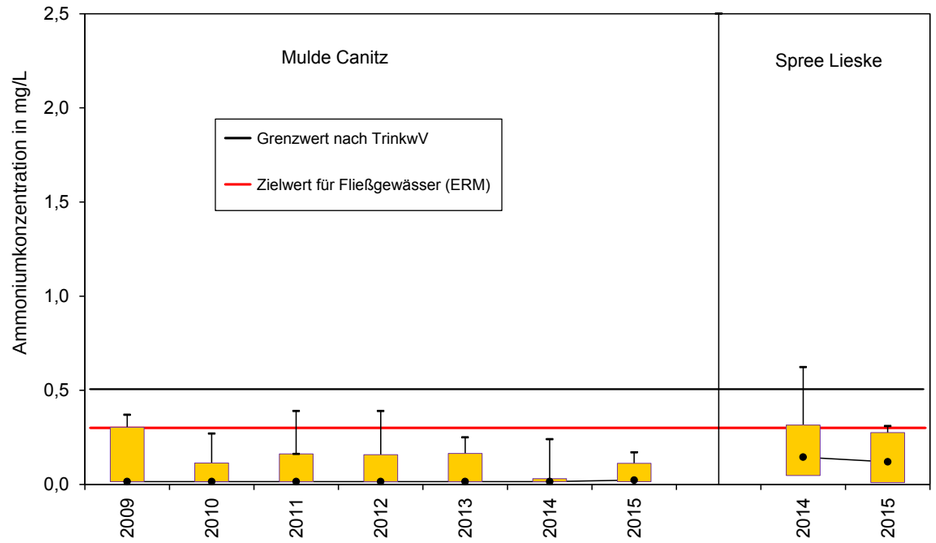

Bild 5: Ammoniumkonzentration an den Probenahmestellen der Mulde (1997 - 2015) und der Spree bei Lieske (2014/2015)

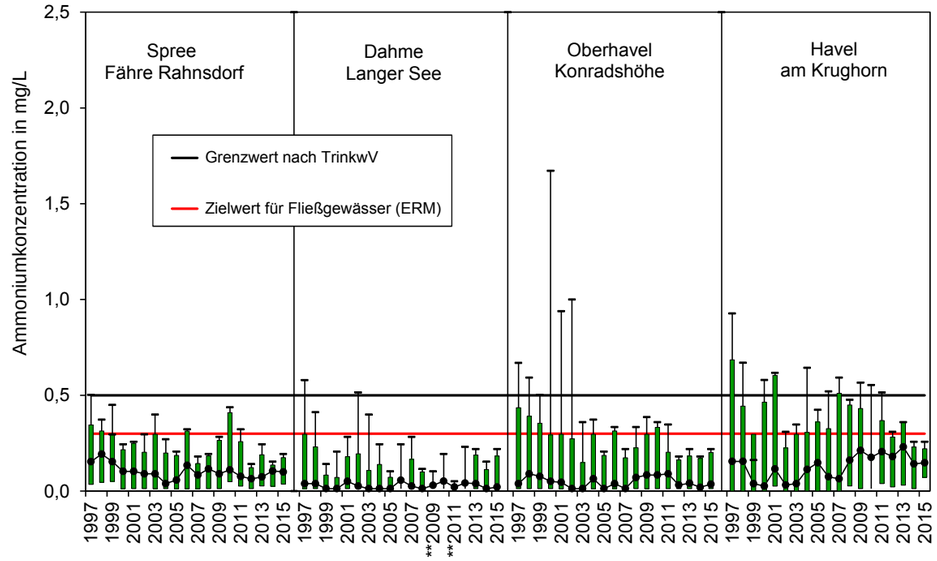

Bild 6: Ammoniumkonzentration an den Probenahmestellen der Spree, Dahme und Havel, 1997 - 2015
** arithmetischer Mittelwert

Auch in der Mulde liegt der DOC-Gehalt dauerhaft über dem Zielwert von 3 mg/L.

Der **DOC (Dissolved Organic Carbon)** ist eine summarische Größe und umfasst den Kohlenstoffanteil der im Wasser gelösten organischen Inhaltsstoffe. Mit der Bestimmung werden sowohl natürliche wie auch anthropogene Substanzen erfasst. Um die Anteile getrennt zu bewerten, sind weitergehende Untersuchungen notwendig. Die Größenordnung des DOC beeinflusst jedoch maßgeblich die Aufbereitung des Wassers, da beim Einsatz von Chlor als Desinfektionsmittel Trihalogenmethane (THM) als Reaktionsprodukt gebildet werden. Letztere sind mit einem Grenzwert von 10 µg/L in der TrinkwV 2001 belegt. Daher wird aus Vorsorgegründen im Europäischen Fließgewässermemorandum ein Zielwert von 3 mg/L für den DOC gefordert.

In der Elbe wurde der DOC im Raum Dresden und Torgau seit dem Jahr 1992/93 regelmäßig erfasst (Bild 7). Die langjährige Tendenz der Elbe lässt, von erheblichen jährlichen Schwankungen abgesehen, keine signifikanten Veränderungen erkennen. Der Wert liegt über 3 mg/L und ist wahrscheinlich auf Huminstoffeinträge aus den Mittelgebirgszuflüssen im Oberlauf der Elbe zurückzuführen. Die Werte der Berliner Gewässer (Bild 8) sind demgegenüber noch deutlich höher und unterliegen markanten jährlichen Veränderungen, über deren Ursachen es derzeit noch keine einheitliche Erklärung gibt.

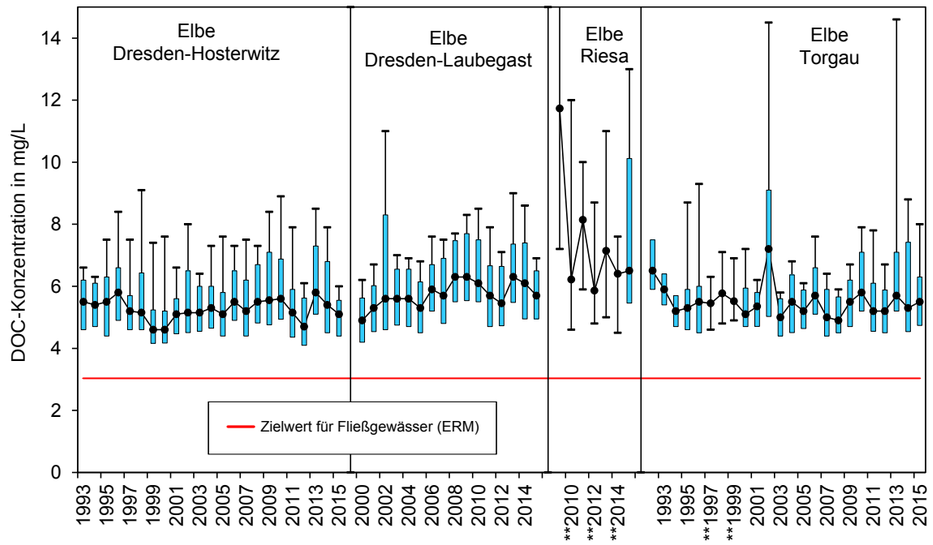

Bild 7: DOC-Konzentration an den Probenahmestellen der Elbe, 1993 - 2015
** arithmetischer Mittelwert

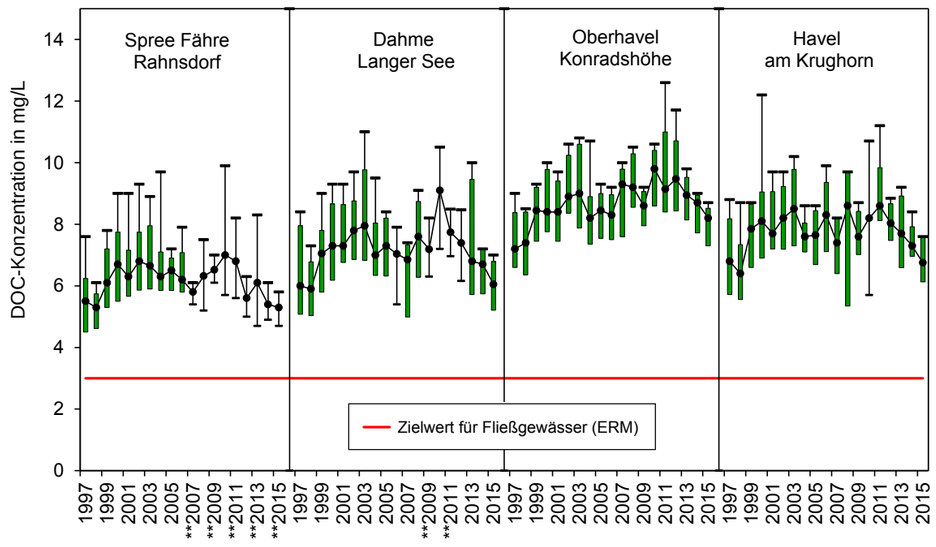

Bild 8: DOC-Konzentration an den Probenahmestellen der Spree, Dahme und Havel, 1997 - 2015
** arithmetischer Mittelwert

Sondermessprogramm Organische Spurenstoffe

In den Vorgaben des Europäischen Fließgewässermemorandums sind jene Gruppen organischer Spurenstoffe enthalten, von denen schon seit vielen Jahren bekannt ist, dass sie in Oberflächengewässern regelmäßig oberhalb des allgemeinen Zielwertes von 0,1 µg/L (siehe Tabelle 1, Seite 5) nachgewiesen werden. Diese Spurenstoffe lassen sich in drei Hauptgruppen unterteilen:

- Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte
- Arzneimittelrückstände und Röntgenkontrastmittel
- Haushalts- und Industriechemikalien

Die Palette der Einzelverbindungen in diesen Substanzgruppen ist enorm groß. Deshalb ist eine Auswahl sogenannter Leitkomponenten von großer Bedeutung.

Daneben erfordert die Erfassung organischer Spurenstoffe in Fließgewässern gleichermaßen Kontinuität und die regelmäßige Aktualisierung des Substanzspektrums unter Berücksichtigung neuester Forschungsergebnisse und in Abstimmung mit den Messprogrammen weiterer Flussgebietsgemeinschaften wie zum Beispiel an Rhein und Ruhr.

Für diesen Bericht wurden einzelne, besonders trinkwasserrelevante Spurenstoffe der drei Substanzklassen ausgewählt.

Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM)

In der Tendenz ist die Belastung der Elbe mit PBSM seit Mitte der 90er Jahre stark zurückgegangen. Als Grund kann das Einsatzverbot der im Maisanbau einst verwendeten Stoffe Atrazin (seit 1991) und Simazin (seit 2003) angesehen werden. Modifizierte Wirkstoffe wie z.B. Terbutylazin oder das Herbizid Metazachlor finden stattdessen zur Unkrautbekämpfung beim Mais- und Winterrapsanbau Verwendung.

Untersuchung von Trinkwasserproben

In Bild 9 ist die statistische Auswertung der Summe der untersuchten Triazine (eine Stoffgruppe der PBSM) in der Elbe bei Dresden dargestellt. Diese Auswertung zeigt, dass bereits in der Elbe der Grenzwert für Trinkwasser in der Regel eingehalten wird. Betrachtet man allerdings die Einzelsubstanzen (Bild 10), dann wird deutlich, dass in Dresden aufgrund eines dichten Beprobungsrhythmuses auch Messwerte erfasst werden, die während eines kurzen Zeitraumes über dem Zielwert des Fließgewässermemorandums liegen.

Die höchsten Konzentrationen eines Einzelstoffes wurden bis 2014 im Raum Dresden für Terbutylazin gemessen. Dies deutet auf Abschwemmungen während der Vegetationsphase hin, denn im Jahr 2015 - ein Jahr mit einem ausgesprochen trockenem Sommer - wurde der Zielwert für Einzelsubstanzen von 0,1 µg/L nicht überschritten.

Die Daten der Mulde und der Spree bei Lieske sind bezüglich dieser Komponenten nicht auffällig.

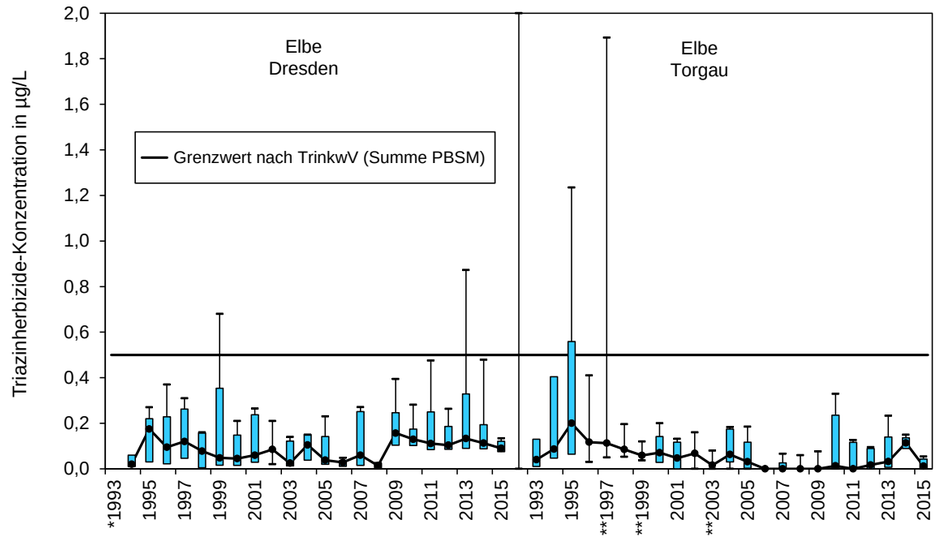

Bild 9: Konzentration an Triazinherbiziden in der Elbe, 1993 – 2015
Summe aller analysierten Triazine, ** arithmetischer Mittelwert

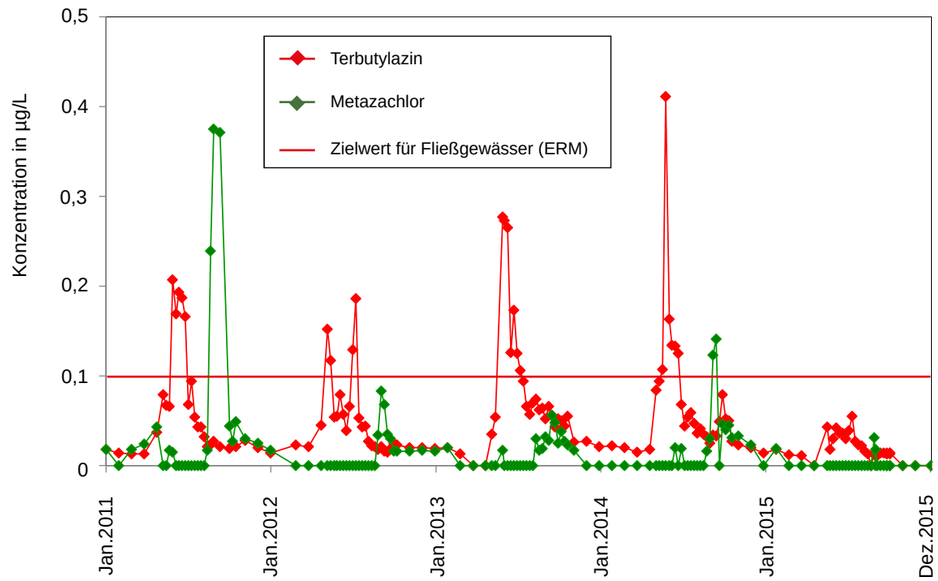

Bild 10: Konzentrationen ausgewählter PBSM in der Elbe, 2011 – 2015
(Messdaten der DREWAG NETZ GmbH in Dresden-Tolkewitz)

Arzneimittelrückstände und Röntgenkontrastmittel

Neben den Arzneimittelrückständen

- Carbamazepin (Antiepileptikum),
- Diclofenac (Schmerzmittel und Entzündungshemmer),
- Ibuprofen (Rheuma- und Schmerzmittel),

die schon seit vielen Jahren in der Elbe und ihren Nebenflüssen nachgewiesen werden, sind in der letzten Zeit neu identifizierte Spurenstoffe hinzugekommen. Zu diesen zählen insbesondere die Wirkstoffe Gabapentin (Antiepileptikum), Metformin (Antidiabetikum) und dessen stabiles Transformationsprodukt Guanylharnstoff.

Für die Wirkstoffe Gabapentin und Metformin liegen derzeit erst Messungen für drei Jahreszyklen vor. Von einer Tendenz kann demzufolge noch nicht gesprochen werden. Ungeachtet dessen zeigen die vorliegenden Mittelwerte aus dem Jahr 2015 in Tabelle 2 die hohe Relevanz dieser Komponenten im aquatischen Milieu. Bemerkenswert ist, dass die Konzentrationen dieser erst seit kurzer Zeit analysierten Substanzen ein bis zwei Zehnerpotenzen über den bisherigen Leitsubstanzen Carbamazepin und Diclofenac liegen.

In Bild 11 ist die Situation bezüglich des Metformin-Transformationsproduktes Guanylharnstoff dargestellt. Dessen Konzentration liegt noch deutlich über dem Niveau der Ausgangsverbindung. In Zukunft ist wohl damit zu rechnen, dass durch die Zunahme der Verschreibung von Medikamenten der typischen Zivilisationskrankheiten, z.B. Diabetes, Bluthochdruck und Schmerzen jeglicher Art, die Stoffkonzentrationen in Oberflächenwässern steigen werden und die Zielvorgaben des Memorandums auf längere Zeit nicht eingehalten werden.

Iomeprol ist als organische Jodverbindung ein sehr stabiles Röntgenkontrastmittel, das nach oraler bzw. intravenöser Verabreichung für urologische und angiographische CT-Untersuchungen nicht metabolisiert aus dem Körper ausgeschieden wird. In Kläranlagen wird diese polare Substanz nicht abgebaut und gelangt über die Abläufe in die Oberflächengewässer. Es ist zu erkennen, dass in den vergangenen Jahren durch die Zunahme der Untersuchungsanzahl in den Kliniken und ambulanten Praxen eine erhebliche Mehrbelastung von Fließgewässern auftritt und noch keine Trendumkehr absehbar ist.

Für die Nebenflüsse im Einzugsgebiet der Elbe (Spree, Havel und Mulde) werden diese Daten erst seit vier Jahren erhoben. Insbesondere an der Entnahmestelle für die Havel am Krughorn (im Abstrom von Berlin) ist der tendenzielle Anstieg für Iomeprol mit dem der Elbe vergleichbar.

	Metformin (µg/L)	Gabapentin (µg/L)
Elbe	1,2 (Dresden) 1,4 (Riesa) 1,1 (Torgau)	0,38 (Dresden) 0,40 (Riesa) 0,40 (Torgau)
Mulde	0,8 (Canitz)	0,57 (Canitz)
Spree	0,8 (Lieske)	0,68 (Lieske) 0,20 (Rahnsdorf)
Havel		0,13 (Konradshöhe) 0,60 (Krughorn)

Tabelle 2: Arithmetische Mittelwerte der Jahre 2014/2015 für Gabapentin und Metformin an den beprobten Stellen

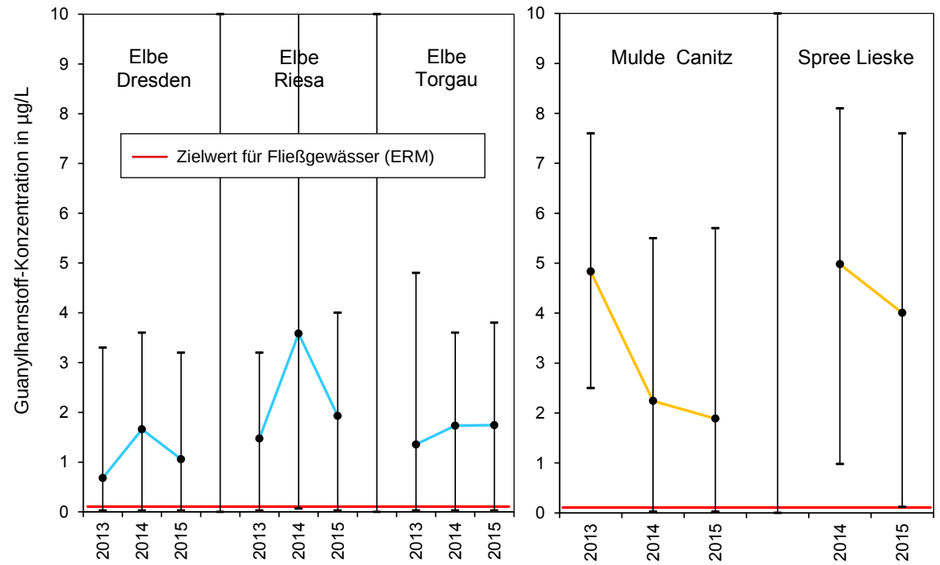

Bild 11: Guanylharnstoff-Konzentration an den Probenahmestellen der Elbe, Mulde und Spree bei Lieske, 2013 - 2015

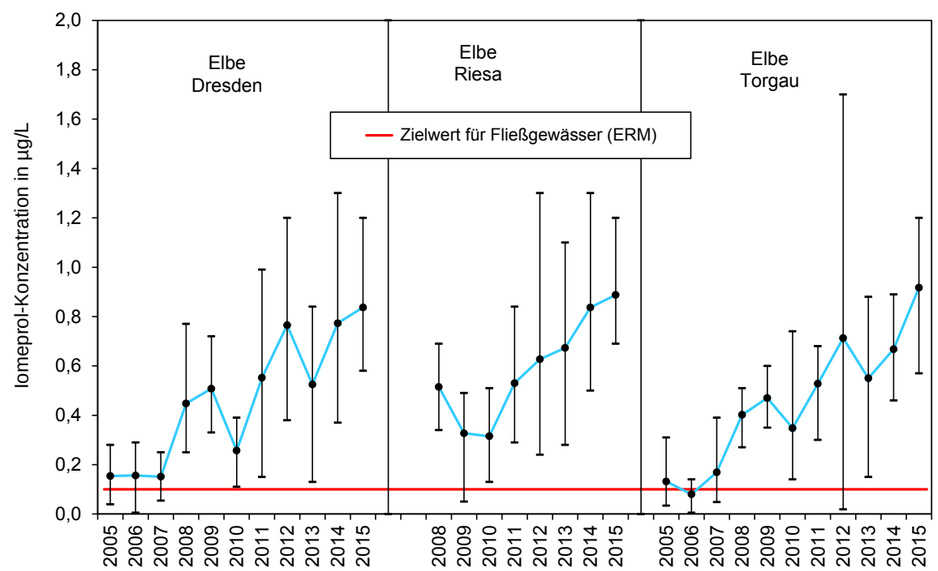

Bild 12: Iomeprol-Konzentration an den Probenahmestellen der Elbe, 2005 - 2015

Auswirkungen der Verordnungspraxis von Blutdrucksenkern

Im Alter von 18 bis 79 Jahren leidet in Deutschland jeder Dritte an einer arteriellen Hypertonie (Bluthochdruck)[1]. Die Behandlung erfolgt in der Regel mit Medikamenten. In Deutschland werden jährlich 15 Mrd. Tagesdosen Antihypertonika (Blutdrucksenker) verordnet (Stand 2014, mittlere jährliche Steigerung seit 2007: 4,5%). Zur Anwendung kommen ca. 64 Wirkstoffe aus 8 Wirkstoffgruppen. Die 3 häufigsten Wirkstoffgruppen sind ACE-Hemmer (38%), Sartane (18%) und Betablocker (15%)[2].

Die aus den Verordnungen resultierenden Arzneimittelfrachten zeigen eine abweichende Verteilung, da die Wirkstoffkonzentrationen sehr unterschiedlich sind, z.B. 2,5 mg/DDD[3] für Ramipril, dem häufigsten ACE-Hemmer, oder 600 mg/DDD für Eprosartan (Abbildung). Die Frachten der Antihypertonika summieren sich in Deutschland auf über 400 t/Jahr, wobei mehr als die Hälfte davon von nur zwei Wirkstoffen verursacht wird: Metoprolol (150 t/Jahr, Betablocker) und Valsartan (70 t/Jahr).

Die verordneten Antihypertonika gelangen in der Regel durch die Ausscheidungen der Patienten über den Pfad Kanalisation-Kläranlage-Oberflächengewässer in den Wasserkreislauf. Die am Ende in die Umwelt emittierten Frachten reduzieren sich dabei durch im Körper und in der Kläranlage ablaufende Abbau- oder Umwandlungsprozesse, deren Intensität je nach Wirkstoff und Aufbereitungstechnologie sehr unterschiedlich ausfallen kann. Im Ablauf einer Berliner Kläranlage werden Frachten von Betablockern gemessen (z.B. Metoprolol), die um mehr als 90% geringer sind als die verordneten Frachten, die von der im Einzugsgebiet der Kläranlage lebenden Bevölkerung emittiert werden.

Bei den Sartanen werden hingegen die verordneten Frachten nahezu vollständig im Kläranlagenablauf wiedergefunden. Bei dieser Wirkstoffgruppe muss daher von einem sehr geringen bis keinem Rückhalt im menschlichen Körper und in den Kläranlagen ausgegangen werden. Aus diesem Grund kann Valsartansäure, der Hauptmetabolit des Valsartans, in vergleichsweise hohen Konzentrationen in Oberflächengewässern nachgewiesen werden (1–3 µg/L) und stellt daher ein potentielles Risiko für aquatische Lebewesen dar. Eine ökotoxikologische Risikobewertung liegt jedoch noch nicht vor.

Auch bei der Uferfiltration ist nur eine geringe Abbaubarkeit der Sartane festzustellen. Im Gegensatz dazu wird Metoprolol vollständig im Untergrund zurückgehalten. Aus diesem Grund ist Valsartansäure im Gegensatz zu Metoprolol trinkwasserrelevant und stellt ein humantoxikologisches Risiko dar. Seit 2015 liegt eine Risikobewertung des Umweltbundesamtes vor. Demnach beträgt der Gesundheitliche Orientierungswert (GOW) für Valsartansäure im Trinkwasser 0,3 µg/L und sollte nicht überschritten werden.

Valsartan ist aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften und steigenden Verordnungsmengen derzeit das einzige Antihypertonika, das die Qualität der Trinkwasserressourcen in Deutschland gefährden kann.

Prinzipiell stehen End-of-pipe-Technologien zur Reduzierung der in die Umwelt abgegebenen

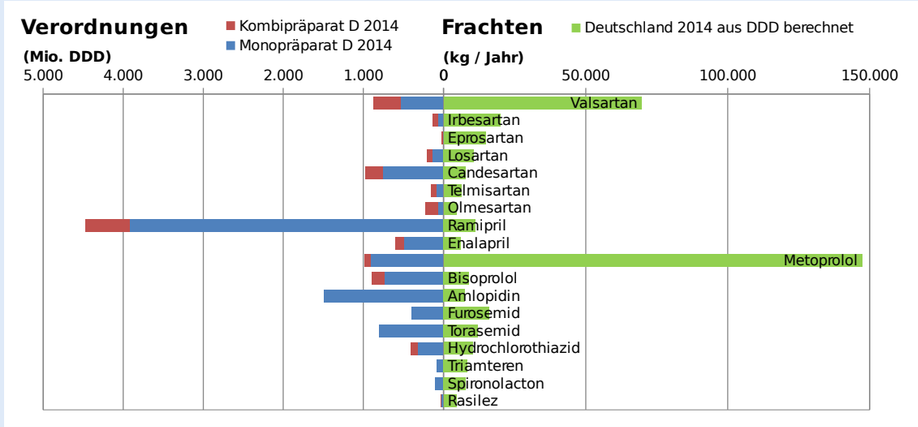

Abbildung: Verordnungen und Frachten von Antihypertonika in Deutschland mit mehr als 4.000 kg/Jahr; 2014

Arzneimittelfrachten zur Verfügung, z.B. Ozonung oder Aktivkohleadsorption im Klärwerk oder im Wasserwerk. Diese Verfahren sind jedoch kosten- und energieintensiv, widersprechen dem Verursacherprinzip und sind für Valsartansäure leider ineffektiv (schlechte Entfernbarkeit durch Aktivkohle, mittlere Entfernbarkeit durch Ozonung)[4].

Im speziellen Fall von Valsartan ist eventuell eine effiziente Maßnahme an der Quelle möglich: eine Anpassung der Verordnungspraxis durch die behandelnden Ärzte.

Valsartan hat einen Anteil von nur 6% an den in Deutschland verordneten Antihypertonika, d.h. 94 Prozent der verordneten Tagesdosen für Bluthochdruckpatienten erfolgt bereits mit Medikamenten, die die Trinkwasserressourcen nicht gefährden. Neben anderen Wirkstoffgruppen, z.B. ACE-Hemmern, stehen auch innerhalb der Sartane alternative Wirkstoffe zur Verfügung. Prädestiniert ist in diesem Fall die Substitution durch Candesartan, da es unter den Sartanen die geringste Wirkstoffkonzentration je Tagesdosis aufweist (Faktor 10 – 18 geringer als Valsartan) und zum gleichen Preis wie Valsartan erhältlich ist (keine Mehrkosten für Patienten oder Krankenkassen).

Letztendlich bleibt die Entscheidung zur Auswahl des geeigneten Blutdrucksenkers beim behandelnden Arzt.

Literatur:

1 Arzneiverordnungs-Report 2015, Schwabe, Paffrath, Springer-Verlag Berlin

2 ATC-Index mit DDD-Angaben für Deutschland 2016, Wissenschaftliches Institut der AOK

3 DDD, definierte Tagesdosis (defined daily dose)

4 Vorläufige Beurteilung nach derzeitiger Datenlage; Forschungsprojekt TestTools

Haushalts- und Industriechemikalien

Zu den beachtenswerten Industriechemikalien zählen die Benzotriazole sowie die Trichloralkylphosphate.

Benzotriazole sind Korrosionsschutzmittel, die in Kühl- und Schmierstoffen von Motoren, in Flugzeugenteisern und zum Silberschutz in Geschirrspülmitteln ihren Einsatz finden. Wichtigste Vertreter dieser Verbindungsklasse sind das Benzotriazol und das 5-Methylbenzotriazol.

Trichloralkylphosphate dienen als Weichmacher in Kunststoffen und als Flammschutzmittel. Die Komponenten werden als Zusatzstoffe in Polyurethanschaumstoffen, in Klebstoffen und weiteren Beschichtungsmitteln, die dem Brandschutz dienen, eingesetzt.

Für die Industriechemikalie Benzotriazol wurde deren Relevanz in der Elbe bereits früh erkannt und es liegen Messwerte seit dem Jahr 2006 vor (Bild 13). Die Tendenz ist steigend. Die Untersuchung dieses Parameters an weiteren Messstellen der Elbenebenflüsse ab dem Jahr 2010 war folgerichtig. Insbesondere die Havel am Krughorn zeigt eine deutlich steigende Belastung (Bild 14).

Die Berliner Gewässer mit ihrer ausgeprägten Nutzung zeigen deutliche Einflüsse von Industriechemikalien.

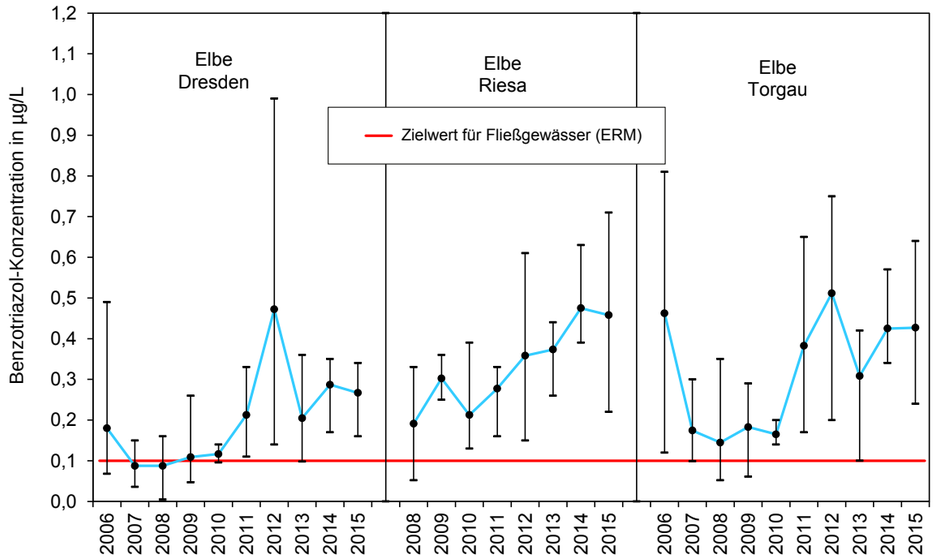

Bild 13: Benzotriazol-Konzentration an den Probenahmestellen der Elbe, 2006 - 2015

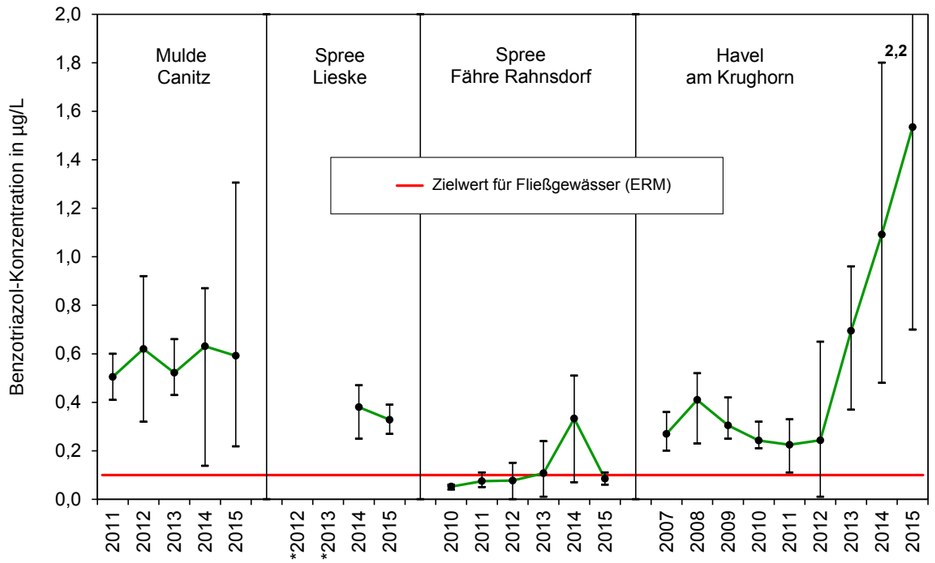

Bild 14: Benzotriazol-Konzentration an den Probenahmestellen der Mulde, Spree und Havel, 2007 - 2015
* keine Daten verfügbar

Die Einleitung von Industrieabwässern stellt für die Elbe nach wie vor eine Gefahr dar und wird weiter beobachtet.

Die Belastung der Elbe wurde in den letzten Jahrzehnten zudem durch das Auftreten regionalspezifischer Komponenten geprägt. Zu diesen Verbindungen zählen die sogenannten mehrfach halogenierten Ether. Ihr Auftreten in der Elbe steht in engem Zusammenhang mit dem Anfallen unerwünschter chlororganischer Begleitprodukte bei Reaktionsprozessen zur Kunststoffproduktion in einem tschechischen Chemieunternehmen.

Aufgrund der Gentoxizität der Substanzen hat das Umweltbundesamt empfohlen, auf Dauer den Wert von 0,01 µg/L je Einzelstoff im Trinkwasser zu unterschreiten.

Seit dem Auftreten dieser toxischen Substanzen in der Elbe in den 90er Jahren fanden sehr intensive Bemühungen zur Vermeidung der Emission statt. Als positives Resultat dieser Gespräche von staatlichen Stellen mit dem Emittenten konnte eine Neufassung der Einleitbedingungen für die Abwässer aus diesem Chemieunternehmen und eine verbesserte Leistung der Industrieabwasserreinigungsanlage erzielt werden, die die Belastung der Elbe mit halogenierten Ethern deutlich absenkte.

Systematische Untersuchungen des Elbewassers in den vergangenen Jahren haben aber auch gezeigt, dass es immer wieder kurzzeitige diskontinuierliche Einleitungen mit Konzentrationsspitzen gibt, so auch im Jahr 2015.

In Bild 15 sind die Ergebnisse der Untersuchungen für die drei Einzelsubstanzen an der automatischen Probenahmestelle der Elbe in Dommitzsch bei Torgau dargestellt. Aus diesem Bild wird deutlich, dass trotz gemeinsamer Gespräche und Kontakte seitens staatlicher Stellen und der Wasserversorger mit dem Verursacher noch keine endgültige Entwarnung gegeben werden kann. Es besteht nach wie vor die Gefahr, dass der Wert von 0,01 µg/L pro Einzelsubstanz im Wasser überschritten wird.

In Bild 16 sind anhand der Konzentrationen und Abflüsse in der Elbe die Frachten an halogenierten Etherverbindungen errechnet worden. Erstmalig seit sieben Jahren ist die Jahresfracht im Jahr 2015 an der Grenzmessstelle Schmilka (D/CZ) wieder angestiegen. Diese Ergebnisse weisen deutlich auf noch bestehende Defizite in der neu gefassten Einleitgenehmigung hin, die insbesondere die einleitbaren Frachten festlegt.

Wird die genehmigte Fracht dauerhaft überschritten, ist die Einhaltung des GOW von 0,01 µg/L für die Einzelsubstanz im Trinkwasser in Gefahr. Das Monitoring auf diese Substanzgruppe wird unvermindert fortgesetzt.

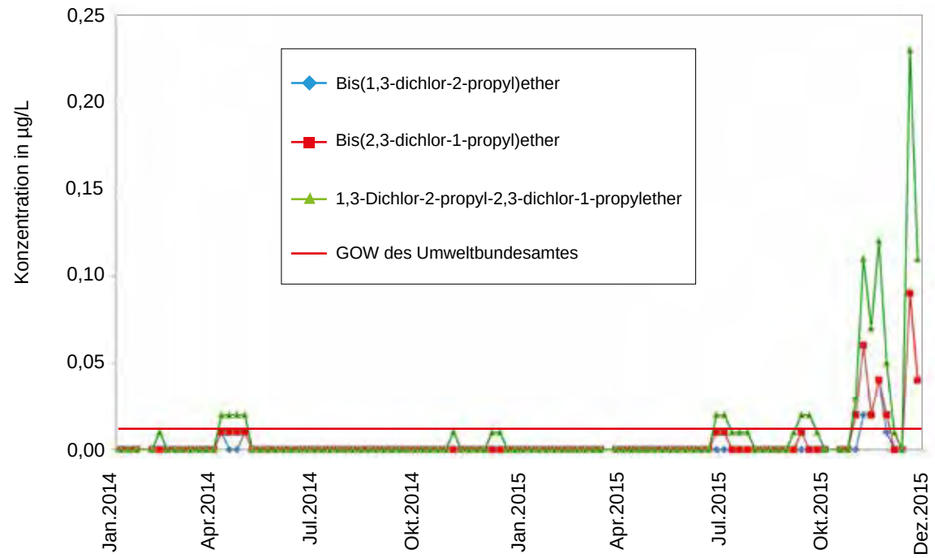

Bild 15: Konzentrationen der Haloether in der Elbe am Messpunkt Dommitzsch bei Torgau, 2014 - 2015 (Datenquelle LfULG Sachsen)

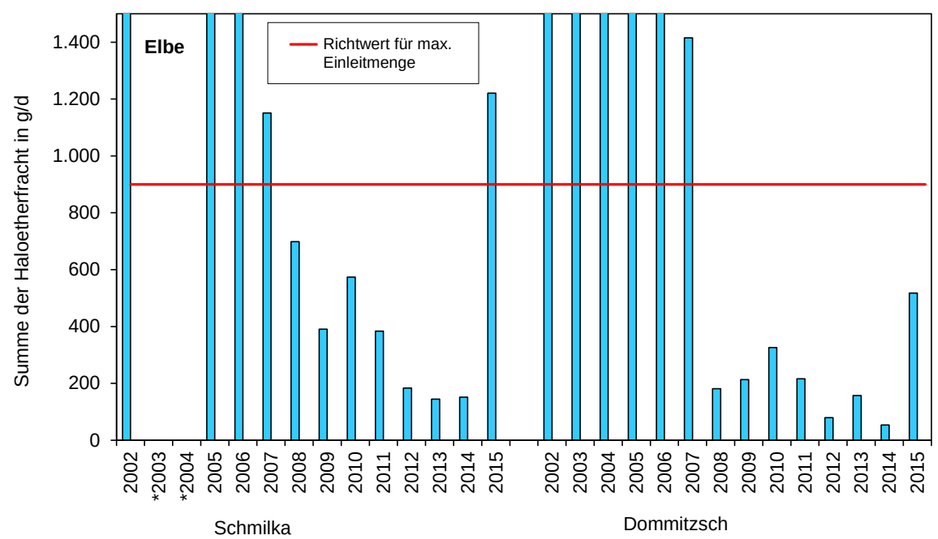

Bild 16: Durchschnittliche Fracht der Summe der drei Haloether bei Schmilka und Dommitzsch, 2002 – 2015 (Datenquelle LfULG Sachsen), * keine Daten verfügbar

Bewertung und Schlussfolgerungen

Die mit Beginn der 90er Jahre begonnene systematische Erfassung und Beurteilung der Gewässergüte ausgewählter Abschnitte der Elbe sowie später der Nebenflüsse Spree, Havel und Mulde dokumentiert eine wesentliche Verbesserung des Zustandes der betrachteten Fließgewässer hinsichtlich der Nährstoffe und der Pestizide. In den Tabellen 3 und 4 erfolgt eine Bewertung der Wasserqualität für die einzelnen Parameter des Grund- und Sondermessprogramms in Bezug auf die im Europäischen Fließgewässermemorandum angegeben Zielgrößen.

Tabelle 3: Bewertung der Parameter des Grundmessprogrammes

Parameter	Elbe		Mulde	Spree		Havel	Zielwert
	Dresden	Torgau	Canitz	Lieske	Rahnsdorf	Krughorn	
Temperatur	☺	!!!	!!!	☺	☺	☺	
pH-Wert	☺	☺	☺	☺	☺	☺	7-9
Leitfähigkeit	☺	☺	☺	☺	!!!	!!!	70 mS/m
Sauerstoff	☺	☺	☺	☺	☺	☺	> 8 mg/L
Ammonium	☺	☺	☺	☺	☺	☺	0,3 mg/L
Nitrat	☺	☺	☺	☺	☺	☺	25 mg/L
Chlorid	☺	☺	☺	☺	☺	☺	100 mg/L
Sulfat	☺	☺	☺	☺	!!!	!!!	100 mg/L
Fluorid	☺	☺	☺	☺	☺	☺	80 µg/L
DOC	!!!	!!!	!!!	!!!	!!!	!!!	3 mg/L
TOC	!!!	!!!	!!!	!!!	!!!	!!!	4 mg/L
AOX	☺	☺	☺	☺	☺	☺	0,25 mg/L
PBSM	☺	☺	☺	☺	☺	☺	0,1 µg/L
Enterokokken	☺	☺	☺	☺	☺	☺	300/100 ml*
E-coli	☺	☺	☺	☺	☺	☺	900/100 ml*

☺ Zielwert unterschritten (50-Perzentilwert)
!!! Zielwert überschritten (50-Perzentilwert)
k.A. keine Angaben

* EU–Badegewässerrichtlinie (2006) bzw. Memorandum – Forderung zum Schutz von Fließgewässern und Talsperren zur Sicherung der Trinkwasserversorgung (2010)

Tabelle 4: Bewertung der Parameter des Sondermessprogrammes

Parameter	Elbe		Mulde	Spree		Havel
	Dresden	Torgau	Canitz	Lieske	Rahnsdorf	Krughorn
Carbamazepin	☺	☺	!!!	!!!	☺	!!!
Diclofenac	☺	☺	!	!!!	☺	!
Ibuprofen	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Iomeprol	!!!	!!!	!!!	!!!	☺	!!!
Amidotrizoesäure	☺	!	!!!	!!!	!	!!!
Iohexol	!	!!!	☺	☺	k.A.	k.A.
Iopromid	!!!	!!!	!!!	☺	☺	!!!
Metformin	!!!	!!!	!!!	!!!	k.A.	k.A.
Guanylharnstoff	!!!	!!!	!!!	!!!	k.A.	k.A.
Carbamazepin-Metabolit	!!!	!!!	!!!	!!!	☺	!!!
Metoprolol	☺	☺	!!!	!!!	☺	!!!
Gabapentin	!!!	!!!	!!!	!!!	!!!	!!!
Benzotriazol	!!!	!!!	!!!	!!!	!	!!!
4-Methylbenzotriazol	!!!	!!!	!!!	!!!	k.A.	k.A.
5-Methylbenzotriazol	!	!!!	!	☺	!	!!!
N-Acetyl-4-aminoantipyrin	!!!	!!!	!!!	!!!	☺	!!!
N-Formyl-4-aminoantipyrin	☺	!	!!!	!!!	!	!!!
Tris-(2chlorpropyl)-phosphat	!!!	!!!	☺	!!!	k.A.	k.A.
Sartane	!	!	!!!	k.A.	!!!	!!!

☺ Zielwert unterschritten (alle Werte)
! Zielwert mindestens einmal überschritten
!!! Zielwert im arithmetischen Mittel überschritten
k.A. keine Angaben

Die derzeitige Situation ermöglicht eine Produktion von qualitativ hochwertigem Trinkwasser im Einzugsgebiet der Elbe und ihrer Nebenflüsse. Punktuell muss noch Aktivkohle eingesetzt werden, um die Aufbereitungsziele zu erreichen. Um langfristig eine stabile kostengünstige Trinkwassergewinnung durch Nutzung naturnaher Aufbereitungsverfahren zu ermöglichen, sind aus Sicht der AWE folgende Maßnahmen notwendig:

- Reduzierung der Konzentrationen von Einzelstoffen/Stoffgruppen unter die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums
- Verringerung bzw. Vermeidung des Eintrages von Spurenstoffen in den Wasserkreislauf durch Förderung gezielter Maßnahmen und Nutzung der Synergien aktuell abgeschlossener Forschungsvorhaben
- Substitution von persistenten Einzelstoffen durch biologisch abbaubare Stoffe
- Flexible Ausrichtung des Monitoringspektrums auf aktuelle Stoffe mit relevanten Konzentrationen in der Elbe und ihrer Nebenflüsse
- Erstellung eines umfangreicheren und stets aktuellen Einleitkatasters für punktuelle Einleitungen in die Fließgewässer
- Priorisierung der geplanten Maßnahmen im zweiten Bewirtschaftungsplan nach Wasserrahmenrichtline (WRRL) unter der Maßgabe, dass die Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Trinkwasser für die Menschen im Einzugsgebiet den höchsten Stellenwert gegenüber anderen Nutzungsaspekten besitzen muss
- Initiierung eines interdisziplinären Dialoges zur Entwicklung, Verordnung, zum Umgang und zur Entsorgung von Arzneimitteln mit dem Ziel der Senkung des Eintrages dieser Reststoffe oder Rückstände in die aquatische Umwelt

Diese Punkte haben bereits zu einer aktiven Diskussion über Ursachen und Stand der Verschmutzung der Fließgewässer weit über die in der AWE verbundenen Wasserversorgungsunternehmen hinaus geführt. Die Zusammenarbeit mit weiteren Flussgebietsgemeinschaften und das Herantragen der gemeinsamen Forderungen an die Vertreter der EU-Kommission setzte einen Dialog zur Bewertung der organischen Spurenstoffe in Gang. Die Ergebnisse sollten aus Sicht der Trinkwasserversorgungsunternehmen bei der Überarbeitung der internationalen, nationalen und regionalen Programme und Verordnungen Berücksichtigung finden.

Ziele und Forderungen der AWE

In den vergangenen 25 Jahren ist eine deutliche Verbesserung der Qualität der Elbe und ihrer Nebenflüsse zu verzeichnen. Eine breite Palette vielfältiger Maßnahmen beförderte diesen Prozess auf dem Weg zur Erreichung der Qualitätsziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie.

Die Wasserversorgungsunternehmen im Einzugsgebiet der Elbe unterstützen diese Ziele, sehen aber in der Ausrichtung auf eine rein ökologische Beurteilung die Gefahr, dass viele anthropogene Spurenstoffe in den Oberflächengewässern mangels Zielvorgaben nicht beurteilt werden. Besonders die weiter wachsenden Medikamentenanwendungen durch die demographische Veränderung der Gesellschaft, verbunden mit schnell voranschreitenden analytischen Möglichkeiten, stellen für die Trinkwasserversorger eine große Herausforderung dar.

Die Unternehmen fordern daher nachdrücklich, dass der Reduzierung von Einträgen anthropogener Spurenstoffe in den Wasserkreislauf an den Quellen oberste Priorität eingeräumt werden muss, damit in Zukunft die Trinkwasseraufbereitung noch mit konventionellen, naturnahen Verfahren möglich ist. Nur durch eine enge Zusammenarbeit aller Akteure können aus Sicht der Versorger die abzustimmenden vielseitigen Maßnahmen zielführend sein.

Um diesen Forderungen nicht nur national sondern auch innerhalb der Europäischen Union Nachdruck zu verleihen, haben Wasserversorger aus fünf Flusseinzugsgebieten in 17 Ländern das Europäische Fließgewässermemorandum 2013 (ERM) veröffentlicht, in dem konkrete, trinkwasserspezifische Forderungen an den Gewässerschutz formuliert sind. Dieses Dokument bildet die Grundlage für die Qualitätseinschätzung in dieser Broschüre.

Detaillierte Informationen über weitere Ziele und die Arbeit der AWE sind im Internet unter www.awe-elbe.de zu finden.

Die Mitgliedsunternehmen der AWE

DREWAG NETZ

Die DREWAG NETZ GmbH ist eine 100%-ige Tochter der DREWAG-Stadtwerke Dresden GmbH und versorgt ihre Kunden mit Strom, Gas, Fernwärme und Trinkwasser. Ca. 610.000 Einwohner der Stadt Dresden und aus Teilen des Landkreises Meißen erhalten das Trinkwasser aus den Dresdener Wasserwerken Coschütz, Tolkewitz und Hosterwitz. Die beiden letztgenannten nutzen als Rohwassergrundlage der Elbe landseitig zufließendes Grundwasser und Uferfiltrat/Infiltrat der Elbe. Sie decken ca. 40 Prozent des täglichen Trinkwasserbedarfs.

Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz

Die Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH gehört zu den großen Fernwasserversorgern Deutschlands und liefert jährlich etwa 77 Mio. m³ Trinkwasser an Stadtwerke, Wasserzweckverbände, Wasserversorgungsunternehmen, sowie Industriekunden und Gemeinden. Indirekt werden auf diese Weise rund 2 Millionen Menschen im mitteldeutschen Raum versorgt. In drei Wasserwerken wird mit überwiegend naturnahen Aufbereitungsverfahren qualitativ hochwertiges Trinkwasser produziert, das über ein ca. 700 km langes Leitungssystem zu den Abnehmern gelangt. Das Oberflächenwasser aus dem Rappbode-Talsperrensystem im Harz sowie das Uferfiltrat der Elbe und das Grundwasser der Dübener und Dahlener Heide dienen dabei als Rohwassergrundlage.

Leipziger Wasserwerke

Die Leipziger Wasserwerke sind der Trinkwasserver- und Abwasserentsorger für rund 660.000 Menschen in und um Leipzig. Als Arbeitgeber, Ausbilder und Investor zahlreicher Bauprojekte ist das Unternehmen aber auch ein wichtiger Partner für die gesamte Region. Die Leipziger Wasserwerke betreiben fünf Wasserwerke, 25 Kläranlagen, ein Trink- und Abwassernetz von 6.300 Kilometern Länge sowie eine Vielzahl von Behälteranlagen, Pump- und Druckerhöhungsstationen. Um seinen Anspruch einer umfassenden Sicherheit bei der Ver- und Entsorgung zu erfüllen, investiert das Unternehmen stetig in den Ausbau und die Modernisierung seines Leitungsnetzes und der Anlagen – jedes Jahr werden dafür rund 50 Millionen Euro eingesetzt.

Wasserversorgung Riesa / Großenhain

Die Wasserversorgung Riesa / Großenhain GmbH (WRG) versorgt rund 96.000 Einwohner sowie Industrie, Landwirtschaft und Gewerbe des Landkreises Meißen und der Stadt Mühlberg im Landkreis Elbe-Elster mit qualitätsgerechtem Trinkwasser. Dazu betreibt die WRG vier Wasserwerke unterschiedlicher Größe sowie ein Rohrnetz von über 1.200 km Länge. Im Netzbereich sind 11 Vorlage- und Hochbehälter mit einem Nutzinhalt von 20.100 m³ zur Wasserspeicherung angeordnet. 17 Druckerhöhungsstationen sorgen dafür, dass jeder Abnehmer den erforderlichen Versorgungsdruck zur Verfügung hat. Die Wasserwerke werden mit überwiegend naturnahen Aufbereitungsverfahren (Belüftung, Sandfiltration, Restentsäuerung) betrieben, die zu jeder Zeit die Einhaltung der hohen Qualitätsanforderungen der Trinkwasserverordnung gewährleisten.

Berliner Wasserbetriebe

Die Berliner Wasserbetriebe sind Deutschlands größtes Unternehmen für Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung aus einer Hand. Das Unternehmen versorgt 3,5 Mio. Berlinerinnen und Berliner sowie Einwohner benachbarter Kommunen in Brandenburg mit Trinkwasser und sorgt für die Reinigung des Abwassers von rund 4 Mio. Menschen aus der Region. Mit jährlichen Investitionen von mehr als 250 Mio. € sind die Berliner Wasserbetriebe ein wichtiger Auftraggeber in der Region. Auf einer Fläche von 900 km² werden Rohrleitungen und Kanäle mit einer Gesamtlänge von fast 18.700 km betrieben. Rund 700 Brunnen fördern Grundwasser, das in neun Wasserwerken ausschließlich mit Hilfe naturnaher Filtrationsverfahren zu Trinkwasser aufbereitet wird. Die jährliche Trinkwasserabgabe beträgt rund 190 Mio. m³.

Zweckverband Fernwasserversorgung Sdier

Der Zweckverband „Fernwasserversorgung Sdier“ versorgt rund 90.000 Einwohner der Region Ostsachsen. Jährlich werden rund 4 Mio. m³ Grundwasser in stabiler Qualität aus einem Fassungsgebiet nördlich der Stadt Bautzen, am Rande des UNESCO Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft, gewonnen und im Wasserwerk Sdier mit einer naturnahen Technologie (Belüftung, Restentsäuerung, Sedimentation und Sand-Filtration) aufbereitet. Über das Fernleitungssystem und vier Hochbehälteranlagen mit einem Speichervolumen von mehr als 25.000 m³ wird die Versorgung der Städte Bautzen und Löbau sowie Teilen der Versorgungsbereiche der Zweckverbände „Wasserversorgung Landkreis Bautzen“ und „Oberlausitz Wasserversorgung“ mit Trinkwasser in hoher Qualität sichergestellt.
Der Zweckverband „Fernwasserversorgung Sdier“ ist zu 100 Prozent in kommunalem Eigentum und bietet auch Nichtmitgliedern die Lieferung von Trinkwasser an.

Verschiedene beratende Mitglieder mit Gaststatus unterstützen die Arbeit der AWE:

- DVGW Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe - Außenstelle Dresden
- Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden - Lehrgebiet Wasserwesen