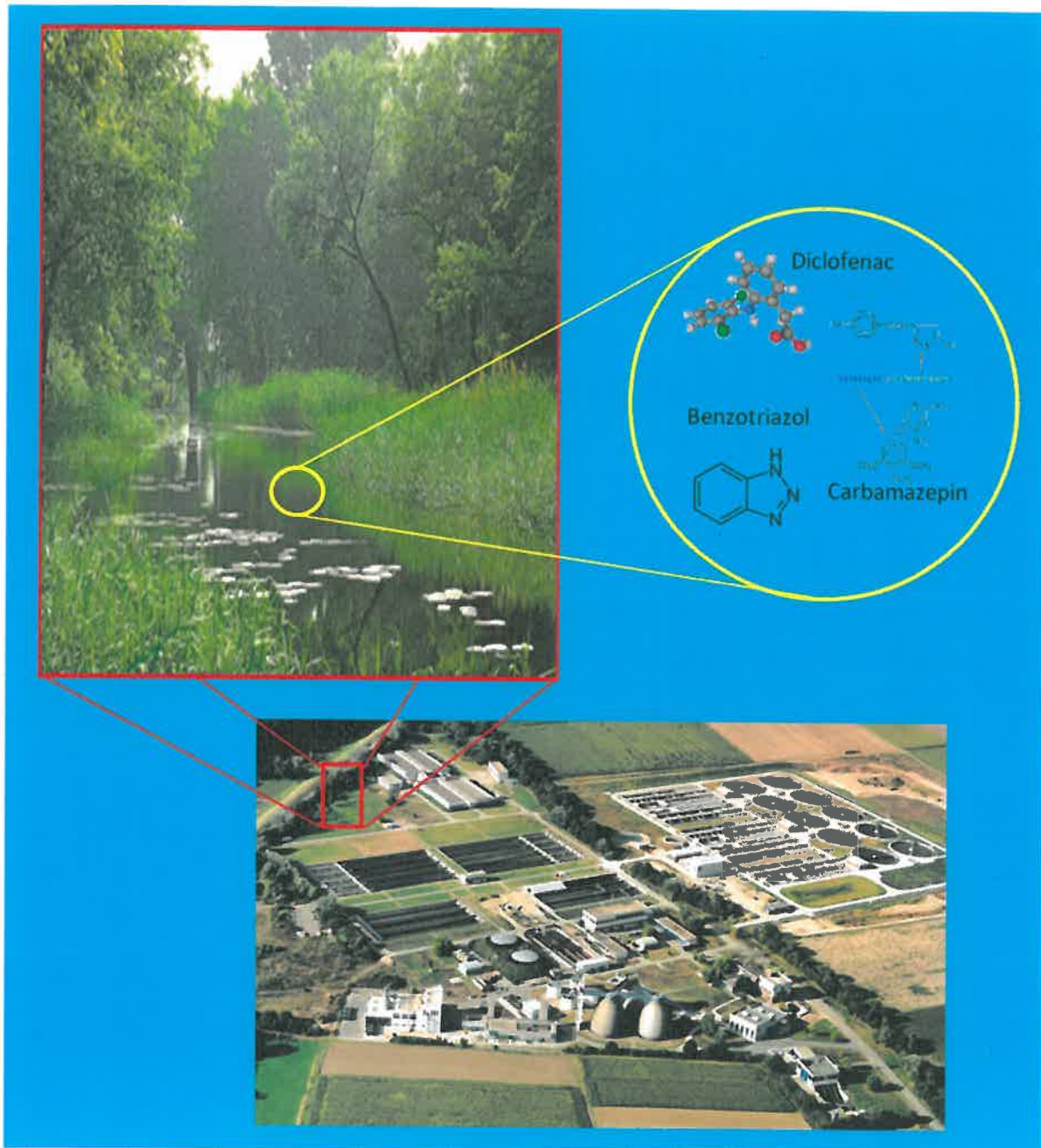


# Anthropogene Spurenstoffe im Gewässer – Spurenstoffbericht Baden-Württemberg 2012



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

## **Impressum**

Herausgeber

Ministerium für Umwelt, Klima  
und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

[http:// www.um.baden-württemberg.de](http://www.um.baden-württemberg.de)

Stand Juni 2012

## **Inhaltsverzeichnis:**

	Seite
<b>Abstract</b>	3
<b>Zusammenfassung</b>	4
<b>1) Einleitung</b>	7
<b>2) Internationaler Diskussionsstand</b>	8
a) Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und die EU-Richtlinie über Umweltqualitätsnormen (UQN-Richtlinie)	8
b) Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)	9
c) Schweiz	10
<b>3) Erkenntnisstand zur Situation in Baden-Württemberg</b>	10
a) Sachstand	10
a) Bewertung	11
<b>4) Maßnahmen bei kommunalen Kläranlagen</b>	13
a) Bestehende und geplante Anlagen in Baden-Württemberg	14
b) Effizienz und Energiebedarf	17
c) Fördermöglichkeiten	18
<b>5) Förderung weiterer Projekte</b>	19
a) Stoffflussmodellierung	19
b) Sondermessprogramm Spurenstoffe	20
c) Begleitprojekte zur großtechnischen Umsetzung	21
i) Biologische und chemische Untersuchungen an der Kläranlage Längwiese (AV Mariatal) und der Schussen	21
ii) Untersuchungen zur Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Mannheim	22
iii) Spurenstoffkonzentrationen in Gewässern mit stark urban geprägten Einzugsgebieten – am Beispiel der Schwippe	22

iv) Studie zur Verminderung des Eintrags von Spurenstoffen aus dem Abwassersystem in die Körtsch	22
v) Projekt „Einsatz granulierter Aktivkohle zur Entnahme von Mikroverunreinigungen“	23
<b>6) Einrichtung eines Kompetenzzentrums Spurenstoffe</b>	<b>23</b>
<b>7) Andere Maßnahmen zur Reduzierung der Spurenstoffeinträge in die Gewässer</b>	<b>24</b>
a) Umsetzung von Stoffverboten und Anwendungsbeschränkungen, Einsatz von Ersatzstoffen	24
b) Maßnahmen bei Betrieben und Einrichtungen	25
c) Minimierung von Einleitungen und Versickerungen in das Grundwasser	27
d) Minimierung der Einträge von urbanen Flächen durch Regenwasserbewirtschaftung	27
e) Information der Bevölkerung über die umweltverträgliche Entsorgung von Altmedikamenten	28
f) Informationsaustausch mit anderen Länderbehörden	29

## **Anhang**

### **Anlage 1:**

**Immissions- und Emissionssituation in Oberflächengewässern in Baden-Württemberg**

**(Kartendarstellung Spurenstoffe in Baden-Württemberg)**

### **Anlage 2:**

**Anthropogene Spurenstoffe im Bodensee und seinen Zuflüssen**

### **Anlage 3:**

**Zusammenhang Abwasseranteil / Spurenstoffkonzentrationen**

### **Anlage 4: Abwasserkarten Baden-Württemberg**

### **Anlage 5: Information zu ausgewählten Spurenstoffen**

## **Abstract**

- Arzneimittel, Biozide, perfluorierte Chemikalien und andere organische Stoffe aus allen Lebensbereichen werden aus der Siedlungsentwässerung in geringen Mengen in die Gewässer eingetragen. Auch in den Gewässern Baden-Württembergs sind solche Spurenstoffe nachweisbar. Die Konzentrationen können im Bereich ökotoxikologischer Wirkschwellen liegen, bei der Trinkwasseraufbereitung sind sie grundsätzlich unerwünscht. Viele dieser Stoffe sind im Wasserrecht bisher nicht geregelt.
- In Baden-Württemberg sind bzw. werden mehrere kommunale Kläranlagen mit einer Aktivkohle-Flockungs-Filtration (AFF) ausgerüstet. Damit können Spurenstoffe im Ablauf der Kläranlage insgesamt reduziert werden.
- Solche weitergehenden Reinigungsverfahren an Kläranlagen werden in Baden-Württemberg gefördert, wenn an lokalen Belastungsschwerpunkten oder wegen besonderer Schutzwürdigkeit des Gewässers aufgrund der örtlichen Trinkwassernutzung eine Verbesserung der Gewässerqualität insgesamt erzielt werden soll.
- Vorrangig sind Spurenstoffe am Ort des Anfalls bzw. dort zu reduzieren, wo dies am effektivsten möglich ist, z. B. durch betriebliche Minderungsmaßnahmen. Projekte zur Entwicklung innovativer branchenspezifischer Abwasserreinigungstechniken werden gefördert.
- Diffuse Einträge von Spurenstoffen in die Gewässer werden durch Maßnahmen im Bereich der Regenwasserbewirtschaftung und des Grundwasserschutzes vermindert. Baden-Württemberg setzt sich zudem für eine thermische Klärschlammverwertung ein, damit die im Klärschlamm enthaltenen Schadstoffe nicht wieder in die Umwelt gelangen.
- Die Erkenntnisse zur Immissions- und Emissionssituation von Spurenstoffen sind für eine abschließende Beurteilung unzureichend. Baden-Württemberg fördert Projekte und Studien zur Durchführung chemischer und biologischer Untersuchungen der Gewässer und Eintragspfade sowie Modellrechnungen zur Verbesserung der Datenlage.
- Die Thematik der Spurenstoffe wird auch im Kontext der aktuellen europäischen Entwicklungen, insbesondere der Wasserrahmenrichtlinie und der Meeresstrategierichtlinie, sowie im Kontext flussgebietsspezifischer Strategien der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) und der Donau (IKSD) weiter verfolgt.

## **Zusammenfassung**

Die Thematik der Spurenstoffe im Abwasser wird seit etwa 10 Jahren national und international intensiv diskutiert. Dabei handelt es sich um eine Vielzahl verschiedener Stoffe, die in unseren Gewässern in sehr geringen Konzentrationen im Bereich von Nano- oder Mikrogramm pro Liter oder noch geringeren Konzentrationen vorkommen, und durch menschliche Aktivitäten eingetragen werden. Kommunale Kläranlagen stellen einen wichtigen Eintragspfad von Stoffen dar, die vor allem mit dem häuslichen Abwasser in die Kläranlagen gelangen und dort unzureichend eliminiert werden. Hierzu zählen Wirkstoffe von Arzneimitteln, Röntgenkontrastmittel, Zusatzstoffe in Körperpflege- und Reinigungsmitteln, Biozide sowie Stoffe mit hormonähnlichen Wirkungen.

Aquatische Organismen werden durch den ständigen Eintrag einer permanenten Belastung durch die Vielzahl verschiedener Spurenstoffe ausgesetzt. Einzelne Stoffe können schon in sehr geringen Konzentrationen nachteilige Auswirkungen auf das Ökosystem haben. Die Belastung von Trinkwasserressourcen mit anthropogenen Spurenstoffen ist grundsätzlich unerwünscht.

Der vorliegende Bericht stellt den derzeitigen Kenntnisstand zur Immissions- und Emissionssituation von Spurenstoffen in Baden-Württemberg dar. Die Karten in Anlage 1 zeigen für ausgewählte Stoffe aus unterschiedlichen Stoffgruppen und Anwendungsbereichen die Belastungssituation der Fließgewässer in Baden-Württemberg. Für den Bodensee sind die Ergebnisse der IGKB-Untersuchungen in der Anlage 2 zusammengefasst.

Weiterhin stellt der Bericht den Sachstand hinsichtlich der Einführung von neuen Technologien zur Elimination von Spurenstoffen in kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg vor und beschreibt die Aktivitäten zur Verminderung des Eintrags von Spurenstoffen in die Gewässer:

1. In Baden-Württemberg sind bereits großtechnische Anlagen zur Spurenstoffelimination bei kommunalen Kläranlagen in Betrieb, in Bau oder in Planung mit einer Ausbaugröße von insgesamt ca. 2,8 Mio. EW. Dies entspricht einem Anteil von mehr als 10% der behandelten Abwasserströme in Baden-Württemberg. Damit einher gehen Investitionskosten von über 100 Mio. €.

Diese Kapazität soll innerhalb der nächsten 10 Jahre verdoppelt werden. Hierfür stehen – vorbehaltlich der Bewilligung – ca. 10 Mio. Euro pro Jahr zur Verfügung.

2. Der Ausbau von Kläranlagen auf freiwilliger Basis wird gefördert, wenn diese Kläranlagen große Frachten an Spurenstoffen in die Gewässer eintragen und/oder an empfindlichen Gewässern liegen. Hierzu gehören Gewässer, die für die Trinkwassergewinnung genutzt werden sowie kleine Gewässer mit einem hohen Abwasseranteil, bei denen meist die Wahrung ökologischer Belange im Vordergrund steht. Einen wesentlichen Schwerpunkt stellt der Bodensee mit seiner herausragenden Bedeutung als Trinkwasserspeicher und als ökologisch wichtigem Lebensraum dar.
3. Maßnahmen zur Reduzierung organischer Spurenschadstoffe werden in Baden-Württemberg bei der Vergabe von Fördermitteln prioritär behandelt. Die Förderrichtlinien zur Vergabe von Mitteln aus dem kommunalen Investitionsfonds und der Abwasserabgabe sehen diese Möglichkeit der Förderung bereits jetzt vor. Eine Weiterentwicklung dieser Fördermöglichkeiten erscheint sinnvoll. Darüber hinaus setzt Baden-Württemberg auch Mittel aus dem europäischen Förderprogramm EFRE für diese Zukunftstechnologie ein.
4. Das Umweltministerium unterstützt mit 1,3 Mill. Euro das Kompetenzzentrum-BW, das am 1. April 2012 seine Arbeit aufgenommen hat. Das Kompetenzzentrum soll Kläranlagenbetreiber, Behörden und Planer bei der Einführung der neuen Technologien unterstützen und Bindeglied zwischen den beteiligten Akteuren im Wissenstransfer über Spurenstoffe und effizienten Handlungsmöglichkeiten sein.
5. Die Verbesserung der Datenlage über Vorkommen und Eintragspfade der Spurenstoffe sowie der gewässerökologischen Wirkungen ist eine wichtige Voraussetzung für die Planung weiterer Schritte.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) wird daher im Jahr 2012/13 ein Sondermessprogramm Spurenstoffe durchführen. Zudem wird eine Stoffflussmodellierung für Baden-Württemberg für ausgewählte Spurenstoffe erstellt.

Neben Projekten zur Evaluation der großtechnischen Aktivkohle-adsorptionsanlagen werden Studien an den stark abwasserbelasteten Gewässern Körsch und Schwippe gefördert. An der Schussen im Bodenseeeinzugsgebiet wird im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RiSKWa)“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) das Projekt SchussenAktivPlus durchgeführt und von Baden-Württemberg mitfinanziert.

6. Das Umweltministerium wird bei weiteren Maßnahmen den Fokus insbesondere auf stark abwasserbelastete Wasserkörper ausrichten und gemeinsam mit den dortigen Akteuren Handlungskonzepte zur Verringerung der Belastung der Gewässer mit Spurenstoffen aus der Siedlungsentwässerung erarbeiten.
7. Die Reduzierung von Spurenstoffen im Abwasser von industriellen und gewerblichen Betrieben hat Vorrang gegenüber der zentralen Spurenstoffelimination in kommunalen Kläranlagen. Das Umweltministerium fördert betriebliche Projekte mit dem Ziel, innovative branchenspezifische Abwasserreinigungstechniken zu entwickeln. In diesem Zusammenhang wurden Projekte zur Elimination von perfluorierten Tensiden im Abwasser von galvanischen Betrieben und zur Minimierung von Komplexbildnern im Abwasser der Papierindustrie gefördert.
8. Industrielle und gewerbliche Einleiter tragen auch bei strikter Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften zu einer Belastung mit unterschiedlichsten Chemikalien bei. Die umfassende Kenntnis über die Eintragspfade bestimmter, besonders relevanter Stoffe ist Voraussetzung für gezielte dezentrale Maßnahmen. Die Weiterentwicklung des in Baden-Württemberg vorgeschriebenen Indirekteinleiterkatasters kann hierzu Impulse liefern.
9. Spurenstoffe aus der Siedlungsentwässerung gelangen auch über undichte Abwasserkanäle und von urbanen Flächen mit dem Niederschlagswasser in die Gewässer. Die Sanierung undichter Abwasserkanäle und der Ausbau von Regenrückhaltungen sind wesentliche Bestandteile der Spurenstoffstrategie. Die Minimierung von Einleitungen bzw. Versickerungen in das Grundwasser in besonders empfindlichen Bereichen wird mit Fördermitteln unterstützt.
10. Altarzneimittel gehören in den Restmüll, nicht in das Abwasser. Die Information der Bevölkerung über die richtige Entsorgung von Altarzneimitteln ist ein wichtiger Baustein in der Spurenstoffstrategie.
11. Das weitere Vorgehen muss auf der Basis einer fundierten Datenlage zur Immissionssituation, belastbarer Grundlagen für die Bewertung der Auswirkungen auf das Ökosystem und die Trinkwassergewinnung sowie der Effizienzbewertung der neuen Technologien erfolgen. Die derzeit aktuellen Entwicklungen bezüglich neuer immissionsseitiger Anforderungen auf europäischer und nationaler Ebene sind abzuwarten.



## **1. Einleitung**

In unserer Gesellschaft wird eine Vielzahl verschiedenster organischer Verbindungen in allen Lebensbereichen verwendet. Hierzu gehören Wirkstoffe von Arzneimitteln, Röntgenkontrastmittel und Hormone, Haushaltschemikalien (Insektenschutzmittel, Pilzhemmer, Korrosionsschutzmittel, Zusatzstoffe von Wasch- und Reinigungsmitteln, synthetische Duftstoffe, Süßstoffe sowie Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln und Industriechemikalien.

Durch moderne Analytik ist eine Vielzahl von Stoffen in immer niedrigeren Konzentrationen nachweisbar. Der Begriff „Spurenstoff“ oder Mikroverunreinigung“ bezeichnet organische Stoffe, die in Gewässern in geringsten Konzentrationen von Mikro- oder Nanogramm pro Liter oder noch geringeren Konzentrationen vorkommen, und durch menschliche Aktivitäten eingetragen werden. In der Regel handelt es sich dabei um synthetisch hergestellte anthropogene Stoffe, in Einzelfällen aber auch um natürlich vorkommende Stoffe wie z. B. Östrogene aus der Siedlungsentwässerung oder der landwirtschaftlichen Tierhaltung.

Die Wirkung auf die Umwelt lässt sich für Einzelstoffe oft nur auf Basis von Laborversuchen, für die Summe der Stoffe bislang kaum abschätzen. Nachteilige Auswirkungen auf das Ökosystem lassen sich aufgrund der Vielzahl von Stoffen nur mit einem hohen wissenschaftlichen Aufwand monokausal zuordnen, jedoch können einzelne Stoffe bereits bei sehr niedrigen Konzentrationen Wirkungen auslösen. Durch den ständigen Eintrag von gereinigtem kommunalem Abwasser sind aquatische Lebewesen der Belastung durch Spurenstoffe zudem permanent ausgesetzt. Die Problematik der organischen Spurenstoffe und hierdurch resultierender Handlungs- bzw. Regelungsbedarf wird derzeit sowohl national als auch international auf verschiedenen Ebenen intensiv diskutiert.

Während der Eintrag von Industriechemikalien und Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer häufig über Emissionsanforderungen, Einhaltung des Standes der Technik bzw. der guten fachlichen Praxis sowie Beschränkungen und Verbote reduziert werden kann, ist dies für Stoffe aus dem häuslichen Umfeld nur bedingt möglich. Diese Stoffe gelangen auf dem Abwasserpfad in die kommunalen Kläranlagen. Obwohl heute die meisten Kläranlagen mit der dritten Reinigungsstufe ausgebaut sind, werden bestimmte Spurenstoffe nicht ausreichend entfernt. Zudem können Spurenstoffe durch Versickerung von Abwasser in das Grundwasser oder in der Mischkanalisation mit dem Niederschlagswasser direkt in die Oberflächengewässer eingetragen werden.

Es kann nach derzeitigem Kenntnisstand nicht ausgeschlossen werden, dass insbesondere lokal oder regional in Gewässern mit hohem Abwasseranteil Konzentrationen auftreten, die zu nachteiligen Auswirkungen auf Wasserlebewesen führen können. Die Belastung von Trinkwasserressourcen mit anthropogenen Spurenstoffen ist zudem grundsätzlich unerwünscht.

Baden-Württemberg setzt sich mit dem Thema Spurenstoffe bereits seit vielen Jahren auseinander. Auf Grundlage der Beschlüsse der 67. bzw. 74. Umweltministerkonferenz in den Jahren 2006 und 2010 werden unterschiedliche Maßnahmen umgesetzt - von der Untersuchung und Bewertung der Ist-Situation bis hin zu einzelnen großtechnischen Projekten zur Spurenstoffelimination.

Der vorliegende Spurenstoffbericht fokussiert auf den Eintrag und die Reduzierung von Spurenstoffen aus der Siedlungsentwässerung. Andere Eintragspfade, z. B. über die Landwirtschaft sind nicht Gegenstand dieses Berichts.

## **2. Internationaler Diskussionsstand, rechtliche Vorgaben**

### **a) Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und die EU-Richtlinie über Umweltqualitätsnormen (UQN-Richtlinie)**

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie verfolgt das Ziel, sowohl für Oberflächengewässer als auch für das Grundwasser einen guten ökologischen und chemischen Zustand bzw. ein gutes Potenzial zu erreichen.

Eine Komponente bei der Beurteilung des guten ökologischen Zustands ist die Belastung durch spezifische Schadstoffe, die anhand von Umweltqualitätsnormen bewertet wird. Als spezifischer Schadstoff werden in der WRRL alle Stoffe definiert, die zu einer Verschmutzung führen können, insbesondere die Stoffe oder Gruppen von Stoffen, die in Anhang VIII genannt sind. Es ist Aufgabe der einzelnen Mitgliedstaaten die relevanten Schadstoffe zu identifizieren und Umweltqualitätsnormen nach EU-einheitlichen Kriterien abzuleiten. In Anlage 5 der Oberflächengewässerverordnung von 2011 wurden bisher die Umweltqualitätsnormen für 161 spezifische Schadstoffe konkretisiert, die in Deutschland in die Bewertung des ökologischen Zustandes eingehen.

Zusätzlich wird der chemische Zustand unabhängig vom ökologischen Zustand allein anhand von Umweltqualitätsnormen für die sogenannten prioritären Stoffe und bestimmte andere Schadstoffe nach Anlage 7 der Oberflächengewässerverordnung bewertet. Prioritäre Stoffe sind Stoffe, die ein erhebliches Risiko für oder durch die

aquatische Umwelt darstellen, einschließlich der entsprechenden Risiken für Gewässer, die zur Trinkwasserentnahme genutzt werden.

Für prioritäre Stoffe sieht die WRRL besondere Umweltziele und Strategien vor, insbesondere die Reduzierung oder vollständige Beendigung der Emissionen, Einleitungen und Verluste für die prioritären bzw. die prioritär gefährlichen Stoffe. Derzeit liegt ein Vorschlag der EU-Kommission zur Änderung der WRRL und der UQN-Richtlinie vor, die die Aufnahme von 15 neuen Stoffen in die Liste der prioritären Stoffe vorsieht. Erstmals werden Stoffe aus der Gruppe der Arzneimittel (Diclofenac) sowie natürliche und künstliche Östrogene als prioritäre Stoffe vorgeschlagen.

#### **b) Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)**

Die 14. Rheinministerkonferenz hat die IKSR im Jahr 2007 beauftragt, eine Strategie zur Verringerung und Vermeidung der Einträge von Mikroverunreinigungen in den Rhein durch Verbesserung der Kenntnisse zu Emissionen, ökotoxikologischem Verhalten und zu geeigneten Reinigungsverfahren auszuarbeiten. Die 2010 vorgelegte „Strategie Mikroverunreinigungen - Strategie für die Siedlungs- und Industrieabwässer“ ist darauf ausgerichtet, die Probleme und Wissenslücken darzustellen und Maßnahmenempfehlungen zur Verbesserung der Situation vorzuschlagen. Aus der großen Vielfalt möglicher Stoffe wurden für 10 Stoffgruppen (u. a. Arzneimittel, Östrogene, Biozide, Korrosionsschutzmittel, Komplexbildner, Duftstoffe und bestimmte Industriechemikalien) Indikatorsubstanzen bestimmt und deren Verbrauchs- und Anwendungsmengen, die Eintragspfade in die Gewässer, Messdaten aus Oberflächen, Grund- und Trinkwasser, Qualitätskriterien und potenzielle Maßnahmen analysiert. Der zusammenfassende Synthesebericht wird voraussichtlich noch in diesem Jahr veröffentlicht werden.

### **c) Schweiz**

Die Schweiz hat im Rahmen des Projektes Micropoll eine Liste von schweizspezifischen Mikroverunreinigungen ermittelt, die hauptsächlich durch die Siedlungsentwässerung in die Gewässer gelangen, insbesondere Wirkstoffe von Arznei- und Pflanzenschutzmitteln, Biozide, Zusatzstoffe in Körperpflege- und Reinigungsmitteln sowie Stoffe mit hormonähnlichen Wirkungen. Zudem wurden Pilotversuche mit Pulveraktivkohle (PAK) oder Ozonung für eine weitergehende Reinigung des Kommunalabwassers durchgeführt. Im Ergebnis plant die Schweiz den Ausbau von grossen kommunalen Kläranlagen (Frachtreduktion), von ausgewählten Kläranlagen an Gewässern mit hohem Abwasseranteil (Schutz der Ökosysteme), sowie von Kläranlagen an Gewässern, die für die Trinkwassergewinnung von Bedeutung sind (Schutz der Trinkwasserressourcen). Der Abschlussbericht des Projektes soll in Kürze veröffentlicht werden.

## **3. Erkenntnisstand zur Situation in Baden-Württemberg**

### **a) Sachstand**

In der Anlage 1 wird der Kenntnisstand zur Emissions- und Immissionsituation von Spurenstoffen in Oberflächengewässern in Baden-Württemberg für die Stoffgruppen Arzneimittel, Röntgenkontrastmittel, Biozide, Korrosionsschutzmittel, Komplexbildner und perfluorierte Tenside exemplarisch anhand ausgewählter Stoffe dargestellt. Der überwiegende Teil der dort aufgeführten Stoffe (Ausnahme: Mecoprop) ist rechtlich nicht geregelt.

Insgesamt liegen bislang noch relativ wenige Immissionsmessungen für die derzeit diskutierten Spurenstoffe vor. Neben orientierenden Untersuchungen und Sondermessprogrammen werden ausgewählte Spurenstoffe in Oberflächengewässern im Rahmen von Monitoring- oder Trendüberwachungsprogrammen beobachtet. Hierbei stehen besonders die drei großen Flüsse Rhein, Neckar und Donau sowie die Körsch als Gewässer mit einem hohen Abwasseranteil im Focus.

Der Eintrag von Arzneimitteln in Oberflächengewässer über Kläranlagen wurde in Baden-Württemberg im Rahmen von Forschungsvorhaben in den Jahren 1998 – 2002 umfangreicher untersucht. Emissionsdaten von Kläranlagen liegen zudem aus verschiedenen Einzelprojekten vor, z. B. von Kläranlagen, deren Abwasser aufgrund des Herkunftsbereiches (Textilbearbeitung) bereits mit Aktivkohle behandelt wird oder

die im Rahmen von Vorstudien für die Planung einer weitergehenden Reinigungsstufe untersucht wurden.

Im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms Baden-Württemberg werden die Grundwassermessstellen des Landes routinemäßig auf Nitrat und Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln sowie Komplexbildner, perfluorierte Tenside und metallische Spurenstoffe untersucht. Die Ergebnisse bezüglich der hier ausgewählten Stoffe wurden ebenfalls ausgewertet und unter dem Stichwort Grundwasserdaten beschrieben. Sie stellen keine Bewertung im Hinblick auf die Einhaltung von gesetzlichen Normen dar.

Für den Bodensee liegen Daten aus einer umfangreichen Untersuchung zur Belastung mit anthropogenen Spurenstoffen vor, die die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) veranlasst hat, da der Bodensee als eines des größten europäischen Trinkwasserreservoirs von besonderer Bedeutung für die Trinkwassernutzung ist. Die Ergebnisse insbesondere zu den hier diskutierten Spurenstoffen sind in Anlage 2 zusammengefasst.

Für drei ausgewählte Spurenstoffe wurde der Zusammenhang zwischen dem Abwasseranteil und den Konzentrationen der Spurenstoffe anhand der Korrelation mit dem Abwasserindikator Chlorid untersucht. Für alle drei Spurenstoffe konnte gezeigt werden, dass mit zunehmendem Abwasseranteil im Gewässer nachweislich auch die Spurenstoffbelastung steigt (Anlage 3).

In Anlage 4 werden die Schmutzwasseranteile an den Einleitungsstellen der Kläranlagen in Baden-Württemberg dargestellt.

## **b) Bewertung**

In den baden-württembergischen Gewässern wird eine Vielzahl von Spurenstoffen aus der Siedlungsentwässerung in messbaren Konzentrationen vorgefunden. Die summarische Wirkung dieser Spurenstoffe auf die aquatische Lebensgemeinschaft ist derzeit nicht abschließend bewertbar, da hierfür einheitliche und anerkannte Methoden und Bewertungsgrundlagen fehlen. Die Einzelstoffbetrachtung zeigt, dass bestimmte Spurenstoffe in Fließgewässern in Konzentrationen gefunden werden, die im Bereich ökotoxikologischer Wirkungsschwellen oder darüber liegen. Dies ist der Fall bei den Stoffen Diclofenac, Mecoprop, Terbutryn, Irgarol sowie Perfluorooctansulfonat, bei Sulfamethoxazol zumindest in der hoch abwasserbelasteten Körsch. Nachteilige Auswirkungen auf empfindliche Organismen der aquatischen Lebensgemeinschaft

können daher nicht ausgeschlossen werden. Eine abschließende Bewertung ist derzeit noch nicht möglich, da für die meisten Spurenstoffe keine rechtlich verbindlichen Umweltqualitätsnormen oder Grenzwerte festgelegt sind.

Die Problematik von Arzneimittelrückständen in Roh- und Trinkwässern wird nach derzeitigem Kenntnisstand in den gefundenen Konzentrationen vom gesundheitlichen Standpunkt als unbedenklich eingestuft. Das Auftreten dieser Stoffe ist jedoch generell unerwünscht, da Trinkwasser für den Gebrauch frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein soll (TrinkwV, §4). Manche Stoffe (Beispiel Komplexbildner und Röntgenkontrastmittel) sind bei der Trinkwasseraufbereitung nur schwer zu entfernen. Die Verminderung von trinkwasserrelevanten Stoffen im Rohwasser ist daher ein wichtiger Aspekt in der Spurenstoffdiskussion. In Baden-Württemberg erfolgt neben dem Bodensee nur an wenigen Stellen eine Trinkwassergewinnung aus Fließgewässern. In Bezug auf eine lokale Nutzung zur Trinkwassergewinnung können nach derzeitiger Datenlage insbesondere folgende Stoffe von Bedeutung sein: Diclofenac, Amidotrizoesäure, Iopamidol, Iomeprol, Mecoprop, DEET, Terbutryn und EDTA.

Für den Bodensee zeigen die erhaltenen Messergebnisse, dass die Belastung des Bodensees mit anthropogenen Spurenstoffen zwar gering ist, aber dennoch deutliche Hinweise auf eine Beeinflussung der Wasserqualität durch Einleitungen aus kommunalen und industriellen Kläranlagen vorhanden sind. Aus den gemessenen Konzentrationen lassen sich derzeit weder für die Trinkwassergewinnung noch für die aquatische Umwelt Gefährdungen ableiten.

Die Ergebnisse der Stoffflussmodellierung lassen erwarten, dass für bestimmte Mikroverunreinigungen die Konzentrationen bei gleichbleibender Eintragsituation im See zunehmen werden (z.B. Sucralose, Diclofenac); für andere Stoffe wie Carbamazepin ist ein Fließgleichgewicht erreicht und z.B. für das Antibiotikum Sulfamethoxazol kann von künftig abnehmenden Konzentrationen im Bodensee ausgegangen werden.

Im Hinblick auf hohe Bedeutung des Bodensees für die Trinkwassergewinnung ist daher die weitere Verfolgung einer vorsorglicheren Strategie zur Reduzierung von Spurenstoffeinträgen geboten.

Spurenstoffe werden mit dem häuslichen und gewerblichen Abwasser in die Kläranlagen eingetragen und dort beispielsweise aufgrund ihrer schlechten biologischen Abbaubarkeit und guten Wasserlöslichkeit nicht immer ausreichend entfernt. Die kommunalen Kläranlagen stellen daher einen wichtigen punktuellen Eintragspfad für Spurenstoffe in die Gewässer dar.

Die Abwasserkarten zeigen, in welchen Oberflächengewässern eine hohe Abwasserbelastung zu erwarten ist. Aufgrund der Vielzahl kleiner Gewässer in Baden-Württemberg ist der Anteil an Einleitungsstellen mit einer Abwasserbelastung von über 50% bereits bei Mittelwasser hoch und steigt bei Niedrigwasser nochmals deutlich an. Die Karte der Wasserkörper zeigt an, in welchen Wasserkörpern eine hohe Abwasserbelastung gegeben ist. Die Karten können als Grundlage dienen für die Ermittlung des Handlungsbedarfs auf lokaler bzw. Wasserkörper-Ebene. Das Umweltministerium wird bei weiteren Maßnahmen den Fokus insbesondere auf stark abwasserbelastete Wasserkörper ausrichten und gemeinsam mit den dortigen Akteuren Handlungskonzepte zur Verringerung der Belastung der Gewässer mit Spurenstoffen aus der Siedlungsentwässerung erarbeiten.

Bisher liegen nur für wenige Spurenstoffe längerfristige oder flächenhafte Untersuchungsdaten vor. Die meisten Daten stammen aus orientierenden Untersuchungen in den vier Landesgewässern Rhein, Neckar, Donau und Körsch oder aus projektbezogenen Untersuchungen, bei denen teilweise gezielt Belastungsschwerpunkte untersucht wurden. In einigen Fällen sind die derzeit üblichen Analyseverfahren nicht ausreichend empfindlich, um relevante Spurenstoffkonzentrationen in Gewässern zu bestimmen (Beispiel Östrogene, PFOS). Zudem sind für viele Spurenstoffe keine oder nicht ausreichend belastbare Bewertungsgrundlagen vorhanden. Für eine umfassende Bewertung der Gesamtsituation sind eine Verbesserung der Datenlage und Modellrechnungen für eine Prognose der künftigen Entwicklung erforderlich.

#### **4. Maßnahmen bei kommunalen Kläranlagen**

Mit der Aktivkohleadsorption, Ozonierung oder Membranfiltration stehen grundsätzlich Techniken für eine weitergehende Behandlung von gereinigtem Kommunalabwasser zur Spurenstoffelimination zur Verfügung. Allerdings liegen bislang kaum Erfahrungen in der großtechnischen Anwendung vor.

Eine rechtliche Verpflichtung zur Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung organischer Spurenschadstoffe besteht derzeit grundsätzlich nicht. Weitergehende Anforderungen an die kommunale Abwasserreinigung können mit den bisherigen wasserrechtlichen Regelungen nur gewässerbezogen gestellt werden und müssen einzelfallbezogen begründet werden.

Der Fokus bei der Umsetzung von weitergehenden Maßnahmen zur Spurenstoffelimination liegt daher derzeit auf freiwilligen Maßnahmen bei großen Anlagen an

leistungsschwachen Gewässern und in wasserwirtschaftlich sensiblen Gebieten, wie z. B. dem Einzugsgebiet des Trinkwasserspeichers Bodensee oder in Karstgebieten. Voraussetzung ist zudem, dass dezentrale Maßnahmen beim Verursacher keine effektiven oder effizienten Lösungen bieten.

Die Umsetzung begründeter großtechnischer Projekte zur Spurenstoffelimination auf freiwilliger Basis wird durch entsprechende Anreizsysteme (z. B. Fördermittel, Verrechnung mit der Abwasserabgabe) gefördert.

### **a) Bestehende und geplante Anlagen in Baden-Württemberg**

In Baden-Württemberg sind bereits seit ca. 15 Jahren drei Kläranlagen mit einer Aktivkohle-Flockungs-Filtration (AFF) ausgerüstet. Insbesondere die ortsansässige Textilindustrie in Verbindung mit der Lage im Karstgebiet der Schwäbischen Alb und der Abwassereinleitung in leistungsschwache Gewässer mit Versickerungstendenz ergaben Handlungsbedarf. Für die weitergehende Reinigung wurde das Verfahren der AFF gewählt, da es die Entfärbung der im Einzugsgebiet der Anlagen anfallenden Textilabwässer durch adsorptive Anlagerung der Farbpartikel an die Pulveraktivkohle (PAK) ermöglicht. In einem Fall wird auch Deponiesickerwasser mit behandelt. Diese drei Anlagen in **Albstadt-Ebingen, Albstadt-Lautlingen und Hechingen** haben zusammen eine Ausbaugröße von ca. 240.000 EW. Die weitergehende Reinigungsstufe ist jeweils für eine Vollstrombehandlung ausgelegt.

Untersuchungen der Hochschulen Stuttgart und Biberach haben in den vergangenen Jahren gezeigt, dass sich mit den AFF auch bei der Eliminierung organischer Spurenschadstoffe ein sehr guter Reinigungserfolg einstellt. Inzwischen sind in Baden-Württemberg die im Folgenden aufgeführten weiteren großtechnischen Aktivkohle-adsorptionsanlagen in Betrieb, im Bau oder in der Planungsphase. Ganz überwiegend handelt es sich um Anlagen, die Abwasser aus der Mischwasserkanalisation behandeln.

Das **Verbandsklärwerk Steinhäule** reinigt die Abwässer aus Ulm, Neu-Ulm und weiteren Städten und Gemeinden aus Bayern und Baden-Württemberg und ist auf 440.000 Einwohnerwerte ausgelegt. Die Anlage steht auf Neu-Ulmer Gemarkung und unterliegt damit dem bayerischen Wasserrecht.

Der Donauabschnitt um Ulm repräsentiert innerhalb weniger Kilometer die gesamte Spannbreite der Spurenstoffproblematik der „Generierung“ durch die dort hohe Bevölkerungsdichte mit relevanten Aktivitäten (Forschungsstandort sowie hohe Industriedichte), die Ableitung über die Kanalisation und Behandlung in der Kläranlage,



hoher Frachteintrag in die aquatische Umgebung bis hin zur Entnahme von Donauwasser für die Trinkwasserversorgung.

Bis 2015 wird der erste Funktionsabschnitt mit dem Kontaktreaktor, einem Sedimentationsbecken und einer Filtrationsstraße fertiggestellt sein. Damit kann dann mindestens die Hälfte des bisherigen Kläranlagenablaufes weitergehend behandelt werden. Bis 2021 werden nacheinander die Filtration und abschließend das zweite Sedimentationsbecken gebaut und betrieblich genutzt. Im Endausbau ist die Behandlung des Vollstroms möglich.

Der stufenweise Ausbau wird sich über zehn Jahre erstrecken und insgesamt circa 40 Millionen Euro kosten. Das Land Baden-Württemberg und die Europäische Union fördern einen ersten Abschnitt davon mit 3,9 Millionen Euro, die aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) stammen.

Das Projekt kommt auch der Wasserversorgung zugute, die in Leipheim Donauwasser entnimmt und zu Trinkwasserzwecken aufbereitet. Parallel zur Aktivkohleadsorption wird im Wasserwerk eine ebenfalls zur Konzeption gehörige Filtration gebaut. Damit kann zusätzlich der Keimgehalt des gereinigten Abwassers um 90 Prozent verringert werden, der für die Trinkwassergewinnung bedeutsam ist.

Die **Kläranlage Böblingen/Sindelfingen** (Ausbaugröße: 250.000 EW) reinigt das Abwasser aus den Siedlungsgebieten der Städte Böblingen und Sindelfingen, die einen hohen Anteil an Industrie und Gewerbe aufweisen. Das gereinigte Abwasser fließt in die Schwippe. Der Abwasseranteil in diesem Gewässer beträgt bei Trockenwetter bis zu 60%. Die neue Aktivkohleadsorptionsanlage mit nachgeschalteter Sandfiltration befindet sich seit Frühjahr 2012 im Einfahrbetrieb. Die Anlage ist für eine Behandlung des Trockenwetterabflusses ausgelegt. Damit wird der ganz überwiegende Anteil des belasteten häuslichen Abwassers einer weitergehenden Behandlung unterzogen. Für die weitergehende Reinigungsstufe (Ausbau der Adsorptionsstufe, Filtration war bereits vorhanden) waren Investitionskosten von ca. 4,5 Mio. Euro erforderlich. Diese werden mit 2 Mio. Euro aus EFRE-Mitteln gefördert.

Die **Kläranlage Mannheim** ist mit einer Ausbaugröße von 725.000 EW eine der größten Kläranlagen in Baden-Württemberg. Hier wurde eine Aktivkohleadsorptionsanlage mit nachgeschalteter Sandfiltration für eine Teilstrombehandlung installiert. Die Anlage umfasst insgesamt fünf parallel betriebene Straßen, von denen eine mit einer Aktivkohlebehandlung ausgestattet wurde. Damit eignet sich diese Anlage besonders für vergleichende Untersuchungen zur Spurenstoffelimination und die technische Weiterentwicklung solcher Anlagen. Die Anlage mit einem Investitionsvolumen von ca. 2 Millionen wurde vom Land Baden-Württemberg gefördert. Sie wurde im Mai 2010 fertig gestellt und befindet sich im Einfahrbetrieb. Ziel ist eine Reduktion der relativ

hohen Gesamtfracht an organischen Spurenstoffen, die aus dieser Anlage in den Rhein eingetragen wird.

Aktivkohleadsorptionsanlagen mit nachgeschalteter Sandfiltration wurde zudem bei drei Kläranlagen (**Kläranlagen Kressbronn und Stockacher Aach sowie Kläranlage Langwiese der AZV Mariatal in Ravensburg**) im Einzugsgebiet des Bodensees gefördert. Die Kläranlagen haben zusammen eine Ausbaugröße von 243.000 EW, die weitergehende Behandlung ist für den Vollstrom bzw. den Trockenwetterabfluss ausgelegt. Die Aktivkohlebehandlungsanlagen in Kressbronn und Stockacher Aach befinden sich derzeit im Optimierungsbetrieb, für die AZV Mariatal ist eine Inbetriebnahme in 2012 vorgesehen. Das Land Baden-Württemberg hat die Investitionskosten von 13,7 Mio. Euro mit 7 Mio. Euro aus dem Landesinfrastrukturprogramm (LIP) gefördert.

In der **Kläranlage Karlsruhe** (Ausbaugröße der Kläranlage: 875.000 EW) ist ebenfalls eine Aktivkohleadsorptionsanlage mit nachgeschalteter Sandfiltration geplant. Die Umsetzung ist in zwei Bauabschnitten vorgesehen, wobei in einem ersten Schritt der Bau der Filtrationsanlage erfolgt. Die Fertigstellung ist in 2018 geplant und wird eine weitergehende Behandlung eines Großteils der anfallenden Jahresschmutzwassermenge ermöglichen. Das Investitionsvolumen beträgt rund 41 Mio. Euro und wird vom Land Baden-Württemberg im Rahmen der Förderung mit finanziert. Ziel ist in diesem Fall ebenfalls eine Reduktion der Gesamtfracht an organischen Spurenstoffen, die in den Rhein eingetragen werden.

Die **Kläranlage in Lahr** (Ausbaugröße der Kläranlage: 100.000 EW) leitet ihr Abwasser in den stark abwasserbelastenden Schutterentlastungskanal ein, der als Gewässer im Sinne der WRRL eingestuft ist. Eine Infiltration von Spurenstoffen in das Grundwasser sowie in der Nähe liegende Trinkwassernutzungen stellen hier weitere Herausforderungen dar. In Lahr ist erstmals eine großtechnische Aktivkohleadsorptionsanlage mit nachgeschalteter Tuchfiltration geplant. Die Anlage ist auf den Trockenwetterabfluss ausgelegt. Damit können ca. 90% der Jahresschmutzwassermenge behandelt werden. Die Kosten belaufen sich auf ca. 7,5 Mio. Euro und werden mit ca. 3,3 Mio. Euro aus EFRE-Mitteln gefördert. Die Inbetriebnahme ist voraussichtlich im Jahr 2015.

In **Emmingen/Liptingen** ist eine weitere großtechnische Versuchsanlage geplant. Hier soll erstmals in Baden-Württemberg granuliert Aktivkohle oder Kornkohle zum Einsatz kommen und Erfahrungen mit kontinuierlich gespülten Filtern („Dynasand“-Verfahren) gewonnen werden. Die weitergehende Reinigung wird auf eine Vollstrombehandlung

der kleinen Kläranlage (Ausbaugröße: 7.500 EW) ausgelegt. Ein Förderantrag ist derzeit in Arbeit, der Baubeginn soll noch im Jahr 2012 erfolgen.

Der vorhandene bzw. geplante Ausbau von kommunalen Kläranlagen mit einer weitergehenden Reinigungsstufe umfasst damit eine Kläranlagenkapazität von insgesamt ca. 2,8 Mio. EW. Dies entspricht einem Anteil von mehr als 10% an den insgesamt behandelten Abwasserströmen in Baden-Württemberg, womit das Land europaweit Vorreiter in der großtechnischen Umsetzung von Verfahren zur Spurenstoffelimination auf Kläranlagen ist. Damit einher gehen Investitionskosten von über 100 Mio. €.

### **b) Effizienz und Energiebedarf**

Die Effizienz einer weitergehenden Reinigungsstufe ist für die Beurteilung dieser neuen Technologie ein entscheidender Faktor. Die Eliminationsleistung bezüglich einzelner Stoffe ist hierbei nur ein Kriterium, sie wird bei der AFF wesentlich von der Dosiermenge der PAK beeinflusst. Die technischen und örtlichen Randbedingungen (z. B. Vorhandensein eines Filters, Platz für die technische Anlage) spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Für eine wirksame Reduzierung des Frachteintrags in das Gewässer kann es ausreichend sein, die Anlage für eine Behandlung der Abwassermenge bei Trockenwetter auszulegen. Damit wird der ganz überwiegende Anteil des belasteten häuslichen Abwassers einer weitergehenden Behandlung unterzogen und im Vergleich zur Vollstrombehandlung eine höhere Effizienz erzielt.

Der gesamte Stromverbrauch von Kläranlagen in Baden-Württemberg liegt unter 1% des landesweiten Stromverbrauchs, jedoch stellen Kläranlagen mit ca. 20% in der Regel die größten Einzelverbraucher im kommunalen Bereich dar. Der mittlere Stromverbrauch einer Kläranlage ohne Spurenstoffelimination beträgt ca. 33 kWh pro Einwohner und Jahr (EW\*a). Dieser Wert schwankt stark in Abhängigkeit der Kläranlagengröße und kann bei kleinen Kläranlagen doppelt so hoch liegen. Der Betrieb einer PAK-Stufe inklusive Sandfiltration erhöht den Stromverbrauch auf der Kläranlage im Mittel um etwa 7 kWh / (EW\*a).

Die spezifischen Kosten für die zusätzlichen Reinigungsstufen werden neben den Investitionskosten durch die höheren Betriebskosten beeinflusst. Darin noch nicht berücksichtigt ist der spezifische Energieeinsatz für Herstellung und Transport der Aktivkohle. Dieser liegt bei etwa 20-30 kWh / (EW\*a). Diese Werte variieren stark in Abhängigkeit von der eingesetzten PAK-Dosis sowie der Kläranlagengröße.

Für den Bürger bedeutet dies insgesamt geringe Mehrkosten. Bei durchschnittlichen Kosten von 158 Euro für Trink- und Abwasser pro Person und Jahr, werden die zusätzlichen Kosten auf unter 10 € veranschlagt, also ein Plus von etwa 6%.

### **c) Fördermöglichkeiten**

Maßnahmen zur Reduzierung organischer Spurenschadstoffe werden in Baden-Württemberg mit Mitteln aus dem Kommunalen Investitionsfond (KIF) gefördert und bei der Vergabe prioritär behandelt. Mit der KIF-Förderung werden vor allem Kommunen unterstützt, deren Abwassergebühren bereits im oberen Bereich liegen. Nach den geltenden Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw) des Landes wird für Maßnahmen zur Spurenstoffeliminierung eine zusätzliche Förderung in Höhe von 20% des Investitionsvolumens auf den Standardfördersatz gewährt, wobei die maximale Förderung von 80% nicht überschritten werden darf.

Kommunen, die die Gebührenantragsschwelle von 5,90 Euro/m<sup>3</sup> Abwasser nicht erreichen, können dennoch für Projekte zur Spurenstoffeliminierung eine Förderung in Höhe des Mindestfördersatzes von 20% erhalten.

Es wird derzeit überprüft, ob die Förderrichtlinien angepasst und insbesondere die Fördermöglichkeiten für Kommunen verbessert werden können, die eine Spurenstoffeliminierung planen, aber die Gebührenantragsschwelle nicht erreichen.

Alternativ ist eine Förderung aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) möglich, die u. a. für die Entwicklung innovativer Umwelttechniken, Ressourcenschutz und Risikovermeidung bereit gestellt werden. Dadurch können je nach Voraussetzungen der Gemeinde an die jeweiligen Programme geknüpfte höhere Fördersätze gewährt werden.

Die EFRE Mittel sind in mindestens gleicher Höhe durch Mittel des Landes und der Kommunen zu ergänzen. Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2011 die rechtlichen Grundlagen für eine Kofinanzierung aus dem Aufkommen der Abwasserabgabe geschaffen.

In der Förderperiode 2007 bis 2013 wurden insgesamt 10,5 Mill. Euro EFRE-Mittel für die großtechnische Spurenstoffeliminierung in kommunalen Kläranlagen bereit gestellt. Für die Förderperiode 2014 bis 2020 wurden erneut Mittel für Spurenstoffprojekte beantragt; die Bewilligung dieser Mittel bleibt abzuwarten.

Da durch die Maßnahmen auch abwasserabgaberelevante Parameter (CSB, P) deutlich reduziert werden, besteht für die Anlagenbetreiber im Regelfall die Möglichkeit, die Investitionen mit der Abwasserabgabe zu verrechnen.

Das Land Baden-Württemberg beabsichtigt den Ausbau von Kläranlagen mit weitergehenden Reinigungsstufen fortzuführen und strebt in den nächsten zehn Jahren eine Verdoppelung der entsprechenden Kläranlagenkapazität an. Aus den oben genannten Förderprogrammen könnten – vorbehaltlich der entsprechenden Verfügbarkeit- hierfür Mittel in Höhe von ca. 10 Mill. Euro pro Jahr eingesetzt werden.

## **5. Förderung weiterer Projekte**

Das Umweltministerium fördert Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu Spurenstoffen mit dem Ziel, die Datenlage zu Emissionen und Immissionen von Spurenstoffen in Baden-Württemberg zu verbessern, den Wissenstand über die Wirkungen von Spurenstoffen im Gewässer zu erhöhen sowie innovative Techniken im Pilotbetrieb zu untersuchen.

### **a) Stoffflussmodellierung**

Die Identifizierung von Eintragspfaden und Gewässerabschnitten, bei denen im Hinblick auf die Spurenstoffkonzentration ein Handlungsbedarf angezeigt sein könnte, ist ein erster Schritt für die Entscheidung über weiter gehende Maßnahmen. Die chemische Analyse von Mikroverunreinigungen ist relativ aufwändig und teuer. Für eine erste Übersicht und Priorisierung einzelner Flussabschnitte ist eine Stoffflussmodellierung eine kosteneffiziente Alternative. Für Baden-Württemberg soll daher mittels einer Stoffflussmodellierung eine flächendeckende Übersicht über die Belastungssituation mit ausgewählten Mikroverunreinigungen erstellt werden. Die Belastungen im Gewässer nach der Abwassereinleitung durch kommunale Kläranlagen werden dabei georeferenziert erfasst. Ziel ist die Identifizierung von besonders problematischen Gewässerabschnitten zur Priorisierung von Messungen und genaueren Untersuchungen. Es soll als Entscheidungshilfe für die Planung des weiteren Vorgehens bezüglich der Spurenstoffproblematik dienen. Neben der Erfassung der Ist-Situation sollen mit dem Modell Reduktionsszenarien simuliert und somit Möglichkeiten aufgezeigt werden, die Belastung der Gewässer effizient zu reduzieren.

Die EAWAG wurde im Jahr 2011 von der LUBW beauftragt, diese Stoffflussmodellierung von ausgewählten Mikroverunreinigungen unter Berücksichtigung der aktuellen Umweltqualitätsstandards für ganz Baden-Württemberg durchzuführen. Für die Stoffflussmodellierungen wurden siedlungswasserbürtige Spurenstoffe aus den Stoffgruppen Arzneimittel, Korrosionsschutzmittel und Süßstoffe ausgewählt.

Das Projekt wird voraussichtlich bis Ende 2012 abgeschlossen werden.

### **b) Sondermessprogramm Spurenstoffe**

In einem Sondermessprogramm sollen Emissions- und Immissionsdaten von ausgewählten kommunalen Kläranlagen und Gewässermessstellen erfasst und wenn möglich korreliert werden. Hierfür wurde eine überschaubare Anzahl von Substanzen verschiedener Herkunfts- bzw. Anwendungsbereiche, unterschiedlicher Eliminationsleistung bei der Abwasserreinigung sowie möglichen nachteiligen Effekten auf die Gewässerbeschaffenheit bzw. Trinkwassernutzung aus den Stoffgruppen Humanarzneimittel, Röntgenkontrastmittel, Biozide und Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, Korrosionsschutzmittel, Komplexbildner, synthetische Duftstoffe, Flammenschutzmittel und Industriechemikalien ausgewählt. Östrogene sollen ebenfalls berücksichtigt werden, soweit dies analytisch sinnvoll ist.

Bei der Auswahl der Messstellen werden LAWA-Überblicksmessstellen bevorzugt und Wasserkörper mit einem unterschiedlich hohen Anteil an Kläranlagenablauf berücksichtigt. Als Vergleich dienen solche Messstellen, an denen bereits Daten zu Spurenstoffen vorliegen.

Zur Erhebung von Emissionsdaten wurden insgesamt sechs kommunale Kläranlagen ausgewählt, die in einen der untersuchten Wasserkörper emittieren. Die Größe der Kläranlage und der Anteil des industriellen Abwassers in der Kläranlage waren weitere Auswahlkriterien.

Die Untersuchungen werden zunächst über einen Zeitraum von einem Jahr durchgeführt.

Darüber hinaus werden einzelne Stoffe oder Stoffgruppen, z. B. PFOS oder bestimmte Arzneimittel, von der LUBW weiterhin im Rahmen ihres Monitoringprogramms an ausgewählten Messstellen untersucht.

### **c) Begleitprojekte zur großtechnischen Umsetzung**

Im Vorfeld des ersten großtechnischen Projektes wurde das Verfahren der Aktivkohleadsorption zur Entfernung von Spurenschadstoffen für die Anlage Steinhäule in einem mehrjährigen Forschungsprojekt des Zweckverbands zusammen mit der Hochschule Biberach und finanzieller Unterstützung des Landes Baden-Württemberg weiterentwickelt.

Im Zuge des Ausbaus der o. g. Kläranlagen werden zahlreiche Messungen und begleitende Untersuchungen durchgeführt, um einen effizienten Betrieb zu etablieren. Daneben werden ergänzend mehrere größere Projekte vom Umweltministerium

gefördert, die weitergehende Erkenntnisse zu den immissionsseitigen Auswirkungen oder die effiziente Weiterentwicklung der Spurenstoffelimination untersuchen.

Insgesamt werden Spurenstoffprojekte in einem Umfang von mehr als 1,2 Mio. Euro gefördert.

**i) Biologische, mikrobiologische und chemische Untersuchungen an Kläranlagen und Regenwasserbehandlungsanlagen an der Schussen**

Als Erfolgskontrolle für den Ausbau der Kläranlage Langwiese (AZV Mariatal) bei Ravensburg werden in einer "Vorher-Nachher-Studie" (a) die Reduktion von toxischen und hormonellen Potentialen und Wirkungen sowie (b) Wirkungen bei Fischen und Fischnährtieren untersucht, anhand derer gezeigt werden kann, ob sich die Verminderung an Spurenstoffen durch Aktivkohlefiltration in einer Verbesserung des Gesundheitszustandes dieser Organismen in der Schussen widerspiegelt.

Der Bodenseezufluss Schussen hat mit 815 km<sup>2</sup> unter den baden-württembergischen Zuflüssen zum Bodensee das größte Einzugsgebiet. Er ist aufgrund der dichten Besiedelung, intensiven Landwirtschaft und der relativ starken Industrialisierung im Raum Ravensburg vergleichsweise stark durch Mikroverunreinigungen belastet, obwohl die Gewässergüte in den vergangenen Jahrzehnten durch forcierte Abwassermaßnahmen wesentlich verbessert wurde. Die Schussenmündung als Naturschutzgebiet (Eriskircher Ried) sowie der Bodensee als Trinkwasserreservoir und Badegewässer stellen bedeutende Schutzgüter dar.

Die Ist-Situation wurde zunächst anhand einer Literaturstudie im Auftrag LUBW sowie im Rahmen eines Projektes der Universität Tübingen („SchussenAktiv“) untersucht. Weitergeführt werden die Studien im Projekt SchussenAktiv*plus*, das zwei weitere Kläranlagen und Regenwasserbehandlungssysteme und, neben den Spurenstoffen, auch die Keimbelastung der Schussen betrachtet. Die Untersuchungen unter Beteiligung weiterer Projektpartner mit einem Gesamtvolumen von 2,7 Mio. Euro werden im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme "Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RiSKWa)" als Teil des Förderschwerpunkts „Nachhaltiges Wassermanagement NAWAM“ („SchussenAktivPlus“) gefördert. Das Projekt läuft noch bis zum Jahr 2014.

Das Umweltministerium BW hat die Voruntersuchungen mit insgesamt 278.000 Euro gefördert sowie die Studie SchussenAktiv*plus* mit einem Beitrag von 240.000 Euro unterstützt.

## **ii) Untersuchungen zur Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Mannheim**

Die Eliminationsleistung der Aktivkohleflockungsfiltration (AFF) im großtechnischen Betrieb wird in diesem Projekt für ein großes Spektrum unterschiedlicher Spurenstoffe ermittelt. Die Kläranlage Mannheim ist das größte Klärwerk, in dem eine Aktivkohleadsorptionsanlage zur Anwendung kommt. Die Kläranlage Mannheim eignet sich in besonderer Weise für eine umfassende Untersuchung einer Vielzahl von Spurenstoffen, da neben dem häuslichen Abwasser auch ein hoher Anteil industriell verursachter Stoffe im Abwasser vorhanden ist und insgesamt relativ hohe Frachten an Spurenstoffen erwartet werden. Zudem können durch den parallelen Betrieb von herkömmlicher und weitergehender Reinigungstechnik wichtige Erkenntnisse zum effizienten Betrieb der Aktivkohleadsorptionsanlage gewonnen werden.

Das Projekt der Hochschule Biberach mit einer Laufzeit von zwei Jahren wird vom Umweltministerium mit 90.000 Euro gefördert.

## **iii) Spurenstoffkonzentrationen in Gewässern mit stark urban geprägten Einzugsgebieten – am Beispiel der Schwippe**

In dem Projekt sollen die Auswirkungen der Aktivkohle-Fällungs-Filtrations- (AFF)-Anlage bei der Kläranlage Sindelfingen untersucht werden. Die Kläranlage leitet ihr Abwasser in die Schwippe. Das Einzugsgebiet dieses Gewässers, das überwiegend aus den Siedlungsgebieten der Städte Böblingen und Sindelfingen besteht, weist eine stark urbane Prägung auf. Im Rahmen der Studie sollen die Spurenstoffströme aus der Kläranlage und dem oberhalb liegenden Einzugsgebiet durch Beprobung und Online-Messung erfasst werden. In zwei Messphasen werden die Verhältnisse vor bzw. nach Inbetriebnahme der zusätzlichen Reinigungsstufe untersucht und die Auswirkung der Anlagenerweiterung auf die Stoffkonzentrationen in der Schwippe bewertet.

Das Projekt des Instituts für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft (ISWA) der Universität Stuttgart mit einer Laufzeit von zwei Jahren wird mit ca. 90.000 Euro vom Umweltministerium gefördert.

## **iv) Studie zur Verminderung des Eintrags von Spurenstoffen aus dem Abwassersystem in die Körsch**

In der Körsch liegt ein ungünstiges Verhältnisses von natürlichem Basisabfluss und Einleitungen aus Siedlungsgebieten vor, so dass der Abwasseranteil bei Niedrigwasser bis über 60% betragen kann. Bei stichprobenartigen Messungen von verschiedenen Spurenstoffen wurden im Gewässer Konzentrationen festgestellt, die im Bereich der



einschlägigen Umweltqualitätsnormen (UQN) bzw. UQN-Vorschlägen und teilweise darüber liegen.

Die Stadt Stuttgart wird daher in Zusammenarbeit mit dem Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA) der Universität Stuttgart eine Studie zur Verminderung des Eintrags von Spurenstoffen aus dem Abwassersystem in die Körsch durchführen. Ziel der Studie ist es, aufzuzeigen, mit welchen technischen Maßnahmen die Emissionen an Spurenstoffen aus den Abwassersystemen im Einzugsgebiet der oberen Körsch effektiv reduziert werden können. Dabei soll das Gesamtsystem aus Kanalnetz (mit den Mischwasserentlastungsanlagen) und Kläranlage betrachtet werden.

Das Umweltministerium beabsichtigt, das geplante Projekt mit einem Gesamtvolumen von 0,5 Mio. Euro und einer Laufzeit von etwa drei Jahren geplant mit 50% zu fördern.

#### **v) Projekt „Einsatz granulierter Aktivkohle zur Entnahme von Mikroverunreinigungen“**

Die relativ hohen Kosten einer Pulveraktivkohleadsorptionsanlage mit nachgeschalteter Filtration sind für kleinere Anlage nicht immer wirtschaftlich. In diesem Projekt soll eine Variante mit granulierter Aktivkohle in Verbindung mit einem kontinuierlich gespülten Filter getestet werden. Bei dieser Technik ist kein Fäll- oder Flockungshilfsmittel notwendig. Die Adsorption und Filtration kann in einem Bauwerk durchgeführt werden. Wenn das Projekt erfolgreich ist, stünde für kleine und mittlere Kläranlagen eine effiziente verfahrenstechnische Alternative zur Verfügung.

Das Gesamtvorhaben hat ein Volumen von 350.000 Euro, wovon 330.000 Euro als Förderung vom Umweltministerium getragen werden.

## **6. Einrichtung eines Kompetenzzentrums Spurenstoffe**

Die Einführung einer neuen Technologie, hier der Aktivkohleadsorption zur Elimination von Spurenschadstoffen, stellt eine neue Herausforderung für Planer, Behörden und Kläranlagenbetreiber dar. Die Universität Stuttgart hat in Kooperation mit der Hochschule Biberach sowie der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Landesverband Baden-Württemberg (DWA) das Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS BW) gegründet.

Das Kompetenzzentrum soll Kläranlagenbetreiber, Behörden und Planer bei der Einführung der neuen Technologien unterstützen und Bindeglied zwischen den

beteiligten Akteuren im Wissenstransfer über Spurenstoffe und effizienten Handlungsmöglichkeiten sein.

Zudem sollen die Erfahrungen mit den weitergehenden Reinigungsstufen zusammengeführt und ausgewertet und insbesondere die Effektivität der Eliminationsleistung, die Kosten/Nutzen Relation und die Umweltauswirkungen wie z. B. deren Energieverbrauch bewertet werden.

Mit der Schweiz und Nordrhein-Westfalen ist die Bildung einer Arbeitsgemeinschaft Mikroschadstoffe vorgesehen, die dem gegenseitigen Informationsaustausch mit anderen Länderbehörden dienen soll.

Das Umweltministerium unterstützt mit 1,3 Millionen Euro das Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg, das am 1. April 2012 seine Arbeit aufgenommen hat.

## **7. Andere Maßnahmen zur Reduzierung der Spurenstoffeinträge in die Gewässer**

Als Elemente für eine erfolgreiche Strategie zur Minderung von Spurenstoffen in den Gewässern kommen grundsätzlich Maßnahmen auf verschiedenen Ebenen in Betracht, z. B.:

- a) Umsetzung von Stoffverboten und Anwendungsbeschränkungen
- b) Maßnahmen bei Betrieben und Einrichtungen
- c) Minimierung von Einleitungen und Versickerungen in das Grundwasser,
- d) Minimierung der Einträge von urbanen Flächen durch Regenwasserbewirtschaftung
- e) Aufklärung der Bevölkerung über die umweltverträgliche Entsorgung von Altmedikamenten
- f) Informationsaustausch mit anderen Länderbehörden

### **a) Umsetzung von Stoffverboten und Anwendungsbeschränkungen**

Stoffverbote und Anwendungsbeschränkungen sind aufgrund des harmonisierten Gemeinschaftsrechts nur auf EU-Ebene möglich. Damit Neuregelungen über Stoffverbote oder Anwendungsbeschränkungen auch zeitnah und umfassend beachtet

und damit im Sinne des Gewässerschutzes wirksam werden, ist eine zielgerichtete Information und Überwachung durch die zuständigen Behörden erforderlich.

So wurde das Inverkehrbringen und die Verwendung von PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) im Jahr 2006 von der EU bis auf wenige Ausnahmen verboten. Für bestimmte Anwendungen (z. B. in Galvaniken) gibt es weiterhin Ausnahmeregelungen, soweit keine Alternativen zur Verfügung stehen. In Anhang der Abwasserverordnung sind keine Grenzwerte für perfluorierte Chemikalien (PFC) im betrieblichen Abwasser festgelegt.

Im Rahmen eines Schwerpunktprogramms der Gewerbeaufsicht wurde daher in den Jahren 2008 bis 2010 eine intensive Überwachungs- und Beratungsaktion bei Galvaniken durchgeführt, u. a. mit dem Ziel, den Eintrag von PFC über das betriebliche Abwasser in die Kläranlagen und die Gewässer durch die Optimierung aller möglichen Minderungsmaßnahmen zu reduzieren. In einigen Galvaniken wurde PFOS inzwischen durch alternative Verbindungen ersetzt.

Feuerlöschschäume mit einem Gehalt von mehr als 0,1% PFOS, die vor dem 27.12.2006 erworben wurden, durften entsprechend der EU-Regelung noch bis zum 27.06.2011 verwendet werden. Das Umweltministerium hat daher im letzten Jahr gemeinsam mit dem Innenministerium entsprechende Informationen zusammengestellt und die betroffenen Stellen über das ab Ende Juni geltende Verwendungsverbot informiert.

## **b) Maßnahmen bei Betrieben und Einrichtungen**

Dezentrale Maßnahmen beim Verursacher kommen insbesondere dort in Betracht, wo punktuell relativ große Frachten eines Spurenstoffes eingetragen werden (z. B. bei Industriechemikalien wie Komplexbildnern oder perfluorierten Chemikalien). Hier können z. B. die Abtrennung und separate Entsorgung oder die zusätzliche Reinigung von Teilströmen im Betrieb geeignete und ökonomisch kostengünstige Lösungen darstellen. Für viele Spurenstoffe gibt es keine rechtlichen Anforderungen nach der Abwasserverordnung. Hier kann die Unterstützung von betrieblichen Projekten zur Fortentwicklung des Standes der Technik eine Möglichkeit bieten, den Eintrag von Spurenstoffen in das Abwasser zu minimieren.

Baden-Württemberg hat in den vergangenen Jahren verschiedene betriebliche Projekte gefördert, mit dem Ziel, innovative Lösungen für branchenspezifische Abwasserprobleme zu entwickeln und die Erkenntnisse anderen Betreibern zur Verfügung zu stellen. Im Rahmen von zwei Projekten zur Minimierung des PFC-Eintrags in Galvanikabwässer wurden Pilotanlagen für eine Aktivkohleadsorption bzw. den elektrochemischen Abbau erfolgreich entwickelt. Das Verfahren wurde 2011 mit dem UMSICHT-Wissenschaftspreis des Fraunhofer-Instituts ausgezeichnet. Im

Einzugsgebiet der Schussen wurde ein Projekt zur Erfassung und produktionsintegrierten Minimierung von Komplexbildnern aus der Papierindustrie durchgeführt.

Die Komplexbildner sind ein gutes Beispiel dafür, dass es durch die gemeinsamen Anstrengungen von Industrie, Behörden und Anwendern gelingen kann, die Einträge deutlich zu vermindern. Die Belastung mit Komplexbildnern im gesamten Grundwassermessnetz ist in den letzten 10 Jahren in Falle von EDTA auf rund die Hälfte, im Falle von NTA auf rund ein Drittel zurückgegangen. Ein deutlicher Rückgang der Frachten und Konzentrationen ist auch in den baden-württembergischen Flüssen zu beobachten. Ebenso sind die Komplexbildner im Bodensee rückläufig. Dennoch ist es auch weiterhin erforderlich, alle Maßnahmen zur Verminderung von EDTA Emissionen umzusetzen, insbesondere den Einsatz von EDTA durch besser abbaubare Ersatzstoffe weiter zu verringern sowie die Sanierung defekter Kanalnetze weiter voran zu treiben.

Industrielle und gewerbliche Einleiter tragen auch bei strikter Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften zu einer Belastung mit unterschiedlichsten Chemikalien bei. Die umfassende Kenntnis über die Eintragungspfade bestimmter, besonders relevanter Stoffe ist Voraussetzung für gezielte dezentrale Maßnahmen. Viele der hier diskutierten Spurenstoffe sind in den branchenspezifischen Anhängen der Abwasserverordnung bisher nicht geregelt. Die Weiterentwicklung des in Baden-Württemberg vorgeschriebenen Indirekteinleiterkatasters kann hierzu Impulse liefern.

Die Elimination von Arzneimitteln aus dem Abwasser eines Krankenhauses wurde in Baden-Württemberg vom Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik mit einem anaerob betriebenen Membran-Bioreaktor untersucht. Über eine Versuchsdauer von einem Jahr wurden etwa 200 verschiedene Spurenstoffe in stark schwankenden Konzentrationen nachgewiesen. Eine ganze Reihe von Spurenstoffen konnte durch die Behandlung eliminiert oder zu pharmakologisch inaktiven Metaboliten umgesetzt werden. Sehr schwer abbaubare Stoffe, die häufig in Kläranlagenabläufen nachweisbar sind, beispielsweise das Antiepilektikum Carbamazepin, konnten teilweise nicht abgebaut werden. Um eine Technologie zur effizienten und vollständigen Eliminierung auch kritischer Substanzen zu entwickeln, besteht weiterhin Forschungsbedarf.

### **c) Minimierung von Einleitungen und Versickerungen in das Grundwasser**

Diffuse Einträge von Spurenstoffen in die Gewässer spielen eine wichtige Rolle in der Spurenstoffdiskussion. Hierzu gehören auch Versickerungen in das Grundwasser.

Im Bereich der Schwäbischen Alb existieren noch einige kleinere Kläranlagen sowie Entlastungen von Regenüberlaufbecken, die nach einer mehr oder weniger kurzen Fließstrecke im Karst versickern.

In den letzten Jahren ist es gelungen, solche Einleitungen bzw. Versickerungen in besonders empfindlichen Bereichen auch mit dem Einsatz von Fördermitteln weiter zu minimieren, sei es durch Ausleitung des Abwassers aus dem Gebiet oder durch weitergehende Reinigung des Abwassers (z.B. Filtrationen und Aktivkohlebehandlung bei Kläranlagen, Retentionsbodenfilter bei Regenüberlaufbecken).

Abwasserbürtige Spurenstoffe können über undichte Abwasserkanäle in das Grundwasser eingetragen werden. Daher ist zur Verminderung des Spurenstoffeintrags die Sanierung von undichten Grundstücksentwässerungsanlagen erforderlich. Die Einführung von verbindlichen Fristen für die Kontrolle der Abwasserkanäle in Wasserschutzgebieten wird derzeit geprüft.

Klärschlamm ist die Schadstoffsенke bei der Abwasserreinigung. Baden-Württemberg verfolgt daher bereits seit vielen Jahren landesweit das Ziel, Klärschlamm nicht mehr bodenbezogen zu verwerten. Schadstoffe, die über den Klärschlamm bereits dem Wasserkreislauf entzogen sind, sollen somit nicht mehr in die Umwelt gelangen. Dies ist ein wesentlicher Beitrag, um den diffusen Eintrag von im Klärschlamm enthaltenen Spurenstoffen in die Gewässer zu reduzieren bzw. zu vermeiden.

### **d) Minimierung der Einträge von urbanen Flächen durch Regenwasserbewirtschaftung**

Im urbanen Bereich erfolgen diffuse Einträge von Spurenstoffen durch Abschwemmungen von befestigten Flächen und Bauwerken über Regenwasserkanäle, Mischwasserüberläufe oder direkte Einleitungen der Mischwasserkanäle in die Gewässer. Dabei wird eine Vielzahl von verschiedenen, zum Teil unbekanntem Stoffen aus dem Verkehr, aus Verbrennungsprozessen und Anwendungen verschiedenster Chemikalien im Außenbereich in die Gewässer eingetragen. Regenereignisse können somit über Abschwemmungen, Erosion und atmosphärische Deposition zu Spitzenbelastungen der Gewässer führen. Die hohe Dynamik von regengetrieben

Abflussereignissen führt dazu, dass die diffusen Belastungen in Fließgewässern messtechnisch nur sehr schwer repräsentativ zu erfassen sind.

Als technische Maßnahmen zur Reduktion der Einträge von Spurenstoffen bei Regenereignissen sind die Reduktion von Abschwemmungen durch eine ortsnahe Versickerung sowie eine Rückhalteinfrastruktur (z. B. Regenrückhaltebecken) zu nennen.

In Baden-Württemberg gibt es ca. 70.000 km öffentliche Kanäle. Davon sind ca. 70 % Mischwasserkanäle, daneben kommen mit regionalen Schwerpunkten auch Trennsysteme zum Einsatz. Zukünftig sollen die Elemente der modifizierten Regenwasserbewirtschaftung, z. B. Minimierung der Versiegelung, Gründächer, dezentrale Versickerung, Regenwassernutzung oder getrennte Ableitung von nicht behandlungsbedürftigem Niederschlagswasser, genutzt werden. Dadurch sollen die schnell abgeleiteten Niederschlagswassermengen reduziert, aber auch Schmutzwasser und Niederschlagswasser hinsichtlich ihres Verschmutzungsgrades getrennt werden.

In Baden-Württemberg wurden in der Vergangenheit ca. 6.700 Regenüberlaufbecken (3,6 Mio. m<sup>3</sup> Beckenvolumen) im Mischsystem mit einem Investitionsumfang von 3,6 Mio. Euro gebaut. Dies entspricht einem Ausbaugrad 94%. Derzeit stehen noch etwa 500 Regenüberlaufbecken mit einem geschätzten Investitionsumfang von etwa 200-300 Mio. Euro (Stand 31.12.2010) aus. Daneben gibt es noch einige hundert Regenklärbecken, aber auch Retentionsbodenfilter, die im Trennsystem, aber vor allem im Bereich der Straßenentwässerung, das verschmutzte Niederschlagswasser reinigen.

Ob im Einzelfall eine Behandlung des Niederschlagswassers erforderlich ist, hängt vom Verschmutzungsgrad des Niederschlagswassers (ggf. Mischwassers), aber auch vom einzuleitenden Gewässer ab. Bei der Versickerung des Niederschlagswassers ist der Schutz des Grundwassers vorrangig; d. h. für das Grundwasser darf keine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit zu besorgen sein.

Zukünftig soll neben der Trennung von Niederschlagswasser (insbesondere gering verschmutztes) vom Schmutzwasser auch die Möglichkeit der Trennung von verschieden verschmutztem Niederschlagswasser genutzt werden.

#### **e) Information der Bevölkerung über die umweltverträgliche Entsorgung von Altmedikamenten**

In Deutschland gibt es seit Juni 2009 kein bundesweit einheitliches Sammelsystem für Altarzneimittel mehr. In einer seriösen Studie gaben mehr als 40 Prozent aller Befragten an, dass sie selten bis häufig flüssige Arzneimittel über die Toilette

entsorgen. Die Entsorgung über den Restmüll, der in der Regel der Verbrennung zugeführt ist, stellt derzeit den sichersten Entsorgungsweg im Hinblick auf die Gewässerreinhalte dar. Die Kommunikation der richtigen Entsorgung von Altarzneimitteln ist ein wichtiger Baustein in der Spurenstoffstrategie. Das Umweltministerium Baden-Württemberg hat bereits im Jahr 2007 zusammen mit dem Landesapothekerverband Baden-Württemberg e.V. eine Informationsschrift für die Bevölkerung erstellt und wird die Aufklärung über den richtigen Umgang mit Altarzneimitteln fortsetzen.

#### **f) Informationsaustausch mit anderen Länderbehörden**

Zur Elimination von Spurenstoffen im Abwasser stehen nach dem derzeitigen Stand der Forschung verschiedene oxidative, adsorptive und membranbasierte Verfahren zur Verfügung. Großtechnisch werden zurzeit Ozonverfahren sowie die Adsorption an Aktivkohle in eine Vielzahl von Verfahrensvarianten getestet. Absolute Aussagen zur Eliminationsleistung insgesamt können wegen der unterschiedlichen Versuchsdurchführungen und Randbedingungen vor Ort noch nicht getroffen werden. Für Einzelstoffe variiert der Umfang sowohl mit den stofflichen Eigenschaften als auch mit den betrieblichen Randbedingungen. Nach bisher vorliegenden Erkenntnissen ist keines der untersuchten Verfahren in der Lage, alle betrachteten Substanzen nahezu vollständig zu eliminieren. Die Evaluierung und Bewertung von weitergehenden Verfahren unter Berücksichtigung der Effektivität im Hinblick auf die Spurenstoffelimination sowie weiterer energetischer und ökologischer Bewertungskriterien ist daher weiter zu verfolgen. Hierzu wird insbesondere auch ein Informationsaustausch mit anderen Länderbehörden (z. B. Nordrhein-Westfalen, Schweiz) angestrebt.

## Anlage 1

# Immissions- und Emissionssituation in Oberflächengewässern in Baden-Württemberg

## 1) Datenlage

### a. Immissionsdaten Oberflächengewässer (Kartendarstellung)

Für die Erhebung der Ist-Situation wurden die Immissionsdaten aus dem Fließgewässermessnetz der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) ausgewertet.

Die LUBW untersucht ausgewählte **Arzneimittel und Röntgenkontrastmittel** seit 2004 regelmäßig an insgesamt 4 Messstellen von Rhein, Neckar, Donau und dem stark abwasserbelasteten Neckarzufluss Körsch. Ergänzend werden zwischenzeitlich auch in der mit der Schweiz betriebenen Messstation Weil am Rhein Daten zu Arzneimitteln erhoben. Weitere Untersuchungen fanden am Krähenbach als weitgehend naturnahem Gewässer statt. Hierdurch liegen belastbare Daten für Fließgewässer vor, die einen stark unterschiedlichen Anteil an häuslichem Abwasser aufzunehmen haben. In 2008 wurden zusätzlich im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogramms der LUBW die Konzentrationen von 37 Antibiotika-Wirkstoffen an den 4 Messstellen analysiert.

Daten zu einigen abwasserbürtigen **Bioziden** werden erhoben, da die Analytik dieser Stoffe in die Überwachungsprogramme für die Pflanzenschutzmittel integriert werden konnte. Hierdurch liegen Daten vor zu Mecoprop für insgesamt 99 Messstellen (seit 1999), zu Terbutryn für 97 Messstellen (seit 1989) und zu Irgarol für 45 Messstellen (seit 2007). Die Auswahl der Messstellen erfolgte allerdings im Hinblick auf die Problematik der vorwiegend diffus eingetragenen PSM-Wirkstoffe, also insbesondere in großen Fließgewässern des Landes sowie in Gewässern mit landwirtschaftlich intensiv genutztem Einzugsgebiet. Hier standen nicht die stark abwasserbelasteten Fließgewässer im Focus.

Daten zu **organischen Komplexbildnern** werden bereits langjährig in Rhein, Neckar und Donau erhoben und wurden auch zu Bilanzierungszwecken im Hinblick auf die Überprüfung der Selbstverpflichtung der Industrie zur Reduktion des EDTA-Eintrages herangezogen.

Zusätzlich sind Immissionsmessungen von Wasser- und Sedimentproben oberhalb und unterhalb von fünf Kläranlagen aus dem Projekt „Pharmaka und Hormone in der aquatischen Umwelt“ (2003) berücksichtigt. An zwei der Kläranlagen findet eine zusätzliche



Reinigung (Adsorptions-Flockungs-Filtrations-Verfahren) statt. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Werte beeinflusst sind durch Fließgeschwindigkeiten, Regenerereignisse, Sedimenteigenschaften, das Mischungsverhältnis Abwasser-Fließgewässer an der Probenahmestelle oder Verhältnis kommunales/industrielles Abwasser. Das Analytenmuster zeigte sich trotz unterschiedlicher Lage und Gewässersituation jedoch im Zulauf der Kläranlagen durchaus vergleichbar.

Die Messstelle CQQ902 in Ulm-Böfingen wurde bis 2006 beprobt, ab 2007 wurde diese durch die Messstelle CQQ803 in Ulm-Wiblingen abgelöst.

Aus den Fließgewässeruntersuchungen wurden alle vorhandenen und plausibilisierten Daten ab dem Jahr 2006 berücksichtigt.

### **b. Emissionsdaten**

Der Arzneimitteleintrag in Gewässer wurde im Rahmen von Forschungsvorhaben in den Jahren 1998 – 2002 umfangreicher untersucht. Der Abschlussbericht der Universität Stuttgart (2003) zum Projekt „Pharmaka und Hormone in der aquatischen Umwelt“ enthält Daten zur Relevanz von Arzneimittelwirkstoffen im Abwasser von kommunalen Kläranlagen. Aus diesem Bericht wurden die Untersuchungsergebnisse für Diclofenac und Carbamazepin von fünf Kläranlagen ausgewertet. Zwei dieser Kläranlagen sind mit einer Aktivkohleadsorptionsstufe zur Entfärbung von Textilabwasser ausgerüstet. Daten zu Östrogenen stammen auch aus dem Abschlussbericht zu dem in den Jahren 200-2001 durchgeführten Projekt „Schwer abbaubare Substanzen mit östrogenartiger Wirkung im Abwasser“ (vier Kläranlagen).

Neun Kläranlagen an der Fils und am Kraichbach wurden im Rahmen der Studie „Darstellung von Maßnahmen zur Verminderung von Stoffeinträgen aus Abwasseranlagen – EU-WRRL“ (Bericht Weber-Ingenieure GmbH 2006) untersucht.

Weitere Emissionsdaten wurden im Rahmen von verschiedenen Studien zur Planung und Evaluierung von Aktivkohleadsorptionsanlagen an baden-württembergischen Kläranlagen (Steinhäule, Mannheim, Kessbronn, Langwiese und Lahr) erhoben.

Ergänzend werden aus Untersuchungen aus der Schweiz zitiert.

### **c. Grundwasserdaten**

Ergänzend wurden die Daten aus dem Bericht Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg – Ergebnisse der Beprobung 2010 hinsichtlich der ausgewählten Spurenstoffe ausgewertet. Grundwasserdaten sind für die Pflanzenschutzmittel Mecoprop und Terbutryn, die Stoffgruppe der Komplexbildner und die perfluorierten Tenside aufgeführt

## 2) Auswahl und Bewertung der Parameter

### a. Auswahl der dargestellten Parameter

Die Auswahl der Parameter erfolgte unter Berücksichtigung verschiedener Stofflisten auf unterschiedlichen Regelungsebenen, insbesondere unter Berücksichtigung der in der Oberflächengewässerverordnung in Anhang 5 und 7 geregelten Stoffe, der Kandidatenstoffe für eine Regelung in Anhang 5 der OGewV und für die Erweiterung der Liste der prioritären Stoffe nach WRRL, den Indikatorsubstanzen der IKS<sup>1</sup>, der Liste schweizspezifischer Spurenstoffe<sup>2</sup> und von Stoffen, die in der Trinkwasserverordnung mit Grenzwerten geregelt sind.

Insgesamt liegen derzeit nur wenige Immissionsmessungen für die derzeit diskutierten Spurenstoffe vor. Im Bericht wurden daher nur die Stoffe berücksichtigt, für die überhaupt Messergebnisse in der landesweiten Datenbank vorhanden sind.

### b. Bewertung Ökotoxizität

Zur Bewertung der Ökotoxizität gemäß OGewV wurden die gemessenen Konzentrationen mit den dort genannten UQN-Grenzwerten im Jahresmittel verglichen. Dies ist nur für Mecoprop möglich, da alle anderen hier aufgeführten Spurenstoffe in der neuen Bundesverordnung nicht enthalten sind.

Für alle anderen ausgewählten Spurenstoffe erfolgte die Bewertung der Ökotoxizität auf Grundlage folgender Vergleichswerte:

- Soweit für einen Parameter ein UQN-Vorschlag für den Jahresdurchschnittswert (z. B. im Vorschlag der EU-Kommission zur Erweiterung der Liste prioritärer Stoffe) oder im Entwurf der OGewV) enthalten war, wurde dieser Wert herangezogen.
- Für den Parameter gibt es einen PNEC-Wert, der zur Beurteilung herangezogen werden kann. („Predicted No-Effect Concentration“, Definition nach REACH-Verordnung). Der Wert gibt an, bis zu welcher Konzentration keine negativen Effekte auf aquatischen Organismen erwartet werden.
- Gibt es für den Parameter nur in der Literatur eine Qualitätsnorm, wird diese als Vergleichswert herangezogen. Für Röntgenkontrastmittel wurde aus einer Literaturstudie der Wert von 0,1 µg/l übernommen.

---

<sup>1</sup> Die IKS hat für die „Strategie Mikroverunreinigungen“ für 10 Stoffgruppen so genannte Indikatorsubstanzen ausgewählt, anhand derer die Situation für das Rheineinzugsgebiet analysiert und Maßnahmenempfehlungen erarbeitet werden.

<sup>2</sup> Die Schweiz hat mit einem Priorisierungsverfahren aus 250 Kandidatenstoffen 47 schweizspezifische Mikroverunreinigungen identifiziert, die als repräsentativ für die Belastung von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser angesehen werden.

- Die LAWA hat hilfsweise Zielvorgaben für Vertreter bestimmter Stoffgruppen genannt, z. B. einen pauschalen Wert von 0,1 µg/l für Pflanzenschutzmittel und 10 µg/l für sonstige organische Mikroverunreinigungen. Diese Ableitung beruht allerdings auf einer Konvention und ist nicht fachlich abgeleitet.

### **c. Bewertung Trinkwassernutzung**

Im Hinblick auf die Trinkwassergewinnung gibt es keine Regelungen in der OgewV. In Baden-Württemberg spielt der Bodensee als bedeutender Trinkwasserspeicher für etwa die Hälfte der Bevölkerung eine herausragende Rolle. Daneben erfolgt nur an wenigen Stellen eine Trinkwassernutzung aus Oberflächengewässern. Gemäß der Oberflächenwasserqualitätsverordnung von 1997 sind dies die Talsperre Kleine Kinzig (LK Freudenstadt, WK 3201), die Parkseen (SK Stuttgart, WK 4251) sowie am Pfaffenbach und Dietenbach (LK Breisgau-Hochschwarzwald, WK 3001).

Viele organische Spurenstoffe sind im Anhang der Trinkwasserverordnung nicht konkret geregelt (Ausnahme Pflanzenschutzmittel). Die Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt empfiehlt für Stoffe im Trinkwasser, die noch nicht abschließend bewertet werden können, vorsorglich die Einhaltung eines „gesundheitlichen Orientierungswertes“.

Für Komplexbildner haben die LAWA als auch die IAWR (Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet) Zielvorgaben für Oberflächengewässer definiert, da diese Stoffe bei der Trinkwasseraufbereitung nur schwer entfernt werden können. Diese Werte sagen nichts über die (öko-)toxikologischen Wirkungsschwellen der Stoffe aus. Die PNEC-Werte liegen z. B. für EDTA um ein Vielfaches über den von den Wasserwerken formulierten Zielvorgaben.

Die meisten der vorliegenden Untersuchungsstellen liegen nicht an einem der oben genannten Gewässer mit bekannter Trinkwassernutzung. Einzig Ausnahme ist die die Messstelle an der Kinzig; sie liegt am Wasserkörperausgang, die genutzte Talsperre weit oberstrom.

Die Bewertung der Messergebnisse hinsichtlich einer vorliegenden Trinkwassernutzung entfällt daher.

### **d. Bewertung für sonstige ausgewählte Parameter**

Liegt keine Umweltqualitätsnorm bzw. ein UQN-Vorschlag oder PNEC-Werte als Bewertungsgrundlage der Ökotoxizität vor, werden die in Kapitel 3 genannten Vergleichswerte heran gezogen, z. B. auch von der Trinkwasserkommission empfohlene gesundheitliche Orientierungswerte (Vorsorgewerte). Diese Ergebnisdarstellung dient ausschließlich zur Einschätzung der Größenordnung der Spurenstoffkonzentration.

### 3) Ergebnisdarstellung

#### a. Immissionswert in der Karte

Nach den Vorgaben der OGewV werden für die Berechnung des Jahresdurchschnitts für die dort in Anlage 5 und 7 genannten Stoffe die Messergebnisse unter der Bestimmungsgrenze mit der Hälfte des Wertes der Bestimmungsgrenze gleichgesetzt (Ausnahme Summenparameter). Liegt ein berechneter Jahresdurchschnittswert unter der Bestimmungsgrenze wird dieser als „< BG“ angegeben. Umweltqualitätsnormen gelten als eingehalten, wenn der Jahresdurchschnittswert kleiner oder gleich des angegebenen UQN-Wertes ist. Für die Beurteilung des chemischen Zustandes wird im Anhang der OGewV für einzelne Kenngrößen ergänzend eine zulässige Höchstkonzentration (ZHK) angegeben. Die ZH-UQN wurde hier nicht betrachtet.

Anders als nach der OGewV erfolgte für die hier betrachteten Spurenstoffe jedoch keine Berechnung der Jahresdurchschnittswerte pro Einzeljahr, sondern vereinfacht als Durchschnittswerts über die Jahre (2006-2010). Die Bewertung und Darstellung erfolgt somit nicht jahresweise sondern anhand des über den betrachteten Gesamtzeitraum (2006-2010) berechneten Mittelwertes, teilweise auch anhand des Maximalwertes. Dies ist bei jedem Parameter unter dem Stichwort „Immissionswert“ angegeben.

Der mehrjährige Mittelwert bzw. Maximalwert gibt einen ersten Anhaltspunkt, ob der jeweilige Schadstoff problematisch für das Gewässer ist bzw. sein wird. Aus diesen Werten kann jedoch nicht unmittelbar auf die Einhaltung oder Überschreitung von UQN oder UQN-Vorschlägen geschlossen werden.

#### b. Anhang Ermittlung von Frachten

Frachten lassen sich verlässlich nur für die Messstellen abschätzen, an denen Konzentrationen oberhalb des quantifizierbaren Bereiches (deutlich größer als analytische Bestimmungsgrenze) liegen. Ist dies der Fall, wird hier stark vereinfacht quasi als „worst case – Betrachtung“ die maximal gemessene Konzentration zur Berechnung einer maximal auftretenden Fracht im jeweiligen Wasserkörper herangezogen.

#### c. Kartendarstellung Ökotoxizität (UQN/PNEC)

Bei der Bewertung von Spurenstoffe, die in Anhang 5 der OGewV, im Entwurf der OGewV oder im Vorschlag der EU-Kommission zur Erweiterung der Liste prioritärer Stoffe aufgeführt sind, erfolgt die Darstellung wie folgt:

- Rot(O): Jahresmittelwert > UQN
- Gelb(O): Jahresmittel  $\geq \frac{1}{2}$  UQN (Beobachtungsbedarf)
- Grün(O): Jahresmittelwert < UQN

Ist der Spurenstoff nicht in der OGeV geregelt, es in der Literatur aber einen PNEC-Wert gibt, erfolgt die Darstellung wie folgt:

- Rot ( $\Delta$ ): Maximal gemessene Konzentration  $\geq$  PNEC
- Grün ( $\Delta$ ): Maximal gemessene Konzentration  $<$  PNEC

**d. Kartendarstellung bei sonstigen Stoffen**

- Magenta ( $\square$ ): Maximal gemessene Konzentration  $>$  Vergleichswert
- Türkisblau -dunkel( $\square$ ): Maximal gemessene Konzentration  $\leq$  Vergleichswert

Überwachungsmesstellen der LAWA sind in den Karten schwarz umrandet dargestellt.

#### 4) Ergebnisse für ausgewählte Parameter - Bewertung Ökotoxizität

##### a. Humanarzneimittel und Hormone

Die Konzentrationen der Arzneimittel bzw. der Metaboliten Clenbuterol, Clofibrinsäure, Fenofibrat, Gemfibrozil, Iopansäure, Iotalaminsäure, Ioxaglinsäure, Ioxithalaminsäure, Phenazon, Tolfenamic lagen im Zeitraum 2008 –2010 alle Jahresmittel unter 0,05 µg/l.

Bei der Sonderuntersuchung von 37 Antibiotikawirkstoffen wiesen Sulfomethoxazol mit 0,37 µg/l und Erythromycin mit 0,12 µg/l in der Körsch die höchsten Konzentrationen auf, sechs Wirkstoffe waren in Konzentrationen zwischen 0,02 und 0,07 µg/l nachweisbar, die weiteren 28 Antibiotika-Wirkstoffe lagen im Jahresmittel unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) von 0,01-0,02 µg/l.

##### i. Östrogen

###### Immissionskriterien:

Vorschlag der EU-Kommission für die Liste der prioritären Stoffe:

17-β-Estradiol (natürliches Östrogen): 0,4 ng/l

Regelung in der OgewV: keine

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Immissionswert: Keine Monitoringdaten; im Rahmen von projektbezogenen Untersuchungen wurden in stark abwasserbelasteten Oberflächengewässern (Körsch, Schussen) Konzentrationen bis zu 1,8 ng/l 17-β-Estradiol gemessen. Die Messwerte liegen oftmals unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von ca. 1 ng/l.

###### Datenlage zu Emissionen:

In den Untersuchungen 2001 wurde in fünf ausgewählten Kläranlagen eine Abbaurate für 17-β-Estradiol von etwa 90% ermittelt. Die Ablaufkonzentrationen lagen im einstelligen ng/l Bereich. Bei zwei Kläranlagen mit einer Aktivkohleadsorption war im Ablauf kein 17-β-Estradiol mehr nachweisbar.

In der Schweiz wurde im Ablauf von Kläranlagen eine Durchschnittskonzentration von 3 ng/l für 17-β-Estradiol ermittelt.

## ii. Carbamazepin

Das Antiepilektikum Carbamazepin wird in der IKSР als Indikator für die Stoffgruppe Arzneimittel betrachtet und ist in der Liste schweizspezifischer Stoffe enthalten. Carbamazepin ist weder in der OGewV noch im Vorschlag der EU-Kommission zur Fortschreibung der Liste der prioritären Stoffe enthalten.

### Immissionskriterien:

Regelung in der OGewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: Entwurf der OGewV: UQN Wasserphase: 0,5 µg/l

Immissionswert in der Karte: Mittelwert der Jahre 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Daten liegen zu 6 Messstellen vor. In allen 4 Gewässern wird Carbamazepin zumindest zeitweise in Konzentrationen > BG vorgefunden. In der Körsch werden Einzelwerte bis in den Konzentrationsbereich von 0,5 µg/l gemessen. Im mehrjährigen Mittel (2006-2010) wird hier die ½ UQN (0,25 µg/l) überschritten, in den übrigen 3 Gewässern liegen die mittleren Konzentrationen darunter.

Frachten:

Die Frachten an Carbamazepin lassen sich nur für die Messstellen an der Körsch und dem Neckar abschätzen, da hier die Konzentrationen überwiegend im quantifizierbaren Bereich (deutlich größer als Bestimmungsgrenze) liegen. So ergeben sich am Neckar eine maximal mögliche Fracht von 947 kg/a, an der Körsch 49 kg/a.

Datenlage zu Emissionen:

Insgesamt wurden Messungen an 18 Kläranlagen in Baden-Württemberg ausgewertet. Während in einer Studie an 9 Kläranlagen im Einzugsgebiet der Fils und des Kraichbachs eine durchschnittliche Ablaufkonzentration von 0,11 µg/l, bei einem Maximalwert von 0,26 µg/l ermittelt wurde, lagen die mittleren Ablaufkonzentrationen von acht weiteren Kläranlagen bei ca. 0,8 µg/l, bei einem Maximalwert von 1,7 µg/l. Im Zulauf dieser Kläranlagen wurden mittlere Konzentrationen von ca. 1 µg/l festgestellt. Im Vergleich mit den Zulaufkonzentrationen ergaben sich stark schwankende Abbauraten zwischen 2 und 71%, in der Regel lag die Abbaurate deutlich unter 30%.

Im Ablauf von Kläranlagen mit einer Aktivkohlebehandlungsanlage wurden deutlich niedrigere Konzentrationen mit einem durchschnittlichen Wert von unter 0,2 µg/l gemessen.

Durch die Aktivkohlebehandlung wurden Eliminationsraten von etwa 80 bis über 90% im Vergleich zur herkömmlichen Behandlung erzielt.

In der Schweiz wurde im Ablauf von Kläranlagen eine Durchschnittskonzentration von 0,48 µg/l ermittelt.



### iii. Diclofenac

Das Schmerzmittel Diclofenac wird in der IKSР als Indikator für die Stoffgruppe Arzneimittel betrachtet und in der Liste schweizspezifischer Stoffe enthalten.

Diclofenac ist im Vorschlag der EU-Kommission zur Fortschreibung der Liste der prioritären Stoffe enthalten.

#### Immissionskriterien:

Vorschlag der EU-Kommission für die Liste prioritärer Stoffe: 0,1 µg/l

Regelung in der OgewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: UQN Wasserphase: 0,1 µg/l

Immissionswert in der Karte: Mittelwert der Jahre 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

An allen 6 im Zeitraum 2006 bis 2010 beprobten Messstellen im Land wird im langjährigen Jahresdurchschnitt eine Konzentration an Diclofenac > BG vorgefunden. An 5 von 6 Messstellen werden Maximalgehalte über 0,1 µg/l vorgefunden. Bei den mehrjährigen Mittelwerten wird an 2 Messstellen der ½ UQN-Wert überschritten, an 2 Messstellen die UQN. Besonders hoch sind die maximal gemessenen Konzentrationen an Diclofenac in der stark abwassergeprägten Körsch. Der langjährige Mittelwert übersteigt dort den UQN-Vorschlag deutlich. Auch am Neckar ist im mehrjährigen Mittel eine Überschreitung des UQN-Vorschlags festzustellen.

Frachten:

Die maximale Fracht (rechnerisch) an Diclofenac ergibt sich am abwassergeprägten Neckar mit 1989 kg/a.

Datenlagen zu Emissionen:

Insgesamt wurden Messungen an 18 Kläranlagen in Baden-Württemberg ausgewertet. Während in einer Studie an 9 Kläranlagen im Einzugsgebiet der Fils und des Kraichbachs eine durchschnittliche Ablaufkonzentration von 0,13 µg/l, bei einem Maximalwert von 0,2 µg/l ermittelt wurde, lagen die mittleren Ablaufkonzentrationen von acht weiteren Kläranlagen bei ca. 1 µg/l, bei einem Maximalwert von 3 µg/l. Im Zulauf dieser Kläranlagen wurden mittlere Konzentrationen von 1,4 µg/l festgestellt. Die Untersuchungen ergaben stark schwankende Abbauraten in den verschiedenen Kläranlagen zwischen 0 und 79%, in der Regel lag die Abbaurate deutlich unter 40%.

Im Ablauf von Kläranlagen mit einer Aktivkohlebehandlungsanlage wurden Ablaufkonzentrationen deutlich niedrigere Konzentrationen mit einem durchschnittlichen Wert von 0,3 µg/l gemessen. Durch die Aktivkohlebehandlung wurden Eliminationsraten bis über 80% im Vergleich zur herkömmlichen Behandlung erzielt.

In der Schweiz wurde im Ablauf von Kläranlagen eine Durchschnittskonzentration von 0,65 µg/l ermittelt.

#### iv. Sulfamethoxazol

Das Antibiotikum (Sulfonamid) Sulfamethoxazol wird in der IKSR als Indikator für die Stoffgruppe Arzneimittel betrachtet und in der Liste schweizspezifischer Stoffe enthalten.

Sulfamethoxazol ist weder in der OGewV noch im Vorschlag der EU-Kommission zur Fortschreibung der Liste der prioritären Stoffe enthalten.

##### Immissionskriterien:

Regelung in der OGewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: Entwurf der OGewV: UQN Wasserphase: 0,1 µg/l

Immissionswert in der Karte: Mittelwert der Jahre 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

An 2 von 5 Messstellen im Land übersteigen die Maximalgehalte an Sulfamethoxazol den Wert von 0,1 µg/l. An der stark abwassergeprägten Körsch wird der UQN-Vorschlag im langjährigen Mittel (2006 bis 2010) überschritten. Im Neckar ist im mehrjährigen Mittel die Konzentration > ½ UQN.

Frachten:

Die Frachten an Sulfamethoxazol werden für die Messstellen an der Körsch und dem Neckar abgeschätzt, da hier die Konzentrationen im quantifizierbaren Bereich (deutlich größer als Bestimmungsgrenze) liegen. Am Neckar ergibt sich eine maximal mögliche Fracht von 554 kg/a, an der Körsch 23 kg/a.

Datenlagen zu Emissionen:

In Baden-Württemberg liegen Messungen an vier Kläranlagen vor. Im Vergleich mit den Zulaufkonzentrationen ergeben sich stark schwankende Abbauraten zwischen 2 und 56%. Im Zulauf dieser Kläranlagen wurden mittlere Konzentrationen von etwa 0,5 µg/l festgestellt. Sulfamethoxazol wird mit Pulveraktivkohle in wesentlich geringem Umfang als Diclofenac entfernt; die bislang vorliegenden Ergebnisse schwanken sehr stark in Abhängigkeit von der jeweiligen Dosierung.

In der Schweiz wurde im Ablauf von Kläranlagen eine Durchschnittskonzentration von 0,24 µg/l ermittelt.

## b. Röntgenkontrastmittel

Röntgenkontrastmittel gelten in Deutschland nach dem Arzneimittelgesetz als Arzneimittel.

### i. Amidotrizoesäure

Amidotrizoesäure wird von der IKSr als Indikator für die Stoffgruppe Röntgenkontrastmittel (RKM) betrachtet und ist in der Liste schweizspezifischer Stoffe enthalten.

#### Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: PNEC-Wert: 0,8 µg/l

Immissionswert in der Karte: Maximalwert der Jahre 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Von den 4 Messstellen im Land, an denen Amidotrizesäure gemessen wird, überschreitet nur in der stark abwassergeprägten Körsch der Maximalwert den PNEC-Wert.

Frachten:

Rechnerisch wurde eine Fracht von 72 kg pro Jahr ermittelt.

Datenlagen zu Emissionen:

Bei drei baden-württembergischen Kläranlagen wurden Werte im Ablauf zwischen  $< 0,5$  und  $17 \mu\text{g/l}$  mit einem mittleren Wert von  $4 \mu\text{g/l}$  ermittelt.

In der Schweiz wurde eine Durchschnittskonzentration am Ablauf von Kläranlagen von ca.  $0,6 \mu\text{g/l}$  festgestellt.

Amidotrizesäure ist ein ionische Röntgenkontrastmittel. Die Eliminationsraten bei einer Aktivkohlebehandlung und anschließender Filtration liegen mit 12-40% deutlich niedriger als bei nicht-ionischen Röntgenkontrastmitteln.

## c. Biozide und Pflanzenschutzmittelwirkstoffe

### i. Carbendazim

Das Fungizid Carbendazim wird in der IKSR als Indikator für die Stoffgruppe Biozide betrachtet und ist in der Liste schweizspezifischer Stoffe enthalten. Carbendazim ist weder in der OGewV noch im Vorschlag der EU-Kommission zur Fortschreibung der Liste der prioritären Stoffe aufgeführt.

#### Immissionskriterien:

Regelung in der OGewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: PNEC-Wert: 0,15 µg/l

Immissionswert in der Karte: Maximalwert 2004



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Für Carbendazim liegen nur Monitoringergebnisse an drei Messstellen, nämlich an Brenz, Elsenz und dem Kraichbach vor. Die Ergebnisse stammen – anders als die übrigen Immissionswerte - aus dem Jahr 2004.

An allen Messstellen wird fast immer eine Konzentration über der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l ermittelt. An der Brenz wurde ein Maximalwert von 0,07 µg/l und ein Jahresdurchschnittswert von 0,02 µg/l gemessen, an der Elsenz ein Maximalwert von 0,03 µg/l und ein Jahresdurchschnittswert von 0,017 µg/l und am Kraichbach ein Maximalwert von 0,05 µg/l und ein Jahresdurchschnittswert von 0,03 µg/l.

Die gemessenen Konzentrationen unterschreiten deutlich den PNEC-Wert von 0,5 µg/l.

Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg liegen keine Emissionsdaten von Kläranlagen vor.

In der Schweiz wurde als Durchschnittskonzentration am Kläranlagenauslauf ein Wert von 0,08 µg/l bestimmt.



## ii. Cybutryn (Irgarol)

Cybutryn ist im EU-Vorschlag zur Erweiterung der Liste prioritärer Stoffe und in der Liste schweizspezifischer Stoffe enthalten.

### Immissionskriterien:

Vorschlag der EU-Kommission für die Liste prioritärer Stoffe: 0,0025 µg/l

Regelung in der OgewV: keine

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: UQN Wasserphase: 0,0025 µg/l

Immissionswert in der Karte: Mittelwert der Jahre 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Von 45 Messstellen wird an 16 der UQN-Vorschlag im langjährigen Mittel überschritten. An allen anderen 19 Messstellen wird dabei noch die halbe UQN erreicht oder überschritten. Es kann damit von einer Relevanz von Cybutryn in den Gewässern ausgegangen werden.

Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg wurde Cybutryn in Kläranlagen nicht untersucht.

In der Schweiz wurde für Cybutryn eine durchschnittliche Konzentration am Ablauf von Kläranlagen von 0,03 µg/l ermittelt.

### iii. Cypermethrin

Das Insektizid Cypermethrin ist im Vorschlag der EU-Kommission zur Fortschreibung der Liste der prioritären Stoffe enthalten. Cypermethrin gehört nicht zu den schweiz-spezifischen Stoffen.

Immissionskriterien:

Vorschlag der EU-Kommission für die Liste prioritärer Stoffe: 0,00008 µg/l

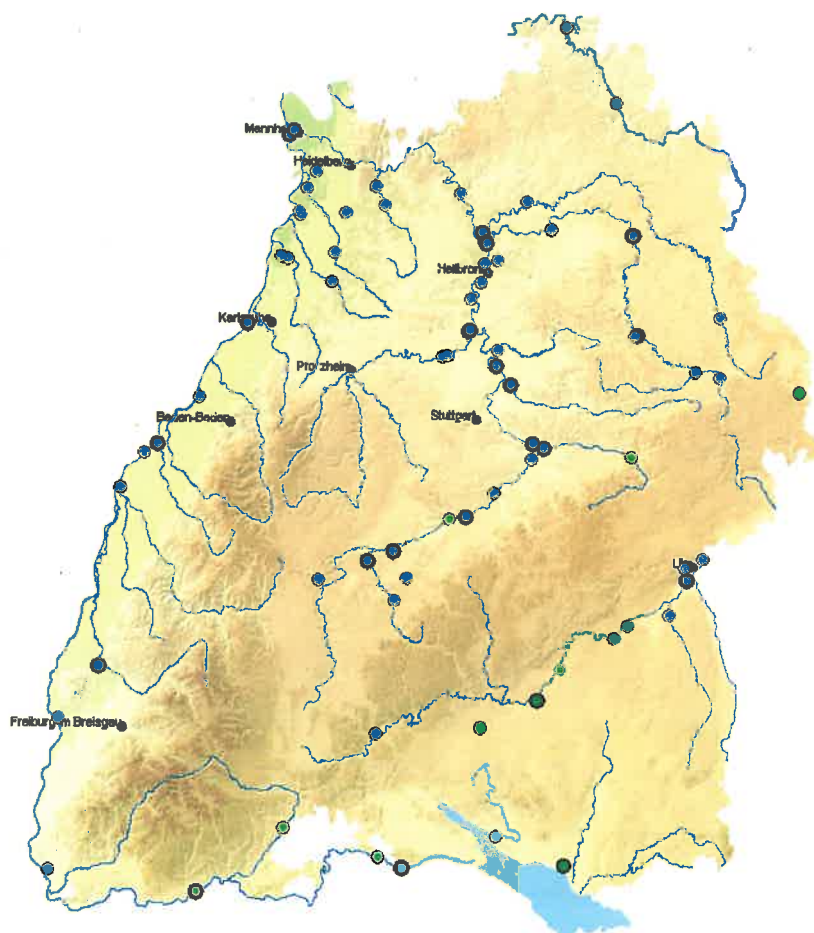
Entwurf der OGewV: UQN Wasserphase: 0,00004 µg/l

Regelung in der OGewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: UQN Wasserphase: 0,00004 µg/l

Immissionswert in der Karte: Mittelwert der Jahre 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Für Cypermethrin liegen Daten von 77 Untersuchungsstellen vor. Die im Entwurf der OGewV genannte Umweltqualitätsnorm von 0,00004 µg/l bzw. der im Vorschlag der EU-Kommission enthaltene Wert von 0,00008 µg/l für Cypermethrin liegt weit unter der Bestimmungsgrenze (0,1 µg/l, 0,01 µg/l bzw. 0,004 µg/l) für diesen Stoff. Alle landesweit gemessenen Werte liegen im langjährigen Durchschnittswert unterhalb dieser Bestimmungsgrenze. Mit den vorliegenden Ergebnissen kann derzeit keine Relevanz von Cypermethrin abgeleitet werden.

Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg liegen keine Emissionsdaten von Kläranlagen vor.

#### iv. Mecoprop

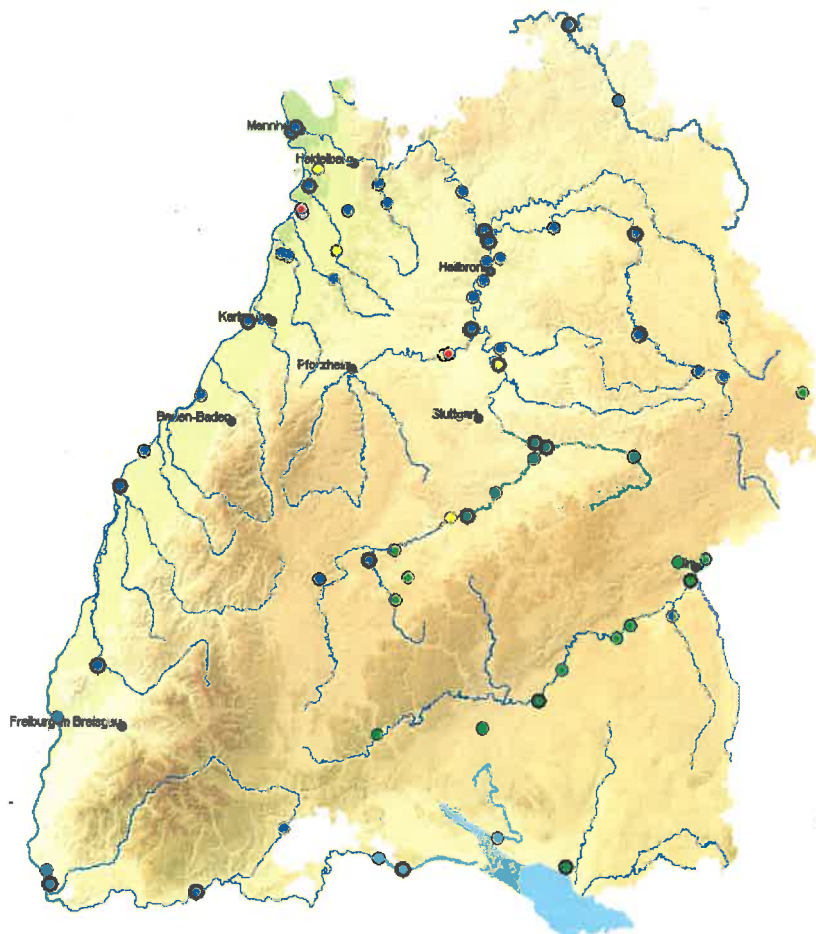
Mecoprop war bereits in der Gewässerbeurteilungsverordnung Baden-Württemberg in der Liste der flussgebietspezifischen Schadstoffe enthalten und ist auch in der neuen OgewV zur Beurteilung des ökologischen Zustandes aufgelistet. Mecoprop ist nicht im EU-Vorschlag zur Erweiterung der Liste prioritärer Stoffe enthalten. Bei der IKSR wird Mecoprop als Indikator für die Stoffgruppe Biozide genannt und es ist in der Liste schweizspezifischer Stoffe enthalten.

##### Immissionskriterien:

Regelung in Anlage 5 der der OgewV: UQN Wasserphase: 0,1 µg/l

Bisherige Regelung: Gewässerbeurteilungsverordnung: Qualitätsnorm WRRL: 0,1 µg/l

##### Immissionswert in der Karte: Mittelwert der Jahre 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

An 3 von 74 Messstellen im Land, d.h. an der Glems, am Kriegbach und am Wagbach wird im langjährigen Mittel die UQN überschritten. Die Glems ist dabei mit knapp 45% Abwasseranteil am Jahreswasserabfluss im Wasserkörper besonders stark siedlungswassergeprägt, der Kriegbach dagegen weist einen deutlich geringeren Anteil von 15%, der Wagbach von 12,9% auf.

An 6 Messstellen wird der halbe UQN-Wert erreicht oder überschritten. Allerdings entspricht hier der halbe UQN-Wert genau der Bestimmungsgrenze für Mecoprop. An 65 Messstellen lag das langjährige Jahresmittel unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Ausgeprägte Konzentrationsspitzen verzeichnen neben der Glems, dem Kriegbach und dem Wagbach u. a. die Ammer, Acher, Rotach, Enz, Eyach, Fils, Kocher, Kraichbach, Leimbach, Pfinz, Saalbach, Saalbachkanal, Tauber, Donau, Zaber, der Schleusenkanal Kochendorf und der Neckar.

Betrachtet man dabei den Abwasseranteil im jeweilig betroffenen Wasserkörper dieser Gewässer, so ist dieser immer zumeist größer als 10%, an Acher, Kocher, Pfinz, Donau, Saalbach und Saalbachkanal und der Zaber < 10%.

Allerdings werden auch sehr geringe Konzentrationen an einzelnen Gewässern gemessen, obwohl hier ein erhöhter Abwasseranteil im betroffenen Wasserkörper vorliegt. Dies gilt z. B. für die Elsenz (14 bzw. 16%), Lein (15,2%), Möhlin (16,9%), Schozach (15%), Sulm (17%), Eger (22,5%), Wutach (22,5%), Rhein (max. 17,3%), Lauter (27%) und Starzel (19,2%).

Insgesamt kann die Belastung mit Mecoprop nicht mit dem Abwasseranteil korreliert werden.

Frachten:

Die maximalen Frachten ergeben sich abflussbedingt rechnerisch an Neckar (520,9 kg/a), Donau (224,5 kg/a) und der Enz mit 228,5 kg/a.

Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg wurde Mecoprop im Ablauf von Kläranlagen in einer durchschnittlichen Konzentration von 0,1 µg/l, in der Schweiz von 0,42 µg/l gemessen.

Grundwassermessungen:

Messungen in den Jahren 2001 bis 2010 an mehr als 1000 LUBW-Grundwassermessstellen ergaben Konzentrationen > 1 µg/l bei bis zu 1% der Messstellen.

## v. Terbutryn

Terbutryn ist im Vorschlag der EU für die Erweiterung der Liste prioritärer Stoffe enthalten. Es ist nicht in der Liste schweizspezifischer Stoffe aufgeführt.

### Immissionskriterien:

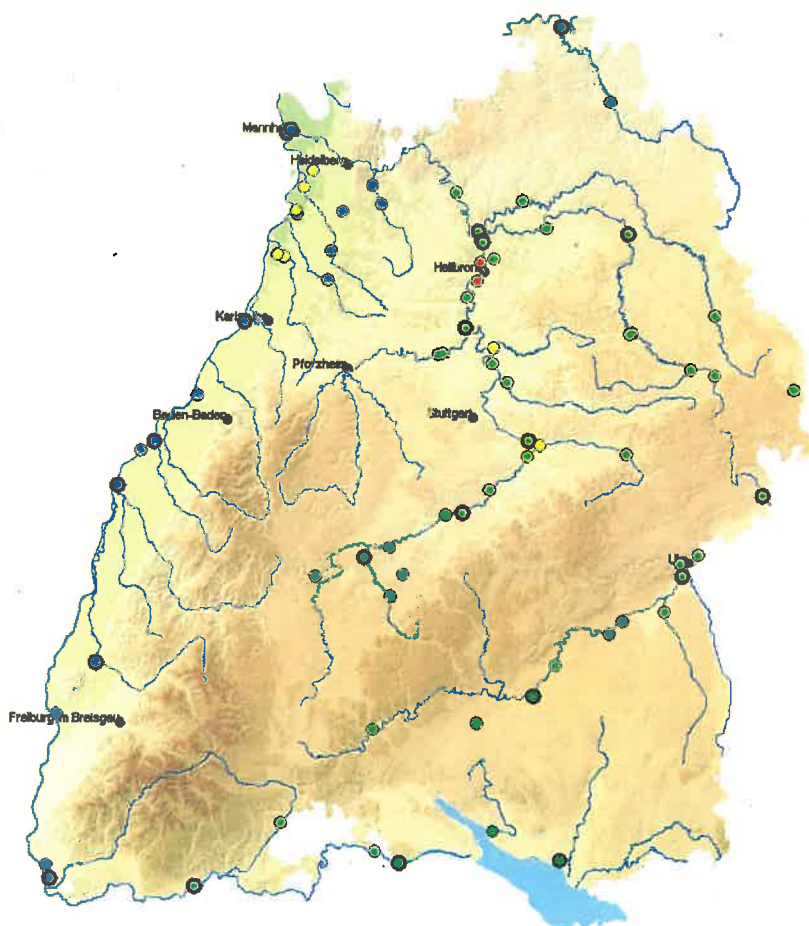
EU-Vorschlag für die Liste prioritärer Stoffe: 0,065 µg/l

Regelung in der OgewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: UQN Wasserphase: 0,065 µg/l

Immissionswert in der Karte: Mittelwert der Jahre 2006 - 2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

An 26 von 79 Messstellen wird die halbe Umweltqualitätsnorm im langjährigen Mittel überschritten. Eine UQN-Überschreitung wird davon an 10 Messstellen gemessen. Belastungsschwerpunkte sind hier im Teilbearbeitungsgebiet 35 (Pfinz-Saalbach-Kraichbach) und am Neckar. An den restlichen 53 Messstellen wird die halbe UQN-Norm unterschritten.

Frachten:

Die maximal errechnete Fracht ergibt sich wieder am abflussstarken Rhein mit 124,7 kg/a und dem Neckar mit 172,4 kg/a.

Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg wurde Terbutryn im Ablauf von Kläranlagen in einer durchschnittlichen Konzentration von 0,15 µg/l gemessen (Weber 2006).

Grundwassermessungen:

Messungen in den Jahren 2001 bis 2010 an mehr als 1000 LUBW-Grundwassermessstellen ergaben negative Befunde an allen Messstellen.



## **d. Korrosionsschutzmittel**

### **i. Benzotriazol**

Benzotriazol wurde von der IKSR als Indikator für die Stoffgruppe Korrosionsschutzmittel betrachtet und ist in der Liste schweizspezifischer Stoffe enthalten.

#### Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: PNEC-Wert: 30 µg/l

#### Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Für Benzotriazol liegen bislang nur Untersuchungen am Bodensee vor (s. Anlage 2)

#### Datenlage bei Kläranlagen:

In Baden-Württemberg liegen Daten aus drei Kläranlagen vor. Dabei wurde im Mittel eine Zulaufkonzentration von 18 µg/l und eine Ablaufkonzentration von 6,5 µg/l festgestellt.

Von der Schweiz wird eine durchschnittliche Konzentration am Ablauf von Kläranlagen von ca. 12,9 µg/l genannt.



## e. Komplexbildner

### i. EDTA

EDTA wird von der IKSR als Indikator für die Stoffgruppe der Komplexbildner betrachtet. EDTA ist auch in der Liste der schweizspezifischen Stoffe enthalten.

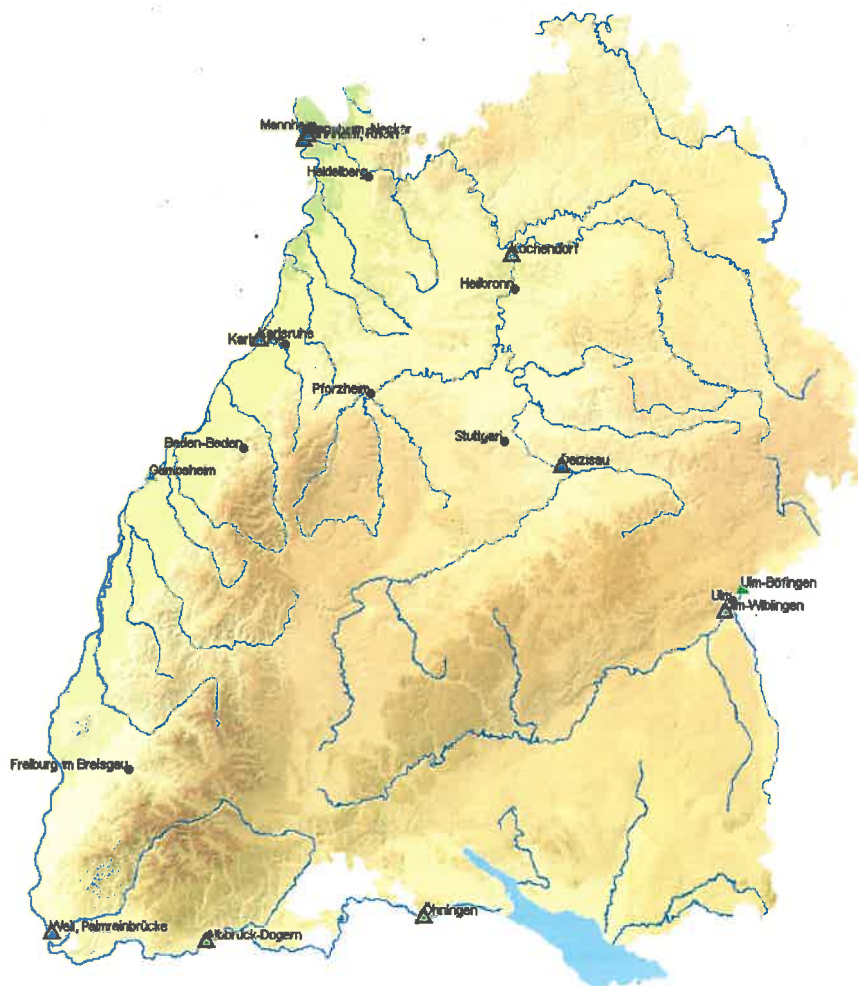
#### Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: PNEC-Wert: 2200 µg/l

Immissionswert in der Karte: Maximalwert der Jahre 2006- 2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Es liegen Daten für Rhein, Neckar, Donau vor (Ergebnisse vom Bodensee bleiben unberücksichtigt). An allen 11 Messstellen werden Konzentrationen weit über der Bestimmungsgrenze ermittelt, an 3 Messstellen wird die Konzentration von  $10\mu\text{g}/\text{l}^3$  überschritten.

Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg wurden in einer Kläranlage mittlere Konzentrationen von  $92\mu\text{g}/\text{l}$  gemessen. Komplexbildner werden durch Aktivkohle nur in geringem Umfang zurück gehalten.

Bei Untersuchungen in der Schweiz wurde eine Durchschnittskonzentration am Ablauf von Kläranlagen von ca.  $21\mu\text{g}/\text{l}$  ermittelt.

Grundwassermessungen:

Eine Auswertung der Messungen 2008 bis 2010 an über 2000 LUBW-Grundwassermessstellen zeigt, dass bei etwa 10% der Messstellen EDTA in Konzentrationen über  $1\mu\text{g}/\text{l}$  zu finden ist. Die Belastung im gesamten Messnetz ist in den letzten 10 Jahren in Falle von EDTA auf rund die Hälfte zurückgegangen.

---

<sup>3</sup> Für Komplexbildner hat die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) einen Zielwert von  $10\mu\text{g}/\text{l}$  für Oberflächengewässer im Hinblick auf Trinkwassergewinnung definiert.

## f. Industriechemikalien

### i. PFOS

PFOS (Perfluorooctansulfonat) ist im Vorschlag der EU zu Erweiterung der Liste prioritärer Stoffe enthalten. Bei der IKSR gilt PFOS als Indikator für die Stoffgruppe Industriechemikalien.

#### Immissionskriterien:

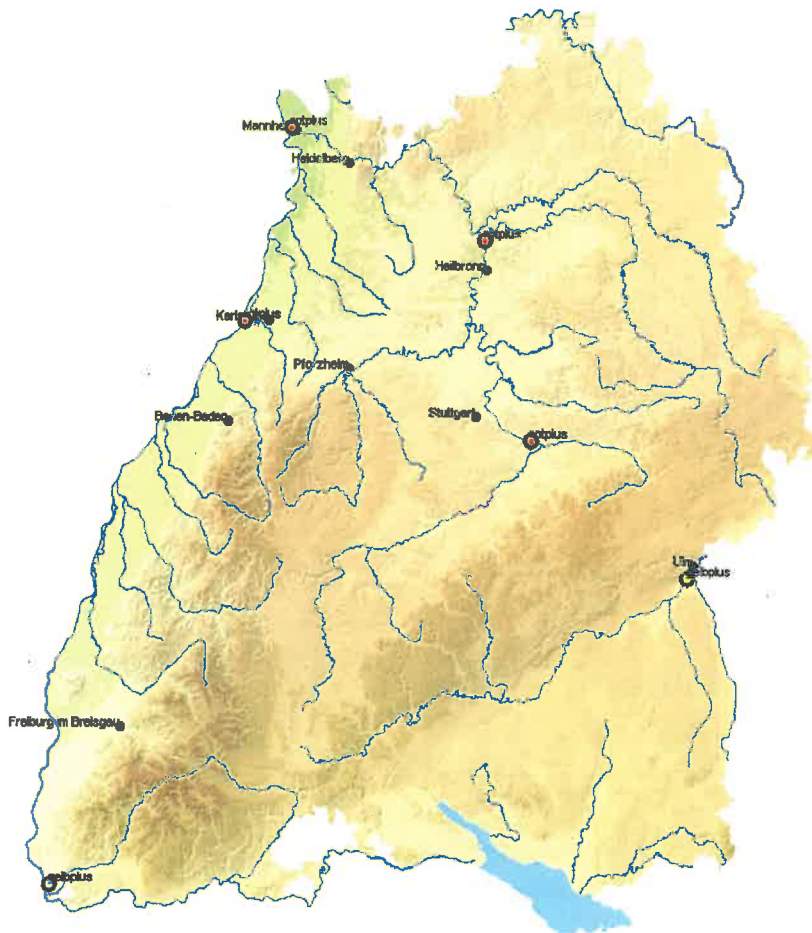
Vorschlag der EU-Kommission für die Liste prioritärer Stoffe: 0,00065 µg/l = 0,65 ng/l

Regelung in der OgewV: keine

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: UQN Wasserphase: 0,65 ng/l

Immissionswert in der Karte: Maximalwert 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Es liegen landesweit Messergebnisse für Rhein, Neckar und Donau vor. An allen 6 Messstellen werden Werte deutlich über dem UQN-Vorschlag ermittelt, eine Relevanz von PFOS ist flächig vorhanden.

Frachten:

Die maximale Fracht wurde für den Neckar mit 109 kg/a berechnet.

Datenlage zu Emissionen:

Baden-Württemberg hat im Rahmen von Sondermessungen in den Jahren 2007 bis 2009 umfangreiche Untersuchungen von PFOS in ausgewählten Kläranlagen durchgeführt und Ablaufwerte von über 60 Kläranlagen ausgewertet. PFOS wurde in über 90% der Kläranlagen nachgewiesen; in zwei Kläranlagen mit Aktivkohlefiltration lagen die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 1ng/l. Die PFOS-Konzentrationen schwankten dabei sehr stark in Abhängigkeit von den angeschlossenen Indirekteinleitern. Bei den Messungen wurde eine durchschnittliche Konzentration von 0,15 µg/l mit Maximalwerten bis zu 3,7 µg/l im Ablauf ermittelt. Bei Kläranlagen, die nicht als höher belastet zu bewerten sind<sup>4</sup>, wurde im Durchschnitt eine PFOS-Konzentration von 18 ng/l im Ablauf nachgewiesen.

Grundwassermessungen:

Es wurden risikobasiert ausgewählte Grundwassermessstellen untersucht, von denen jedoch nur zwei der öffentlichen Wasserversorgung dienen, alle anderen sind ausschließlich reine Beobachtungsstellen bzw. Brunnen für Betriebswasser ohne Trinkwasserqualität. In 2006 wurde bei 70% von 46 untersuchten Messstellen PFOS über der Bestimmungsgrenze von ca. 1 ng/l nachgewiesen. Im Jahr 2010 wurden bei allen der 26 untersuchten Messstellen PFOS nachgewiesen, bei etwa 60% lag Messwert über 5°ng/l, zwei Befunde ergaben Werte > 0,1 µg/l mit einem Maximalwert von 0,41 µg/l.

---

<sup>4</sup> ohne erkennbar relevante Indirekteinleiter, deren PFC-Gesamtkonzentration an bis zu 18 perfluorierten Verbindungen im Ablauf unter 0,1 µg/l lag;

## 5) Ergebnisse für sonstige ausgewählte Parameter – Bewertung

Liegen derzeit keine UQN, UQN-Vorschläge, PNEC -oder vorläufige PNEC-Werte vor, werden für die ausgewählten relevanten Spurenstoffe als Vergleichswerte bestehende Literaturwerte (ggf. aus der Trinkwasserverordnung) herangezogen, um die Relevanz der Spurenstoffe einschätzen zu können.

### a. Röntgenkontrastmittel

#### i. Iopamidol

Das Röntgenkontrastmittel Iopamidol wird von der IKSR als Indikator für die Stoffgruppe der Röntgenkontrastmittel betrachtet. Iopamidol ist auch in der Liste der schweizspezifischen Stoffe enthalten.

#### Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Gesundheitlicher Orientierungswert für Trinkwasser (UBA): 1 µg/l

Immissionswert in der Karte: Maximalwert 2006-2010



© LUBW, LGL

**Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:**

An den 4 Messstellen im Land, an denen lopamidol gemessen wird, übersteigen die maximal gemessenen Jahresdurchschnittswerte  $0,1 \mu\text{g/l}$ . In der stark abwassergeprägte Körsch wurden Werte über  $1 \mu\text{g/l}$  gemessen.

**Datenlage zu Emissionen:**

Im Ablauf von drei Kläranlagen in Baden-Württemberg wurde im Mittel eine Konzentration von  $3 \mu\text{g/l}$  gemessen. In der Schweiz wurde ein durchschnittlicher Wert von  $0,38 \mu\text{g/l}$  festgestellt.

Für nicht-ionische Röntgenkontrastmittel können mit einer Aktivkohlebehandlung und anschließender Filtration im Vergleich zur biologischen Behandlung Eliminationsraten im Bereich von 75-90% erzielt werden, die bislang vorliegenden Ergebnisse schwanken jedoch sehr stark in Abhängigkeit von der jeweiligen Dosierung.



## ii. Iomeprol

Das Röntgenkontrastmittel Iomeprol wird von der IKSR als Indikator für die Stoffgruppe der Röntgenkontrastmittel betrachtet. Es ist auch in der Liste der schweizspezifischen Stoffe enthalten.

### Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Gesundheitlicher Orientierungswert für Trinkwasser (UBA): 1 µg/l

Immissionswert: Maximalwert 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

An den 4 im Zeitraum 2006 bis 2010 beprobten Messstellen im Land, in denen Iomeprol gemessen wird, wird sowohl im langjährigen Jahresdurchschnitt als bei den Einzelmessungen eine Konzentration > BG vorgefunden. In allen Messstellen überschreiten außerdem sowohl die maximal gemessenen als auch die Jahresdurchschnittswerte den Konzentrationswert 0,1 µg/l. An der Körsch und am Neckar wird die Konzentration von 1 µg/l überschritten. Der Neckar zeigt die höchsten Konzentrationen im Langzeitdurchschnitt als auch im maximal gemessenen Wert an.

Frachten:

Rechnerisch ergibt sich auch die höchste maximale Fracht im Neckar mit 6629 kg/a.

Datenlage zu Emissionen:

Im Ablauf von drei Kläranlagen in Baden-Württemberg wurde im Mittel eine Konzentration von 11,6 µg/l gemessen. In der Schweiz wurde ein durchschnittlicher Wert von 0,38 µg/l festgestellt.

Für nicht-ionische Röntgenkontrastmittel können mit einer Aktivkohlebehandlung und anschließender Filtration im Vergleich zur biologischen Behandlung Eliminationsraten im Bereich von 75-90% erzielt werden, die bislang vorliegenden Ergebnisse schwanken jedoch sehr stark in Abhängigkeit von der jeweiligen Dosierung.

### iii. Iopromid

Das Röntgenkontrastmittel Iopromid wird von der IKSR als Indikator für die Stoffgruppe der Röntgenkontrastmittel betrachtet. Es ist auch in der Liste der schweizspezifischen Stoffe enthalten.

Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Gesundheitlicher Orientierungswert für Trinkwasser (UBA): 1 µg/l

Immissionswert: Maximalwert 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

An den vier in den Jahren 2009 und 2010 auf Iopromid beprobten Messstellen im Land, wird sowohl im zweijährigen Jahresmittel als bei fast allen Einzelmessungen eine Konzentration > der Bestimmungsgrenze vorgefunden. In allen Messstellen überschreiten sowohl die maximal gemessenen als auch die Jahresdurchschnittswerte den Konzentrationswert 0,1 µg/l. Der Neckar zeigt in Einzelmessungen die höchste Konzentration, im Zweijahresdurchschnitt wird am Rhein die höchste Konzentration ermittelt.

Datenlage zu Emissionen:

Im Ablauf von drei Kläranlagen in Baden-Württemberg wurde im Mittel eine Konzentration von 2,2 µg/l gemessen. In der Schweiz wurde ein durchschnittlicher Wert von 0,88 µg/l festgestellt.

Für nicht-ionische Röntgenkontrastmittel können mit einer Aktivkohlebehandlung und anschließender Filtration im Vergleich zur biologischen Behandlung Eliminationsraten im Bereich von 75-90% erzielt werden, die bislang vorliegenden Ergebnisse schwanken jedoch sehr stark in Abhängigkeit von der jeweiligen Dosierung.

## b. Biozide und Pflanzenschutzmittelwirkstoffe

### i. Diethyltoluamid/DEET

Das Insektenabwehrmittel wird von der IKSR als Indikator für die Stoffgruppe der Biozide betrachtet. Es ist auch in der Liste der schweizspezifischen Stoffe enthalten.

#### Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Vergleichswert zu den gemessenen Konzentrationen:

Trinkwasserverordnung: 0,1 µg/l für Pflanzenschutzmittel

Immissionswert in der Karte: Maximalwert 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Landesweit gibt es für Diethyltoluamid nur für das Jahr 2010 an zwei Messstellen Werte: am Rhein bei Weil und in Mannheim am Neckar. An beiden Messstellen werden Konzentrationen über 0,1 µg/l erreicht.

Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg liegen keine Messungen an Kläranlagen vor.

In der Schweiz wurde als durchschnittliche Konzentration am Ablauf von Kläranlagen ein Wert von 0,59 µg/l gemessen.

## c. Komplexbildner

### i. NTA

Der Komplexbildner NTA ist in der Liste der schweizspezifischen Stoffe enthalten.

Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

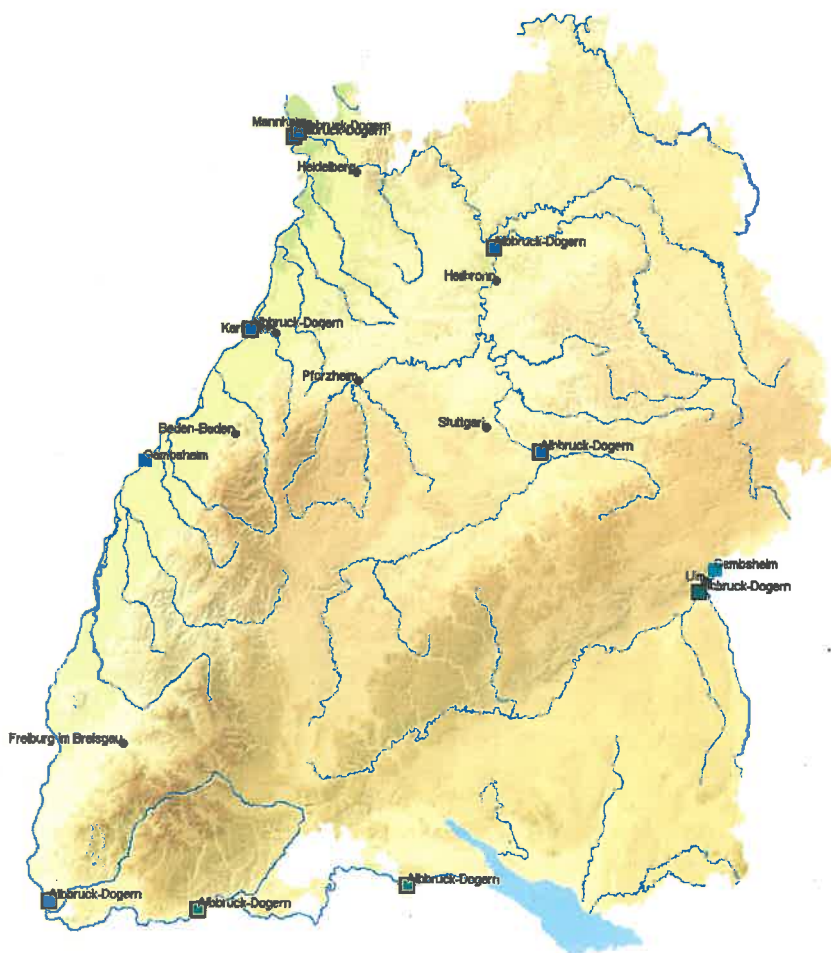
Vergleichswert zu den gemessenen Konzentrationen:

Zielwerte der LAWA und IAWR (Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet) für Komplexbildner:

Zielwert der LAWA /IAWR: 10 µg/l

Als maßgeblicher Vergleichswert wird hier der Zielwert der LAWA dargestellt.

Immissionswert in der Karte: Maximalwert 2006-2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

An keiner der elf Messstellen wird der Vergleichswert überschritten.

Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg wurden in einer Kläranlage mittlere Konzentrationen von 4,5 µg/l gemessen. Komplexbildner werden durch Aktivkohle nur in geringem Umfang zurück gehalten.

In der Schweiz wurde als durchschnittliche Konzentration am Ablauf von Kläranlagen ein Wert von 0,54 µg/l ermittelt.

Grundwassermessungen:

Eine Auswertung der Messungen 2008 bis 2010 an ca. 1900 LUBW-Grundwassermessstellen zeigt, dass bei weniger als 1% der Messstellen NTA in Konzentrationen über 1 µg/l zu finden ist. Die Belastung im gesamten Messnetz ist in den letzten 10 Jahren auf rund ein Drittel zurückgegangen.



## ii. DTPA:

DTPA wird von der IKSr als Indikator für die Stoffgruppe der Komplexbildner betrachtet. DTPA ist nicht in der Liste der schweizspezifischen Stoffe enthalten.

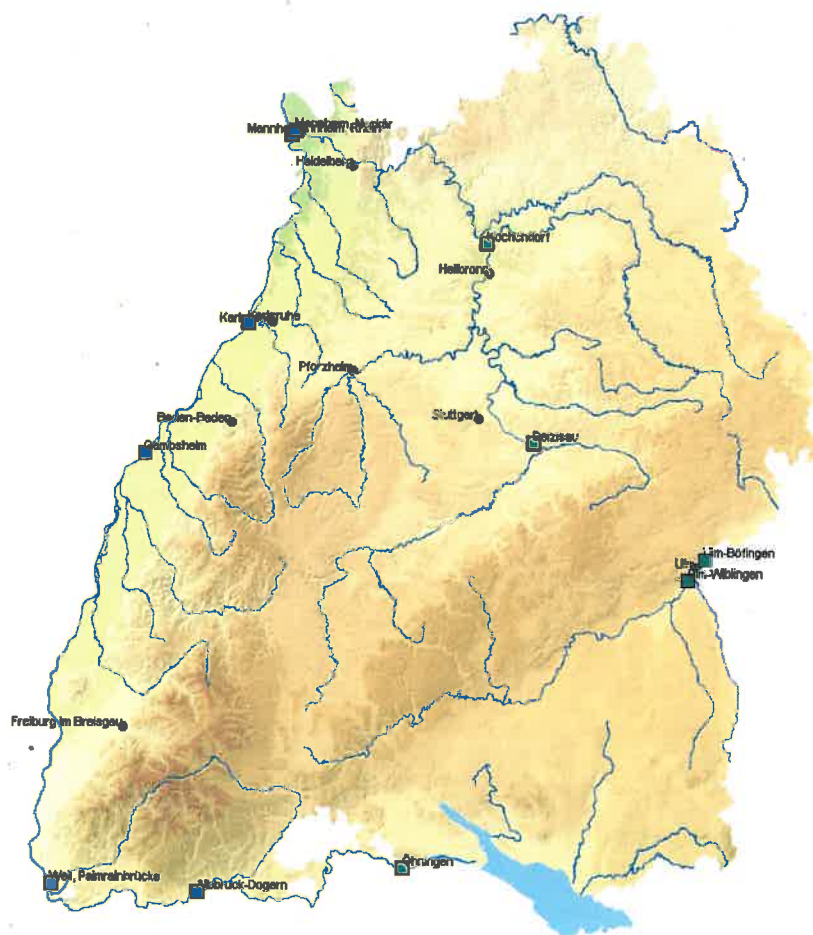
### Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine.

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

Bewertungsgrundlage: Zielwert LAWA 10 µg/l

Immissionswert in der Karte: Maximalwert der Jahre 2006- 2010



Datenlage und Bewertung der vorliegenden Monitoringergebnisse:

Es liegen Messergebnisse für Rhein, Neckar, Donau vor. An allen 11 Messstellen wird die Konzentration von 10 µg/l unterschritten, es werden aber fast immer Werte deutlich über der Bestimmungsgrenze gemessen.

Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg wurden in einer Kläranlage mittlere Konzentrationen von 3,5 µg/l gemessen. Komplexbildner werden durch Aktivkohle nur in geringem Umfang zurück gehalten.

Grundwassermessungen:

Eine Auswertung der Messungen 2008 bis 2010 an über 2100 LUBW-Grundwassermessstellen zeigt, dass bei weniger als 0,1% der Messstellen DTPA in Konzentrationen über 1 µg/l zu finden ist.

#### **d. Phosphororganische Flammschutzmittel**

Die phosphororganischen Flammschutzmittel Tris-2-chlorethylphosphat (TCEP), Tris-2-chlorpropylphosphat (TCPP), Tributylphosphat (TBP) und Tris-butoxyethylphosphat (TBEP) werden bei der IKSR als Indikatoren für die Stoffgruppe Flammschutzmittel betrachtet. Weitere phosphororganische Flammschutzmittel sind Triethylphosphat (TEP), Triphenylphosphinoxid (TPPO), Tetrabrombisphenol-a (TBBA) und Triphenylphosphat (TPP).

##### Immissionskriterien:

Regelung in der OgewV: keine

Bisherige Regelung Gewässerbeurteilungsverordnung: keine

##### Immissionswert:

Die Messwerte von Tributylphosphat (TBP), Triphenylphosphinoxid (TPPO) und Tetrabrombisphenol-a (TBBA) lagen im Zeitraum 2008 – 2009 an zwei Messstellen in Rhein und Neckar unterhalb der Bestimmungsgrenzen von 0,1 bzw. jeweils 0,05 µg/l.

##### Datenlage zu Emissionen:

In Baden-Württemberg wurden Konzentrationen von mehreren Einzelverbindungen im Ablauf von vier Kläranlagen am Kraichbach sowie von zwei weiteren Kläranlagen gemessen. Dabei wurden Summenwerte für die jeweils untersuchten phosphororganischen Flammschutzmittel zwischen 0,2 und 0,8 µg/l bestimmt.

## Anlage 2

### **Anthropogene Spurenstoffe im Bodensee und seinen Zuflüssen**

Zur Ermittlung des aktuellen Zustandes hinsichtlich der Belastung des Bodensees mit anthropogenen Spurenstoffen hat die IGKB in den Jahren 2008 und 2009 Untersuchungen im Freiwasser bzw. in den Zuflüssen durchgeführt. Dabei wurden insgesamt 18 Wasserproben an vier Stellen aus dem Freiwasser des Bodensees (Bregenzer Bucht, Seemitte Fischbach Uttwil, Zellersee und Rheinsee) in jeweils verschiedenen Tiefen entnommen. Alle 18 Wasserproben wurden auf insgesamt 371 chemische Parameter untersucht, darunter Schwermetalle, Arzneimittel, Röntgenkontrastmittel, hormonell wirksame Stoffe, perfluorierte Tenside, synthetische Komplexbildner, organische Phosphonate, Industriechemikalien, Pflanzenschutzmittel und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

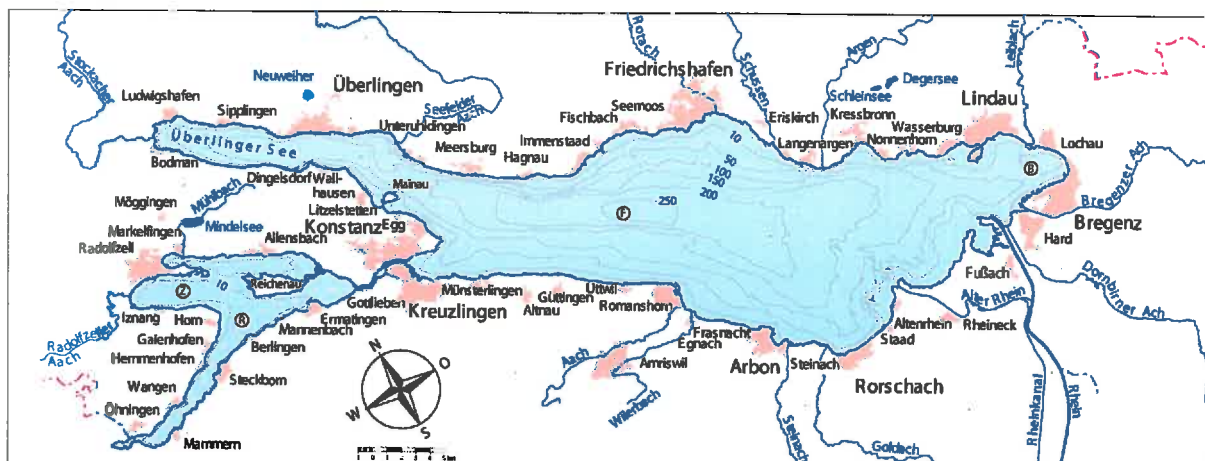
Im Jahr 2009 wurden von der IGKB die 12 Bodenseezuflüsse Alter Rhein, Argen, Bregenzerach, Dornbirnerach, Leiblach, Radolfzeller Aach, Rhein, Rotach, Schussen, Seefelder Aach, Steinach und Stockacher Aach auf organische Mikroverunreinigungen untersucht. Dabei wurden 70 Stoffe analysiert, der Auswahl sich an den Befunden der im Jahr 2008 durchgeführten Freiwasseruntersuchungen orientierten. Untersucht wurden die Stoffgruppen Arzneimittel, Perfluorierte Tenside (PFT), synthetische Komplexbildner, Pflanzenschutzmittel und Metabolite und Benzotriazole.

2011 wurde zudem von der EAWAG im Auftrag der IGKB eine Stoffflussmodellierung von ausgewählten organischen Mikroverunreinigungen in den Zuflüssen des Bodensees erstellt, um mögliche Auswirkungen der zufließenden Spurenstofffrachten auf das Seewasser frühzeitig erkennen zu können.

Die Ergebnisse wurden im Bericht der IGKB auf der 57. Kommissionstagung am 10. Mai 2011 in Weinfelden/Thurgau „Anthropogene Spurenstoffe im Bodensee und seinen Zuflüssen“ ausführlich dargestellt.

#### **1) Untersuchungen im Bodensee**

Ergebnisse aus dem Kurzbericht der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), erstellt durch das DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Dezember 2008



Der Bodensee: Lage der Untersuchungsstellen

Obersee: Bregenz <sup>③</sup>  
Fischbach-Uttwil <sup>①</sup>

Unterseer: Rheinsee <sup>④</sup>  
Zellersee <sup>②</sup>

### a) Umfang der Untersuchungen

Zur Feststellung des aktuellen Zustandes des Bodensees hinsichtlich seiner Belastung mit chemischen Stoffen wurde von der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) ein umfangreiches Messprogramm konzipiert und veranlasst. Die Detailplanung sowie die praktische Durchführung der Probenahme erfolgten durch das Institut für Seenforschung (IfS) in Langenargen. Die analytischen Untersuchungen wurden durch das DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW) in Karlsruhe und die Eawag, dem Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs in Dübendorf, durchgeführt. Insgesamt wurden 18 Wasserproben an vier Stellen aus dem Freiwasser des Bodensees (Bregenzener Bucht, Seemitte Fischbach Uttwil, Zellersee und Rheinsee) in jeweils verschiedenen Tiefen entnommen.

Alle 18 Wasserproben wurden auf insgesamt 371 chemische Parameter untersucht, darunter Arzneimittel, Röntgenkontrastmittel, hormonell wirksame Stoffe, perfluorierte Tenside, synthetische Komplexbildner, organische Phosphonate, Industriechemikalien, Pflanzenschutzmittel und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

### b) Ergebnisse

Die erhaltenen Messergebnisse zeigen, dass die Belastung des Bodensees mit anthropogenen Spurenstoffen zwar gering ist, dass aber dennoch deutliche Hinweise auf eine Beeinflussung der Wasserqualität durch Einleitungen aus kommunalen und industriellen Kläranlagen vorhanden sind. Von den 371 untersuchten chemischen Parametern wurden 27 in mindestens einer Seewasserprobe in einer Konzentration über der analytischen Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Bei den anthropogenen

Spurenstoffen waren insbesondere die Befunde an Arzneimittelwirkstoffen und-metaboliten, iodierten Röntgenkontrastmitteln, perfluorierten Verbindungen sowie an den Einzelstoffen EDTA, Dimethylamin und Diethylamin sowie N,N-Dimethylsulfamid auffällig.

Aus der Gruppe der Arzneimittel wurden im Bodensee die pharmazeutischen Wirkstoffe oder Metabolite von **Carbamazepin**, **Sulfamethoxazol**, **N-Formyl-4-aminoantipyrin** und **N-Acetyl-4-aminoantipyrin** sowie das sowohl in Arzneimitteln als auch in Genussmitteln enthaltene **Coffein** nachgewiesen. Carbamazepin, Sulfamethoxazol und die beiden Metamizol-Metabolite treten in allen Probenahmestellen in vergleichbaren Konzentrationen in der Größenordnung von ca. 10 ng/l auf und zeigen mit zunehmender Wassertiefe eine leichte Zunahme der Konzentration.

Von den untersuchten Röntgenkontrastmitteln wurden im Bodensee insbesondere **Iopamidol** und in etwas geringerem Maße **Iomeprol** in Konzentrationen zwischen 10 und 50 ng/l gefunden.

Für Iopamidol wurde an allen Probenahmestellen eine Konzentrationszunahme mit zunehmender Wassertiefe beobachtet. Für die anderen iodierten Röntgenkontrastmittel ist die Tendenz weniger ausgeprägt.

Ebenfalls im Bodensee nachgewiesen wurden Spuren an perfluorierten Verbindungen. Die detektierten Verbindungen waren Perfluorheptanoat, Perfluoroctanoat, Perfluorhexansulfonat und **Perfluoroctansulfonat (PFOS)**. Die Konzentrationen an einzelnen Vertretern der PFT im Bodensee liegen im Bereich von wenigen ng/l.

**EDTA** (Ethyldinitrilotetraessigsäure) wurde im Bodensee in der Größenordnung von 1 ng/l nachgewiesen. Die Konzentrationen der Stoffe Dimethylamin, Diethylamin und N,N-Dimethylsulfamid (DMS) lagen um eine Zehnerpotenz niedriger.

Hormonell wirksame Stoffe, organische Phosphonate, sonstige Industriechemikalien, PSM-Wirkstoffe und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe wurden dagegen in keiner einzigen Probe nachgewiesen.

Die gemessenen Konzentrationen sind insgesamt als nicht besorgniserregend einzustufen und eine Gefährdung für Mensch oder Tier ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu befürchten. Verglichen mit der hohen Anzahl an analysierten Parametern ist die Zahl der nachgewiesenen Verbindungen gering, was als deutliches

Zeichen für die ausgezeichnete Qualität des Bodenseewassers interpretiert werden kann. Auch für die Trinkwassergewinnung am Bodensee lassen sich aus den erhaltenen Messergebnissen keine Gefährdungen ableiten.

## 2) Untersuchung der Bodenseezuflüsse

Ergebnisse aus dem Bericht der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee zur 57. Kommissionstagung am 10 Mai 2011 „Anthropogene Spurenstoffe im Bodensee und seinen Zuflüssen“

### a) Untersuchungsumfang

Im Jahr 2009 wurden von der IGKB die 12 Bodenseezuflüsse Alter Rhein, Argen, Bregenzerach, Dornbirnerach, Leiblach, Radolfzeller Aach, Rhein, Rotach, Schussen, Seefelder Aach, Steinach und Stockacher Aach auf organische Mikroverunreinigungen untersucht. Die Aufträge wurden wie bei den Freiwasseruntersuchungen an die EAWAG, Dübendorf und das TZW Karlsruhe vergeben. Die für die Untersuchungen ausgewählten Stoffe beschränkten sich auf 70 Substanzen und orientierten sich an den Befunden der im Jahr 2008 durchgeführten Freiwasseruntersuchungen. Dabei wurden folgende Stoffgruppen untersucht: Arzneimittel, Röntgenkontrastmittel, Perfluorierte Tenside (PFT), synthetische Komplexbildner, Pflanzenschutzmittel und Metabolite und Benzotriazole.

### b) Ergebnisse

Insgesamt wurden bei den Analysen von 12 Bodenseezuflüssen 46 verschiedene organische Spurenstoffe in mindestens einer Probe in einer Konzentration über der analytischen Bestimmungsgrenze gefunden.

Am häufigsten wurden in den untersuchten Bodenseezuflüssen die **iodierten Röntgenkontrastmittel Iopamidol, Amidotrizoesäure und Iomeprol, die perfluorierten Verbindungen PFOA und PFOS, der synthetische Komplexbildner EDTA sowie die beiden Benzotriazole 1H-Benzotriazol und 5-Methylbenzotriazol** nachgewiesen.

Die höchsten Einzelstoffkonzentrationen wiesen die iodierten Röntgenkontrastmittel mit maximalen Gehalten von über 10 µg/l, die synthetischen Komplexbildner mit Konzentrationen zwischen 1 und 30 µg/l sowie die Benzotriazole mit Gehalten bis zu mehreren µg/l auf.

Bei den perfluorierten Verbindungen wurden die höchsten Konzentrationen für PFOS in der Steinach (bis zu 0,4 µg/l), in der Rotach (bis zu 0,15 µg/l) und in der Dornbirnerach (bis zu 0,14 µg/l) gemessen.

Die Konzentrationen der drei Arzneimittel **Carbamazepin**, **Diclofenac** und **Sulfamethoxazol** variierten zwischen 0,003 und 0,7 µg/L.

Die Korrosionsschutzmittel **Methylbenzotriazol** und **Benzotriazol** wurden in Konzentrationen von 0,04 bis 5 µg/l nachgewiesen.

Für den künstlichen Süßstoff Acesulfam wurden Werte von 0,2 µg/l bis 30 µg/l bestimmt. Die Sucralose-Konzentrationen variierten von 0,02 bis 3,4 µg/l und erreichten im Mittel etwa 7% der Acesulfam Konzentrationen. Für alle untersuchten Flüsse war dieses Verhältnis der beiden Süßstoffe nahezu konstant.

Bei den untersuchten Pflanzenschutzmitteln war vor allem das Vorkommen von N,N-Dimethylsulfamid (DMS) von Interesse, ein Metabolit des Fungizid-Wirkstoffs Tolyfluanid. Erhöhte Konzentrationen an DMS wurden in der Argen (0,17 µg/l), in der Schussen (0,40 µg/l), in der Rotach (1,4 µg/l), in der Seefelder Aach (0,47 µg/l) und in der Stockacher Aach (0,17 µg/l) gefunden.

Betrachtet man die Belastungssituation der verschiedenen Bodenseezuflüsse, so fallen vor allem die hohen Konzentrationen, die für viele Spurenstoffe in der Steinach gemessen wurden, auf. Diese erklären sich durch den sehr hohen Abwasseranteil in der Steinach von bis zu 80 % bei Niedrigwasser. Abhängig vom Einzelstoff sind aber auch Belastungsschwerpunkte in anderen Zuflüssen erkennbar.

### 3) Stoffflussmodellierung

2011 wurde zudem von der Eawag im Auftrag der IGKB eine Stoffflussmodellierung von ausgewählten organischen Mikroverunreinigungen in den Zuflüssen des Bodensees erstellt, um mögliche Auswirkungen der zufließenden Spurenstofffrachten auf das Seewasser frühzeitig erkennen zu können. Die in den Zuflüssen vorhandenen Belastungsquellen wurden anhand von gezielten Messungen und Modellberechnungen evaluiert. Für die Bewertung der gefundenen Konzentrationen im Freiwasser des Bodensees wurden bestehende Qualitätskriterien für das Schutzgut Trinkwasser herangezogen. Die modellierten Konzentrationen in den Zuflüssen wurden mit wirkungsbasierten Qualitätskriterien für die aquatische Lebensgemeinschaft verglichen und in Belastungskategorien eingeteilt. Die Steinach zeigt für alle Leitsubstanzen die



höchsten Konzentrationen. Im Einzugsgebiet der Flüsse Dornbirnerach und Schussen wurden für die meisten Substanzen erhöhte Konzentrationen ermittelt. Dafür verantwortlich ist der relativ hohe Abwasseranteil, welcher bei Niedrigwasser, z.B. für die Schussen ca. 30% und für die Steinach sogar bis zu 80% beträgt. Nach den Modellberechnungen erfüllen bei Niedrigwasser einige Flussabschnitte der Schussen, der Rotach, der Seefelder Aach, der Dornbirnerach, das Alten Rhein und der Steinach die für die Schweiz vorgeschlagenen Werte des chronisches Qualitätskriteriums (CQK), welche nach der aktuellen technischen Richtlinie der Wasserrahmenrichtlinie erarbeitet wurden, nicht.

Für die Substanz Diclofenac liegt der CQK-Wert bei 0,05 µg/l und wurde in den meisten Flüssen zum Teil deutlich überschritten. Etwa 46% aller bewerteten Flussabschnitte sind bei Niedrigwasser von einer Überschreitung eines chronischen Qualitätskriteriums betroffen. Durch den Vergleich des CQK-Wertes für Diclofenac mit modellierten Konzentrationen im Fluss auf Tagesbasis wird deutlich, dass es in einigen Flüssen auch bei Mittelwasser zu Überschreitungen des CQK-Wertes kommt. Der CQK-Wert für Sulfamethoxazol (0,12 µg/L) wurde in der Schussen und der Steinach und der für Carbamazepin (0,5 µg/L) nur in der Steinach überschritten. Die CQK-Werte der beiden Korrosionsschutzmittel überschreiten die modellierten Konzentrationen in keinem Flussabschnitt.

Eine einfache Abschätzung der Auswirkungen der Zuflusseinträge auf die Verhältnisse im Bodensee-Freiwasser lässt vermuten, dass für bestimmte Mikroverunreinigungen bei gleichbleibender Eintragungssituation die Konzentrationen im See zunehmen werden (z.B. Sucralose, Diclofenac), für andere Stoffe wie Carbamazepin ein Fließgleichgewicht erreicht ist - Einträge und Austräge halten sich hier die Waage - und z.B. für das Antibiotikum Sulfamethoxazol von künftig abnehmenden Seekonzentrationen ausgegangen werden kann.

## Anlage 3

### Zusammenhang Abwasseranteil / Spurenstoffkonzentrationen

Der Zusammenhang zwischen dem Abwasserindikator Chlorid und Stoffkonzentrationen der Spurenstoffe wurde untersucht.

Wird Abwasser in ein Gewässer eingeleitet, lässt sich dies anhand von erhöhten Konzentrationen von verschiedenen organischen und anorganischen Stoffen, wie z.B. Phosphaten und Chlorid nachweisen.

Messwerte zu Chlorid liegen landesweit flächendeckend vor. Da Chlorideinträge durch den Abbau von Salzlagerstädten an Rhein und Neckar heute keine große Rolle mehr spielen, kann Chlorid als Indikator für die Verunreinigung mit Abwasser herangezogen werden.

Für drei ausgewählte Spurenstoffe wurden die gemessenen Chloridwerte mit den gemessenen Konzentrationen der jeweiligen Spurenstoffe verglichen und in einem Diagramm mit Trendlinie dargestellt.

Im ersten Diagramm stammen die Messergebnisse von den 4 meist beprobten Gewässern Rhein, Neckar, Donau und Körsch aus den Jahren 2006 bis 2009. Rot eingetragen ist die Umweltqualitätsnorm des letzten Standes des Entwurfs der BundesVO. Es wurde eine Ausgleichsgerade nach dem Prinzip der kleinsten Abweichung erstellt.

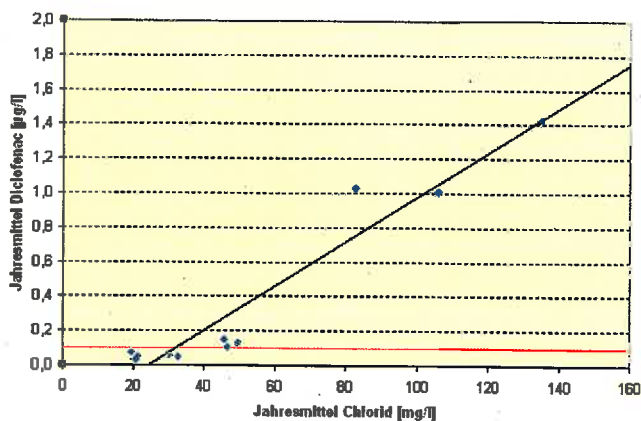
Da die Körsch vergleichsweise hohe Konzentrationen aufweist, wurden im zweiten Diagramm nur die Messergebnisse von Rhein, Neckar und Donau berücksichtigt.

Im dritten Diagramm werden die gemessenen Konzentrationen in Abhängigkeit zum ermittelten Abwasseranteil an der Messstelle (zugehöriger Wasserkörper) dargestellt.

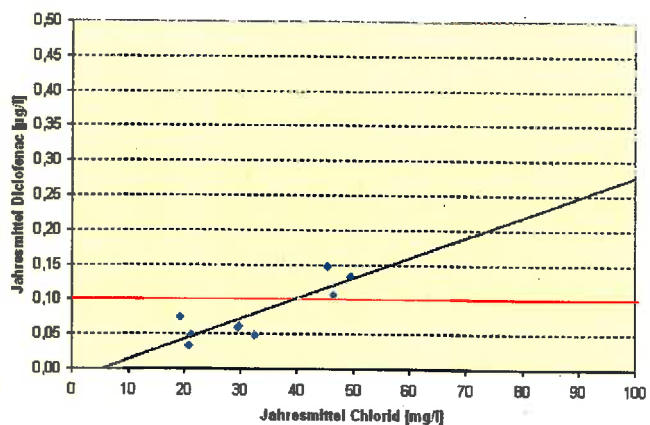
Für alle drei Spurenstoffe ergibt sich, dass mit zunehmendem Chloridgehalt auch die Konzentration der Spurenstoffe im Gewässer zunimmt, d.h. mit zunehmendem Abwasseranteil im Gewässer nimmt nachweislich auch die Spurenstoffbelastung zu.

**Diclofenac:**

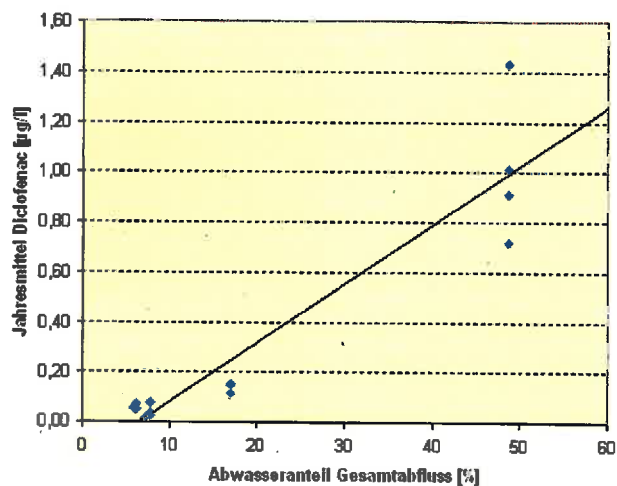
1. an Rhein, Donau, Neckar, Körsch



2. ohne die Körsch

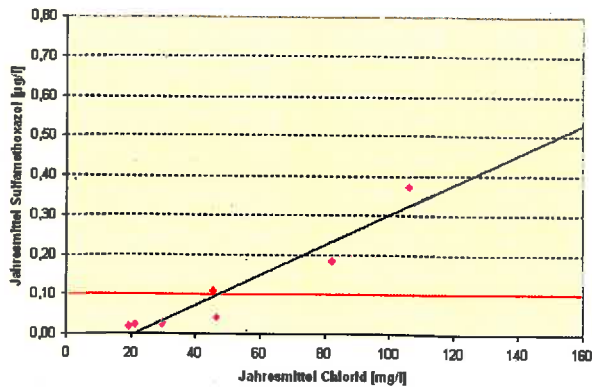


3. Vergleich Abwasseranteil zur gemessenen Konzentration im Jahresmittel

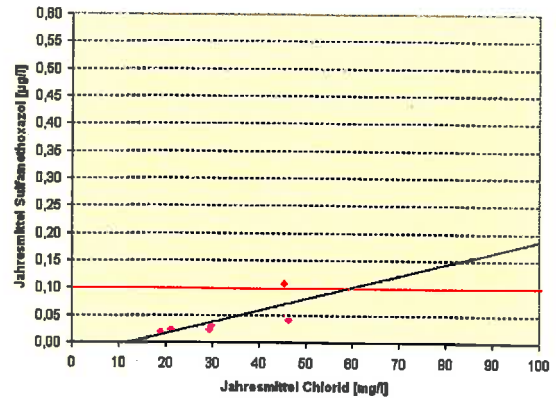


## Sulfamethoxazol

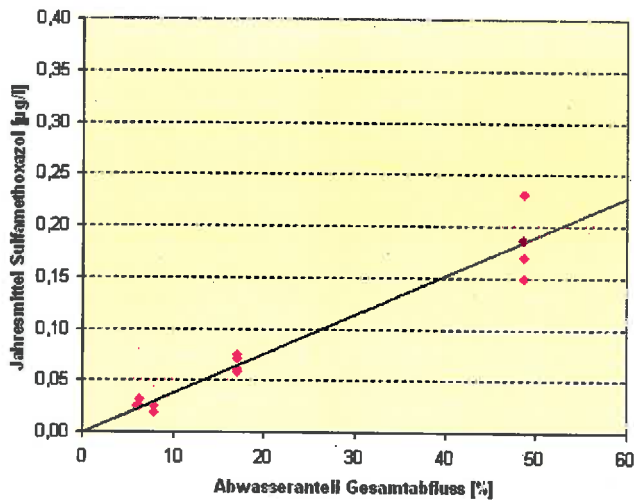
1. an Rhein, Donau, Neckar, Körsch



2. ohne die Körsch

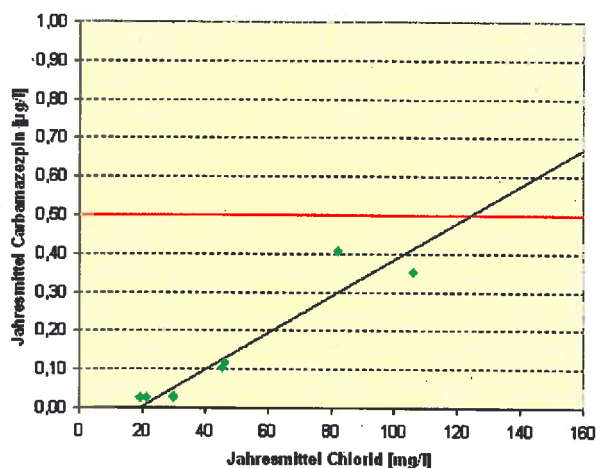


3. Vergleich Abwasseranteil zur gemessenen Konzentration im Jahresmittel

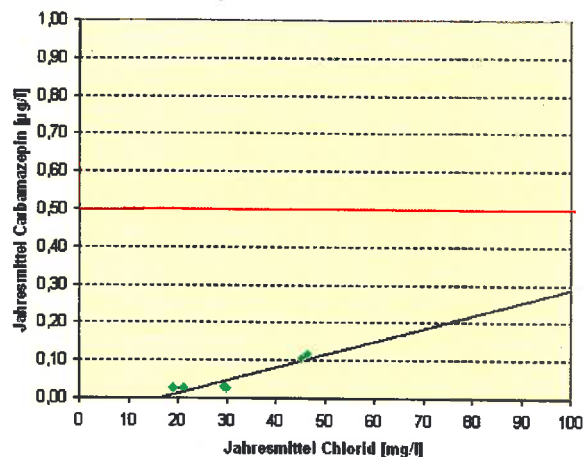


**Carbamazepin:**

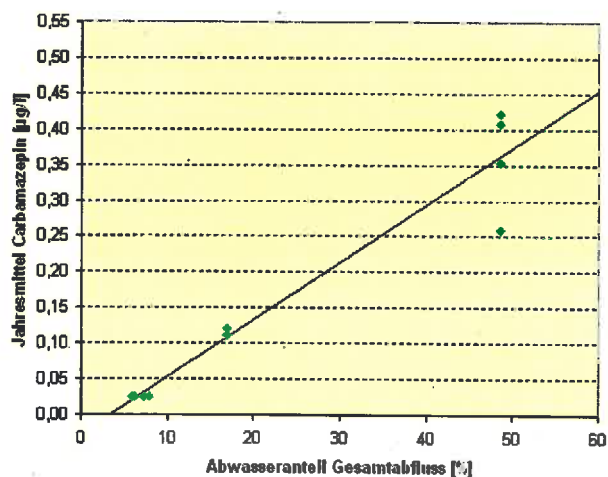
1. an Rhein, Donau, Neckar, Körsch



2. ohne die Körsch



3. Vergleich Abwasseranteil zur gemessenen Konzentration im Jahresmittel









## Anlage 5

### Informationen zu den ausgewählten Spurenstoffen

**Arzneimittelwirkstoffe und Hormone** gelangen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch, aber auch durch die unsachgemäße Entsorgung nicht eingenommener Arzneimittel und produktionsbedingte Einleitungen über Abwassereinleitungen in die Kläranlagen und werden im Falle einer unvollständigen Elimination in die Gewässer eingetragen.

In Deutschland gibt es seit Juni 2009 kein bundesweit einheitliches Sammelsystem für Altarzneimittel mehr. Die Entsorgung über den Restmüll, der in der Regel der Verbrennung zugeführt ist, stellt nicht nur den einfachsten, sondern auch den umweltverträglichsten Entsorgungsweg dar.

**Carbamazepin** ist das weltweit am häufigsten verordnete Antiepileptikum. Es leitet sich von den tricyclischen Antidepressiva ab und verfügt daher auch über stimmungsaufhellende und antriebssteigernde Wirkungen.

**Diclofenac** hat als schmerzstillendes, entzündungshemmendes Mittel und Antirheumatikum ein breites Einsatzgebiet und wird in großen Mengen verwendet.

**Sulfamethoxazol** ist ein Sulfonamid-Antibiotikum, das sowohl als Humanarzneimittel (bei Harnwegsinfektionen, Infektionen der oberen und unteren Luftwege und im Hals-Nasen-Ohrenbereich) als auch im Veterinärbereich (Infektionen der Atemwege, des Verdauungstraktes und des Urogenitalsystems bei Kühen, Kälbern, Schweinen, Hunden und Katzen) eingesetzt wird.

Das **Östrogen 17- $\beta$ -Estradiol** ist das natürliche weibliche Hormon, das auch als Medikament verabreicht wird. 17- $\alpha$  –Ethinylestradiol ist das künstliche Hormon, das in der Anti-Baby-Pille Anwendung findet.

**Röntgenkontrastmittel** werden als biologisch inaktive Stoffe entwickelt. Entsprechend wird bislang auch ihre ökotoxikologische Wirksamkeit als gering eingeschätzt. Ihr häufiges und zunehmendes Vorkommen im Rohwasser ist aus Sicht der Trinkwasserversorgung dennoch unerwünscht. Mit den vorhandenen Verfahren lassen sich nicht alle RKM bei der Trinkwasseraufbereitung vollständig entfernen. Zudem ist bekannt, dass unter bestimmten Umweltbedingungen jodierte organische Transformationsprodukte (Umwandlungsprodukte) entstehen können, deren Eigenschaften und Toxizität (Giftigkeit) nicht bewertet werden können.



Obwohl die Verabreichung praktisch nur in Kliniken und Röntgenpraxen und ihre Ausscheidung binnen weniger Stunden (maximal 24 Stunden) nach Applikation erfolgt, gelangen die RKM in der Regel über das häusliche Abwasser in die Kläranlagen.

**Amidotrizoesäure** (Diatrizoat) gehört zu den ionischen Vertretern aus der Gruppe der iodierten Röntgenkontrastmittel (RKM). **Iopamidol**, **Iomeprol** und **Iopromid** sind nicht-ionische Vertreter aus der Gruppe der iodierten RKM.

**Biozide und Pflanzenschutzmittel** werden nicht nur im landwirtschaftlichen Bereich, sondern auch im Bautenschutz bzw. im Privatbereich eingesetzt und gelangen mit dem Regenwasser aus urbanen Bereichen in die Gewässer.

**Carbendazim** wird neben der Verwendung als Pflanzenschutzmittel als Pilzhemmer in Silikondichtstoffen eingesetzt.

**Cybutryn (Irgarol)** wird u. a. als Beimischung in Wand- und Bootsfarben als algizider Wirkstoff verwendet.

Das Pflanzenschutzmittel **Mecoprop** findet Anwendung auf Rasen und als Bauchemikalie in Flachdachabdichtungen.

Das Pflanzenschutzmittel **Terbutryn** hat keine Zulassung mehr für die landwirtschaftliche Anwendung und wird vorwiegend Fassadenfarben beigemischt.

**Cypermethrin** ist ein Insektizid mit Berührungs- und Fraßwirkung, das auch eine insektenabwehrende Wirkung (Repellent) zeigt. Es wird gegen beißende und saugende Insekten in der Landwirtschaft bei Raps, Rüben und Mais, in der Tierhaltung gegen Stechmücken und Zecken sowie in der Forstwirtschaft gegen rinden- und holzbrütende Käfer eingesetzt. Cypermethrin gibt es auch als freiverkäufliches Insektizid zur Bekämpfung von Ameisen und Schaben.

Das Biozid **Diethyltoluamid (DEET)** findet als Insektenabwehrmittel unter anderem in Privathaushalten breite Anwendung.

**Komplexbildner** werden von der chemischen Industrie in großen Mengen produziert und sehr vielfältig in der Fotoindustrie, der Textilindustrie, der Holzverarbeitung/Papierindustrie, Metallverarbeitung und Galvanotechnik, in der Getränke- und Milchindustrie, in Reinigungsmitteln und Kosmetikartikeln eingesetzt. Viele synthetische Komplexbildner werden bei der Abwasserreinigung nicht oder nicht vollständig eliminiert und gelangen in die Gewässer. Durch Vermeidungs- und Ersatzmaßnahmen sowie betrieblichen Maßnahmen zur Abwasservorbehandlung ist es seit Mitte der 90er Jahren bereits zu einem merklichen Rückgang der Einträge von

Komplexbildnern gekommen. Die digitale Technik im Fotobereich hat ebenfalls zu einem Rückgang insbesondere von **EDTA** (Ethylendinitrilotetraessigsäure) beigetragen. Obwohl EDTA aus toxikologischer Sicht als unbedenklich einzustufen ist und auch keine Trinkwasser-Grenzwerte festgelegt sind, handelt es sich dennoch um Verbindungen, die im Gewässer, aber vor allem im Trinkwasser unerwünscht sind. Zu dieser Verbindungsklasse gehören auch **NTA** (Nitrilotriessigsäure) und **DTPA** (Diethylentritrilopentaessigsäure).

Das **Korrosionsschutzmittel Benzotriazol** wird in Kühlflüssigkeiten, Frostschutzmitteln und Enteisungsmitteln eingesetzt oder dient in Geschirrspülmitteln als Silberschutz.

### **Industriechemikalien**

**Perfluorierte Verbindungen** werden für die wasser-, fett- und schmutzabweisende Ausrüstung zahlreicher Produkte für den häuslichen und industriellen Bereich eingesetzt, beispielsweise bei Teppichen, Textilien, Lederwaren und Papier. Darüber hinaus ist der Einsatz als Hochleistungstensiide z. B. bei der Verchromung von Armaturen, als Zusatz von Feuerlöschschäumen, in der Fotografie und für Hydraulikflüssigkeiten in der Luft- und Raumfahrt von Bedeutung.

Ein der wichtigsten Vertreter dieser Stoffgruppe ist PFOS, der als persistent, bioakkumulierbar und toxisch eingestuft wurde. Das Inverkehrbringen und die Verwendung von **PFOS** (Perfluorooctansulfonsäure) wurde 2006 von der EU bis auf wenige Ausnahmen verboten und im Jahr 2010 noch weiter reglementiert. Allerdings durften vor dem 27.12.2006 erworbene Feuerlöschschäume noch bis zum 27.06.2011 verwendet werden. Für bestimmte Anwendungen (z. B. in Galvaniken) gibt weiterhin Ausnahmeregelungen, soweit keine Alternativen zur Verfügung stehen. Andere perfluorierte Chemikalien sind bisher noch nicht gesetzlich geregelt.

**Phosphororganische Flammschutzmittel** werden als Flammschutzmittel und Weichmacher in einer Vielzahl von Produkten eingesetzt, beispielsweise in Polyethylenschäumen, die in der Textil-, Bau- und Automobilindustrie Verwendung finden, sowie in Lacken, Kunststoffen und Gummi.